УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ЕКСПЕРТИЗИ СОРТІВ РОСЛИН

О.І. Присяжнюк, Л.М. Присяжнюк, С.І. Мельник,
С.М. Гринів

БУРЯКИ ЦУКРОВІ – СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ

Вінниця
2022

УДК 633.63
ББК 42.1

Монографія розглянута та схвалена до друку Вченою радою Українського інституту експертизи сортів рослин
(протокол № 24 від 29.12.2022 р.)

Рецензенти:
Д.Б. Рахметов, д-р с.-г. наук, професор, заступник директора з наукової роботи (іннов. розвиток), Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка
А.В. Мельник, д-р с.-г. наук, професор, Сумський національний аграрний університет, професор кафедри садово-паркового та лісового господарства;
Н.В. Новицька, д-р с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва, Національний університет біоресурсів і природокористування.

Присяжнюк О.І., Присяжнюк Л.М., Мельник С.І., Гринів С.М. **Буряки цукрові – селекція, насінництво та технологія вирощування**: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 310 с.
ISBN 978….

На основі узагальнення багаторічних досліджень, а також досвіду авторів висвітлено наукові основи селекції, насінництва та технології вирощування і одержання стабільно високих урожаїв буряків цукрових. Проведено глибокий аналіз біологічних та генетичних особливостей і фаз росту та розвитку рослин. Висвітлено питання історії селекції та сучасних методів селекційної і насінницької роботи з буряками цукровими. Систематизовано та співставлено міжнародні та вітчизняні фенологічні шкали і на їх основі розроблено рекомендації з вдосконалення технологій та організаційні заходи з ефективного вирощування культури.

Для науковців, студентів вищих аграрних закладів освіти III-IV рівнів акредитації, агрономів, керівників господарств, фермерів.

© Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Український інститут експертизи сортів рослин, 2022.
© Колектив авторів

ЗМІСТ

Вступ 3

Розділ 1. ІСТОРІЯ СЕЛЕКЦІЇ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ 4

Розділ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ 14

Розділ 3. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ФЕНОЛОГІЯ РОЗВИТКУ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ 27

3.1. Біологічні особливості 27

3.2. Фази розвитку та етапи органогенезу буряків цукрових 30

3.3. Критичні періоди росту і розвитку та їх вплив на формування продуктивності рослин 39

Розділ 4. ЗЕЛЕНИЙ КУРС ЕКОНОМІКИ ТА ЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ 42

4.1. Європейський Зелений Курс та його вплив на аграрний сектор України 42

4.2. Підвищення родючості ґрунту 44

4.3. Роль макроелементів у формуванні продуктивності рослин 49

4.4. Системний підхід у забезпеченні рослин основними елементами живлення 57

4.5. Агротехнічні заходи удосконалення та оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур 63

4.6. Агротехнічна оптимізація технології вирощування буряків цукрових 73

Розділ 5. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ФАБРИЧНИХ ПОСІВІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ 92

Розділ 6. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ГІБРИДІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ 108

6.1. Екологічна оцінка умов вирощування буряків цукрових 108

6.2. Порівняння стабільності та пластичності продуктивності гібридів буряків цукрових за вирощування в Україні та Монголії 116

6.3. Стабільність та пластичність гібридів буряків цукрових як метод оцінки їх потенційних можливостей 119

Розділ 7. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНА ОЦІНКА БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ 128

7.1. Застосування SSR маркерів для визначення генетичного різноманіття буряків цукрових 128

7.2. Оцінка експресії трансгенів у буряків цукрових стійких до гліфосату 135

Розділ 8. ВИВЧЕННЯ ГЕНОМУ ТА ГЕНОМНА СЕЛЕКЦІЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ 148
8.1. Вивчення геному буряків цукрових 148
8.2. Геномна селекція буряків цукрових 154

Розділ 9. СУЧАСНІ МЕТОДИ ФЕНОТИПУВАННЯ 158
9.1. Сучасні тенденції фенотипування рослин 158
9.2. Використання гіперспектральних та 3D зображень 170

Розділ 10. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ НАСІННИКІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ 183
10.1. Загальна характеристика 183
10.2. Маточні буряки (першого року життя) 185
10.3. Пооперaційна технологія вирощування маточників 194
10.4. Насінники (буряки другого року життя) 229
10.5. Пооперaційна технологія вирощування насінників 246

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 275

Вступ

Буряки цукрові (*Beta vulgaris* L.) – досить молода культура, порівнюючи з віком переважної більшості вирощуваних людиною рослин. Так, в Україні трипільська культура як одна з основних давньоземлеробських у кам'яно-мідну добу (енеоліт V—IV ст. до н. е) вирощувала такі рослини, як ячмінь, жито, просо та пшениця. Також є підстави вважати, що трипільці вирощували бобові, льон та овочеві, однак археологічних підтверджень цьому не знайдено. А от за часів черняхівської культури (друга половина II–VII ст. н. е.) список традиційно вирощуваних культур розширився на пшеницю, ячмінь, овес, просо, горох, коноплю і сочевицю. Буряки цукрові були продуктом швидкої селекції, їх появa як сільськогосподарської культури в Європі припадає на 1801 р. На теренах України культуру починають культивувати з 1820-х, а вже у 1840-х рр. Україна стала основним районом виробництва цукру.

Саме на прикладі буряків цукрових можна відслідкувати всі ті зміни, що відбуваються в еволюційному плані з культурою, вирощуваною людиною. Це і систематичне та поступове поліпшення рівня їхньої урожайності, створення нових сортів, а згодом і гібридів, робота над технологією вирощування, що здатна розкрити потенціал культури, та поступова заміна екстенсивних методів роботи на інтенсивні, а надалі й на екологозберігаючі.

В середньому за останні роки в Україні під вирощуванням буряків цукрових зайнято приблизно 200 тис. га, а в розрізі областей площі розподілялись нерівномірно. Лідерами з посівних площ традиційно залишаються бурякосіючі регіони: Вінницька, Полтавська, Хмельницька, Київська та Тернопільська області.

Буряки цукрові здатні формувати високі показники потенційної врожайності за застосування сучасних технологій вирощування та впровадження у виробництво високопродуктивних гібридів. Так, в Німеччині та Франції реально отримувати врожайність на рівні 110–150 т/га, а в Україні 90–110 т/га. Однак в середньому по Україні за 2020 р. урожайність коренеплодів буряків цукрових була на рівні 40,8 т/га, що більш ніж наполовину менше від потенційних можливостей культури.

У контексті запровадження Європейським Союзом Зеленого курсу та кардинальної мінімізації викидів парникових газів і перетворення континенту на енергетично нейтральний до буряків цукрових ставлять нові вимоги. Адже за ресурсозатратністю ця культура є лідером та потребує великої кількості добрив і засобів захисту. А тому сучасна наука має на меті не лише ощадливе застосування хімічних засобів, а й створення екологічно адаптованих, стійких до шкідників і хвороб гібридів.

У монографії викладено погляд авторів на питання селекції, насінництва та технологій вирощування буряків цукрових у контексті нових викликів і досягнень світової та вітчизняної науки. Монографія стане в пригоді як науковцям, так і виробничникам, що займаються питаннями буряківництва.

Розділ 1
ІСТОРІЯ СЕЛЕКЦІЇ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

Буряки цукрові (*Beta vulgaris* L.) вперше у світі як систематично відібраний селекційним шляхом вид з'явилися завдяки роботі Фредеріка-Шарля Ашара (Франца Карла Ахарда) в Сілезії, в Кунерні у 1802 р. Він після двох десятиліть експериментів з різними рослинами дійшов висновку, що для отримання цукру сілезький буряк як продукт гібридизації листових буряків мангольдів з їхніми коренеплідними формами підходить якнайкраще. А вже у 1801 р., за підтримки короля Пруссії Фрідріха-Вільгельма III, він відкрив у селі Кунерн у Селезії перший в Європі цукровий завод, що спеціалізувався на використанні буряків і у 1802 р. переробив 400 тонн коренеплодів.

У 1806 р., під час Континентальної блокади, заходи, вжиті імператором Наполеоном I для придушення морської торгівлі Сполученого Королівства, призвели до вирощування буряків на площі 30 тис. га у Франції. Бенджамін Делессер індустріалізував процес виготовлення бурякового цукру, і відтоді буряки цукрові стали потужним конкурентом імпортованого тростинного цукру не лише у Франції, а й у багатьох регіонах світу.

Своєрідним проривом у селекції стало створення німецьким селекціонером Кнауером сорту буряків цукрових «Імперіаль» із цукристістю 9–13,5%. Методи відбору з часом розвивалися, і ще до періоду активної роботи Грегора Менделя у XIX ст. масовий відбір буряків перетворився на генеалогічний або племінний завдяки родині Вільморен. Так, із 1850 р. Луї Вільморен почав відбирати цукрові буряки за питомою масою, занурюючи коренеплоди у розчин кухонної солі. А у 1856 р. на засіданні Французької Академії наук Луї Вільморен доповів про розроблений ним новий метод у селекції буряків цукрових – індивідуальний з оцінкою відбору за потомством. Внаслідок нових підходів було створено шедевр цукристості під назвою «Білий поліпшений Вільморена» зі вмістом цукру 15–16%.

До Північної Америки буряки завезли американські колоністи, але достеменно невідомо коли. Вони були добре поширені у вісімнадцятому столітті, зокрема мангольд, а також червоний, білий і жовтий буряк, які вирощували в садах США на початку 1800-х років. Джордж Вашингтон провів експерименти з ними в Маунт-Вернон, і до 1888 р. на фермі Берпі вирощували сім різних видів ягід, дванадцять сортів столових буряків і один сорт мангольда.

Наприкінці Війни за незалежність США у 1783 р. генерал Джордж Вашингтон оселився на фермі за межами Прінстона, штат Нью-Джерсі, де збирався Конгрес, очікуючи прибуття з Франції підписаного Паризького договору, який формально завершив війну. Тим часом Вашингтон знайшов час для проведення наукових експериментів. Розробив і запровадив нове обладнання та методи, перенавчив рабів і найманих робітників і перейшов від однієї товарної культури, що виснажувала ґрунт – трудомісткого тютюну, до кількох. З 1760 року почав вести щоденник зі спостереженнями за погодою, нотатками про щоденні польові роботи та хід своїх експериментів. Він зібрав найновіші посібники з практики і

теорії сільського господарства та створив сім брошурованих буклетів з понад 700 сторінок заміток про сільське господарство.

Друга половина XIX століття в Європі відзначилася суттєвим удосконаленням методів селекції буряків цукрових. Так, на прохання Флорімона Депре та під впливом Луї Пастера та Шарля Віолетта (деканів факультету наук Лілля), кількісне визначення цукру за густиною поступилося місцем хімічному методу шляхом відновлення солей міді. Також вперше застосовано поляриметричний метод визначення цукру в буряках.

Пошук нових джерел цукру відбувався і в Російській імперії, а про можливість одержання кристалічного цукру з буряків вперше згадано у книзі академіка Паласа Л.С. *«Описание растений Российского государства с их изображениями»*, виданій у 1786 р. А от Єсипов Я.С. з 1799-го по 1801 р. проводив досліди у своєму маєтку в селі Нікольському Московської губернії і одержав із буряків 5 пудів цукру. А вже 1802 року він спільно з Бланкеннагелем Є.І. збудував у маєтку Аляб'єво Тульської губернії перший цукровий завод.

В Україні перший цукровий завод побудовано в 1824 р. у селі Макошині Чернігівської губернії; а в 1826 р. – у Київській та в 1827 р. – в Подільській губернії. Завдяки енергійній діяльності Бобринського О.О. в Київській губернії у 1846 р. було понад 10 тисяч десятин, зайнятих посівами буряків цукрових. Тоді, як вже після реформи 1861 р., почали створювати й великі цукрозаводські латифундії Терещенків, Харитоненків, Кенігів та ін., які мали по кілька цукрових заводів і десятки тисяч гектарів землі. Лише один з братів Харитоненків вів господарство на власних землях і землях на правах довгорічної оренди, на площі понад 120 тис. га.

А от вітчизняне буряківництво в період з 1820 по 1850 рр. перебувало в повній залежності від насіння французької та німецької селекції. Перші кроки з селекції буряків цукрових в Україні зроблено в 70-ті роки XIX століття. Як вихідний матеріал розглядали білі сілезькі буряки, від яких започатковано французькі буряки Вільморена та німецькі, так звані кляйнванцлебен. І одне з перших насінницьких господарств, що займалося сортовиведенням буряків цукрових, з'явилося в 60-х рр. XIX ст. в маєтку поміщика Валькгофа (Калинівка Подільської губернії), де були створені перші вітчизняні сорти: Калинівські білі, Калинівські рожеві 2 і Калинівські 3.

На Поділлі в той час почали працювати селекційна станція графа В. Старорипинського (с. Карабчіївка Кам'янецького уїзду) та Браїлівська економія графа Раллі, Вінницького повіту. А вже наприкінці XIX – початку XX ст. тут, крім вищезгаданих, існувало 26 насіннєвих господарств: Немерчанське насіннєве господарство Бущинського К.С. та Лонжинського М.М.; товариство «Сєв» Баранецького М. та Орловського І.; «Івашківці» Дембіцького Г.Р.; «Пилява» братів Якубовських; товариство виробників та споживачів насіння цукрових буряків «Руссем»; «Котюжани» Бодри А.А., «Сліди-Токові» Брандта К.А.; «Окна» князя Гагаріна О.Є.; «Текльовка» Бернацького Т.М.; «Деребчин» барона Масса Ар.; «Уладівка» нащадків графа Потоцького Р.А.; «Люлинці» Якубовського А.; «Кожуховка» Кожухова; «Удрієвці» Орловського І., «Сутиски» графа Гейдена Д.А.;

«Затишок» Рителя Ц.В.; «Голозубинці» Скибневського В.В., «Ободне» Пржесмицького Ф.; «Жуківці» Букраби В.О., «Березівка» Барановського А.М.; «Баштаньовка» Єловицького В.Є. та «Книшківці» Лещинського.

Найвідомішим було насіннєве господарство Бущинського К.С. та Лонжинського М.М., засноване у 1886 році в маєтку Немерче Могилівського уїзду. Воно мало селекційну лабораторію, контрольну, дослідну та метеорологічну станції, займалося переважно селекцією цукрових буряків та зернових культур. Саме тут створено сорти озимої пшениці Тріумф Подолії та Банатка Подольська, овес Немерчанський Ранній, Немерчанський новий (Ювілейний), озиме жито Ексельсіор, Схрещена 1 та Петкус, пшеницю Немерчанську ярову та Немерчанську ярову чорну. Деребчинський маєток барона Аріста Маса займався також і селекцією буряків цукрових, ячменю та картоплі. У 1886 р. в ньому було збудовано окрему селекційну лабораторію та спеціальні складські приміщення. Також значні успіхи в науково-дослідній роботі демонструвала Уладівська селекційна станція, заснована в 1888 році на території рафінадно-цукрового заводу Кудельською Ф.К. У 1898 році керівником селекції стає доктор Семполовський Л.Л., а вже в 1901 р. організовано селекційне відділення в Гусятичах біля м. Ходорова у Східній Галичині в маєтку Романського К. та селекційну станцію при Ситковецькому цукровому заводі Південно-Російського товариства «Мередіан».

Товариство виробників та споживачів насіння цукрових буряків Київської, Подільської та Волинської губерній «Руссем» заснувало власну селекційну станцію у приміщенні Шпиківського маєтку Балашова М.П. Головою господарства став Стафан Коско, а селекційною лабораторією завідував генетик Хренніков Е.В., який працював під керівництвом вченого селекціонера професора Колкунова В.В.

Також існувала плеяда насіннєвих господарств, що здійснювали селекційну роботу з різними культурами. Так, господарство Єловицького В.Е. «Баштаньовка», засноване у 1890 р., в Ольгопільському уїзді Пішанської волості, спеціалізувалося на виведенні сортів буряків цукрових, і саме в ньому було створено сорт «Єловицький». Господарство братів Якубовських у с. Дашкові та с. Петрашівці Ямпільського уїзду проводило роботи з селекції буряків цукрових, ячменю озимого, сочевиці та гороху. А товариство Баранецького М. та Орловського І. «Сєв», лабораторія та дослідні поля якого знаходились у с. Удрієвці Летичівського повіту, з 1900 року почало займатись селекційною роботою з буряками цукровими, а згодом і з кукурудзою, горохом, маком, картоплею, морквою. Господарство Бернацького Т. «Текльовка» Могилівського повіту Біляно-Шаргородської волості, засноване в 1901 р., створило понад 120 константних форм озимої пшениці, вівса, ярої пшениці та озимого ріпаку.

Професор Харківського університету Зайкевич А.Є. (1842–1931) зробив значний внесок у селекцію, оскільки встановив, що хоча цукристість перебуває в зворотній залежності від маси коренеплодів, проте трапляються високоцукристі коренеплоди з великою масою. Саме на дослідних полях Зайкевича А.Є. у 1882 році одержано цукрові буряки з цукристістю 21% та з доброякісністю нормального соку до 90%. Завдяки його діяльності в Україні створено вітчизняні

дослідно-селекційні станції: Уладово-Люлинецька (1888 р.), Немерчанська (1893 р.), Іванівська (1897 р.), Ялтушківська (1898 р.), Верхняцька (1899 р.).

Уладівська станція не тільки забезпечувала власні потреби в фабричному насінні, а й продавала його в Україні та на експорт. Адже за результатами порівняльних сортовипробувань, які проводили у 1910 році, один із уладівських сортів за збором цукру з гектара посів четверте місце, а за збором коренів – перше.

Отже, селекція буряків цукрових у царській Росії була дуже розвинена, наприкінці вісімдесятих і на початку дев'яностих деякі фірми запровадили індивідуальний відбір. Щороку розмір відібраного батьківського компоненту збільшувався і до початку Першої світової війни щорічно на кількох селекційних станціях відбирали майже дві тисячі сортозразків. Для оцінки якості поколінь використовували комплексні методи математичного аналізу даних, а для виготовлення насіння для комерційного продажу – схрещування з ретельно вивчених родин (Zalensky, 1919).

Під час революції 1917 року більшість племінних станцій було зруйновано, а тому у 1919 р. почалася реконструкція деяких з них і у 1920 р. Цукротрест створив відділення сортової селекції та управління насінництвом. Перші кроки селекції буряків цукрових у Радянському Союзі відбувалися в дуже важких умовах, оскільки селекційні станції та лабораторії були розорені, насіннєві фонди переплутані, селекційні документи знищені. До того ж, багато польських заводчиків, щоб врятувати своє життя, переїхали до Польщі під час революції.

Вітчизняна селекція після Першої світової війни та буремних революційних подій почала відроджуватись лише в 1922 році, коли за рішенням другого з'їзду селекціонерів у Києві було організовано Науковий інститут селекції (НІС), який об'єднав 12 селекційних закладів. У ньому почали працювати: фізіолог рослин, академік Вотчал Є.П., цитогенетик Левітський Г.А., відомий вчений у галузі анатомії рослин Табенцький О.О., професор Київського політехнічного інституту, перший директор НІС-у Колкунов В.В., вчений-землероб Малгошицький М.К. А в межах дослідних станцій НІС-у працювали: Семполовський Л.Л. на Уладівській, Гельмер О.Ф. на Іванівській, Міхалевич В.В. і Гринько Т.Ф. на Верхняцькій, Войткевич І.І. і Сукачов В.П. на Веселоподільській, Мазлумов А.Л. на Рамонській, Гудвіл С.В. на Льговській.

У перші роки діяльності радянських селекційних станцій переважно використовували масовий відбір. Так, протягом зими 1921–1922 рр. на 12 селекційних станціях досліджено понад мільйон коренеплодів.

Стосовно складу насіння, випущеного заводами для комерційного посіву, радянська селекція зазнала раптової невдачі на кілька десятиліть, за винятком того факту, що вихідний матеріал для радянської селекції не був випадковим, як у перші роки селекції буряків цукрових у царській Росії, а складався з сортів, які були результатом тривалої селекції в дореволюційний період.

Результати відборів масової селекції розмножували один раз, а отримане насіння потім випускали на заводи. Цей метод застосовували до 1925 року. Протягом 1925–1931 років практика полягала в тому, щоб розмножувати для комерційного випуску без селекції кращі номери елітних сортів із селекційних станцій,

тобто номери, які отримали високу оцінку в сортовипробуваннях. Після 1930 року цей метод був поступово замінений новим, що передбачав вирощування кількох елітних сортів із селекційних станцій, які отримали хороші оцінки в сортовипробуваннях. Щоразу, коли виділялося багато насіння, воно складалося таким чином, щоб у наступному поколінні відбувалося перехресне запилення. Цей метод дає змогу селекціонеру вивчати комбінації, які виявляють ефекти гетерозису, щоб він міг створювати такі комбінації за бажання. Однак у радянській літературі немає згадок про виявлення таких поєднань.

На початку історії радянської селекції масовий відбір використовували досвідчені люди (Семполовський, Лебединський, Хелмер, Гудвіл), тому цей метод мав позитивне значення, оскільки зберіг основне ядро селекційного матеріалу, що є у розпорядженні селекційних станцій. На противагу цьому молоді вчені, які керували іншими селекційними станціями, захоплювалися методами аналітичної селекції, що призвело до надмірного розщеплення вихідних матеріалів станції без збереження оригінального ядра, тоді як більшість сортів, випущених станціями Уладівка, Іванівка, Рамонь і Льгов, були результатом масового і групового відбору.

Незабаром, після відновлення роботи селекційних станцій, деякі з них почали переходити на індивідуальний відбір. У 1923 році було приблизно 2500 сортозразків, які вивчалися на всіх селекційних станціях. Застосовувані в той час методи селекції описані в публікаціях Б. Лебединського (6) та І. Войткевича (15), а також в спеціальному томі, присвяченому опису селекційних станцій (14).

Саме в 1920–30-ті роки розроблено основні методи вітчизняної селекції буряків цукрових. Так, у щойно організованому інституті лабораторію селекції очолював професор Колкунов В.В., морфології і систематики – професор Левітський Г.А., анатомії і фізіології – професори Вотчал Є.П. та Табенцький О.О., також працювали вчені: Лебединський Б.Н., Зосимович В.П., Архимович О.З., Гельмер О.Ф. та подружжя Савицького В.Ф. та Харечко-Савицької О.І.

Сферою наукових інтересів Савицького В.Ф. була генетика кількісних і якісних ознак, їх онтогенетичний прояв, мінливість і закономірності успадкування, вивчення ефективності різних форм штучного та природного доборів у зв'язку з розробкою нових методів селекції, а також проблеми, пов'язані з ознакою роздільноплідності. А його дружина Харечко-Савицька О.І. проводила дослідження з цитоембріології буряків цукрових, міжвидової гібридизації, каріології роду Beta, аутостерильності й аутофертильності, створення ди- і тетраплоїдних ліній.

Кількість відібраних батьківських компонентів продовжувала зростати, у 1938 році було висаджено 7765 штук коренеплодів на всіх селекційних станціях у сортоселекційних випробуваннях (Fedorovitch, 1940). Відібрані батьки щороку висаджували в групи для виробництва насіння, а при підборі груп враховували походження батьківських форм або напрямок селекції.

Оскільки від кожного з батьків одержують лише невелику кількість насіння, значну увагу приділяли попередньому вегетативному розмноженню – поділу коренів з метою отримання клонів за методом Новошека. У цьому методі

клони також викладаються в групи для перехресного запилення. Кількості насіння, отриманого цим методом від одного з батьків, цілком достатньо для проведення випробувань потомства протягом двох років поспіль і подальшого розмноження кращого з потомства. За такого вирощування використовують дистанційну ізоляцію. Спочатку вирощують окремі сорти між рядами високорослих рослин (конопель) на відстані 5-10 метрів між групами. При утворенні наступних поколінь відстані між групами збільшуються до десятків і навіть сотень метрів, групи розміщують між посадками польових культур. У будь-якому разі, як зазначив Савицький В.Ф. (Savitsky, 1940), починаючи з покоління F_2, розмноження відбувається в межах кола споріднених за походженням форм і, як наслідок, здійснюється поступове зниження врожайності потомства (регресія). Цю обставину враховано при складанні партій насіння для комерційного випуску шляхом змішування кількох ліній для перехресного запилення. З 1927 р. серед партій випущеного насіння вже були продукти індивідуального відбору (Mazlumov, 1950).

Вавилов М.І. також цікавився буряками, тому відібрані в 1924 р. в експедиції в Афганістані зразки насіння за його ініціативи було надіслано в НІС та його дослідні станції. Також за вказівкою Вавилова М.І. професор Зосимович В.П. побував в експедиції у Закавказзі (в 1931 р.) та пізніше на основі зібраних зразків диких форм отримав триплоїдний і тетраплоїдний міжвидові гібриди B. lomatogona x B. trigina, а також амфідиплоїд від схрещування цих форм. Ці досліди в 1968 р. стали підґрунтям до класифікації видів роду Beta L.

Вавилов М.І. на полях Наукового інституту селекції, 1940 р.

на фото зліва направо: О.К. Коломієць, В.Ф. Савицький, М.І. Вавилов, О.І. Харечко-Савицька, асистент Г. Мюллера, О.З. Архимович, Г. Мюллер, А.С. Міщенко, В.В. Селіхов.

Інбрідинг запроваджено на деяких станціях як метод селекційної роботи, тільки-но виявили самофертильні раси. Надзвичайно велику їх кількість виявлено на Іванівській селекційній станції. Подальші покоління отримано або шляхом самозапилення (Grinko, 1940), або методом сестринських схрещувань за Мунераті (Archimowttsch, 1931). В дослідах Гринько (Grinko, 1940) матеріал було віднесено до покоління I_6 1940 року.

Щодо врожайності, то продукти сегрегації були переважно низьковрожайними, а цукор, інбредні штами розділилися на форми з високим і низьким вмістом цукру. Відбір на підвищення цукристості дав позитивні результати (Grinko, 1940). Морфологічні ознаки (особливо форма листків і листкової розетки) проявляли різноманітність у перших інбредних поколіннях, але, починаючи з I_3, у потомстві спостерігали помітну морфологічну однорідність, а в I_4 і I_5 потомство стало майже однорідним. У значній кількості випадків розвивалися деформації та аномалії будови листкової пластинки, черешків, квітки та насіннєвих кульок (Archimowttsch, 1931, Grinko, 1940).

З позитивного боку, деякі раси виявили відносну стійкість до *Cercospora* (Grinko, 1940). Потомство від схрещування інбредних ліній іноді демонструвало гетерозис, але ці форми не мали комерційного значення. Дослідження потомства самоплідних рас і схрещування самоплідних і самобезплідних рас показали, що характер самоплідності успадковується як домінантний (Archimowttsch, 1931, Grinko, 1940). Дослідження Савицької О. показали, що прояв характеру самофертильності значною мірою залежить від температури повітря під час цвітіння (Savitskaya, H. 1940).

На початку розвитку вітчизняної селекції та до 1930 р. багато селекціонерів застосовували непрямий метод селекції за морфологічними ознаками листової розетки і коренеплоду для підвищення відсотку цукру і маси коренеплоду. Було проведено численні дослідження з метою визначення співвідношення між морфологічними та утилітарними ознаками. Для селекції та опису популяцій і потомства розроблено різні класифікації форми кореня, листка, листкової розетки та стебла. Цей метод не дав позитивних результатів й інтерес до нього з часом знизився.

Савицький В.Ф. також запропонував при відборі на підвищену масу коренеплоду особливу увагу звертати на швидкість дозрівання кореня, що розвивається. Груповий відбір, який він провів у 1936 році, повністю підтвердив цінність його методу (Savitsky, 1939). Мазлумов (Mazlumov, 1950) на станції Рамонь також використовував цей метод і за його допомогою створив на станції певні сорти. Гудвіл (Goodwill, 1940) на Льговській станції використав метод оцінки потомства за швидкістю росту на найбільш ранніх стадіях розвитку в лабораторних умовах. Він вважає доцільним викинути на цій основі приблизно одну третину всього потомства, призначеного для використання у випробуваннях у польових умовах, і у такий спосіб значно зменшити площу, яка буде використовуватися для сортових випробувань.

Селекція на скоростиглість особливо важлива для північних районів вирощування буряків через короткий вегетаційний період, проте ранньостиглі сорти

буряка в Радянському Союзі з часом почали домінувати в усіх регіонах вирощування буряка. Як наслідок, роботи зі збирання цукрових буряків займали так багато часу, що не завжди вдавалось їх закінчити до настання морозів. Тому збирання буряків цукрових починається дуже рано, як правило, з 10 вересня, а ранньостиглі сорти вважаються дуже цінними.

З метою збільшення обсягу вихідного селекційного матеріалу для подальшої селекційної роботи Савицький В.Ф. провів серію схрещувань буряків цукрових з іншими культурними формами буряків – буряком кормовим, напівцукровим, столовим і мангольдом. Результати цих схрещувань були дуже цікавими як у теоретичному, так і у практичному сенсі. Схрещування буряка цукрового з диким *Beta vulgaris* L. виявилося дуже перспективним для підвищення стійкості до *Cercospora*. Цікавими для подальшого підвищення цукристості були й гібриди буряків цукрових із зеленими сортами мангольду та з диким *Beta vulgaris* L. північної Європи. Дуже перспективними для подальшого збільшення врожайності буряків цукрових виявилися гібриди цукрових і кормових буряків (Savitsky, 1940).

Щоб запобігти неконтрольованій гібридизації між різними матеріалами, а також усунути тенденцію до виродження, спричинену схрещуваннями споріднених ліній, Савицький В.Ф. розробив серію методів схрещування (діалельне, насичення, подвійне) популяцій, продуктів індивідуального відбору, інбредних ліній, ін. клони, отримані безперервним вегетативним розмноженням тощо (Savitsky, 1940). Незадовго до початку Другої світової війни деякі з цих планів реалізовували у Всесоюзному інституті цукрової промисловості та на окремих селекційних станціях. Орловський (Orlovsky, 1947) відмічає значний прогрес у результаті застосування методу селекції, запропонованого В. Савицьким за результатами випробувань створених гібридів.

Часи лисенківщини в генетиці примусили родину Савицьких емігрувати спочатку в Німеччину, а в 1947 р. – у США. Відкриття Савицьким В.Ф. у 1948 р. однородкових буряків з одного боку, та опис Оуеном Ф.В. у 1952 році цитоплазматичної чоловічої стерильності рослини слугував новою епохою розвитку селекції та вищої технологічності вирощування буряків цукрових.

У 1948 році Савицький В.Ф. в Салемі, на полях компанії West Coast Beet Seed Company, дослідивши поле насінників сорту Michigan Hybrid 18 в кількості 300000 рослин, відібрав п’ять рослин із однозародковим насінням. Ретельне дослідження показало, що лише дві з п’яти рослин, SLC 101 і SLC 107, були справжніми однозародковими. Також встановлено, що однозародковий тип формування плодів є рецесивним, тому ці рослини походять від ліній, які самозапилювалися протягом кількох поколінь. Серед віднайдених самозапильну лінію SLC 101 було обрано як найбільш перспективну для інтенсивного вивчення. Проведено роботу з отримання самостерильних однозародкових клонів кількох самостерильних популяцій, а існуючі самоплідні інбредні лінії перетворено на однозародкові.

Зі свого боку наприкінці 1950-х років Харечко-Савицька О.І. почала працювати над важливим селекційним питанням, реалізованим трохи пізніше –

створенням стійких до ризоманії форм буряків цукрових шляхом переносу стійкості до нематод із секції *Patellares*.

Ідея створення однонасінних форм у світовому масштабі була реалізована не одразу. Безпосередньо окрім Савицького В.Ф. вели дослідження з однонасінними формами буряків цукрових Бордонос М.Г. і Коломієць О.К. Також Мокан Г.С. ще до початку Другої світової війни володів матеріалами, в яких однонасінність становила 93–94%. Спираючись на матеріали ялтушківського походження та на основі отриманих з інституту і від Коломієць О.К. однонасінних матеріалів білоцерківського походження під керівництвом Попова О.В., було створено і у 1958 році районовано сорт Ялтушківський однонасінний – більш продуктивний, ніж первісток Білоцерківський однонасінний.

У 1960-х роках дослідження зі створення поліплоїдних форм інтенсивно велися на Білоцерківській, Верхняцькій дослідно-селекційних станціях та на Уманському селекційному пункті. Створенню полігібридів і вивченню їхньої генетичної природи присвячено дослідження Неговського М.О., Бережко С.Т., Чемерис Л.М., Болєлової З.О., Слюсаренко З.С., Грицика М.С., Макогон Г.М. та ін.

Переорієнтація селекційної практики на використання технологій селекційного процесу зі створення високопродуктивних гібридів цукрових буряків на ЦЧС основі відкрили можливість максимальної реалізації біологічного потенціалу буряків. Проблемами гетерозисної селекції займалися Балков І.Я., Перетятько В.Г. Багато працювала над питаннями генетики онтогенезу, цукристості й цвітушності Болєлова З.О., досить успішно вивчала вибірковість перезапилення, посівні якості насіння та їхню генетичну зумовленість Слюсаренко З.С., вагомий внесок у розвиток цитології та ембріології, започаткування дослідження апоміктичних форм зробили Зайковська Н.Е., Петрушина М.П., Ярмолюк Г.І., Ширяєва Е.І., Бережко С.Т. створила цінні тетраплоїдні лінії, які стали компонентами багатьох гібридів, а також розробляла принципи підбору батьківських форм, а Перетятько Н.А., крім форм із ЦЧС, вивчала генну чоловічу стерильність, Бедренко А.І. досліджувала генетику цукристості та інбредної депресії лінійних матеріалів, Баб'яж І.А. створив колекцію пилкостерильних ліній і вивчав успадковуваність ознаки стерильності, Кірсанова Ю.В. досліджувала проблеми схожості насіння, Петренко В.П. визначала селекційну цінність компонентів гібридизації, Прядко Н.І. розробляла методи прискорення селекційного процесу, Устименко-Бакумовський О.В. розробляв методи селекційного поліпшення технологічної якості коренеплодів, Чередничок С.П. досліджувала цитоембріологічні проблеми запилення, запліднення і формування насіння, Панченко В.К. працював зі штучно індукованими мутантними формами, Хельман Л.В. вивчала стійкість існуючого на той час генофонду буряків до хвороб листкового апарату, внесок у розвиток теорії успадковуваності та мінливості ознаки фертильності зроблено Парієм Ф.М.

Успіху гетерозисної селекції значною мірою сприяли реформування системи екологічного сортовипробування Роїком М.В. та Куліком О.Г., а також ро-

бота таких селекціонерів, як: Чемерис Л.М., Лейбович А.С., Власюк В.І., Андрєєва Л.С., Вакуленко П.І., Труш С.Г., Моргун О.В., Орлов С.Д., Фалатюк Л.В., Корнєєва М.О.

В Україні лідером селекції буряків цукрових залишається Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України. Однак досить відомими гравцями на ринку є міжнародні компанії, що здійснюють селекцію буряків цукрових тривалий час, або ж навіть і нові гравці ринку: СесВандерхаве (SesVanderhave), САС Флорімон Депре Вев є Фіс (SAS Florimond Desprez Veuve et Fils), Сингента Сідз (Syngenta Seeds), Рійк Цваан Заадтеелт ен Заадхандел Б.В. (RIJK ZWAAN Zaadteelt en Zaadhandel B.V.), Кутновска Годовла Бурака Цукрового (Kutnowska Hodowla Buraka Cukrowego), Бетасід ГмбХ (Betaseed GmbH), Штрубе Резерч ГмбХ (Strube Research GmbH), КВС ЗААТ СЕ (KWS SAAT SE), СІДЕКС ІНК. (SEEDEX INC.).

Також внесок у створення нових гібридів буряків цукрових роблять і досить молоді вітчизняні компанії: товариство з обмеженою відповідальністю «Всеукраїнський науковий інститут селекції (ВНІС)», товариство з обмеженою відповідальністю «Терра-Юг Україна» та установи більш широкого профілю наукової роботи, такі як Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка Національної академії наук України.

Розділ 2
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

Світове споживання цукру зростає загалом на 1,5% щорічно, і, за прогнозами, станом на 2030 рік знадобляться додаткові 30 млн тонн цукру. Водночас селекція та технологія вирощування цукрової тростини створюють передумови для значної конкуренції у виробництві тростинного цукру. Так, цукрова тростина, вирощувана у Бразилії, натепер забезпечує майже 78% світового виробництва цукру, порівнюючи з 74% у 2005–2006 роках. Втім у розвинених країнах виробництво цукру майже не змінилося. До того ж, у Франції щорічно звільнюється приблизно 2% площі, зайнятої під вирощування буряків цукрових, саме завдяки зростанню рівня їхньої врожайності.

Останніми роками квоти імпорту цукру на територію Європейського Союзу значно пом'якшили: немає обмежень на імпорт із найбідніших країн Африки, Карибського басейну, Тихоокеанського регіону. Як наслідок квоти зі зниженим або нульовим митом на понад 1,5 млн т цукру на рік призвели до того, що нині 20% споживаного цукру імпортується в країни Європейського союзу.

За даними організації АКЕР, збір цукру, отримуваний за вирощування буряків цукрових, зріс від 700 кг/га до 14,8 т/га, тобто рівень цукристості коренеплодів піднявся з 7 до 18% за вмістом сахарози (рис. 2.1).

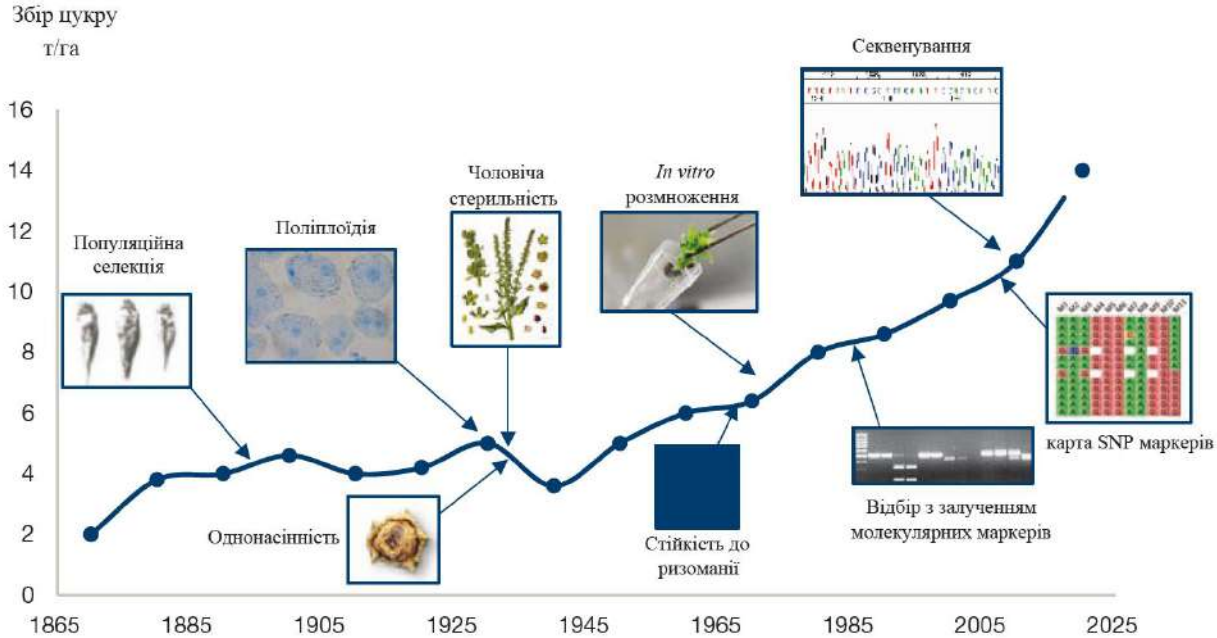


Рис. 2.1. Залежність збору цукру від методів селекційної роботи з буряками (Sugar beet: a competitive innovation, 2020)

За понад століття селекційної роботи з буряками цукровими відбулося поступове заміщення технології створення нових сортів від популяційної селекції до поліплоїдії та однонасінних форм. А з відкриттям чоловічої стерильності з'явились реальні можливості зі створення гібридів і залучення нових методів селекційної роботи.

З 1983 року відбувалися кардинальні зміни в технології вирощування буряків цукрових, спричинені не лише екологічними обмеженнями, а й створенням нових більш ефективних засобів. Це дозволило зменшити кількість використовуваних фунгіцидів, інсектицидів та гербіцидів до 50%, а кількість азоту, застосовуваного для підживлення буряків цукрових, зменшилася на 68% з розрахунку на 1 тонну виробленого цукру (рис. 2.2).

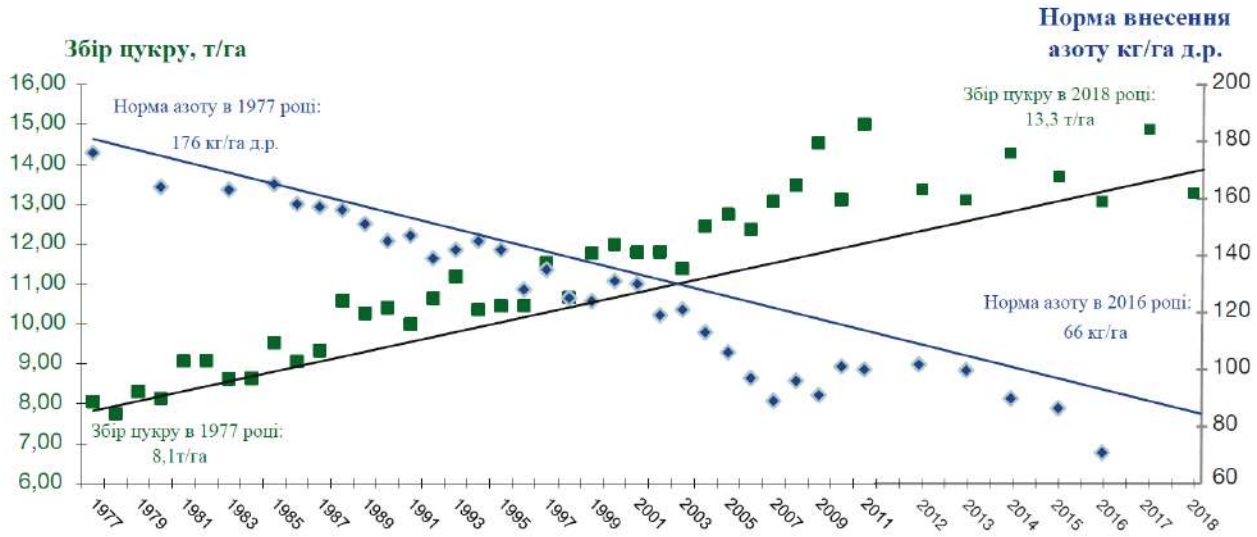


Рис. 2.2. Норма застосування азотних добрив з розрахунку на 1 т виробленого цукру (Sugar beet: a competitive innovation, 2020)

На формування виробництва цукру та вирощування буряків цукрових у Європейському союзі впливають і законодавчі обмеження. Так, система, яка регулювала виробництво цукру в ЄС, припинила існування 1 жовтня 2017 року, тому обсяги цукру не контролюються, а лібералізація ринку дає змогу виробляти необмежені його кількості.

Аналогічно потужним поштовхом для розвитку технології вирощування буряків цукрових стала заборона на використання пестицидів класу неонікотиноїдів у Європейському союзі. Так, з 2019 року заборонено препарати, які традиційно та масово використовували для передпосівної обробки насіння та боротьби з іншими шкідниками. Таке рішення спонукає не тільки збільшувати кількість обробок доступними препаратами, а й створювати нові більш безпечні пестициди для застосування їх у технології вирощування буряків цукрових.

Протягом останніх десятиріч показники врожайності, площі та валового збору буряків цукрових як у середньому в Україні, так і окремо по регіонах значно змінювались, що спричинено передусім ажіотажним попитом на цукор як на внутрішньому, так і зовнішньому ринках та подальшим зменшенням посівних площ через значне зниження закупівельних цін. А тому з метою нівелювання впливу випадкових чинників при аналізі посівних площ, продуктивності та валового збору сформовано дані середніх за 2001–2020 роки показників продуктивності буряків цукрових (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1. **Середньобагаторічні показники врожайності, площі та валового збору буряків цукрових по регіонах України (середнє за 2001–2020 рр.)**

Регіон*	Урожайність, т/га	Площа, тис./га	Валовий збір, тис. т/га
Україна загалом	33,02	458,3	13259,4
Вінницька	35,42	71,2	2358,9
Волинська	32,16	18,5	538,8
Дніпропетровська	33,71	7,5	163,1
Донецька	19,85	1,7	29,5
Житомирська	35,56	16,8	543,0
Закарпатська	-	-	-
Запорізька	16,82	1,5	26,1
Івано-Франківська	33,78	3,9	98,4
Київська	38,50	38,2	1277,1
Кіровоградська	30,43	21,2	571,7
Луганська	20,53	1,1	14,8
Львівська	37,56	16,9	568,7
Миколаївська	32,69	5,6	124,4
Одеська	17,66	7,7	129,9
Полтавська	35,97	50,9	1719,7
Рівненська	35,01	21,5	679,8
Сумська	32,85	17,0	410,7
Тернопільська	35,42	44,1	1403,0
Харківська	29,35	34,5	840,3
Херсонська	24,24	1,6	35,2
Хмельницька	37,27	37,2	1308,2
Черкаська	34,59	29,8	897,6
Чернівецька	27,56	5,7	137,4
Чернігівська	35,59	12,0	390,3

*без урахування даних Автономної Республіки Крим як таких, що суттєво відрізняються за умовами вирощування буряків цукрових від регіонів материкової частини України.

Стабільно високі показники врожайності, площ вирощування та валового збору коренеплодів буряків цукрових спостерігаються в регіонах Лісостепу України, максимально придатних для їх вирощування: Вінницька, Київська, Полтавська, Тернопільська, Хмельницька та Черкаська області. Хороші показники забезпечують регіони, що належать до Полісся України – Волинська, Житомирська, Чернігівська області.

Наступним кроком аналізу даних урожайності буряків цукрових було визначення стандартного відхилення та коефіцієнтів варіації по регіонах України з інтервалом розрахунку в п’ять років (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2. **Стандартне відхилення та коефіцієнт варіації врожайності буряків цукрових по регіонах України**

Регіон	2001–2005		2006–2010		2011–2015		2016–2020		2001–2020	
	стандартне відхилення	коефіцієнт варіації	стандартне відхилення	коефіцієнт варіації	стандартне відхилення	коефіцієнт варіації	стандартне відхилення	коефіцієнт варіації	стандартне відхилення	коефіцієнт варіації
Україна	2,9	14,4	2,3	8,6	4,1	10,4	3,4	7,5	10,5	31,8
Вінницька	3,3	15,0	3,1	9,8	5,5	13,2	6,1	12,9	10,7	30,2
Волинська	2,9	13,4	2,9	10,1	3,6	10,1	2,4	5,8	8,4	26,1
Дніпропетровська	1,9	10,0	6,4	26,1	7,9	20,2	6,7	13,0	14,2	42,2
Донецька	2,6	16,2	3,6	21,7	2,2	9,4	—	—	—	—
Житомирська	3,5	15,8	4,7	17,5	6,6	14,7	9,6	19,8	13,0	36,6
Закарпатська	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Запорізька	3,5	19,6	—	—	—	—	—	—	—	—
Івано-Франківська	2,1	10,5	2,2	9,1	12,4	31,6	12,6	24,4	15,3	45,3
Київська	2,2	8,5	2,9	9,4	9,5	19,6	8,8	18,0	12,3	31,9
Кіровоградська	4,3	21,5	5,5	19,3	1,6	4,5	7,4	19,8	8,4	27,7
Луганська	3,6	22,6	—	—	—	—	—	—	—	—
Львівська	1,9	10,4	5,9	17,9	4,5	10,2	3,1	5,6	14,4	38,3
Миколаївська	3,9	21,7	10,0	44,1	3,6	7,1	—	—	—	—
Одеська	2,4	14,5	—	—	—	—	—	—	—	—
Полтавська	3,4	15,8	6,8	20,9	3,6	7,8	6,1	13,9	11,1	31,0
Рівненська	1,9	9,6	5,4	16,7	5,3	13,2	3,4	7,1	11,4	32,7
Сумська	1,8	9,6	7,0	23,6	5,6	14,2	4,0	9,1	10,9	33,2
Тернопільська	3,6	15,9	3,6	11,4	7,1	18,3	3,6	7,3	10,9	30,8
Харківська	2,9	15,3	5,3	23,8	5,5	15,5	5,9	14,3	10,4	35,6
Херсонська	9,8	40,1	—	—	—	—	—	—	—	—
Хмельницька	4,3	19,7	4,3	12,2	6,6	14,9	5,0	10,5	11,4	30,5
Черкаська	5,4	24,8	3,4	10,9	4,5	10,3	6,7	16,0	10,3	29,8
Чернівецька	3,4	15,5	8,3	32,5	6,3	18,0	—	—	—	—
Чернігівська	5,5	22,3	2,9	8,4	4,8	11,5	3,6	8,6	8,2	23,0

*з урахуванням лише повних даних п’ятирічок

З 2001-го по 2005 рік велика варіабельність урожайності спостерігалася в умовах Кіровоградської, Луганської, Миколаївської, Херсонської, Черкаської та Чернігівської областей.

А от з 2006-го по 2010 рік велику варіацію врожайності відмічено в Дніпропетровській, Донецькій, Миколаївській, Сумській, Харківській та Чернівецькій областях.

З 2011-го по 2015 рік великі значення варіабельності врожайності буряків цукрових були в Дніпропетровській та Івано-Франківській, а з 2016-го по 2020 рік – лише в умовах Івано-Франківської області.

Великі значення варіабельності врожайності були зафіксовані з 2001-го по 2020 рік у Вінницькій, Волинській, Дніпропетровській, Донецькій, Житомирській, Івано-Франківській, Київській, Кіровоградській, Львівській,

Полтавській, Рівненській, Сумській, Тернопільській, Харківській, Хмельницькій, Черкаській та Чернігівській областях, що відповідає всім регіонам розповсюдження бурякосіяння в Україні та є ознакою істотних впливів на галузь умов вирощування та економічної ситуації в галузі загалом.

Водночас дані аналізу варіабельності врожайності буряків цукрових у розрізі по регіонах та періодах вирощування неможливо однозначно інтерпретувати, адже значні відмінності коефіцієнтів варіації можуть бути спричинені як негативним чи позитивним впливом умов вирощування, так і ростом урожайності, що пов'язано зі вдосконаленням технології вирощування. Адже витрати на вирощування буряків доволі істотні, а тому галузь інтенсивно розвивається у напрямку скорочення затрат людської праці та матеріальних ресурсів і підвищення рівня продуктивності посівів. Застосування нових агрономічних практик зі свого боку призводить до інтенсифікації виробництва.

Показники екологічної пластичності та стабільності, які розраховували за методикою Eberhart S. A., Russel W. A. за допомогою пакету прикладних програм PTC Mathcad Prime 3.1, наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. **Стабільність (b) та пластичність (W) урожайності буряків цукрових по регіонах України**

Регіон	2001–2005		2006–2010		2011–2015		2016–2020		2001–2020	
	b	W	b	W	b	W	b	W	b	W
Вінницька	1,10	$1,60*10^7$	0,97	$2,08*10^7$	0,65	$4,21*10^7$	1,44	$3,85*10^7$	0,97	$1,93*10^9$
Волинська	0,89	$1,60*10^7$	0,85	$2,10*10^7$	0,90	$4,27*10^7$	0,49	$3,90*10^7$	0,78	$1,96*10^9$
Дніпропетровська	0,56	$1,62*10^7$	0,98	$2,14*10^7$	0,49	$4,24*10^7$	0,24	$3,80*10^7$	1,21	$1,95*10^9$
Донецька	0,68	$1,65*10^7$	0,85	$2,20*10^7$	0,04	$4,42*10^7$	2,14	$3,83*10^7$	1,15	$1,93*10^9$
Житомирська	1,01	$1,60*10^7$	0,31	$2,19*10^7$	1,73	$4,17*10^7$	–	–	–	–
Закарпатська	0,81	$1,63*10^7$	0,83	$2,14*10^7$	3,25	$4,23*10^7$	2,62	$3,80*10^7$	1,30	$1,95*10^9$
Запорізька	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Івано-Франківська	-0,07	$1,61*10^7$	–	–	–	–	–	–	–	–
Київська	0,65	$1,57*10^7$	0,42	$2,08*10^7$	2,43	$4,13*10^7$	2,31	$3,83*10^7$	1,09	$1,91*10^9$
Кіровоградська	1,45	$1,61*10^7$	1,98	$2,10*10^7$	-0,20	$4,27*10^7$	1,33	$3,96*10^7$	0,69	$1,97*10^9$
Луганська	1,13	$1,64*10^7$	1,67	$2,07*10^7$	1,17	$4,18*10^7$	0,16	$3,76*10^7$	1,32	$1,92*10^9$
Львівська	0,57	$1,63*10^7$	–	–	–	–	–	–	–	–
Миколаївська	1,15	$1,63*10^7$	-0,68	$2,15*10^7$	0,06	$4,09*10^7$	1,03	$3,88*10^7$	0,97	$1,93*10^9$
Одеська	0,77	$1,64*10^7$	2,55	$2,07*10^7$	0,30	$4,16*10^7$	–	–	–	–
Полтавська	1,12	$1,61*10^7$	–	–	–	–	–	–	–	–
Рівненська	-0,27	$1,62*10^7$	1,36	$2,07*10^7$	1,01	$4,22*10^7$	0,73	$3,84*10^7$	1,03	$1,94*10^9$
Сумська	0,37	$1,63*10^7$	2,01	$2,09*10^7$	0,87	$4,23*10^7$	0,02	$3,88*10^7$	0,97	$1,96*10^9$
Тернопільська	1,18	$1,60*10^7$	0,42	$2,08*10^7$	1,68	$4,23*10^7$	0,37	$3,83*10^7$	0,97	$1,94*10^9$
Харківська	0,95	$1,63*10^7$	1,39	$2,15*10^7$	1,28	$4,28*10^7$	0,78	$3,92*10^7$	0,93	$1,98*10^9$
Херсонська	3,17	$1,58*10^7$	1,20	$2,05*10^7$	1,60	$4,17*10^7$	0,54	$3,84*10^7$	1,02	$1,92*10^9$
Хмельницька	1,36	$1,60*10^7$	–	–	–	–	–	–	–	–
Черкаська	1,78	$1,60*10^7$	0,72	$2,08*10^7$	1,18	$4,18*10^7$	1,98	$3,91*10^7$	0,92	$1,94*10^9$
Чернівецька	1,06	$1,60*10^7$	0,83	$2,13*10^7$	0,44	$4,28*10^7$	0,54	$3,91*10^7$	0,68	$1,93*10^9$
Чернігівська	1,58	$1,58*10^7$	0,83	$2,06*10^7$	0,08	$4,21*10^7$	–	–	–	–

*з урахуванням лише повних даних п'ятирічок

Результати аналізу даних стабільності та пластичності врожайності буряків цукрових в умовах різних регіонів України дали змогу більш повно охарактеризувати умови регіонів за екологічною пластичністю і стабільністю формування продуктивності культури та зробити їх розподіл за лімітом факторів вирощування (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4. **Екологічна характеристика регіонів вирощування буряків цукрових за продуктивністю**

Регіон	2001–2005	2006–2010	2011–2015	2016–2020	2001–2020
1	2	3	4	5	6
Вінницька	висока пластичність, інтенсивні умови	умови середовища не відрізняються від середньої групової	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови	умови середовища не відрізняються від середньої групової
Волинська	низька пластичність, ліміт факторів	низька пластичність, ліміт факторів	умови середовища не відрізняються від середньої групової	низька пластичність	низька пластичність
Дніпропетровська	низька пластичність	умови середовища не відрізняються від середньої групової	низька пластичність	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність
Донецька	низька пластичність	низька пластичність	низька пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови
Житомирська	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	–	–
Закарпатська	низька пластичність	низька пластичність	висока пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність
Запорізька	–	–	–	–	–
Івано-Франківська	низька пластичність	–	–	–	–
Київська	низька пластичність, ліміт факторів	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови
Кіровоградська	висока пластичність	висока пластичність	низька пластичність	висока пластичність	низька пластичність
Луганська	висока пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови
Львівська	низька пластичність	–	–	–	–
Миколаївська	висока пластичність	низька пластичність	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність	умови середовища не відрізняються від середньої групової
Одеська	низька пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	–	–
Полтавська	висока пластичність, інтенсивні умови	–	–	–	–
Рівненська	низька пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови
Сумська	низька пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність	низька пластичність	умови середовища не відрізняються від середньої групової
Тернопільська	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність	низька пластичність, ліміт факторів	умови середовища не відрізняються від середньої групової

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
Харківська	умови середовища не відрізняються від середньої групової	висока пластичність	висока пластичність	низька пластичність	умови середовища не відрізняються від середньої групової
Херсонська	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови
Хмельницька	висока пластичність, інтенсивні умови	–	–	–	–
Черкаська	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність	умови середовища не відрізняються від середньої групової
Чернівецька	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність	низька пластичність	низька пластичність	низька пластичність, ліміт факторів
Чернігівська	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	низька пластичність	–	–

*з урахуванням лише повних даних п’ятирічок

Аналізуючи умови вирощування буряків цукрових по регіонах, можна виокремити доволі цікаві закономірності. Так, щодо традиційно бурякосійних Лісостепових регіонів, то Вінницька область вважається «цукровим Донбасом України» та переважно характеризується високою пластичністю врожайності буряків цукрових і формуванням умов, що сприяють хорошій реалізації їхнього біологічного потенціалу. Однак у період 2011–2015 рр. у регіоні складались несприятливі умови для росту та розвитку рослин.

Умови вирощування буряків цукрових у Полтавській та Хмельницькій областях вдалось оцінити лише за період 2001–2005 рр., і вони були сприятливими для отримання високого рівня продуктивності культури. В решту періодів у цих регіонах відмічали роки, в які буряки цукрові масово не вирощували, а тому дані цих п’ятирічок не можна порівняти з даними, отриманими в інших регіонах.

Умови вирощування буряків цукрових у Тернопільській області доволі диференційовані, що вказує на необхідність застосування додаткових агрозаходів, які сприяють кращому росту та розвитку рослин. Адже висока пластичність та інтенсивні умови вирощування в період 2001–2005 рр. змінились низькою пластичністю та лімітом факторів у 2006–2010 рр., знову високою пластичністю у 2011–2015 рр. і лімітом факторів у 2016–2020 рр.

Попри те, що Київська область протягом 2001–2005 і 2006–2010 рр. мала умови з низькою пластичністю та лімітом факторів для вирощування буряків цукрових, упродовж 2011–2020 рр. спостерігали високу пластичність продуктивності в поєднанні з умовами навколишнього середовища, сприятливими для реалізації біологічного потенціалу рослинами. Водночас при аналізі показників стабільності та пластичності урожайності буряків цукрових за період 2001–2020 рр. саме Київська область мала умови, що забезпечили високу

пластичність формування врожайності буряків цукрових та інтенсивний тип її утворення.

Стосовно степових регіонів, таких як Донецька, Луганська та Херсонська області, то в них буряківництво можливе лише за умови застосування зрошення. За рештою факторів регіони не лімітовані, тому в межах аналізу всього періоду умови формування врожайності буряків цукрових є інтенсивними, з високою пластичністю рівня продуктивності.

В той самий час цікавим питанням залишається вирощування буряків цукрових в умовах регіонів, що належать частково або повністю до Полісся і мають кращий рівень вологозабезпечення, порівнюючи з Лісостепом України, а саме: Житомирська та Рівненська області.

У регіонах Лісостепової зони все частіше спостерігають дефіцит опадів та як наслідок – несприятливі періоди для ефективної реалізації рослинами буряків цукрових біологічного потенціалу. Так, у Вінницькій області через значне поширення культури при оцінюванні проміжку часу з 2001-го по 2020 р. отримано дані, що умови середовища істотно не відрізняються від середньогрупових показників. Це може свідчити, що культура розміщується далеко не після кращих попередників і не завжди отримує оптимум необхідних факторів та елементів технології.

Попри глобальні зміни клімату та технологій вирощування буряків цукрових, ринкове виробництво цієї культури тісно пов’язане з попитом на цукор та особливостями формування споживчих цін. Адже істотні капіталовкладення можна робити в тому разі, коли є гідна ціна на отриману продукцію.

Для перевірки гіпотези залежності вітчизняного виробництва буряків цукрових ми провели порівняння площ, зайнятих під вирощування цієї культури в різних регіонах світу та України. Для цього показники, отримані минулого року, порівнювали з даними, отриманими в Україні в поточний рік, щоб перевірити припущення про те, що на площі буряків не можна спиратись під час проведення агрономічних аналізів, а це лише є даними маркетингових та економічних досліджень (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5. **Коефіцієнти парних кореляцій між площами, зайнятими під вирощуванням буряків цукрових у різних регіонах (дані зі зсувом на рік)**

Регіон	Світ	Америки	Азія	Європа	Східна Європа	Західна Європа	Україна
Світ	1,00	0,87	0,92	0,99	0,87	0,81	0,81
Америки	0,87	1,00	0,75	0,87	0,73	0,57	0,82
Азія	0,92	0,75	1,00	0,88	0,67	0,79	0,80
Європа	0,99	0,87	0,88	1,00	0,89	0,78	0,81
Східна Європа	0,87	0,73	0,67	0,89	1,00	0,59	0,56
Західна Європа	0,81	0,57	0,79	0,78	0,59	1,00	0,51
Україна	0,81	0,82	0,80	0,81	0,56	0,51	1,00

*кольором виділено достовірні на рівні 95% ймовірності

Як свідчать результати проведених досліджень, виробництво буряків цукрових в Україні доволі потужно інтегроване у світове. І отримані коефіцієнти кореляцій на рівні сильного зв'язку із загальносвітовими, американськими, азійськими та особливо європейськими площами вирощування буряків цукрових показують істотну залежність їх від сформованого в минулий рік попиту.

Фактично загальносвітовий та європейський попит на цукор формує обсяг виробництва буряків цукрових в Україні на наступний рік, що є негативним з погляду ефективності їх вирощування та раціональної витрати ресурсів.

Для більш точного розуміння особливостей отриманих залежностей нами було визначено рівняння регресії між площею буряків цукрових у світі та Україні (рис. 2.3) та в Європі та Україні (рис. 2.4).

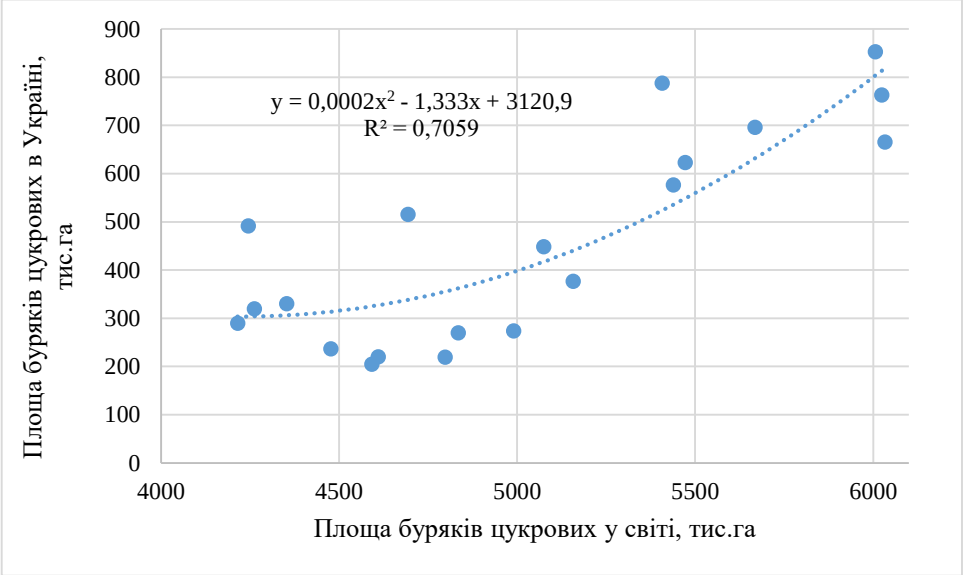


Рис. 2.3. Рівняння регресії між площею буряків цукрових у світі та Україні

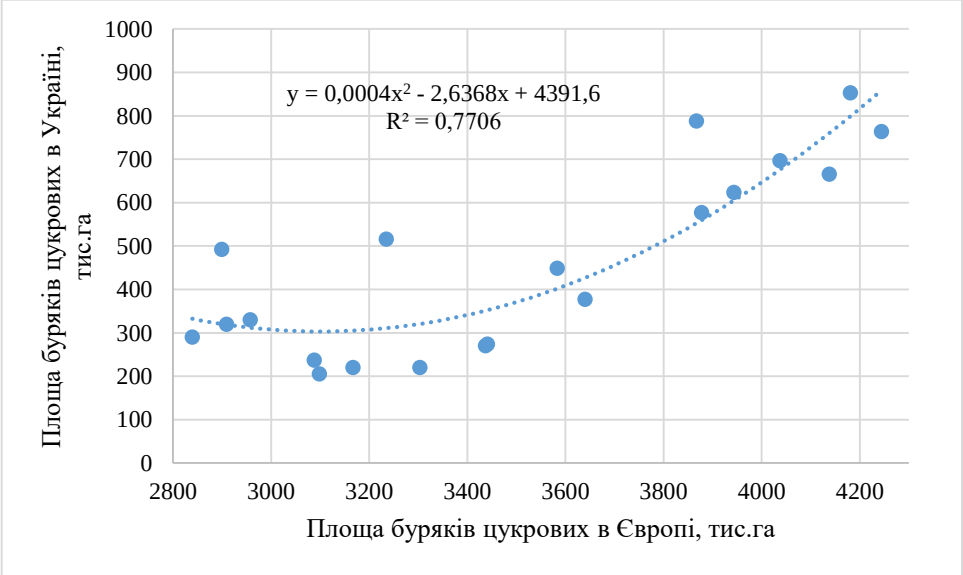


Рис. 2.4. Рівняння регресії між площею буряків цукрових в Європі та Україні

Фактично отримані рівняння регресії: $y = 0{,}0002x^2 - 1{,}333x + 3120{,}9$ та $y = 0{,}0004x^2 - 2{,}6368x + 4391{,}6$ дають змогу визначити, наскільки зміниться площа посівів буряків цукрових в умовах поточного року залежно від площ вирощування у світі та Європі минулого року.

Щоб уникнути хибних висновків, ми також провели аналіз коефіцієнтів парних кореляцій між валовим збором коренеплодів буряків цукрових у різних регіонах (дані зі зсувом на рік) (табл. 2.6).

Таблиця 2.6. **Коефіцієнти парних кореляцій між валовим збором коренеплодів буряків цукрових у різних регіонах (дані зі зсувом на рік)**

Регіон	Світ	Америки	Азія	Європа	Східна Європа	Західна Європа	Україна
Світ	1,00	0,30	0,76	0,97	0,83	0,85	-0,21
Америки	0,30	1,00	0,13	0,17	0,18	0,00	0,03
Азія	0,76	0,13	1,00	0,67	0,50	0,67	-0,22
Європа	0,97	0,17	0,67	1,00	0,79	0,86	-0,14
Східна Європа	0,83	0,18	0,50	0,79	1,00	0,61	-0,39
Західна Європа	0,85	0,00	0,67	0,86	0,61	1,00	-0,20
Україна	-0,21	0,03	-0,22	-0,14	-0,39	-0,20	1,00

*кольором виділено достовірні на рівні 95% ймовірності

Водночас встановлено, що достовірні кореляційні залежності між валовим збором буряків цукрових в Україні та інших регіонах відсутні. Адже валовий збір коренеплодів формується як похідна площ та урожайності, а в умовах різних регіонів технології та фактори навколишнього середовища можуть по-різному впливати на формування рівня продуктивності цієї культури.

Побічно така відсутність залежностей може свідчити про те, що виробничники навіть в умовах значного попиту на культуру замість інтенсифікації технології вирощування застосовують прості і часто малоефективні заходи. Однак таке твердження важко довести, адже мова йде про загальну стратегію агровиробників цілого регіону.

Наведені дані коефіцієнтів парних кореляцій між площами, зайнятими під вирощування буряків цукрових у різних регіонах (дані без зсуву на рік), свідчать, що рішення збільшувати посівні площі буряків цукрових приймається не лише в попередній, а й в поточний рік (табл. 2.7).

Таблиця 2.7. **Коефіцієнти парних кореляцій між площами, зайнятими під вирощуванням буряків цукрових у різних регіонах (дані без зсуву на рік)**

Регіон	Світ	Америки	Азія	Європа	Східна Європа	Західна Європа	Україна
Світ	1,00	0,87	0,92	0,99	0,87	0,81	0,88
Америки	0,87	1,00	0,75	0,87	0,73	0,57	0,87
Азія	0,92	0,75	1,00	0,88	0,67	0,79	0,82
Європа	0,99	0,87	0,88	1,00	0,89	0,78	0,90
Східна Європа	0,87	0,73	0,67	0,89	1,00	0,59	0,78
Західна Європа	0,81	0,57	0,79	0,78	0,59	1,00	0,51
Україна	0,88	0,87	0,82	0,90	0,78	0,51	1,00

*кольором виділено достовірні на рівні 95% ймовірності

Проаналізуємо також рівняння регресії між площею буряків цукрових у світі та Україні (рис. 2.5) та в Європі та Україні (рис. 2.6) (дані без зсуву на рік).

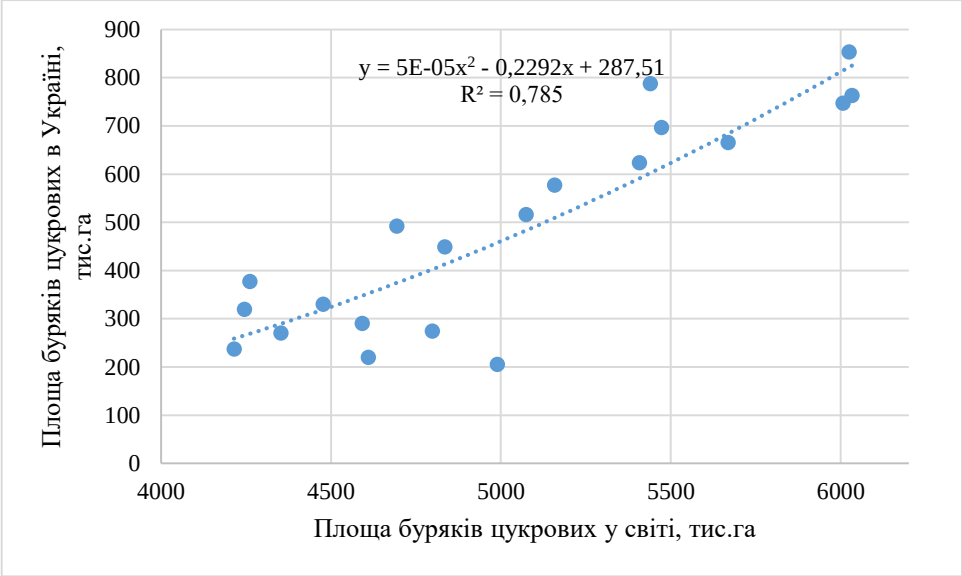


Рис. 2.5. Рівняння регресії між площею буряків цукрових у світі та Україні (дані без зсуву на рік)

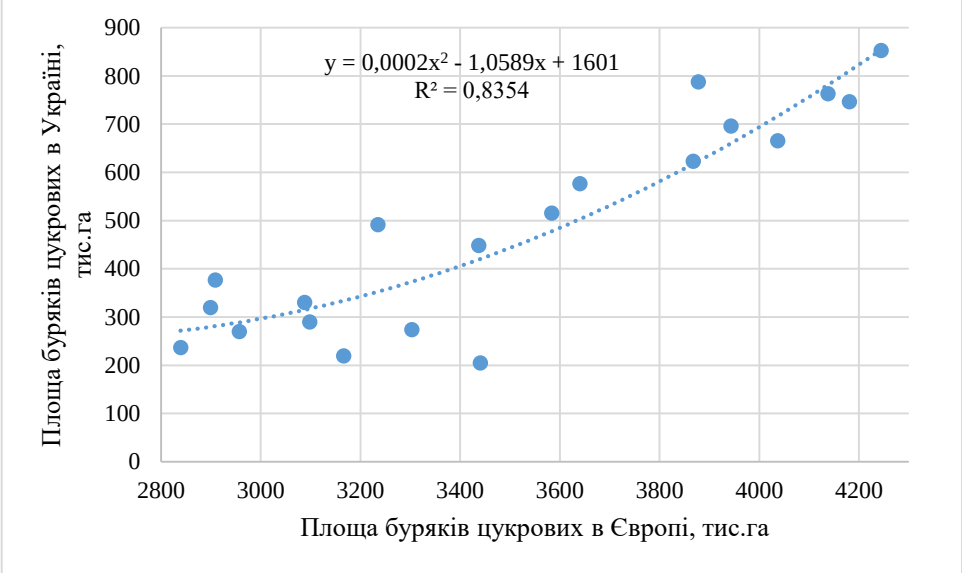


Рис. 2.6. Рівняння регресії між площею буряків цукрових у Європі та Україні (дані без зсуву на рік)

Отримані рівняння регресії: y = 5E-05x^2 - 0,2292x + 287,51 та y = 0,0002x2 - 1,0589x + 1601 дають змогу спрогнозувати, наскільки зміниться площа посівів буряків цукрових в умовах поточного року, залежно від обсягів площ вирощування, запланованих у світі та Європі.

Також нами було визначено коефіцієнти парних кореляцій між валовим збором коренеплодів у різних регіонах (дані без зсуву на рік) (табл. 2.8).

Отримані дані підтверджують припущення, що валовий збір коренеплодів в умовах різних регіонів сильно залежить від місцевих умов та технологій

вирощування, і з огляду на ці обставини складно знайти достовірні взаємодії з показниками, отриманими в Україні.

Таблиця 2.1. **Коефіцієнти парних кореляцій між валовим збором коренеплодів буряків цукрових у різних регіонах (дані без зсуву на рік)**

Регіон	Світ	Америки	Азія	Європа	Східна Європа	Західна Європа	Україна
Світ	1,00	0,30	0,76	0,97	0,83	0,85	0,04
Америки	0,30	1,00	0,13	0,17	0,18	0,00	0,27
Азія	0,76	0,13	1,00	0,67	0,50	0,67	-0,14
Європа	0,97	0,17	0,67	1,00	0,79	0,86	0,12
Східна Європа	0,83	0,18	0,50	0,79	1,00	0,61	0,08
Західна Європа	0,85	0,00	0,67	0,86	0,61	1,00	-0,28
Україна	0,04	0,27	-0,14	0,12	0,08	-0,28	1,00

*кольором виділено достовірні на рівні 95% ймовірності

Особливості формування площ, зайнятих під вирощування буряків цукрових, можна добре відслідкувати, застосувавши кластерний аналіз (рис. 2.7).

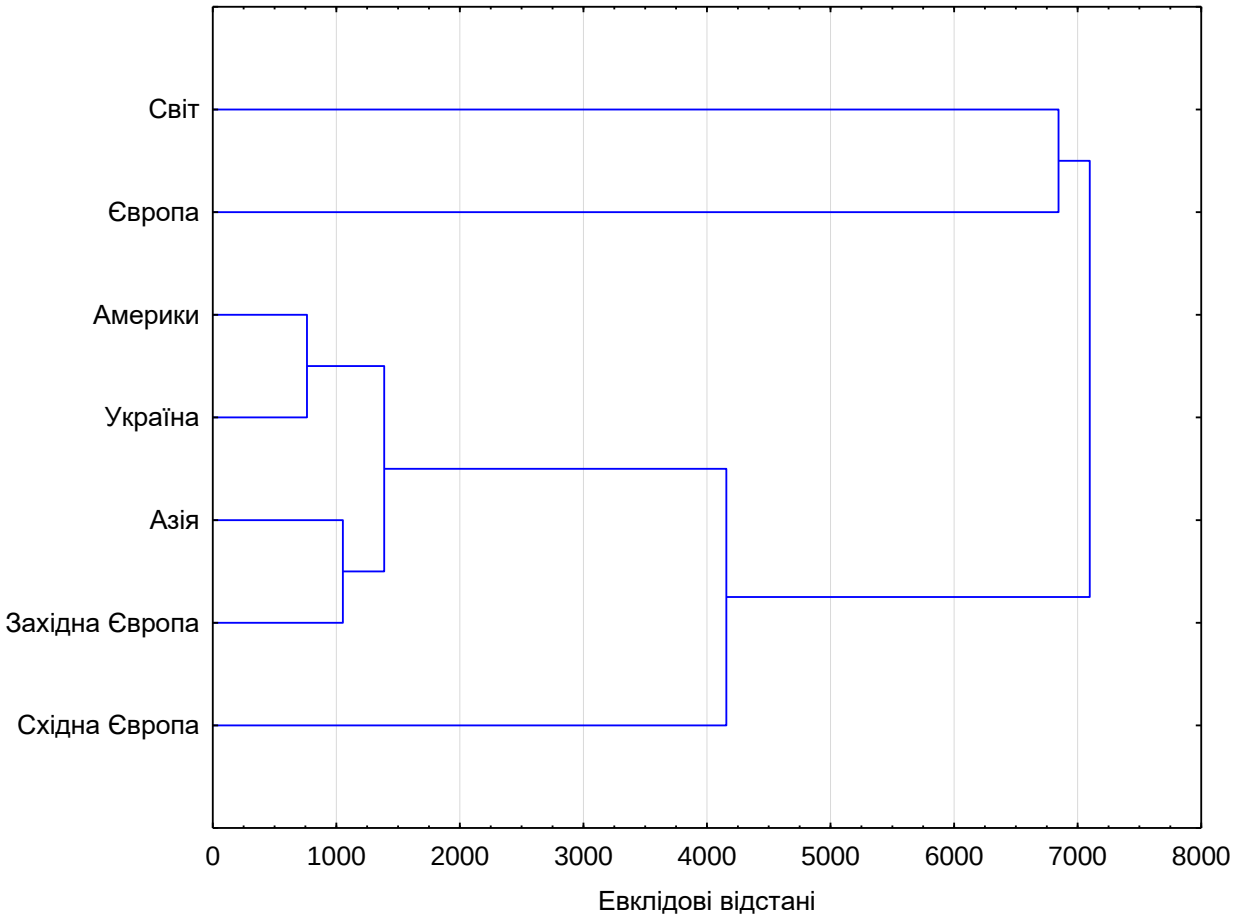


Рис. 2.7. Кластерний аналіз між площами, зайнятими під вирощування буряків цукрових у різних регіонах (дані зі зсувом на рік)

За результатами проведення кластерного аналізу встановлено, що Україна перебуває у кластері, сформованому Америками, Азійським регіоном та Західною Європою. Отже, формування посівних площ буряків цукрових в умовах України залежить не тільки від умов вирощування, що складаються в конкретних регіонах, а й істотно визначається попитом на цукор у загальносвітовому масштабі.

Розділ 3
БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ФЕНОЛОГІЯ РОЗВИТКУ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

3.1. Біологічні особливості

За сучасною класифікацією всі форми буряків (дикі й культурні, одно-, дво- і багаторічні) об'єднують в один ботанічний рід – буряки *Beta* L., який належить до родини лободових Chenopodiaceae. З 15 видів буряків найважливішими є буряки звичайні *B. vulgaris* L. (2n = 18). Цей вид має культурні та дикі (одно- і багаторічні) форми. У решти видів переважають дикі, багаторічні.

Культурні форми буряків звичайних, залежно від морфологічних та біологічних особливостей, поділяють на такі різновидності: буряки цукрові (var. *saccharifera*), буряки кормові (var. *crassa*), буряки столові (var. *esculenta*) і буряки листяні чи мангольди (var. *cicla*) (Зосимович, 1960; Зосимович, 1977; Красочкін, 1960).

Унаслідок селекційної роботи наразі створено культурні форми буряків цукрових, які за звичайних умов вирощування характеризуються, як правило, дворічним циклом розвитку з одноразовим утворенням насіння наприкінці другого року життя (Орловський, 1961). Проте в селекційній практиці та за відповідних умов вирощування вдавалося зберегти багаторічні насінники буряків цукрових до трьох і навіть до семи років зі щорічним утворенням плодів; у практиці насінництва за вирощування насіння буряків цукрових безвисадковим способом коренеплоди утворювали насіння протягом двох років (Орловский, 1973; Мазлумов, 1956; Мазлумов, 1965).

Водночас спостерігають й інші відхилення в циклі розвитку буряків. Інколи трапляються екземпляри рослин, у яких увесь цикл стадійного розвитку відбувається в перший рік життя, появою так званої цвітушності. Цвітушність – прискорений стадійний розвиток, пов'язаний із низкою чинників, зокрема зовнішніми умовами і сортовими особливостями. Масова поява цвітушності спостерігається у вологі роки. Схильність до прискореного утворення квітконосних пагонів за низьких температур пов'язують із південним походженням культурних форм буряків. Крім температури і умов зволоження ґрунту на збільшення кількості цвітушних рослин впливають одностороннє азотне живлення, зменшення густоти рослин, освітлення та інші чинники.

У перший рік життя в усіх культурних форм буряків виростає коренеплід, який містить елементи живлення, зокрема і цукор; головка коренеплодів утворює розетку листків, у пазухах яких закладаються бруньки, з яких на другий рік розвиваються квітконосні пагони.

Характер росту і розвитку рослин буряків цукрових першого і другого років життя має специфічні особливості, які визначаються кінцевою метою вирощування, що, зі свого боку, визначається вимогами до умов агротехніки маточних буряків і насінників, тобто, за висловом К. А. Тимірязєва: «… для забезпечення врожаю насамперед потрібне знайомство з потребами рослин, а

вже потім пошук найвигідніших умов розв'язання цієї задачі за допомогою засобів, що є під рукою».

Ріст рослин є складним фізіологічним процесом, в основі якого – новоутворення структур клітини і тканин та інші процеси, що супроводжуються збільшенням загальної маси і його частин (Тимирязев, 1948; Орловський, 1961; Табенцкий, 1968). У процесі росту накопичуються органічні речовини і формується врожай.

У тісному зв'язку з ростом рослин перебуває їх розвиток. Проте ріст і розвиток не однозначні сторони життя рослин (Орловський, 1961). Розвиток – це той шлях, який вони проходять від проростання до цвітіння й утворення насіння (онтогенез), унаслідок чого утворюється нове насіння. У процесі розвитку проходять не тільки кількісні, а й якісні зміни.

Перехід рослин буряків цукрових від вегетативного росту до утворення репродуктивних органів можливий, насамперед, після впливу холодом – стадія яровизації, а також світлової стадії (Орловський, 1961; Неговський, Ткаченко, 1959).

Вимоги до чинників росту

Вимоги до температури. Насіння буряків цукрових починає проростати за температури ґрунту 4–5 °С, але сходи з'являються лише через 20–22 доби. Життєздатні сходи з'являються за 6–7 °С. За температури 10–12 °С сходи з'являються через 12–14 діб, а за 15–17 °С – через 7–8 діб. У фазі вилочки рослини чутливі до приморозків і можуть пошкоджуватися за -3–4 °С.

З появою першої пари справжніх листків сходи можуть витримувати зниження температури до -8 °С.

Восени перед збиранням рослини можуть витримувати приморозки -5 °С. За температури нижче ніж 6–8 °С нагромадження цукру в коренеплодах припиняється.

Зібрані та неприкриті коренеплоди пошкоджуються за температури -2 °С.

Незважаючи на здатність переносити приморозки, буряки цукрові є досить теплолюбною культурою. Оптимальна температура для росту та розвитку рослин 20–22 °С. Зниження температури уповільнює ріст. Рослинам першого року вегетації потрібна сума позитивних температур 2400–2800 °С.

Буряки цукрові – жаростійка культура, у них високий максимум температур. Фотосинтез відбувається і за підвищення температури до 40 °С.

Вимоги до вологи. Буряки цукрові вимогливі до вологи, починаючи з перших днів життєдіяльності. Для набубнявіння і проростання насіння вбирає 150–170% води від маси клубочка. Буряки цукрові економно витрачають воду. Транспіраційний коефіцієнт змінюється від 240 до 400. Проте загальна витрата води з 1 га велика через формування значної кількості сухої органічної речовини врожаю. Для утворення 1 т коренеплодів і такої ж кількості гички за врожайності 40–50 т/га витрачається майже 80 т води.

Найбільше води витрачається під час інтенсивного росту коренеплодів у липні–серпні. Нестача води в цей період призводить до зниження врожайності і збільшення вмісту азоту в коренеплодах.

Таблиця 3.1. **Біологічні особливості буряків цукрових**
(Каленська С. М. та ін., 2015)

№	Абіотичні чинники та біологічні особливості	Показник
1	Тепло: мінімальна температура проростання насіння, °С оптимальна температура проростання насіння, °С мінімальна температура появи сходів, °С температура пошкодження сходів, °С оптимальна температура росту та розвитку, °С сума активних температур за вегетацію (≥ 5 °С), °С температура, що сприяє «цвітушності», °С	 2 12–25 6–7 -3–4 20–23 1900–3500 2–8
2	Волога: оптимальна вологість ґрунту, % потрібно для набубнявіння і проростання насіння, % транспіраційний коефіцієнт коефіцієнт водоспоживання, мм/га×т	 70 150–170 397 800–1100
3	Винос елементів живлення, кг/т основної та побічної продукції: – N – P_2O_5 – K_2O	 5–6 1,5–2 6–7,5
4	Вимоги до реакції ґрунтового розчину	pH 6,5–7,5
5	Відношення до світла (довжина дня)	довгого дня
6	Оптимальна щільність ґрунту, г/см^3	1,0–1,2 – на чорноземах; 1,2–1,3 – на сірих лісових
7	Індекс листкової поверхні Оптимальна площа листя на 1 га, тис. м^2	5,0–8,0 50–80
8	Тип кореневої системи	стрижнева
9	Заглиблення коренів у ґрунт (перший рік), м Горизонтальне розростання кореневої системи, м	2,0–3,5 1,0–1,2
10	Використання ФАР, %	1,5–4,0
11	Спосіб запилення висадків	перехреснозапильний; можливе самозапилення
12	Тривалість вегетаційного періоду, діб фабричних буряків висадків	 140–160 100–125

Використовуючи вологу з глибших горизонтів ґрунту, буряки цукрові тривалий час витримують без дощу і можуть ефективно застосовувати пізні літні опади. А от у дощові з хмарною погодою роки цукристість коренеплодів зменшується.

Вимоги до світла. Буряки цукрові – вимоглива до світла рослина тривалого дня. Інтенсивність нагромадження цукру в коренеплодах залежить від кількості сонячних днів у другій половині вегетації (серпень, вересень). Чим вища освітленість, тим краще проходить синтез вуглеводів. Зменшення освітленості різко знижує врожайність і цукристість коренеплодів. Такі умови можуть виникнути в разі загущення рослин або за сильного забур'янення посівів. Похмура погода спричинює збільшення вмісту низькомолекулярних азотистих сполук, що погіршує технологічну якість коренеплодів, зменшує вміст цукру.

Вимоги до ґрунту. Культура дуже вимоглива до родючості ґрунту. Найкраще росте на родючих, глибоких, багатих на органічну речовину ґрунтах: чорноземах, темно-сірих опідзолених, дерново-лучних. Нижчий урожай формується на сірих та світло-сірих опідзолених ґрунтах. За механічним складом кращі суглинкові ґрунти. На бідних піщаних і дуже важких глинистих розвивається погано. Орний шар ґрунту повинен становити не менше 25 см.

Переущільнення ґрунту й утворення плужної підошви знижує врожайність і призводить до роздвоєння коренеплодів.

Буряки цукрові не витримують високої кислотності, добре реагують на вапнування ґрунтів. На кислих ґрунтах знижується засвоєння магнію і фосфору, зростає негативний вплив вільних іонів алюмінію. Оптимальна кислотність ґрунту – в межах pH 6,5–7,5.

Водночас буряки цукрові належать до солестійких рослин і крім того, що добре ростуть на таких ґрунтах, вони можуть використовуватись як культура для розсолення ґрунту.

3.2. Фази розвитку та етапи органогенезу буряків цукрових

У процесі індивідуального росту та розвитку (онтогенезу) буряків цукрових розрізняють фази (Орловський, 1961), етапи органогенезу (Красочкин, 1960), міжфазні періоди (Глеваський, 1991). Вони пов'язані з органоутворювальними процесами, формуванням продуктивності та вимогами рослин до умов довкілля.

В. Т. Красочкін виділяє 12 етапів органогенезу в онтогенезі буряків:

перший – проростання насіння характеризується наявністю недиференційованого конуса наростання у вигляді плоского горбка між двома сім'ядолями. Тривалість етапу залежить від температури і вологості ґрунту (5–7 діб);

другий – диференціація зачаткового стебла і закладання пазушних бруньок (інтенсивний розвиток листкового апарату, формування коренеплоду). На другому етапі рослини перебувають до кінця першого вегетаційного періоду;

третій – початок витягування конуса наростання та сегментація осі головного суцвіття;

четвертий – формування квіткових бугорків;

п'ятий – диференціація квіткових бугорків і формування окремих квіток;

шостий етап – формування елементів квітки (тичинки);

III–V етапи проходять у період зберігання коренеплодів у сховищах. Основною умовою їх проходження є вплив понижених температур 60 і більше діб;

сьомий – ріст суцвіття і окремих квіток характеризується посиленим ростом усіх частин квітконосних пагонів;

восьмий – суцвіття та квітки досягають остаточних розмірів і форми. У пиляках достигають пилкові зерна. Висота насінників 80–150 см.

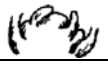
дев'ятий – квітуча рослина на другому році життя (цвітіння, перезапилення і запліднення);

десятий – формування плодів, розвиток і достигання насінини;

одинадцятий – фаза молочної стиглості;

дванадцятий – фаза воскової та повної стиглості.

Таблиця 3.2. **Основні фази розвитку та етапи органогенезу буряків за В. Т. Красочкіним**

Фази розвитку та стан органів рослин		Етапи органогенезу	
Фаза сім'ядолей		I. Недиференційований конус наростання	
Початок розвитку справжніх листків		II. Диференціація зародкового стебла і закладання пазушних бруньок	
Розвиток листкового апарата			
Доросла рослина буряків на першому році життя			
Коренеплід буряків на час викопування		III_1. Початок витягування конуса наростання	
Коренеплід буряків у сховищі		III_2. Сегментація осі головного суцвіття	
Утворення бічних лопатей суцвіття		IV. Формування квіткових горбочків	
Зародкова квітка		V. Формування окремих квіток	
Формування археспоріальної тканини			
Окрема квітка		VI. Формування елементів квітки	
Тичинки			
Коренеплоди у сховищі			
Рослина на другому році життя (розвиток квітконосів)			
Розкриття бутонів суцвіття		VII. Ріст суцвіття та окремих квіток VIII. Кінцеве формування суцвіття та бутонів	
Суцвіття. Розкритий бутон		IX. Квітуча рослина другого року життя	аналогічно з фазою

Плід		Х–XII. Формування та розвиток насіння	теж
Насіння			

Таблиця 3.3. Стадії розвитку буряків цукрових за шкалою ВВСН

Код	Стадії розвитку буряків цукрових
1	2
Макростадія 0: Проростання і розвиток паростка	
00	Сухе насіння
01	Набрякання – початок поглинання води насінням
03	Кінець набрякання насіння: насіннєва оболонка відкрита. Дражоване покриття лопнуло
05	Поява зародкового корінця
07	Поява зародкового проростка
09	Сходи, поява проростків на поверхні ґрунту
Макростадія 1: Розвиток листків	
10	Фаза зародкових листків: зародкові листки в горизонтальному положенні. Перша пара справжніх листків має розмір головки шпильки
11	Перша пара справжніх листків добре помітна, розмір горошини
12	Два справжніх листки (перша пара справжніх листків) розпущені
14	Чотири справжніх листки (друга пара справжніх листків) розпущені
15	П’ять справжніх листків розпущені
16	Шість справжніх листків розпущені
17	Сім справжніх листків розпущені
18	Вісім справжніх листків розпущені
19	Дев’ять справжніх листків і більше розпущені
Макростадія 3: Утворення розетки (змикання рядків)	
31	Початок змикання рядків: 10% рослин сусідніх рядків змикаються
32	20% рослин сусідніх рядків змикаються
33	30% рослин сусідніх рядків змикаються
34	40% рослин сусідніх рядків змикаються
35	50% рослин сусідніх рядків змикаються
36	60% рослин сусідніх рядків змикаються
37	70% рослин сусідніх рядків змикаються
38	80% рослин сусідніх рядків змикаються
39	Змикання рядків: понад 90% рослин сусідніх рядків змикаються
Макростадія 4: Розвиток вегетативних частин рослин буряків	
49	Буряки досягли величини для збирання
Макростадія 5: Розвиток квіток (другий рік вегетації)	
51	Початок розтягування головного пагона
52	Головний пагін завдовжки 20 см
53	Закладання бічних пагонів на головному пагоні
54	Бічні пагони добре простежуються

55	Простежуються перші квіткові бруньки
59	Перші покривні листки добре простежуються; квітки ще закриті
Макростадія 6: Цвітіння	
60	Перші квітки на нижній частині суцвіття відкриті
61	Початок цвітіння: 10% квіток відкриті
62	20% квіток відкриті
63	30% квіток відкриті
64	40% квіток відкриті
65	Повне цвітіння: 50% квіток відкриті
67	Цвітіння закінчується: 70% квіток перецвіли
69	Кінець цвітіння: усі квітки перецвіли
Макростадія 7: Розвиток плодів	
71	Початок розвитку плодів: насіння у плодовій порожнині простежується
75	Навколоплідник (перикарпій) зелений, плід ще пластичний, борошнисте тіло (перисперм) молочне, колір шкірки насіння бежевий
Макростадія 8: Достигання насіння	
81	Початок дозрівання: перикарпій зелено-коричневого кольору; колір насінної шкірки світло-коричневий
85	Перикарпій світло-коричневого кольору; колір насінної шкірки бурий
87	Перикарпій твердий; колір насінної шкірки бурий
89	Повна спілість, перикарпій і перисперм тверді; насінна шкірка сорто- або видотипового кольору
Макростадія 9: Відмирання	
91	Початок зміни забарвлення
92	Більшість листків жовтіють
95	50% листків бурого кольору
97	Рослина відмерла
99	Продукти збирання (насіння)

В агрономічній практиці частіше враховують фази росту та розвитку рослин: за даними М. І. Орловського (Орловський, 1961) – 9 фаз на першому році життя і 4 – на другому. Багато дослідників (Неговський, Корак, 1971) умовно відзначають два якісно різних періоди росту та розвитку рослин буряків цукрових у перший рік життя. Перший етап характеризується інтенсивним ростом листкового апарату, другий – збільшенням розміру коренеплода і накопиченням у ньому елементів живлення. Загалом же вегетаційний період буряків першого року життя досить чітко визначається сімома фазами росту та розвитку: проростання (сходи), «вилочка», перша пара листків, дві пари листків, п’ять пар листків, змикання листків у рядках та в міжряддях (рис. 3.1). У виробничій практиці розрізняють також і фазу настання технічної стиглості коренеплодів.

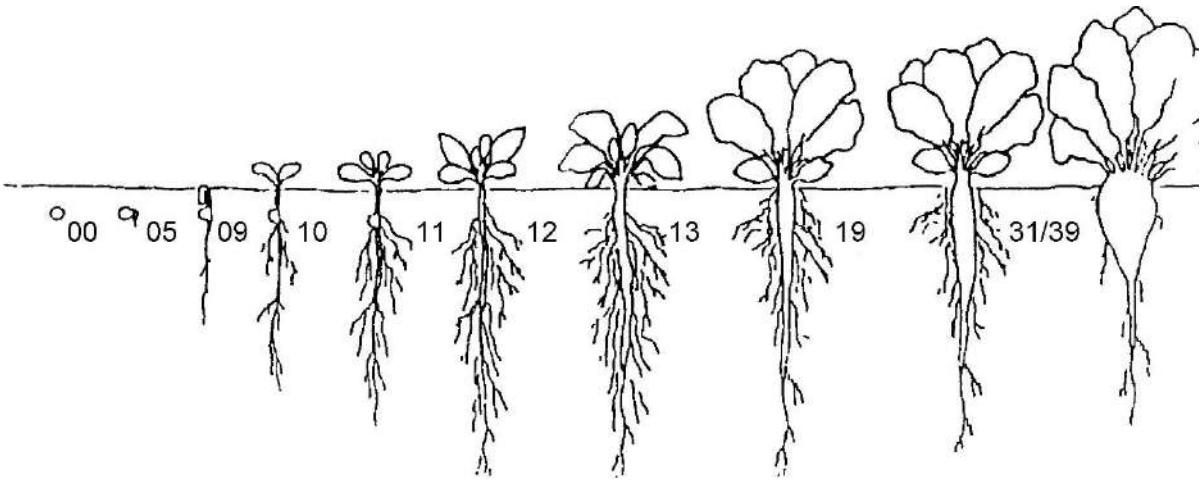


Рис. 3.1. Основні стадії розвитку буряків цукрових першого року життя:
09 – проростання; 10 – «вилочка»; 12 – перша пара справжніх листків;
13 – дві пари листків; 19 – дев'ять справжніх листків і більше розпущені;
31 – змикання листків у рядках; 39 – змикання листків у міжряддях.

Проростання насіння. Однією з головних умов сучасної технології вирощування буряків цукрових є отримання дружніх, повних і добре розвинутих сходів. Саме тому у процесі використання насіння для сівби потрібно створити оптимальні умови не лише для проростання насіння, а також для росту ростка. Для того, аби насіння могло прорости М.М. Кулешов називає такі головні умови: 1) живе насіння; 2) волога; 3) тепло; 4) доступ повітря (кисню).

Проростання насіння починається з корінчика зародка, який розкриває насіннєву оболонку, відкриває кришечку і заглиблюється в ґрунт.

Дещо пізніше починається ріст гіпокотиля (підсім'ядольного коліна, що виносить на поверхню сім'ядолі).

Першим поштовхом для проростання насіння є вода. При контакті його з водою остання надходить до насіння, унаслідок чого відбувається його набухання. Поглинання води у процесі набухання не проходить нескінченно. Тому кількість води, яку повинні поглинати насінини в період початку проростання, для різних видів сільськогосподарських рослин буде неоднаковою. Як засвідчили численні дослідження (Орловський, 1961; Мусиенко, 1960; Мусиенко, 1965), суплідля і плоди буряків цукрових, що покриті засохлими паренхімними тканинами чашолистків, поглинають більшу кількість води – 120–170% їх власної маси. З огляду на те, що в однонасінних буряків цукрових маса оплодня на одну власне насінину вдвічі більша за масу оплодня багатонасінних буряків, для проростання потрібно більше вологи. Так, насіння багатонасінного сорту Рамонський 06 для проростання поглинуло вологи 176,5% його власної маси, сорту Білоцерківський однонасінний – 232,9%. Ця біологічна особливість однонасінних буряків потребує підвищених вимог до забезпечення посівів вологою. Водночас за достатньої вологості ґрунту насіння однонасінних буряків краще ніж

багатонасінних забезпечує зародки вологою. Ще вищі вимоги до вологи у насіння тетраплоїдних буряків, які крупніші, зі збільшеною масою оплодня (Мусиенко, 1965; Болєлова, 1967).

Рівень доступної для проростання насіння вологи неоднаковий на різних ґрунтах. На чорноземних ґрунтах найкращі умови для проростання насіння буряків цукрових створюються за вологості ґрунту не менше 30%, що відповідає чотириразовій гігроскопічності. За даними Ф. В. Панченко, з підвищенням вологості до рівня триразової гігроскопічності схожість насіння знижувалась майже вдвічі, а за дворазової – насіння не проростало зовсім. Дослідженнями Інституту цукрових буряків встановлено, що за вологості ґрунту 10% схожість насіння становила 9%. Зі збільшенням вологості схожість підвищувалась і досягла 87% за вологості 27,5%. У разі збільшення вологості до понад 30% схожість зменшувалася до 82%. У цьому разі крім надлишку вологи позначається також нестача повітря в ґрунті.

Другим не менш важливим чинником проростання насіння є температура. Мінімальною для проростання насіння є температура 4–5 °С. Проте, як свідчать дослідження, проростання за такої температури відбувається повільно, що негативно позначається на повноті сходів. Тривалість проростання насіння буряків цукрових різко зменшується (більш ніж утричі) за підвищення температури з 10 до 20 °С тільки протягом 6 годин за добу і збереженні температури на рівні 10 °С протягом 18 годин (Задлер, 1960; Ярошевський, 1931).

За даними В. В. Задлера, залежно від температури поява сходів за різних строків сівби змінюється від 10 до 39 діб. За середньодобової температури 6–7 ºС кількість діб від сівби до появи сходів становила 39–30; за 7–8 ºС – 30–17; за 8–9 °С – 17–13 і за 9–13 °С – 13–10 діб. Тому тривалість фази сівба–сходи в різних ґрунтово-кліматичних зонах країни і в різні роки буде неоднаковою. Водночас чим вища середньодобова температура, за інших рівних умов, тим коротшою буде ця фаза і навпаки.

На тривалість фази сівба–сходи, крім температури і вологості ґрунту, суттєво впливають й інші чинники: система основного і передпосівного обробітку, крупність насіння, глибина загортання тощо.

У дослідах Іванівської ДСС (Будовский, 1992) встановлено пряму залежність між лабораторною і польовою схожістю насіння різних форм буряків. Так, лабораторна схожість багатонасінних диплоїдних буряків становила 87%, одно-насінних диплоїдних – 85%, чоловічостерильних диплоїдних – 76%, тетраплоїдних – 72%; відношення польової схожості до лабораторної у цих форм буряків становить: 0,78; 0,67; 0,64 та 0,61 відповідно. Зниженням польової схожості вирізнялися чоловічостерильна і тетраплоїдна форми.

Листковий апарат. Від початку життя молодої рослини буряків цукрових виокремлюють декілька фаз чи періодів розвитку. За відносно сприятливих умов температурного і водного режимів через 8–10 діб після сівби з’являються перші асимілювальні органи рослини – сім’ядолі. Цей період від появи сім’ядолей до першої пари справжніх листків називається «вилочка».

Сім'ядолі відіграють певну роль у засвоєнні молодою рослиною вуглекислоти повітря, потрібної для подальшого їх росту. Тому сходи буряків із крупними сім'ядолями синтезують більше органічних речовин, що витрачаються на ріст кореневої системи у початковий період розвитку рослин. Досліди П. О. Ярошевського показали, що у рослин, в яких видалили сім'ядолі, маса коренеплодів зменшується на 15–50%, а за даними М. І. Орловського, видалення сім'ядолей і перших листків зменшує врожай коренеплодів у 4–5 разів. Тому збереження сім'ядолей і збільшення їхньої асиміляційної поверхні є одним із важливих чинників підвищення продуктивності рослин буряків цукрових. Асиміляційна поверхня сім'ядолей невелика – у середньому 2–4 $см^{2,}$ і залежить від різних чинників, як-от погодні умови року, наявність елементів живлення у ґрунті, якість насіння тощо. Наприклад, за даними Ялтушківської ДСС, розвинутіші сім'ядолі (на 8–12%) були у рослин, одержаних від плодів крупної фракції 4,5–5,5 мм, порівнюючи з некаліброваними плодами (Балан, 1972).

Через 8–10 діб після фази вилочки настає фаза першої пари листків, площа яких значно більша за сім'ядолі і становить 20–25 см. У рослин буряків цукрових виділяють також фазу другої (третьої) і п'ятої пар листків. Надалі листки з'являються не парами, а по одному, тому наступні фази будуть такими: змикання листків у рядках та міжряддях, розмикання листків у міжряддях.

Фаза повні сходи – третя пара листків (перший період росту) у різних зонах проходить за неоднакових чинників довкілля. Середньодобова температура в цей період змінюється від 12 до 22 °С. Запаси вологи в ґрунті, де розміщується коренеплід, достатні і поповнюються опадами в цей період, які за середньобагаторічними даними становлять: у Вінницькій області – 41–74 мм, Київській – 46–73 мм, Харківській – 38–68 мм. Тому тривалість цієї фази коливається від 15 до 30 діб. У роки з більшою кількістю опадів і відносно невисокою середньодобовою вологістю в цей період тривалість фази сходи – третя пара листків збільшується порівняно із засушливими роками на 2–11 діб (Корнієнко та ін., 2007).

Другий період, що триває від появи п'ятої пари листків до завершення змикання їх у міжряддях (кінець липня – перша декада серпня), характеризується інтенсивним наростанням площі листків: у середньому за добу 400–420 $м^2$/га. У цю пору поглинається до 60% ФАР, чим і обумовлено високі показники чистої продуктивності фотосинтезу, добові прирости фітомаси (Панченко, 1996).

За вегетаційний період на кожній рослині буряків виростає 50–60 і більше листків із загальною асиміляційною поверхнею від 3 до 6 тис. см. Водночас в урожайних сортів листкоутворення відбувається дещо інтенсивніше ніж у цукристих, особливо в першу половину вегетації (Корниенко и др., 1982). Найінтенсивніше утворення листків зафіксовано в однонасінних буряків, порівнюючи з багатонасінними диплоїдними і тетраплоїдними формами. Так, перед збиранням у рослин сорту Білоцерківський однонасінний було в середньому 29 листків, у багатонасінного сорту Рамонський 06 – 26, у Білоцерківського тетраплоїдного – 29 (Будовський, 1992).

Вивчення динаміки наростання і всихання листків та їхньої асиміляційної поверхні в умовах нестійкого зволоження Київської області (Балан, Гура, 1989)

засвідчило, що за вегетаційний період у коренеплодів буряків цукрових виростає в середньому 55–60 листків, з яких 30–40 зберігаються до збирання і 18–20 засихають протягом вегетації. Найінтенсивніше наростання листкового апарату відбувається з 20 липня по 20 серпня, у цей період відзначено найбільшу площу асиміляційної поверхні.

Численними дослідженнями встановлено, що для наростання маси коренеплоду, накопичення у ньому сухих речовин важливе значення має не лише величина асиміляційного апарата, а й якість листкової тканини. Особливу роль у житті буряків відіграють листки другого десятка як найбільші за площею і водночас найпродуктивніші щодо рівня врожайності і цукронакопичення.

Якщо добре розвинутий листковий апарат розпочав рано відмирати через несприятливі погодні та агротехнічні умови в липні – серпні, а потім знову відростати, то це завжди супроводжується різким зниженням цукристості. Процес новоутворення листків відбувається з дещо більшими затратами енергії ніж під час росту вже наявних листків. Крім того, затримується достигання коренеплодів та накопичення в них сухих речовин. Тому, як зазначає В. П. Зосимович, у селекції та насінництві буряків цукрових необхідно використовувати широкодоступний прийом: сортування восени рослин буряків цукрових за ступенем облистяності на дві групи: слабкооблистяні і більш облистяні. Більш облистяні рослини відзначаються одночасно вищою масою коренеплоду і більш високим умістом сухих речовин, порівнюючи з менш облистяними. З цього випливає, що агротехнічні умови в першій рік життя мають бути спрямовані на збереження листкового апарата в активному стані якомога довше.

Коренева система. У перший рік життя коренева система вирощуваних рослин наростає з розвитком паростка. До часу утворення першої пари листків корінець заглиблюється до 30 см, через місяць після появи сходів – до 60 см, а до кінця вегетаційного періоду – до 250 см і глибше.

За даними А. С. Молостова (1928), на 22 добу після сівби коренева система досягла 40 см глибини, на 113-ту – 222 см. У інших дослідах на сьому добу після появи сходів у стані розвинутих сім'ядолей стрижневий корінь досяг 28 см, на 11 добу за утворення першої пари листків – на глибину 90 см; до часу утворення п'ятої пари справжніх листків, на 32 добу після появи сходів, – на глибину 92 см. Наприкінці вегетації, на 154 добу після появи сходів, стрижневі корінці були на глибині 120–190 см.

Унаслідок взаємодії листкового апарату і кореневої системи наростає маса коренеплодів, найінтенсивніше – у другій половині вегетації. В цей час прирости досягають 6–12 г на добу. Так, станом на 20 серпня в умовах нестійкого зволоження Київської області маса коренеплоду становила 31%, маса листків 69%, станом на 20 жовтня – 53 і 47% відповідно (Балан, 1972).

Буряки цукрові першого року вегетації мають досить тривалий вегетаційний період, що розпочинається в квітні та закінчується у вересні – жовтні. Орієнтовну календарну тривалість періодів і фаз росту буряків цукрових наведено в таблиці 3.4.

Характерною особливістю рослин є те, що інтенсивне накопичення цукру в коренеплодах відбувається під час настання так званої технологічної стиглості коренеплодів або ж їх придатності до механізованого збирання. Водночас коренеплоди вже не збільшуються в розмірах, а вміст цукру в них напряму залежить від погодних умов та строків збирання.

Таблиця 3.4. **Орієнтовна календарна тривалість періодів і фаз росту буряків цукрових**

<table>
<tr><td colspan="14">Період росту та розвитку</td></tr>
<tr><td colspan="8">Формування асиміляційного апарату та кореневої системи</td><td colspan="4">Інтенсивний ріст наземної частини та коренеплоду</td><td colspan="2">Інтенсивне накопичення цукру в коренеплодах</td></tr>
<tr><td colspan="14">Орієнтовна календарна тривалість періодів і фаз</td></tr>
<tr><td colspan="2">Квітень</td><td colspan="2">Травень</td><td colspan="2">Червень</td><td colspan="2">Липень</td><td colspan="2">Серпень</td><td colspan="2">Вересень</td><td>Жовтень</td></tr>
<tr><td colspan="2">16–30</td><td>1–15</td><td>16–31</td><td>1–15</td><td>16–30</td><td>1–15</td><td>16–31</td><td>1–15</td><td>16–31</td><td>1–15</td><td>16–30</td><td>1–15</td></tr>
<tr><td colspan="14">Фази росту та розвитку</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td colspan="4">7</td><td colspan="2">8</td></tr>
<tr><td>Проростання</td><td>Вилочка</td><td>1-ша пара листків</td><td>2–3-тя пара листків</td><td>4–5-та пара листків</td><td>Змикання листків у рядках</td><td colspan="2">Змикання листків у міжряддях</td><td colspan="2">Ріст коренеплоду та накопичення цукру</td><td colspan="2">Технічна стиглість</td></tr>
</table>

Темпи росту буряків першого року життя і накопичення в них поживних речовин залежать як від погодних умов вегетаційного періоду, так і агротехнічних заходів (строків сівби, густоти тощо). Висока середньодобова температура в період змикання листків у міжряддях і збирання за великої кількості опадів сприяють інтенсивному росту коренеплодів та зниженню їхньої цукристості (табл. 3.5).

Таблиця 3.5. **Показники росту буряків першого року життя у різних агрокліматичних районах**

Показник	Уладово-Люлинецька ДСС		Ялтушківська ДСС	
	Роки			
	посушливі	вологі	посушливі	вологі
Густота перед збиранням, тис./га	166	200	103	127
Маса коренеплоду, г	216	208	230	300
Маса листків, г	202	198	215	242
Цукристість коренеплодів, %	21,0	15,8	17,7	16,6

У коренеплодів буряків цукрових розрізняють: головку (вкорочене стебло), шийку (гіпокотиль або підсім’ядольне коліно – частина коренеплоду, яка не має листків і бокових корінців) і власне коренеплід, що має форму конуса, на якому утворюються бокові корінці.

Усі частини коренеплоду різні за хімічним складом. Найбільше азотистих сполук та зольних елементів міститься в головці із черешками, найменше – у власне коренеплоді, тоді як у власне коренеплоді нагромаджується велика кількість сахарози. У поперечному напрямку цукристість коренеплоду підвищується від першого до п'ятого кільця, а далі знижується до периферії. Найвища вона у центральній частині, тобто зірочці (Борисюк, 1989). Вміст цукру в коренеплодах змінюється від 15 до 22%, сухих речовин – від 20 до 28% (Мацебера та ін., 1998). Високою цукристістю відзначаються коренеплоди з вузькими кільцями судинно-провідних пучків і дрібними клітинами паренхіми.

Стиглість буряків цукрових і біологічні особливості строків збирання. Як зазначив М. І. Орловський, під біологічною стиглістю буряків цукрових слід розуміти поступове затухання життєвих процесів рослини, що спостерігається наприкінці вегетаційного періоду у звичайних умовах культури (похолодання, короткий осінній день тощо) та супроводжується комплексом явищ: інтенсивним відмиранням листкового апарата, поступовим затуханням накопичення маси коренеплоду і цукру в ньому, зменшенням умісту азоту в коренеплоді, а також розкладом білкових речовин у листках і міграцією продуктів цього розкладу в коренеплід. За біологічної стиглості листки зазвичай змінюють забарвлення з яскраво-зеленого на світло-зелене із жовтизною, приріст маси і цукристості суттєво знижується, відбувається розмикання рядків буряків. За даними Інституту, ріст і розвиток коренеплодів восени закінчується, коли середня температура повітря зменшується до 6 °С, асиміляція цукру в цей час майже припиняється.

3.3. Критичні періоди росту і розвитку та їх вплив на формування продуктивності рослин

Алгоритмізація визначення стресу рослин є важливою для автоматичного прогнозування їх росту та розвитку і напрацювання механізмів мінімізації стресу, спричиненого впливом абіотичних факторів. Якщо алгоритми раціонального застосування прийомів агротехніки відпрацьовані досить добре з погляду виробничої ідентифікації дефіциту елементів живлення, запобігання виникнення таких станів рослин та шляхів оперативного коригування, то вплив абіотичних факторів залишається мало вивченим. Адже в цьому разі спрацьовує теза «непереборної сили обставин» з погляду дії посухи чи нестачі вологи в ґрунті. Водночас системи оперативного управління продуктивністю рослин здатні знівелювати багато видів стресів завдяки своєчасному внесенню антистресових препаратів, таких як: мікродобрива, фітогормони, кріопротектори, екстракти органічних сполук, що підвищують толерантність рослин до несприятливих умов середовища тощо. Адже за умови невідворотності посухи можна успішно застосовувати різноманітні вологоутримувачі або краплинне зрошування. Однак обґрунтування цих витрат має бути ініційованим після застосування точних методів діагностики рослин. Водночас за умови детального аналізу стану рослин точними методами діагностики у попередні періоди їх вирощування можливе творче поєднання

декількох агрозаходів з мінімізації стресів. Так, зміщення строків сівби на ранні може призвести до вимерзання сходів через високу ймовірність заморозків із температурами нижче критичних. А тому одночасно зі зміщенням строків сівби варто запланувати обробку насіння кріопротекторами, щоб уникнути його ушкодження заморозками. Саме введення в електронну систему баз даних ланки з ранньої діагностики стану рослин дає змогу творчо комбінувати елементи технології та засоби, а не перебирати їх у довільному порядку, сподіваючись на випадковість.

Показники фенологічних стадій росту та фактори, що формують стрес у рослин буряків цукрових першого року життя, наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 **Фенологічні стадії росту та фактори, що формують стрес у рослин буряків цукрових першого року життя**

Стадії розвитку буряків цукрових	Код ВВСН	Критичний фактор	Супутній фактор
Макростадія 0: Проростання і розвиток паростка	**00-09**	Вологи <150–170% від маси насіння Заморозки на час сходів -3–5°С	Температура <+12 або >+25°С
Сухе насіння	00		
Набрякання – початок поглинання води насінням	01		
Кінець набрякання насіння: насіннєва оболонка відкрита. Дражоване покриття лопнуло.	03		
Поява зародкового корінця	05		
Поява зародкового проростка	07		
Сходи, поява проростків на поверхні ґрунту	09		
Макростадія 1: Розвиток листків	**10-19**		Середньодобова температура повітря <+20 та >+23°С Вологи в ґрунті <60% від найменшої вологоємності
Фаза зародкових листків: зародкові листки в горизонтальному положенні. Перша пара справжніх листків має розмір головки шпильки. (Фаза вилочки).	10		
Перша пара справжніх листків добре помітна, розмір горошини	11		
Два справжніх листки (перша пара справжніх листків) розпущені	12		
Чотири справжніх листки (друга пара справжніх листків) розпущені	14		
П’ять справжніх листків розпущені	15		
Шість справжніх листків розпущені	16		
Сім справжніх листків розпущені	17		
Вісім справжніх листків розпущені	18		
Дев’ять справжніх листків і більше розпущені	19		
Макростадія 3: Утворення розетки (змикання рядків)	**30-39**	Вміст вологи в ґрунті <60% від найменшої вологоємності	Середньодобова температура повітря <+20 та >+23°С
Початок змикання рядків: 10% рослин сусідніх рядків змикаються.	31		
20% рослин сусідніх рядків змикаються	32		
30% рослин сусідніх рядків змикаються	33		
40% рослин сусідніх рядків змикаються	34		
50% рослин сусідніх рядків змикаються	35		
60% рослин сусідніх рядків змикаються	36		
70% рослин сусідніх рядків змикаються	37		
80% рослин сусідніх рядків змикаються	38		

Змикання рядків: понад 90% рослин сусідніх рядків змикаються (змикання листків у міжряддях).	39		
Макростадія 4: Розвиток вегетативних частин рослин буряків	**40-49**	Заморозки <-5°C	Вологи в ґрунті <60 або >80% від найменшої вологоємності
Буряки досягли величини для збирання (технічна стиглість).	49		

Проаналізуємо більш детально критичні фактори, що спричиняють стрес у рослин, та супутні фактори стресу. Ці чинники було виділено нами в окремі категорії з огляду на силу їхнього впливу на рослини. Так, критичні фактори можуть призводити до значних порушень росту та розвитку і навіть загибелі рослин, а супутні – лише спричиняють відставання в рості або ж зниження рівня продуктивності культури.

На початкових етапах, після сівби, буряки цукрові для проростання насіння потребують вологи 150–170% від його маси. Цей критичний момент забезпечують дотриманням комплексу агротехнічних операцій і своєчасним та якісним їх виконанням. Нестача вологи у верхніх шарах ґрунту ідентифікується датчиками вологості ґрунту на метеостанції. Вплинути на цей фактор досить складно.

З настанням макростадії 1 (10–19) рослини буряків цукрових найкраще ростуть та розвиваються за середньодобової температури повітря в межах +20–23 °C та наявності вологи в ґрунті не менше ніж 60% від найменшої вологоємності. Дія підвищених або низьких температур повітря та нестача вологи сповільнюють ріст і розвиток, а ці залежності легко спрогнозувати за даними метеостанції.

Критичною за вологозабезпеченням є макростадія 3 (30-39), коли вміст вологи у ґрунті <60% від найменшої вологоємності, що може істотно зашкодити рослинам. Отже, у разі низького рівня вологості ґрунту, вимірювання в цей період стресу рослин необхідно проводити на визначення стресу нестачі вологи.

Оптимальна середньодобова температура повітря в цей проміжок росту та розвитку рослин – від +20 до > +23°C. Якщо водного дефіциту немає, то при отриманні даних завантажуються алгоритми ідентифікації теплового стресу.

На час настання макростадії 4 (40-49) істотно змінити якість отримуваної продукції може вміст вологи в ґрунті нижче ніж 60% або вище за 80% від найменшої польової вологоємкості. Однак з високою ймовірністю це можна спрогнозувати, лише використовуючи дані метеостанції.

Розділ 4
ЗЕЛЕНИЙ КУРС ЕКОНОМІКИ ТА ЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

4.1. Європейський Зелений Курс та його вплив на аграрний сектор України

Європейський Зелений Курс (ЄЗК) – це дорожня карта або план заходів, здатних модернізувати економіку Європейського Союзу до рівня ефективної, стійкої та конкурентоспроможної. ЄЗК реалізується шляхом розробки та впровадження змін, які допоможуть до 2050 року стати кліматично нейтральною економікою. Серед методів реалізації ЄЗК – стимулювання розвитку циркулярної економіки, покращення здоров'я та якості життя людей, а також запровадження кліматично- й екологічно нейтральних змін.

Вперше як цілісний документ ЄЗК був представлений Урсулою фон дер Ляєн у Європейському парламенті 11 грудня 2019 року. Метою його є не тільки актуалізація розвитку кліматичної політики, а й концептуалізація зеленої модернізації економіки й економічного зростання для забезпечення життя людини у гармонії з планетою та її ресурсами. А отже, ключовими напрямами ЄЗК є чиста енергія, кліматичні заходи, будівництво та реновація, стійкі промисловість і мобільність, зменшення забруднення довкілля, біорозмаїття та стійка аграрна політика (стратегія «Від лану до столу»).

Стійка аграрна політика невідривно пов'язана не лише з пошуком шляхів забезпечення більш стійких харчових систем, а й першочергово з мінімізацією негативних впливів на біорізноманіття навколишнього середовища та середовища агроценозів: впровадження заходів з метою захисту вразливої екосистеми.

А отже, стратегії формування сталого сільського господарства мають передбачати комплексні підходи до забезпечення сталості розвитку не лише у сільських практиках, а й у сільській місцевості ЄС загалом, завдяки реалізації спільної аграрної політики (САР).

У контексті технологій, запроваджуваних у сільськогосподарській практиці, також планується активно поширювати перехід на енергію з мінімальними викидами парникових газів та інших забруднюючих речовин, зменшувати забруднення пестицидами, добривами та іншими агрохімікатами.

Згідно запланованого переходу на Європейський Зелений Курс до 2050 року буде зведено до нуля викиди парникових газів (проміжна ціль – скорочення викидів на 50–55% відносно рівня 1990-х років до 2030 року).

До запропонованої ініціативи в 2020 році долучилися такі країни, як: Японія, Південна Корея, Австралія, заявивши про свої плани щодо досягнення кліматичної нейтральності. Китай підтримав запропоновану стратегію розвитку, але визначив довші терміни переходу, а США готують національний внесок до Паризької угоди у контексті планів досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року.

Україна розпочала підготовку синхронізації з ЄЗК ЄС ще восени 2019 року. А от 21 січня 2020 року Міністерством енергетики та захисту довкілля було презентовано проект концепції «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року. За ініціативи Міністерства закордонних справ України 24 січня 2020 року Кабінет міністрів України створив спеціальну Міжвідомчу робочу групу з питань координації протидії наслідкам зміни клімату у рамках ЄЗК. Завданням групи серед іншого було посилення інституціональної взаємодії між Україною та Європейською Комісією з метою впровадження ЄЗК.

Попри активний старт, початок пандемії коронавірусу і подальший економічний спад внесли корективи в реалізацію намічених кроків, фактично відтермінувавши діалог з ЄС з питань практичного впровадження ЄЗК.

У контексті активізації кроків України до інтеграції з Європейським Союзом вкрай важливо враховувати всі параметри та вимоги ЄЗК ще до прийняття країни до складу ЄС. Однак війна з Російською Федерацією фактично унеможливлює проведення глобальних змін з впровадження окремих напрямів ЄЗК. Водночас агресія держави-сусіда до України повинна стимулювати усі напрями реалізації політики ЄЗК, адже створення конкурентоспроможних, незалежних від викопних джерел палива галузей економіки, термомодернізованого сучасного житла, екологічно безпечного виробництва – на часі як ніколи.

Сільське господарство України завжди було ключовим для її економіки, а через знищення значної кількості застарілих, ще радянських виробництв, виходить на позиції драйвера економіки. Тому важливим є не лише створення передумов до вирощування високих врожаїв сільськогосподарських культур, а й розробка практик ощадливого використання ресурсів та екологічної й енергетичної нейтральності.

Отримувати високі врожаї сільськогосподарських культур можна лише за відповідних погодних і ґрунтових умов, використання високопродуктивних сортів і гібридів та дотримання технологій, передбачених для певної агрокліматичної зони. А отже, успішна реалізація агротехнології можлива за умов високої культури землеробства, оволодіння сучасною технологією вирощування і збирання сільськогосподарських культур.

Серед факторів оптимізації вирощування сільськогосподарських культур першочергово слід звернути увагу на підвищення родючості ґрунту та забезпечення відродження його біорізноманіття, формування гарного забезпечення рослин макро- та мікроелементами, вологою, впровадження заходів раціонального застосування засобів захисту. Також мають бути правильно підібрані сорти та всі елементи технології вирощування згідно біологічних вимог культури та можливостей регіону вирощування.

Зменшення непродуктивних витрат паливно-мастильних матеріалів, добрив, засобів захисту в технології вирощування як буряків цукрових, так і інших сільськогосподарських культур невідривно пов’язане з необхідністю забезпечити комплексну оптимізацію технологій вирощування. Адже погане удобрення або застосування шкідливих агрохімікатів впливає на стан ґрунту, а тому й на забезпечення рослин елементами живлення та вологою. Втрати родючості ґрунту

спричиняють зниження врожайності культур, що намагаються компенсувати вищим рівнем мінерального вдобрення. Застосування високих доз мінерального вдобрення призводить до збільшення частки біомаси та додаткових витрат на збирання культури і ще більшої активізації процесів мінералізації органічної складової ґрунту.

Отже, лише за комплексної оптимізації технологій вирощування можна досягти гарних результатів із запровадження зеленого курсу в сільському господарстві без втрати продуктивності та якості врожаю.

Про ключові елементи, що визначають якісну складову ощадливого та зеленого сільського господарства, йтиметься нижче.

4.2. Підвищення родючості ґрунту

Основною властивістю ґрунту є його родючість, тобто здатність безперервно задовольняти потреби рослин упродовж онтогенезу одночасно у воді, повітрі, теплі, елементах живлення. Висока родючість ґрунту залежить від умісту в ньому гумусу та доступності мінеральних поживних речовин. Чорноземи типові та опідзолені, а також реградовані мають уміст гумусу від 3 до 6%. Реакція цих ґрунтів слабкокисла або нейтральна, високий уміст поживних речовин: Черкаська, Київська, Кіровоградська, Дніпропетровська, Полтавська, Сумська, Миколаївська, Харківська області (Барштейн та ін., 2000; Барштейн та ін., 2002; Блажевич, 2005).

Площа України становить 60,3 млн га земель, з яких 41,6 млн га є сільськогосподарськими угіддями, зокрема 32,5 млн га – рілля. Тобто розораність земель становить 53,9% від загальної площі України та 78,1% – від сільськогосподарських угідь. У деяких регіонах вона перевищує 80%, тоді як у провідних країнах світу цей показник зазвичай не більше 50%.

А отже, натепер багато ґрунтів України потребують докорінного поліпшення або ж виведення із сільськогосподарського використання. Так, можна класифікувати основні типи деградації ґрунтів в Україні: втрата органічної складової (гумусу) і поживних речовин; переущільнення; створення несприятливої структури ґрунту; ерозія; підкислення; засолення; заболочення тощо.

Вищеназвані проблеми управління ґрунтовими ресурсами здебільшого спричинені комплексним впливом багатьох чинників, передусім надмірним сільськогосподарським освоєнням території (особливо регіонів Лісостепу і Степу).

Недостатньо обґрунтована земельна реформа призвела до порушень агротехнологій, вирощування тільки максимально вигідних комерційно культур, кардинального обмеження застосування органічних та мінеральних добрив і, як наслідок, зниження родючості ґрунтів.

Відсутність об’єктивної оцінки ґрунтових ресурсів та контролю їхньої родючості, справедливого оподаткування і відповідного фонду коштів, необхідного для підтримання родючості ґрунтів. Деградаційні процеси та значні площі малопродуктивних земель, що потребують кардинального поліпшення. Недостатнє поширення ґрунтозахисних технологій (консервативної, нульової).

Водночас варто зазначити, що рішення про виведення малородючих ґрунтів із сівозміни або ж їх кардинальне поліпшення належать більшою мірою до питань організаторського плану, і їх неможливо вирішити шляхом проведення лише агротехнічних заходів.

Проведення комплексу агротехнічних заходів може сприяти підвищенню родючості ґрунтів та їх поступовому поліпшенню. До прийомів збереження та поліпшення родючості земель належать:

освоєння науково-обґрунтованих сівозмін. Наявні в багатьох господарствах універсальні сівозміни не відповідають сучасним ринковим умовам. Зі створенням фермерських та орендних господарств характерної вузької спеціалізації виникає потреба введення сівозмін із короткою ротацією.

В умовах нестійкого зволоження попередник як чинник поліпшення водного режиму і раціональнішого використання опадів за вегетаційний період має вирішальне значення.

У п'ятипільній сівозміні з насиченням зернових 40–60% по одному полю пшениці озимої і буряків цукрових найоптимальнішим є таке чергування культур: 1) конюшина; 2) пшениця озима; 3) буряки цукрові; 4) горох; 5) ячмінь + конюшина.

За даними ННЦ «Інститут землеробства НААН України», за наявності в структурі посівів п'ятипільних сівозмін 40–60% люцерни і внесення 16 т/га сівозмінної площі гною відзначено збільшення вмісту гумусу в ґрунті на 2,0–2,1 т/га за рік та сприятливі умови для проходження фізико-хімічних процесів. Найпродуктивнішою на чорноземах опідзолених є зерново-просапна сівозміна з насиченням зерновими 80%, з них 20% сої та 40% просапних (Цвей, 2006; Цвей, 2007).

Внесення добрив. З метою створення бездефіцитного балансу гумусу і розширеного відтворення ґрунтової родючості потрібно вносити на гектар ріллі не менше 10–12 т органіки. Як альтернативу підвищення родючості ґрунту використовувати в сівозміні елементи біологізації завдяки висіву сидератів: бобові (горох, боби, вика, люпин), капустяні (редька олійна, гірчиця, ріпак), а також соломи зернових та листкову масу буряків. Внесення органічних добрив поєднувати з мінеральними (не менше $N_{48}P_{75}K_{75}$). Останні вносити за картограмами і виносом поживних речовин запланованою врожайністю.

Для господарств із достатнім забезпеченням матеріальними ресурсами рекомендовано використовувати органо-мінеральну систему удобрення: 12–20 т/га сівозмінної площі гною + $N_{60–80}P_{50–60}K_{70–90}$, що забезпечує просте відтворення родючості ґрунту (Филимонов и др., 1981).

Згідно з розрахунками баланс гумусу в ґрунтах України протягом останніх років був гостродефіцитним, і загалом по країні його середньорічні втрати становили 0,4 т/га (табл. 4.1). Основною причиною цього є надзвичайно малі обсяги внесення органічних добрив. У середньому протягом 2016–2017 рр. вносили 0,50 т/га органічних добрив, тоді як мінімальна норма для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу, залежно від ґрунтово-кліматичної зони, має становити від 8 до 14 т/га.

Таблиця 4.1. **Баланс елементів живлення та органічного складника ґрунту (за даними 2016–2017 рр.)**

Регіон	Внесено органічних добрив на 1 га посівної площі, т	Внесено мінеральних добрив на 1 га посівної площі, кг	Утворено гумусу на 1 га посівної площі, т	Щорічні втрати гумусу на 1 га посівної площі, т
Україна	**0,50**	**103**	**0,03**	**-0,40**
Вінницька	0,25	130	0,01	-0,87
Волинська	1,45	167	0,07	-0,30
Дніпропетровська	0,30	78	0,02	-0,08
Донецька	0,35	68	0,02	-0,45
Житомирська	0,65	96	0,03	-0,40
Закарпатська	0,10	124	0,01	-0,01
Запорізька	0,10	73	0,01	-0,81
Івано-Франківська	2,70	134	0,14	-0,15
Київська	1,25	118	0,06	-0,08
Кіровоградська	0,10	87	0,01	-0,44
Луганська	0,15	62	0,01	-0,67
Львівська	0,45	159	0,02	-0,41
Миколаївська	0,15	81	0,01	-0,65
Одеська	0,10	104	0,01	-0,42
Полтавська	1,00	97	0,05	-0,07
Рівненська	1,20	140	0,06	-0,84
Сумська	0,50	126	0,03	-0,32
Тернопільська	0,50	157	0,03	-0,08
Харківська	0,50	98	0,03	-0,31
Херсонська	0,05	60	0,00	-0,70
Хмельницька	0,75	128	0,04	-0,43
Черкаська	1,20	113	0,06	-0,28
Чернівецька	0,30	81	0,02	-0,40
Чернігівська	0,60	134	0,03	-0,44

Якщо аналізувати щорічні втрати гумусу на 1 га посівної площі по основних регіонах України, то вони часто значно відрізняються від середніх даних. Так, у Вінницькій області втрачається 0,87 т/га гумусу щорічно, у Рівненській – 0,84 т/га, у Запорізькій – 0,81 т/га, у Херсонській – 0,70 т/га, у Луганській – 0,67 т/га, а в Миколаївській – 0,65 т/га. Інші регіони показують середні значення втрати гумусу по Україні або ж демонструють деяку динаміку щодо бездефіцитного балансу органічного складника. Однак найбільші втрати органічного складника ґрунту відбуваються в регіонах з найродючішими ґрунтами, що свідчить не тільки про інтенсивну експлуатацію природних ресурсів, а й бажання виробничників зекономити на застосуванні добрив, оскільки природня родючість дає змогу отримати високі показники продуктивності основних сільськогосподарських культур.

Наші висновки підтверджуються й даними застосування основних видів добрив на одиницю площі сільськогосподарських культур (табл. 4.2).

Таблиця 4.2. **Застосування основних видів добрив на одиницю площі сільськогосподарських культур**

Показник	Роки										
	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Площа сільськогосподарських угідь, млн га	42,0	41,8	41,8	41,6	41,6	41,6	41,5	41,5	41,5	41,5	41,5
Внесення азотних добрив на одиницю площі сільськогосподарських угідь	44,2	5,4	9,1	18,7	21,6	22,4	25,1	24,6	23,7	28,9	32,9
Фосфорних добрив на одиницю площі сільськогосподарських угідь, кг/га	31,4	0,9	2,4	3,8	4,7	5,3	5,7	5,8	5,4	6,9	8,8
Калійних добрив на одиницю площі сільськогосподарських угідь, кг/га	29,5	0,4	1,9	3,1	4,1	4,7	5,2	5,0	5,0	5,9	7,2
Органічних добрив на одиницю площі сільськогосподарських угідь, кг/га	6207,8	692,9	320,3	239,5	239,3	232,8	232,6	238,5	232,8	220,8	223,5

Варто зазначити, що подані в таблиці дані обчислено з урахуванням усіх сільськогосподарських угідь. Тобто це не тільки орні землі, а й луки, пасовища тощо. З одного боку таке представлення даних призводить до деякого заниження показників кількості застосовуваних добрив, адже основну їх масу вносять на одиницю орних земель, однак усі без винятку землі сільськогосподарського використання потребують постійного поліпшення та застосування достатньої кількості органічних та мінеральних добрив.

Як точку відліку та порівняння взято 1990 рік, коли в Україні застосовували досить велику кількість добрив. А от у 2017 році, порівнюючи з 1990-м, кількість азотних добрив зменшилася на 25,6%. Водночас обсяги застосування фосфорних та калійних добрив зменшилися на 72,0 та 75,6% відповідно, що свідчить про суттєвий перекіс між оптимальними співвідношеннями використання мінеральних добрив рослинами. Адже надмірні кількості азотних добрив призводять до низки порушень росту та розвитку сільськогосподарських культур загалом і спричиняють подальше збіднення ґрунту на рухомі форми основних елементів живлення.

Стосовно застосування органічних добрив на одиницю площі сільськогосподарських угідь, то в 1990 р. у середньому вносили 6,2 т/га органіки, а в 2017-му цей показник зменшився на 96,4%. Отже використання за сучасних умов господарювання 220–320 кг/га органічних добрив не дає змогу сформувати бездефіцитний баланс органічної речовини та забезпечити достатній рівень продуктивності основних культур. Ця проблема потребує якомога швидшого рішення. Дані розрахунків потрібних обсягів робіт з удобрення сільськогосподарських культур в Україні на період до 2025 р. наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. **Потрібні обсяги робіт з удобрення сільськогосподарських культур в Україні на період до 2025 р.***

Захід	Термін	Обсяг робіт		Орієнтовна вартість	
		усього	на рік	грн/га	грн/рік
Потреба в мінеральних добривах	2016–2020	10 млн т	2 млн т	2200	44 млрд
	2021–2025	15 млн т	3 млн т	3300	66 млрд
Потреба в мікродобривах	2016–2020	25 тис. т	5 тис. т	200	250 млн
	2021–2025	30 тис. т	6 тис. т	200	300 млн
Вапнування кислих ґрунтів	2016–2025	1,7 млн га	0,17 млн га	800	136 млн
Гіпсування солонцюватих ґрунтів	2016–2025	1,0 млн га	0,1 млн га	1400	140 млн

*За даними ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»

У сучасних економічних умовах важко спрогнозувати наявність та доступність на ринку достатньої кількості органічних добрив. Тому основні розрахунки здійснювали, спираючись на потребу застосування мінеральних добрив, враховуючи забезпечення можливості збереження органічного складника ґрунту та його родючості.

Установлено, що впродовж 2016–2020 рр. потрібно було витрачати не менше 2200 грн/га щорічно на мінеральне удобрення, а от із 2021-го по 2025 р. – 3300 грн/га. Також необхідно провести якісне поліпшення значної площі ґрунтів. Усього треба провести вапнування 1,7 млн га кислих ґрунтів та гіпсування 1,0 млн га солонцюватих ґрунтів, що потребує додаткових щорічних затрат у розмірі 276 млн грн.

Для успішного росту та розвитку рослина потребує значного спектра хімічних елементів, якими поповнюється переважно з ґрунту. Відповідно до потреб їх можна поділити на три групи: макро-, мікро- і мезоелементи. *Макроелементи* – це азот, фосфор, калій, сірка. *Мезоелементи* – кальцій, магній, залізо, натрій. До *мікроелементів* належать марганець, бор, цинк, мідь, молібден, кремній і кобальт.

За рівнем рухомості елементи можна поділити на мобільні, слабкомобільні та немобільні. *Мобільні* – азот, фосфор, калій, магній, залізо. Вони можуть повторно використовуватись у разі їх дефіциту в ґрунті, за посухи чи слабкого розвитку кореневої системи. Оскільки молоді тканини та вегетативні органи мобілізують ці елементи, то ознаки нестачі їх завжди спостерігаються на старих листках. *Слабкомобільні* – мідь, цинк, сірка, молібден. Вони частково можуть реутилізуватися, але здебільшого повторне використання їх обмежене. *Немобільні* – бор, кальцій, марганець. Дефіцит їх завжди буде на верхівках рослини, молодих листках і тканинах.

4.3. Роль макроелементів у формуванні продуктивності рослин

Роль азоту в агроценозах. Азот – найширше використовуваний макроелемент, який забезпечує формування вегетативної маси рослин і, як наслідок, урожайність. Він бере участь у створенні білків, як важлива складова перебуває в нуклеопротеїнах і нуклеїнових кислотах, входить до складу молекули хлорофілу, вітамінів та алкалоїдів.

У природі азот може бути у формах засвоюваних (нітрати або сполуки амонію) чи незасвоюваних (молекулярний азот або оксид азоту (N_2O)) рослинами. Протягом фіксації азоту або його денітрифікації відбувається обмін між обома формами (рис. 4.1).

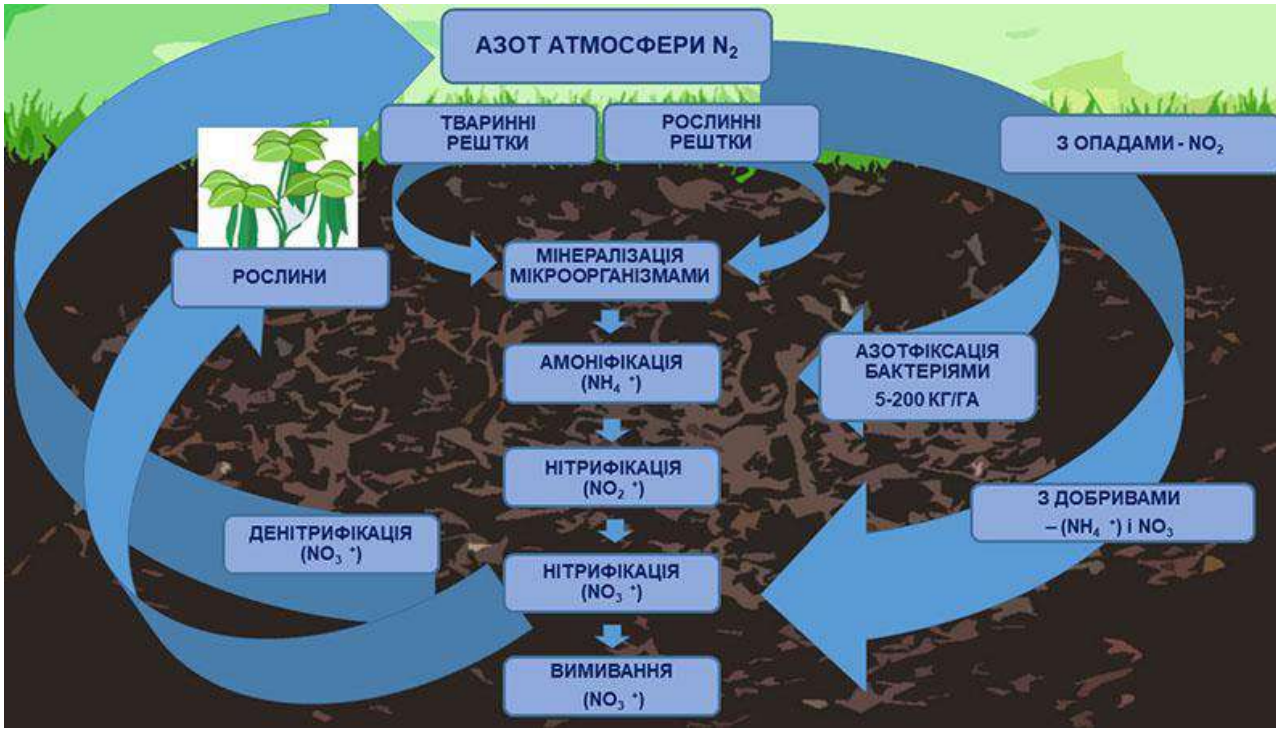


Рис. 4.1. Азотний цикл агроценозу

Азот у формі неорганічних сполук, таких як нітрати у ґрунті, абсорбується рослинами і перетворюється на органічні сполуки в тканинах рослин. У нормальних умовах азот із довкілля потрапляє в біологічні системи і повертається назад до ґрунту після їхньої загибелі у вигляді екскрементів чи мертвих організмів. Там він під впливом бактерій переходить у неорганічну форму. Лише 4 млн т міститься у тканинах рослин і тварин – все інше накопичується в розкладаючих мікроорганізмах і зрештою повертається в атмосферу. Деякі бактерії, азотфіксатори, здатні фіксувати атмосферний азот.

З добривами азот вноситься переважно в амідній, амонійній і нітратній формах. Водночас в Україні ефективність використання азотних добрив, порівнюючи з країнами Європи, на досить низькому рівні. Це пояснюється тим, що у нас коротший ніж у більшості Європейських країн вегетаційний період. Крім того,

через неправильне застосування та застарілі технології аграрії не отримують рівноцінного бажаного приросту врожаю на одиницю застосовуваних мінеральних добрив.

За неправильного застосування азотних добрив спрацьовує низка негативних чинників, які стають перепонами для використання можливого потенціалу азотного підживлення (рис. 4.2).

Рис. 4.2. Причини низької ефективності азотних добрив

Порушення оптимальних термінів та способів застосування добрив трапляється доволі часто. До типових помилок належать: застосування азотних добрив восени, внесення рухомих форм добрив під оранку, використання пізніх сортів попередників та, як наслідок, пізнє застосування удобрення під наступну культуру. Також часто трапляються помилки у плануванні основного підживлення та удобрень, коли значну масу азотних добрив застосовують у фазі росту та розвитку рослин із незначним їх споживанням. Спостерігаються й помилки з вибором форми добрив, особливо це актуально для позакореневого підживлення.

Несприятливі погодні умови – посуха або ж надмірні дощі – можуть спричинити як значне підвищення рухомості мінеральних добрив, так і майже повну їх консервацію. У разі настання несприятливих умов та за потреби застосування азотних добрив рекомендовано обережно ставитися до вибору форми добрив і способу їх внесення, адже правильний підбір цих складників дає змогу певною мірою знівелювати негативний вплив умов вирощування.

Як свідчать результати моніторингу обсягів застосування мінеральних добрив в Україні загалом та за регіонами, зазвичай вносять значні дози азотних добрив та в рази менше фосфорних і калійних. Так, у 2017 р. в середньому по Україні на одиницю азотних вносили у 3,74 рази менше фосфорних та у 4,57 рази менше калійних добрив. А отже, для ефективності засвоєння азотних добрив слід дотримуватися рекомендованих співвідношень, відповідно до вирощуваної культури та доступних рослинам рухомих форм біогенних елементів у ґрунті.

Вимивання може відбуватися, коли з осені вносять амідно-амонійну форму азоту, температура підвищується, й водночас підвищується мікробіологічна активність ґрунту. За тиждень-два частину внесених амонійної й амідної форм азоту активні ґрунтові бактерії можуть переводити в нітратні. А отже, за осінньо-зимовий період внесений азот втрачається.

Відповідно й проблематика денітрифікації азоту добрив, випаровування та необмінного поглинання пов'язана не лише з типом ґрунту та ємністю поглинання його ґрунтово-вбирного комплексу, а й з активністю мікроорганізмів та вчасністю застосування коректних форм азотних добрив. Тому проблематика ефективного використання рослинами азоту з мінеральних добрив є комплексною і потребує запровадження низки дій для недопущення втрат азоту. Так, не слід заробляти добрива на глибину понад 16–18 см, адже в переважній своїй масі сільськогосподарські рослини гірше засвоюють елементи з цієї глибини.

Для культур, які засвоюють азот нерівномірно та впродовж значного проміжку вегетаційного періоду – зернові, ріпак, кукурудза, слід планувати роздільне застосування азотних добрив із кількома підживленнями впродовж вегетації.

Окремим сучасним напрямом застосування азотних добрив є так звані стабілізовані форми добрив. Стабілізовані добрива містять окрім азоту й хімічні сполуки (зазвичай до 2–3% азоту), що тимчасово знижують (інгібують) процеси трансформації азоту в ґрунті. Йдеться про два види інгібіторів: (1) інгібітори нітрифікації (2) та інгібітори уреази. Їх додають до азотних добрив або в процесі виробництва (найчастіше наносять на поверхню гранули), або вводять вже безпосередньо перед використанням (рідкі добрива).

Інгібітори уреази дають змогу в середньому на 10–14 діб призупинити перехід азоту з амідної форми в амонійну і далі по ланцюжку – з амонійної в нітратну. За цей час формується коренева система рослини, здатна активніше засвоювати азот із ґрунту. У підсумку ефективність використання добрив підвищується, а непродуктивні втрати азоту зменшуються.

Щоб уникнути випаровування NH_3 та NH_2 із добрив варто: безводний аміак заробляти у якісно підготовлений ґрунт на глибину 16–18 см; восени вносити азотні добрива при зменшенні температури ґрунту до нижче 12 ºС на структурних ґрунтах із високою ємністю ґрунтово-поглинального комплексу; карбамід слід заробляти на глибину не менше 5 см і бажано у вологий шар ґрунту не пізніше 1–2 годин після розкидного його внесення.

Дані щодо ефективності застосування різних форм азотних добрив наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4. **Ефективність застосування різних форм азотних добрив**

Форма азотних добрив	Ефективність добрив за роками, %					
	Суцільне внесення		Рівень втрат	Стрічкове внесення		Рівень втрат
	1-й рік	2-й рік		1-й рік	2-й рік	
Гранульовані	30–60	16–30	20–50	50–70	15–20	10–30
Рідкі	54–80	10–22	10–36	64–84	10–16	6–20

З даних таблиці випливає, що найефективнішим є використання рідких добрив (КАС), які вносять локально у зону рядка, де розміщується найбільш активна коренева система. Водночас рівень втрат мінімальний, а от за неправильного і невчасного застосування гранульованих добрив втрати можуть сягати до 50%.

Карбамідно-аміачна суміш (КАС) має широкий спектр застосування: для прикореневого підживлення рослин, основного внесення під оранку й передпосівну культивацію, для внесення на поверхню ґрунту до або після сівби. КАС працює як через листя, так і через коріння, завдяки наявності в ньому трьох форм азоту: через листову поверхню засвоюється амідна форма, а нітратна й амонійна – через кореневу систему. Крім того, завдяки різним формам азоту добриво має довготривалішу дію. Промисловість виробляє базові марки: КАС-28, КАС-30, КАС-32 із масовою часткою азоту 28, 30 і 32%.

КАС не забруднює довкілля, поліпшує споживання азоту під час посухи, а експлуатаційні витрати на його внесення значно нижчі, ніж в інших добрив. Однак у процесі внесення слід дотримуватись певних правил:

1. Добрива вносять спеціально обладнаними обприскувачами. Добриво має контактувати лише з кислотостійким металом і керамічними розпилювачами. КАС вноситься за допомогою спеціальних плоскоструменевих грубокраплистих розпилювачів із великими отворами або розливних труб, що слугують для рядкового або смужного внесення. Робочий тиск в обприскувачі має бути низьким.

2. На відміну від пестицидів і добрив для листкового внесення (карбамід, $MgS0_4$ + H_2O, мікродобрив на хелатній основі тощо), які передбачають старанний дрібнокраплистий розпил рідини і повне покриття нею листкової поверхні, КАС вноситься іншим способом. Розпилювачі мають формувати великі краплини розчину, які під своєю вагою спадають (скапують) з листків на ґрунт. Цей спосіб зменшує покриття розчином листкової поверхні та запобігає її пошкодженню (опікам).

3. КАС вносять лише на суху листкову поверхню. На вологих рослинах навіть крупні краплі розчину не стікають на ґрунт, що спричиняє опіки. Тому не можна вносити КАС після дощу, увечері та зранку, коли є роса.

4. Ліпше вносити КАС за допомогою спеціальних розливних труб, особливо на широкорядних посівах та схильних до опіків культурах у пізніх фазах вегетації.

5. КАС не можна розчиняти у воді з метою зменшення гектарної норми азоту і обприскувати таким розчином рослини. Є великий ризик підпалити рослини (спричинити опіки).

Ефективність рідкого добрива КАС значною мірою залежить від погодних умов. КАС-32 кристалізується за 0 °С, КАС-30 – за -9 °С, а КАС-28 – за -17 °С.

Найбільше непорозумінь щодо правильного внесення КАС пов’язано з тим, що це добриво помилково вносять як пестициди або ж позакореневе підживлення карбамідом чи гуматами.

Ще поширенішим добривом є аміачна селітра. Це амонійно-нітратне добриво у співвідношенні NH_4:NO_3 = 1:1. За ефективністю аміачна селітра часто посідає перше місце серед азотних добрив. Це найкраще добриво для підживлення озимих зернових та ріпаку. Застосовується в системах удобрення в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України під час передпосівного внесення та для підживлення. Водорозчинне, фізіологічно слабкокисле, швидкодіюче азотне добриво.

Добриво концентроване, майже не містить баластних сполук та швидко розчиняється у воді. Характерною особливістю аміачної селітри є те, що катіони амонію добрива поглинаються ґрунтовим комплексом та не вимиваються в нижні шари ґрунту і пролонговано поглинаються кореневою системою рослин. Іони нітратного азоту добрива не поглинаються ґрунтовими колоїдами, перебувають в рухливому стані та швидко засвоюються. Це актуально для раннього весняного підживлення, коли процеси нітрифікації в ґрунті ще не відбуваються.

За фізіологічними властивостями аміачна селітра належить до кислих добрив. Тому на кислих ґрунтах внесення аміачної селітри і азотсульфату спричиняє деяке підкислення субстрату. Щоб уникнути негативних наслідків від підкислення ґрунту добривами, варто додатково застосовувати вапнування доломітовим борошном або вапном. На ґрунтах, нейтральних, лужних (чорноземи і сіроземи) або таких, що мають високу насиченість основами (ґрунти містять іони Ca_2+, Mg_2+, K+ Na+,NH_4+), утворюється кальцієва або магнієва селітра, але не відбувається підкислення ґрунтового розчину.

В умовах достатнього зволоження можливе вимивання нітратної форми азоту, тому для весняно-літніх підживлень використовують селітру або вносять навесні із загортанням у ґрунт перед сівбою. У районах із недостатнім забезпеченням вологою її можна вносити з осені. Селітру застосовують також для підживлення просапних та овочевих культур з обов'язковим одночасним загортанням у ґрунт культиватором при міжрядному розпушуванні.

Основний конкурент аміачної селітри − карбамід (сечовина) − тверде азотне добриво, яке має найбільшу концентрацію азоту (46%). Азот перебуває в амідній формі, отже, діє повільно, і внесення його ранньою весною небезпечне тим, що він може вимитися, навіть не потрапивши до рослини. Крім того, у процесі грануляції в карбаміді утворюється біурет. За вмісту 3% біурет є токсичним для рослин, тому внесення безпосередньо перед сівбою пригнічує їхній розвиток. У ґрунті біурет повністю розкладається за 10–15 діб − цей інтервал рекомендовано витримати між внесенням карбаміду в ґрунт і сівбою. За вмісту біурету 0,8% і нижче він не має негативного впливу на проростки рослин, незалежно від строку внесення добрива (можна вносити безпосередньо перед сівбою).

Види азотних добрив на основі амідної форми характеризуються тим, що азот спочатку має пройти процеси амоніфікації та нітрифікації, через що карбамід добре підходить для використання фактично на всіх типах ґрунтів і для позакореневого підживлення озимих та ярих культур. Крім того, карбамід після внесення не залишає негативних слідів на рослині чи в ґрунті. Він є «повільним нітратом», який ліпше вносити з осені.

У разі значного дефіциту азоту в рослинах концентрацію карбаміду потрібно збільшити й додати до нього сульфат магнію в дозуванні 3 кг речовини на 100 л розчину. Поєднання сечовини з магнієм знижує ризик виникнення опіків і підвищує ефективність використання азоту рослиною.

Як уже зазначалося, це добриво застосовують на будь-яких типах ґрунту, але на кислих карбамід рекомендовано комбінувати з карбонатом кальцію. Також варто поєднувати з фосфоритним борошном або суперфосфатом. Карбамід є незамінним добривом для зрошуваного землеробства, оскільки стійкий проти вилуговування.

Чим вища температура ґрунту, тим краще і швидше засвоюється азот із карбаміду. На ґрунтах дуже кислих або свіжовапнованих дає менший ефект. Менша ефективність також на перезволожених, холодних ґрунтах та за ранньовесняного внесення на озимих.

Одноразове внесення сечовини не має перевищувати 250 кг/га. Карбамід потрібно заробляти в ґрунт, оскільки втрати за поверхневого внесення вищі на 20–30%, ніж у селітри. У разі поверхневого внесення NH_4NO_3 втрати азоту становлять 1–3%, а $(NH_2)_2CO$ − 20–30%. За поверхневого внесення карбаміду на сухий ґрунт без негайного заробляння газоподібні втрати азоту у вигляді аміаку можуть досягати 30–50%.

Найконцентрованішим азотним добривом є безводний аміак − 82,3% речовини. Основною його перевагою є спрощення виробничого процесу, полегшення внесення в ґрунт, відсутність злежування, рівномірніший розподіл азоту в орному шарі ґрунту.

В осінній період під озимі зернові культури його ліпше вносити наприкінці оптимальних строків сівби озимини. У третій декаді вересня − на початку жовтня середньодобові температури знижуються, процеси нітрифікації уповільнюються і зменшується ризик значних втрат азоту.

Використовувати безводний аміак без негайного заробляння в ґрунт неприпустимо, оскільки це спричиняє великі втрати азоту внаслідок випаровування.

Фосфор також важливий елемент у живленні культур. Неправильне використання фосфорних добрив призводить до їх низького споживання і в результаті − низької ефективності.

Основними шляхами засвоєння фосфору з добрив та ґрунту є: перехід фосфат-іонів у недоступний стан під дією кальцію (Ca) на карбонатних ґрунтах і заліза (Fe) та алюмінію (Al) на кислих ґрунтах; іони фосфору майже не рухаються ґрунтовим профілем (лише 0,5–2 см за рік); відбувається їх хімічна, фізична, біологічна фіксація; у холодних умовах (за температури ґрунту нижче ніж 15–16 °C) фосфор майже не засвоюється з ґрунту; у ґрунтах, залежно від умісту гумусу та материнської породи, вміст загального фосфору досить низький і становить від 1,5 до 8 т/га.

Щоб контролювати доступність фосфору для рослин, потрібно врахувати наявність у кислих ґрунтах іонів алюмінію і заліза, а в чорноземних і карбонатних − іонів кальцію, особливо в разі розкидного внесення. Адже при загортанні

на значні глибини відбувається контакт добрива з великим об'ємом ґрунту, хімічні елементи взаємодіють, і більша частина фосфору фіксується й переводиться в недоступний для рослини стан.

Крім того, щоб внесення добрив було ефективним, потрібно їх розташувати якомога ближче до кореневої системи і в шарах, у яких волога триматиметься якнайдовше. Коренева система в цих умовах буде більш активною і краще використає наявний фосфор. Також внесення цинку разом із фосфорними добривами поліпшує споживання фосфору навіть за нижчих температур.

Для ефективного фосфорного живлення фосфорні добрива потрібно застосовувати локально на глибину 12–16 см у зоні рядка; забезпечення рослин цинком (Zn) поліпшує розвиток кореневої системи та поглинання фосфору; застосування сульфату амонію на нейтральних та слабколужних ґрунтах дає змогу вивільняти в ґрунтовий розчин доступні фосфати; високоефективні фосфатмобілізувальні бактерії та мікоризні гриби забезпечують додатковий легкодоступний фосфор у межах 10–25 кг/га д.р.

Суперфосфат гранульований. $Ca(H_2PO_4)_2$-H_2O + H_3PO_4 + $2CaSO_4$, (P20:S11:Ca30). Фізіологічно кисле, водорозчинне фосфорне добриво, що містить понад 30% сульфату кальцію, який має практичне значення як джерело сірки (11%). Використовується для основного і припосівного внесення в системах удобрення в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України, для всіх культур. Характеризується повільним і рівномірним вивільненням елементів живлення. До складу добрива входять такі мікроелементи: B, Cu, Mn, Mo, Zn. Добриво цінне для хрестоцвітих культур (ріпаку та ін.) і бобових.

Суперфосфат амонізований гранульований. $NH_4H_2PO_4$+$Ca(H_2PO_4)_2$ × H_2O+$CaSO_4$+H_3PO_4 (N_3:P_{17}:S_{12}). Застосовується в системах удобрення в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Крім 3% азоту та 17% фосфору містить 12% сірки (40–55% сульфату кальцію $CaSO_4$), що дуже важливо на ґрунтах, де потрібно додатково включати сірковмісні добрива в систему удобрення. Краще використовувати під бобові, хрестоцвіті олійні культури, вибагливі до живлення сіркою.

Добриво хімічно кисле, водорозчинне. Внаслідок нейтралізації кислотної дії аміаком, він не підкислює ґрунт, на відміну від суперфосфату. Має щонайменше на 10% вищу ефективність, порівнюючи з традиційним суперфосфатом.

Фосфоритне борошно. $Ca_3(PO_4)_2$ × $CaCO_3$ ($P_{18–20}$:Ca_{34}). Містить тризаміщений фосфор у формі $Ca_3(PO_4)_2$, не розчинний у воді, а лише у слабких кислотах. Важливе значення в підвищенні ефективності фосфоритного борошна має ступінь помелу: чим дрібніше, тим краще. Допускається залишок часточок, які не проходять крізь отвори сита діаметром 0,18 мм, не більше ніж 10%.

Фосфор у добриві перебуває у важкодоступній формі. Ефективність його підвищується на кислих ґрунтах з pH 5,6 і нижче. Доступність фосфору з борошна для більшості культур низька. Засвоюють його лише культури, коренева система яких має кислотні виділення, а саме: люпин, гречка, гірчиця. Злакові культури погано засвоюють фосфор із цього добрива.

Ефективність фосфорного борошна значно підвищується в разі компостування його з органічними добривами. Сприяє переведенню фосфору в доступні форми висівання сидератів, особливо гірчиці білої, яка його добре засвоює. Наступна культура використовує вже фосфор, що вивільняється в процесі розкладання біомаси сидерату.

Під час визначення необхідної норми фосфорних добрив потрібно виходити з кількості рухомого фосфору в ґрунті. Так, особливим дефіцитом фосфору відрізняються червоноземи. У структурі цих ґрунтів вміст цього елемента представлено на 80%. Каштанові ґрунти й чорноземи мають у своєму складі достатній уміст мінеральних фосфатів − від 60 до 80%. У дерново-підзолистих ґрунтах фосфати містяться в невеликій кількості.

Калій бере участь у процесах формування квіток і плодів. За його нестачі рослини швидше пошкоджуються збудниками різних хвороб, листочки жовтіють, буріють і відмирають. Калій слід застосовувати як у період активного росту, так і в період підготовки рослини до зими.

Недостатня забезпеченість рослин калієм відчутно обмежує дію азоту, особливо це стосується низькобуферних ґрунтів. Повне задоволення потреб рослин у калії та фосфорі сприяє підвищенню загальної здатності краще підлаштовуватися під стресові умови та якомога безболісніше їх переносити, що зокрема стосується посухо- та зимостійкості в озимих культур.

В умовах дефіциту калію для всіх культур рекомендовано виконувати повторні обробки з інтервалом 7–10 днів. Для досягнення кращих результатів варто виконувати підживлення в комплексі з іншими препаратами.

Калій хлористий гранульований, калій хлористий дрібнозернистий. KCl, (K_{60}). Застосовується в системах удобрення в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України (крім солонцюватих ґрунтів) під основний обробіток ґрунту для культур, не чутливих до шкідливої дії хлору. У разі внесення під оранку хлор промивається в глибші шари ґрунту, що знижує можливість його потрапляння в рослину. Висококонцентроване, водорозчинне, фізіологічно кисле добриво.

Калійна сіль. (KCl + NaCl), (K_{40}). Добриво водорозчинне, фізіологічно кисле, містить 20% NaCl і 2–3 % MgCl. Застосовується в усіх ґрунтово-кліматичних зонах восени під основний обробіток ґрунту для культур (буряки, зернові, злакові трави), не чутливих до шкідливої дії хлору. Завдяки вмісту натрію, доцільно вносити, насамперед, під буряки цукрові.

Калімагнезія. ($K_2SO_4 \times MgSO_4 \times 6H_2O$), ($K_{28}Mg_8S_{15}$). Виробляється дві марки: у марці «А» вміст калію становить 28%, у марці «В» – 25%. Вміст магнію в обох марках – 8%. Застосовується в усіх ґрунтово-кліматичних зонах. Висока ефективність добрива спостерігається на ґрунтах з низькою забезпеченістю магнієм та на культурах, чутливих до шкідливої дії хлору (гречка, картопля, соя, горох, льон, овочі, тютюн, виноград). Завдяки наявності магнію, який позитивно впливає на ростові процеси, синтез вуглеводів, добриво особливо ефективне на легких ґрунтах. Цінним є також уміст сірки, який може сягати 15%.

Сульфат калію. K_2SO_4, ($K_{45\text{-}52}S_{45}$). Безхлорне калійне добриво, фізіологічно кисле (pH 4), водорозчинне. Рекомендовано вносити під усі культури, особливо

– чутливі до хлору. Цінне добриво для овочевих культур та застосування у теплицях. Наявність сірки робить це добриво дуже цінним для внесення під хрестоцвіті, бобові та інші культури, що позитивно реагують на удобрення сіркою. Придатне для підживлення в розчиненому вигляді. Позакореневе підживлення проводять із концентрацією робочого розчину 1–3%.

4.4. Системний підхід у забезпеченні рослин основними елементами живлення

Основні елементи живлення по-різному впливають на фізіологічний стан рослин, а отже на їхній ріст, розвиток та продуктивність.

Азот регулює ріст вегетативної маси. Визначає рівень урожайності.

Фосфор бере участь у процесах енергетичного обміну (АТФ, АДФ). Активізує ріст кореневої системи та формування генеративних органів. Підвищує зимостійкість.

Калій зберігає та утримує вологу. Підсилює інтенсивність утворення цукрів та їхній рух по тканинах рослини. Підвищує стійкість до хвороб, посухи та заморозків.

Магній підвищує інтенсивність фотосинтезу та утворення хлорофілу. Впливає на перебіг окисно-відновних процесів. Активізує утворення ферментів та ферментативні процеси загалом.

Кальцій стимулює ріст рослин і розвиток кореневої системи. Підсилює обмін речовин, активізує ферменти. Підвищує в'язкість протоплазми.

Сірка бере участь в азотному, білковому та окисно-відновних процесах. Входить до складу амінокислот, вітамінів і рослинних олій.

Залізо регулює фотосинтез, дихання, білковий обмін та біосинтез ростових речовин ауксинів.

Мідь регулює дихання, фотосинтез, вуглеводний та білковий обмін, підвищує посухо-, морозо- та жаростійкість.

Марганець регулює фотосинтез, дихання, вуглеводний та білковий обмін. Входить до складу та активізує ферменти.

Цинк регулює білковий, ліпідний, вуглеводний обмін, біосинтез вітамінів та ауксинів.

Бор регулює запилення та запліднення, вуглеводний та білковий обмін. Підвищує стійкість проти хвороб.

Молібден регулює азотний, вуглеводний та фосфорний обмін, синтез хлорофілу та вітамінів, стимулює фіксацію азоту з повітря.

З технологічних міркувань фосфорні та калійні добрива найчастіше вносять під озимі культури восени перед сівбою, під ярі − навесні під час передпосівного обробітку ґрунту. Щодо озимих зернових, то вищі ефективність і дієвість фосфору спостерігаються саме за весняного внесення у формі КАС + рідкі комплексні добрива (РКД). Пояснити це можна явищем так званого старіння фосфору, тобто приєднання іонів фосфору до ґрунтових часток і, як наслідок, перехід їх у важкодоступні для рослин сполуки. Оскільки максимально гостра

потреба озимих зернових у фосфорі припадає на фазу виходу в трубку, за осіннього внесення до цього моменту значна частка фосфору вже у важкодоступній формі, тому увесь обсяг внесених добрив не може бути раціонально використаний. Що прохолодніша і вологіша погода навесні, то відчутніші переваги саме весняного внесення фосфорних добрив.

Неправильне співвідношення азоту, фосфору і калію призводить до ураження хворобами, зменшення продуктивності рослин та погіршення їхньої якості тощо. Раніше рекомендували співвідношення азоту, фосфору і калію як 1:1:1. Дослідження останніх років, а також практика вирощування засвідчили, що для одержання максимального врожаю високої якості, за високих доз внесення добрив, потрібно переважання азоту: 1,5:1:1. Потреба у внесенні підвищених доз азоту обумовлена високим виносом його з ґрунту, що втричі-учетверо переважає фосфор.

Елементи живлення рослин у ґрунті взаємодіють із його основними структурними компонентами, крім того, з огляду на свої хімічні та фізичні властивості піддаються суттєвому впливу погодних умов (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5. **Чинники зниження доступності у ґрунті та ефективності засвоєння елементів живлення рослинами**

Елемент	Чинник негативного впливу
N	Холодна погода, ущільнений та холодний ґрунт, ослаблена мікробіологічна активність, заорювання великої кількості соломи, дефіцит вологи
P_2O_5	Низька температура ґрунту та повітря, низькі показники pH
K_2O	Суха й тепла погода
Mg	Високий рівень pH, вапнування, карбонати
Ca	Суха й тепла погода, значне коливання вологості в ґрунті
S	Низька температура
Fe	Перезволожений ґрунт, низька або висока температура, погана аерація ґрунту, високий уміст органічних речовин
Mn	Суха погода, низька температура ґрунту, низька інтенсивність освітлення, високий уміст органічної речовини
Zn	Низька температура ґрунту, ущільнений ґрунт, низький уміст органічної речовини
Cu	Ущільнений ґрунт, спека, високий уміст органічної речовини
B	Посуха, інтенсивне освітлення
Mo	Високий уміст органічних речовин, низьке значення pH, обмінний алюміній
Co	Підвищення pH ґрунтового розчину

Деякі з чинників не можна коригувати або змінювати: непередбачуване настання холодної погоди, що призводить до зниження доступності азоту для рослин, або ж відсутність опадів чи високу температуру ґрунту. Однак під час планування системи удобрення слід активно користуватися прогнозами погодних

умов на наступний вегетаційний період та найближчі проміжки часу до проведення агротехнічних операцій з удобрення сільськогосподарських культур. Адже саме знання про поводження того чи іншого елемента живлення в ґрунті дає змогу вчасно скоригувати форму добрив, строки і способи їх застосування, а отже, всупереч впливу погодних умов, підвищити ефективність використання рослинами мінерального живлення.

Для свого росту та розвитку різні сільськогосподарські культури по-різному засвоюють основні мінеральні елементи. Дані усередненого виносу мікроелементів з урожаєм основної продукції сільськогосподарськими культурами наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6. **Винос мікроелементів з урожаєм основної продукції сільськогосподарськими культурами, г/т**

Культура	Fe	Mn	Cu	B	Zn	Mo
Кукурудза на зерно	29	143	9	43	43	0,57
Пшениця озима	108	83	8	7	25	0,50
Буряки цукрові	3	20	1	9	2	0,05
Ріпак озимий	100	200	20	100	100	4,00
Ячмінь	86	100	8	7	20	0,60
Соняшник	60	133	17	133	100	1,00

Спираючись на ці дані та результати агрохімічних обстежень із визначення вмісту мікроелементів у ґрунтах, можна встановити потребу рослин та власне доцільність підживлення. Крім того, під час формування системи удобрення сільськогосподарських культур слід спиратися на дані щодо чутливості основних сільськогосподарських культур до нестачі елементів живлення (таблиця 4.7).

Таблиця 4.7. **Чутливість основних сільськогосподарських культур до нестачі елементів живлення**

Елемент живлення	Пшениця	Ячмінь	Овес	Рис	Горох	Кукурудза	Сорго	Соняшник	Ріпак	Соя	Льон	Конюшина	Люцерна	Буряки цукрові	Картопля	Капуста	Цибуля, часник	Огірки	Морква	Томати, перець	Редька	Мак	Гречка	Кавун, диня
B																								
Mn																								
Cu																								
Zn																								
Fe																								
Mo																								
S																								

Примітка:

Низька чутливість

Середня чутливість

Висока чутливість

Не завжди аграрії мають сучасні інструменти діагностики рослин та оперативного визначення забезпеченості їх елементами живлення. А отже, важливим є розуміння візуальних ознак нестачі елементів живлення у основних сільськогосподарських культур (таблиця 4.8).

Таблиця 4.8. **Візуальні ознаки нестачі елементів живлення**

Візуальний прояв ознаки	Елемент живлення										
	N	P	K	Mg	Fe	Cu	Zn	B	Mo	Mn	Надлишок елемента
Пожовтіння молодих листків					■					■	
Пожовтіння середніх листків									■		
Пожовтіння старих листків	■		■	■			■				
Пожовтіння між листковими жилками				■						■	
Опадання старих листків	■										
Листкові пластинки закручуються вверх				■							
Листкові пластинки закручуються вниз			■			■					■
Підсохлі краї молодих листків								■			
Підсохлі краї старих листків	■						■				
Молоді листки пом’яті			■				■	■	■		
Некрози			■	■	■		■			■	
Чахлі листки	■	■									
Темно-зелені/фіолетові листки та стебла		■									
Блідо-зелений колір листків	■								■		
Плями							■				
Рослини видовжені	■										
М’яке стебло	■		■								
Жорсткі/ламкі стебла		■	■								
Сходи гинуть			■					■			
Чахла (недорозвинена) коренева система		■									
Пониклі рослини						■					

Зважаючи на те, що фізіологічна роль елементів живлення в рослинах приблизно однакова, є можливість визначати нестачу того чи іншого елемента, спираючись на знання фізіології та особливості його трансформації в рослині загалом. Хоча в різних культур можуть бути деякі відхилення у візуальному прояві ознаки, принципових розбіжностей за такої уніфікації даних візуального прояву нестачі елементів живлення немає.

Застосування мінеральних добрив − це обов’язковий пункт в алгоритмі дій сучасного агронома. Але через недбалість або недосконаліть складу цей, здається, корисний процес може нашкодити і культурам, і екології загалом.

Якщо для виготовлення добрив використовують неякісну сировину, яка містить значну кількість шкідливих домішок, це призводить до наявності у їхньому складі солей важких металів та радіоактивних ізотопів.

Недотримання належного дозування та термінів, неврахування тривалості дня та часу сівби за внесення азотних добрив призводить до накопичення в сільськогосподарській продукції шкідливих нітратів.

А отже, важливим є розуміння можливості поєднання елементів живлення рослин у процесі створення комбінованих добрив (таблиця 4.9).

Таблиця 4.9. **Можливості поєднання елементів живлення рослин у процесі створення комбінованих добрив**

	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Si	Cl	Na	B	Mn	Cu	Zn	Mo
N															
P															
K															
Ca															
Mg															
S															
Fe															
Si															
Cl															
Na															
B															
Mn															
Cu															
Zn															
Mo															

Примітка:

Антагоністи – надлишок одного елемента призводить до дефіциту іншого

Синергісти – допомагають один одному

Блокують один одного

Загалом переваги комплексних добрив є беззаперечними: містять два і більше елементи мінерального живлення, що забезпечує їхню високу позиційну доступність рослинам; містять водорозчинні легкодоступні рослинам сполуки елементів мінерального живлення; містять менше баластних сполук; випускаються із широким спектром використання на всіх типах ґрунтів та для забезпечення фізіологічних особливостей різних сільськогосподарських культур; забезпечують сталу врожайність, поліпшену якість та екологічність продукції, яку можна застосовувати для дитячого і дієтичного харчування; забезпечують зниження витрат на транспортування, зберігання та використання.

У разі застосування різних варіантів позакореневого підживлення та особливо за умови широкої популяризації рідких добрив є можливість у межах господарства формувати власні композиції відповідно до культури та забезпечення елементами живлення в ґрунті. Знання про можливості поєднання елементів живлення покликані допомогти в цьому та забезпечити формування максимально ефективної композиції суміші добрив.

Упродовж останніх років в Україні спостерігається співвідношення між полі- та монокомпонентними мікродобривами в пропорції 3:1. Тобто приблизно 25% ринку займають монокомпонентні добрива, а 75% – полікомпонентні. Це є досить логічним, оскільки спрямована корекція дефіциту, що здійснюється монокомпонентним добривом, має бути продуманою, науково та економічно обґрунтованою. Внесення ж коктейлю з макро- та мікроелементів ми б радше назвали профілактикою дефіциту, що може бути доречною без жодних показань. Слід пам'ятати, що в останньому випадку приріст урожаю та поліпшення якості зумовлені не скільки поглинанням рослиною самих мікроелементів, стільки їхнім опосередкованим впливом на засвоєння макроелементів (Білєра, 2017).

Як свідчать результати обстеження ґрунтів на кислотність у господарствах Київщини, 75–80% полів потребують вапнування. Вапнякові матеріали (дефекат, волинські зернисті фосфорити $CaCO_3$ та ін.) краще вносити під попередник буряків – пшеницю озиму або безпосередньо під буряки. Норму їх внесення розраховують за показником гідролітичної кислотності ґрунту, помноженим на 1,8. Наприклад, якщо ґрунт має гідролітичну кислотність 2,5 мг-екв на 100 г ґрунту, то норма внесення вапна ($CaCO_3$) становить 4,5 т (2,5 × 1,8).

Доступність елементів живлення залежно від рівня кислотності ґрунту може значно змінюватися, що потрібно враховувати під час планування системи удобрення сільськогосподарських культур (рис. 4.3).

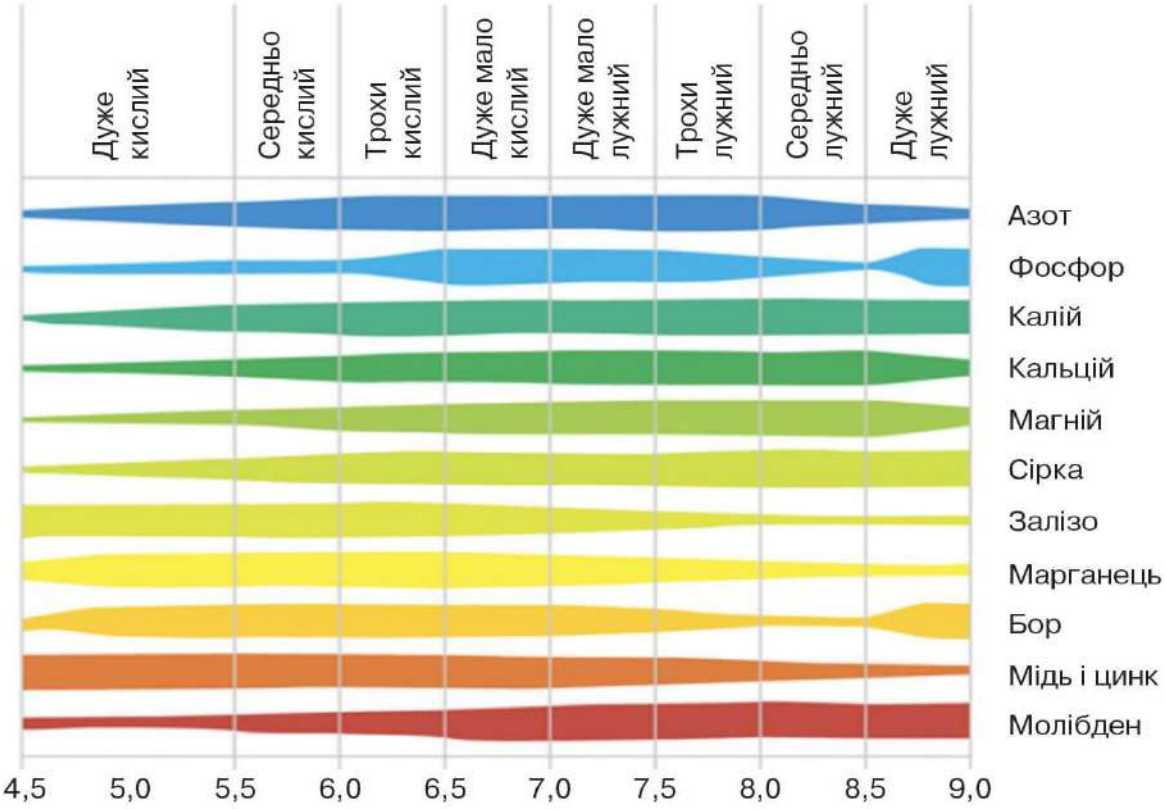


Рис. 4.3. Доступність елементів живлення залежно від рівня pH ґрунту (Білєра, 2017)

Окрім доступності також різко змінюється і засвоюваність елементів живлення залежно від реакції ґрунтової витяжки (рис. 4.4).

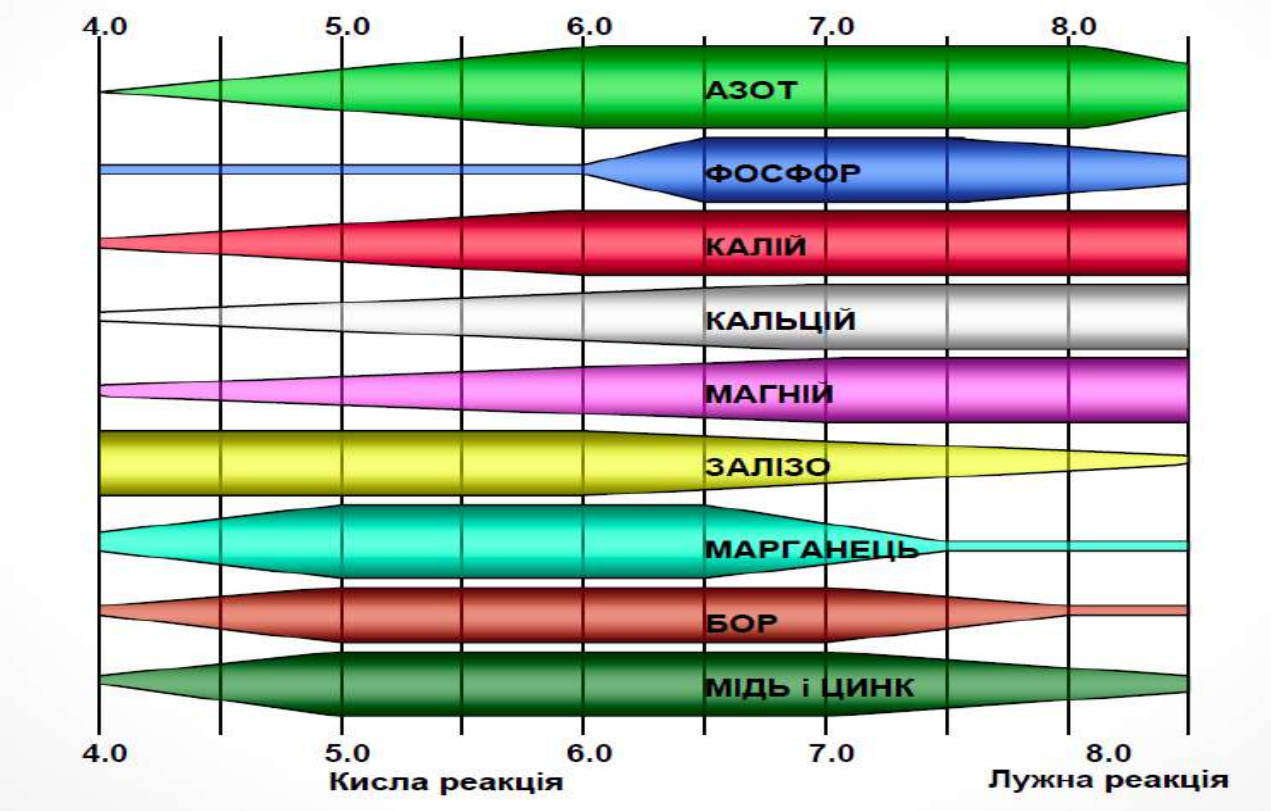


Рис. 4.4. Засвоюваність елементів живлення залежно від реакції ґрунтової витяжки

На ґрунтах солонцюватого типу, для яких характерні надлишок умісту натрію у вбирному комплексі та лужна реакція ґрунтового розчину, з метою поліпшення несприятливих умов для росту та розвитку рослин потрібно проводити гіпсування. Гіпс, фосфогіпс вносять перед основним обробітком ґрунту згідно з ґрунтовою діагностикою.

За даними Головного управління агропромислового розвитку Київської облдержадміністрації, в Тетіївському районі підлягають вапнуванню понад 16 тис. га сільськогосподарських земель (Покотило та ін., 2008).

4.5. Агротехнічні заходи удосконалення та оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур

Ґрунтозахисні заходи. За даними ННЦ «Інститут землеробства НААН України» у структурі сільськогосподарських угідь Київщини рілля займає 83,7%, багаторічні насадження – 2,5%, сіножаті – 6,4%, пасовища – 7,5%. Тому з метою поліпшення екологічної ситуації, зменшення ерозійних процесів, зупинки деградації ґрунтового покриву і досягнення відтворення родючості ґрунтів варто здійснювати комплекс протиерозійних заходів, які мають містити:

а) контурно-меліоративну організацію території: ерозійні землі та схили крутизною понад 5º підлягають поступовому виведенню з ріллі під залуження та заліснення на площі 25,1 тис. га;

б) вивести з ріллі під постійну консервацію сильнодефльовані (вітрова ерозія) землі на площі 5,4 тис. га;

в) вивести під тимчасову консервацію (до 10 років) землі на схилах крутизною від 3 до 5º сильно- та середньоеродовані з подальшим їх залуженням або заліснення на площі 37,3 тис. га;

г) введення ґрунтово-захисних сівозмін. Для поліпшення ґрунтозахисної здатності посівів запроваджувати ґрунтозахисну зерно-трав'яну сівозміну з набором культур: ячмінь ярий – ріпак озимий (післяжнивно) – трави багаторічні – пшениця озима;

ґ) удосконалення структури посівних площ шляхом розміщення посівів багаторічних трав, озимих культур і їхніх сумішок;

д) ефективні агротехнічні прийоми підвищення протиерозійної стійкості та поліпшення показників родючості ґрунту. На схилових землях Правобережного Лісостепу крутизною не більше 5–6º застосовувати мілкий плоскорізний на 10–12 см зі щілюванням до 40 см та плоскорізний на 20–22 см обробіток, який треба здійснювати, як і сівбу, по контуру схилу (Покотило та ін., 2008).

Сучасні сорти та гібриди сільськогосподарських культур переважно інтенсивного типу і забезпечують найбільшу реалізацію свого досить високого біологічного потенціалу продуктивності, якщо технологія їх вирощування адаптована до умов довкілля, тобто має динамічний характер і відповідним чином реагує на всі зміни біологічної ситуації в агрофітоценозах в окремі періоди вегетації і на конкретному полі залежно від сортових особливостей.

У сучасних умовах сорти та гібриди сільськогосподарських культур є найважливішим чинником інтенсифікації рослинництва. Саме з ними, завдяки створенню та освоєнню у виробництві нових продуктивніших сортів та гібридів зернобобових культур, адаптованих до ресурсоощадних технологій їх вирощування, пов'язаний відомий феномен «зеленої революції» у світовому і вітчизняному землеробстві, рослинництві.

В Англії послідовна зміна поколінь сортів забезпечила підвищення врожайності пшениці озимої на 3 т/га вже до 1985 р. (Галашевський, 1993).

В Україні в останні 30 років XX ст. урожайність продовольчих зернових культур завдяки чиннику сорту (гібрида) збільшилась у 2,1 рази, а врожайність пшениці озимої 5–6 т/га вже у 80-х рр. стала нормою (Сайко, 1987).

За даними Всесвітньої організації продовольства, завдяки підвищенню ефективності використання сортів, щороку додатково виробляють понад 20% продукції землеробства. Доведено, що врожайність різко знижується внаслідок несвоєчасного проведення сортозміни. Узагальнені розрахунки свідчать, що недобір зерна з цієї причини загалом по Україні щорічно перевищує 3,0–3,5 млн т (Трибель, 2006; James, 1967).

Упродовж 2001–2008 рр. у Білоцерківському районі вирощували ячмінь ярий сортів Оболонь і Скарлет. У середньому за 2001–2005 рр. не встановлено

переваги одного сорту над іншим. Проте в деякі роки генетичний потенціал цих сортів значно відрізнявся. Так, у 2003 р. урожайність сорту Оболонь становила 3,50 т/га, Скарлет – 3,04, у 2006 р. – 2,70 і 3,38 т/га відповідно. Загалом протягом семи років урожайність ячменю ярого сорту Оболонь змінювалася в межах 2,5–4,0 т/га, сорту Скарлет – 2,36–4,60 т/га.

Упродовж 2006–2008 рр. у Білоцерківському районі, окрім названих сортів, вирощували ячмінь ярий Вакула та Джерзей. У середньому за три роки вищу врожайність отримано у сорту Джерзей (3,8 т/га), порівнюючи із сортом Вакула (3,69 т/га), а у 2006 р. ця різниця становила 1,0 т/га (Вахній, 2011).

За даними ННЦ «Інститут землеробства» у структурі посівних площ Київської області у 2008 р. зернобобові займали 36,1 тис./га (3,2%), з них горох – 34,0 тис./га (3,0%), у 2010 р. (прогноз) – 40,0 тис./га (4,4%) і 38,0 тис./га (4,2%), у 2015 р. (прогноз) – 35 тис./га (5,2%) і 35 тис./га (4,8%) відповідно (Покотило та ін., 2008).

Встановлено, що найбільш адаптивними до умов Центрального Лісостепу України є сорти гороху Інтенсивний 92, Інтенсивний 97, Харді, Уладівський харчовик, Вінець, Дамір 2, Мадонна, Луганський, Готівський. У середньому за 2003–2005 рр. у Володарському районі врожайність зерна гороху сорту Інтенсивний 92 становила 3,38, Уладівський харчовик – 3,25 т/га; у середньому за 2005–2007 рр. – сорту Харді – 3,26, Мадонна – 3,01 т/га (Вахній, 2011).

Гібриди кукурудзи, створені вітчизняними селекціонерами, переважно трилінійні, мають низку переваг, порівнюючи з простими гібридами закордонної селекції, пропонованими для реалізації в Київській області. Це гібриди Колективний 100 СВ, Київський 271 М, Петрівський 169 СВ, Планета 180, Маслівський 208 СВ, Нептун СВ, Титан 220 СВ, Десна СВ, які характеризуються високою врожайністю зерна і силосу, стійкістю проти основних хвороб, шкідників та вилягання (Покотило та ін., 2008).

Валові збори зерна пшениці озимої в Україні переважно забезпечено завдяки зростанню посівних площ. Так, під урожай 2014–2016 рр. висівалося 6,4; 6,8 та 7,0 млн га відповідно.

Проте генетичний потенціал нового покоління високопродуктивних сортів, що є найкращим досягненням селекції, загалом по Україні реалізується лише на 40–45% (Бурденюк-Тарасевич, 2006).

У Володарському районі Київської області за сприятливих гідротермічних умов 2004–2006, 2008 рр. кількість рослин пшениці озимої становила 254–258 шт./м^2, а густота продуктивного стеблостою була в межах 550–670 шт./м^2. Найбільшу врожайність зафіксовано у 2004 р. на площі 76,2 га – у середньому 5,65 т/га, а сорту Елегія на площі 8 га – 9,44 т/га; у сортів Октава, Миронівська ранньостигла, Весто (на площі 60 га) у середньому за ці роки врожайність становила 7,53; 7,26 т/га відповідно; у сортів Миронівська 65 (на площі 723 га) – 7,02, Олеся (на площі 942 га) – 6,75 т/га. За несприятливих гідротермічних умов 2007 р. (ГТК у період вегетації – 0,5) урожайність пшениці озимої в середньому по району і всім сортам становила 3,74 т/га, зокрема в сорту Елегія – 6,22 т/га

(площа – 27 га), Вікторія Одеська – 5,84 т/га (площа – 30 га), Деметра – 5,37 т/га (площа – 392 га) (Вахній, 2011).

Значну продуктивність в умовах області забезпечують сорти ячменю ярого Аскольд, Гетьман, Джерзей, Оболонь, Скарлет, Пасенда, Вакула (Покотило та ін., 2008).

Продуктивність агрофітоценозів бурякового поля в системі виробництва визначають насамперед ланкою «сорт/гібрид – насіння». Тому важлива роль у формуванні високої врожайності та технологічних якостей коренеплодів належить сортовим особливостям цукрових буряків. Розроблення і впровадження Української інтенсивної технології вирощування цукрових буряків стало можливим завдяки створенню селекціонерами високопродуктивних генетично однонасінних сортів, а також гібридів на основі ЦЧС. В Україні з 1980-х рр. відбулися суттєві зміни сортового складу насіння цукрових буряків. На зміну поліплоїдним прийшли гібриди, створені на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС). У 1981 р. в Черкаській області, а з 1982 р. ще в шести областях України і Джамбульській області Казахстану уперше було районовано вітчизняний диплоїдний ЧС гібрид Ювілейний. Уже в 1982 р. під ним було зайнято приблизно 25 тис. га фабричних буряків.

За даними Національної асоціації цукрових буряків України, у 2002 р. посіви гібридів цукрових буряків загалом по країні становили 357,3 тис. га (38,3% від загальної площі культури). Найбільші площі посівів гібридів були в Черкаській (51,7 тис. га), Київській (43,4 тис. га) та Харківській (40,2 тис. га) областях (75,4; 52,1 і 50,3% від загальної площі відповідно). Серед них найбільшу площу (12,7 тис. га) займали посіви гібрида Український ЧС 70. Іноземні гібриди у 2002 р. було висіяно на площі 12,7 тис. га (Борисюк, Бондар, 2002).

До Державного реєстру сортів рослин України станом на 2009 р. занесено понад 120 однонасінних сортів та гібридів буряків цукрових вітчизняної та спільної з іноземними фірмами селекції. На значних площах в Україні вирощують вітчизняні однонасінні сорти та гібриди, які за комплексом ознак (продуктивність, екологічна стабільність, стійкість проти хвороб, особливо гнилей коренеплодів, висока потенційна продуктивність насінників в умовах України) є конкурентоспроможними. Крім того, вони адаптовані до зональних варіантів української інтенсивної технології виробництва культури.

Створено однонасінні ЧС гібриди Іванівський ЧС 33, Український ЧС 70, Уманський ЧС 76, Уладово-Верхняцький ЧС 37, Білоцерківський ЧС 57, Ялтушківський ЧС 72, Слов'янський ЧС 94, Олександрія, Каверось, Ярина, Іванівсько-Веселоподільський ЧС 84, Уманський ЧС 90, Уманський ЧС 97 та інші. Гібридами нового покоління з високим потенціалом продуктивності стали конкурентоспроможні гібриди КВ-Десна, КВ-Дніпро, КВ-Степ, Ворскла, Анічка, Максим, Константа, Ромул, Шевченківський, Ольжич, Явір, рекомендовані для вирощування в зонах Полісся, Лісостепу і Степу України. Збір цукру в таких гібридів перевищує показники групових стандартів на 7,0–17,9%, вони не поступаються кращим зарубіжним зразкам (Роїк та ін., 2004, 2005, 2009).

Дослідження щодо впливу сортових особливостей на ріст, розвиток та продуктивність буряків цукрових також проводили впродовж 2006–2008 рр. у ДП ДГ «Шевченківське» Тетіївського району Київської області. Для сівби використовували насіння гібридів Білоцерківський ЧС 57, Український ЧС 72, Шевченківський фракції 3,5–4,5 мм із майже однаковою лабораторною схожістю в межах 80–90%. За роки досліджень усі гібриди, що вивчали, забезпечили врожайність понад 30 т/га, цукристість коренеплодів – у межах 14,5–16,0%, збір цукру – понад 5 т/га. Найпродуктивнішим із гібридів виявився Шевченківський, середня врожайність якого становила 43,2 т/га, цукристість коренеплодів – 15,5%, збір цукру – 6,7 т/га. У гібридів Білоцерківський ЧС 57 і Український ЧС 72 ці показники були майже однаковими, проте менші порівняно з гібридом Шевченківський. В усіх гібридів, що вивчали, найбільшу врожайність коренеплодів відзначено у 2008 р. за густоти стояння рослин перед збиранням 100–105 тис./га, ГТК вегетаційного періоду – 1,1. Найменшою цукристість коренеплодів була у 2007 р. за густоти стояння рослин 74–78 тис./га, ГТК – 0,5 (Балагура, 2011).

Сівозміни. Вирощування різних культур у науково обґрунтованих сівозмінах створює найкращі фітосанітарні умови, запобігає ерозії ґрунту, збільшує запас органічної речовини, поліпшує фізичні властивості ґрунту та родючість.

У сівозміні найбільш продуктивно використовується ефективна родючість ґрунту і підвищується дія кожного прийому вирощування сільськогосподарських культур та їхня врожайність – у середньому на 20–25% (Греков та ін., 1969).

За умов гострої економічної кризи, дефіциту та дорожнечі добрив вирішальна роль у збереженні потенціальної родючості ґрунту належить плодозмінним сівозмінам. Д. М. Прянишников зазначав, що Європа за допомогою плодозміни за 100 років подвоїла врожай зернових. Також він виділив чотири основи чергування культур – хімічні, фізичні, біологічні, економічні, що передбачають вплив правильного чергування культур на умови живлення рослин, структуру, фізичні властивості та вологість ґрунту, зменшення бур'янів, шкідників і хвороб культурних рослин, організаційно-господарське значення (Прянишников, 1952).

В Англії, Бельгії, Німеччині, Нідерландах за 70–80 років освоєння сівозмін (1850–1960 рр.) урожаї зерна більш ніж подвоїлися, досягнувши в середньому 1,6–1,7 т/га. У наступне століття (впродовж 1960–1970 рр.) після масового застосування мінеральних добрив, впровадження нових більш продуктивних сортів і гібридів, удосконалення механічного обробітку і багатьох інших заходів агротехніки врожаї ще раз подвоїлись, досягнувши 3,5–4,3 т/га. Різко зросло виробництво концентрованих, соковитих і грубих кормів, що створило умови для розвитку високопродуктивного тваринництва (Моргун, 1988).

Через необхідність вирішення ключової проблеми землеробства і рослинництва – збільшення виробництва зерна високої якості за одночасного підвищення родючості ґрунту – плодозмінні сівозміни стали більш насиченими високопродуктивними зерновими, зернобобовими і зернофуражними культурами.

Останнім часом значного поширення набули плодозмінні сівозміни з короткою ротацією в орендних колективах і фермерських господарствах (Цвей, 2006).

Варто зазначити, що питання оптимального насичення зерновими культурами плодозмінних сівозмін із короткою ротацією є невирішеним. Нез'ясованими залишаються й питання глибини, способів і заходів основного обробітку ґрунту в цих сівозмінах залежно від рівня удобрення. Якщо для зерно-просапних сівозмін Лісостепу вже проведено певні дослідження стосовно основного обробітку ґрунту і застосування добрив, то для плодозмінних сівозмін вони відсутні (Примак та ін., 2003).

Високі врожаї сільськогосподарських культур можливі тільки за наявності в ґрунті достатньої кількості вологи протягом усієї вегетації. За дефіциту вологи в той чи інший проміжок часу порушуються процеси транспірації, засвоєння елементів живлення, фотосинтез. Щільність та твердість, уміст повітря, теплоємність та водопроникність регулюються шляхом обробітку ґрунту.

Вологозабезпеченість сільськогосподарських культур залежить як від природних, так і антропогенних чинників. З них об'єктивними є кліматичні й погодні умови, а суб'єктивними – розміщення культур у сівозмінах і структура останніх, а також спосіб і глибина основного обробітку ґрунту.

Найважливішою з економічного погляду та найбільш біологічно продуктивною культурою польових сівозмін Лісостепу є буряки цукрові. Вони використовують і найбільше вологи з ґрунту. Через розміщення після пшениці озимої до сівби буряків проходить тривалий час, і запаси вологи в ґрунті, завдяки осінньо-зимовим опадам, поповнюються. Під час застосування мілкого й безполицевого (плоскорізного) обробітків ґрунту його агрофізичні показники (щільність, водопроникність) погіршуються, але весняні запаси вологи в шарі 1,5 м в усіх зонах бурякосіяння на чорноземах майже такі самі, як і за раніше рекомендованої оранки під буряки на глибину 30–32 см.

На час сівби пшениці озимої та за відновлення нею вегетації середня багаторічна кількість продуктивної вологи в шарі ґрунту 1,5 м після різних попередників (конюшина на один укіс, горох, кукурудза на зелений корм, на силос молочної та молочно-воскової стиглості) та способів обробітку ґрунту в зоні нестійкого зволоження майже однакова, а в зоні недостатнього зволоження після кукурудзи молочно-воскової стиглості та за повторного посіву пшениці дещо більша на фоні поверхневого і безполицевого обробітку. За цих способів підготовки поля під озимі в посушливі роки більше вологи міститься в орному шарі, що гарантує одержання кращих сходів.

На території України відомо понад 300 видів бур'янів, які пригнічують посіви, висушують ґрунт та ускладнюють його обробіток, перешкоджають догляду за посівами і збиранню врожаю, зменшують його та погіршують якість продукції (Матушкін, 1983; Іващенко, 1986; Ткаченко та ін., 1990). Також зросла потенційна забур'яненість орного шару ґрунту (Зосимович, 1957; Іващенко, 1986 ; Іващенко, 2001).

На важливе значення сівозміни у контролюванні бур'янів вказували М. А. Греков, С. С. Рубін, О. В. Фісюнов та ін. (Греков та ін., 1969; Рубин, 1977; Саблук, 2002).

У сучасних умовах, вирішуючи питання про концентрацію буряківництва, важливо знати тенденцію зміни забур'яненості посівів. Буряки цукрові належать до групи культур зі слабкою конкурентною здатністю стосовно бур'янів, тому насичення ними сівозмін створює потенційну небезпеку росту її забур'янення. За систематичного захисту посівів від бур'янів збільшення рівня забур'янення в сівозміні за насичення її цією культурою не відбувається.

За даними Інституту цукрових буряків УААН, у сівозміні з 10% буряків у середньому на 1 га в шарі ґрунту 0–30 см було 1,5 млрд насінин бур'янів; за 20% – 1,4 млрд; 30% – 1,3 млрд насінин/га. Також спостерігається зменшення забур'яненості посівів у сівозміні з 30% концентрацією буряків цукрових, порівнюючи із забур'яненістю в сівозміні, де частка їх становила 10 і 20% (Барштейн та ін., 2000).

У дослідах Уманського сільськогосподарського інституту питома вага буряків цукрових у сівозміні не впливала на рівень забур'яненості посівів (Рубин, 1977), а в дослідах Всеросійського НДІ цукрових буряків і цукру відзначено збільшення кількості бур'янів від 146 до 267 шт./м^2; 383 шт./м^2 у разі підвищення частки буряків у сівозміні з 10 до 30 і 40% (Греков та ін., 1969).

На Уладово-Люлинецькій ДСС за частого повернення буряків на попереднє поле кількість насіння бур'янів у ґрунті зростає. Так, у середньому за три роки під час сівби буряків цукрових і через 1 рік кількість насіння бур'янів в орному шарі (0–30 см) становила 256–260 млн шт./га, а за сівби через 2–5 років на попередньому полі – 190–229 млн шт./га. Особливо збільшувалася кількість насінин бур'янів за повторної сівби у верхньому шарі ґрунту (0–10 см), де вона становила 137 млн проти 49–79 млн шт./га в разі однорічних та п'ятирічних перерв. Таке різке збільшення кількості насіння бур'янів у верхньому шарі ґрунту під повторним посівом буряків цукрових можна пояснити тим, що в ньому обробіток ґрунту два роки підряд проводили на одну й ту саму глибину, тому насіння, яке було загорнуте в ґрунт попереднього року разом із гноєм у нижню частину орного шару, у поточному повернулося на поверхню і проростало (Барштейн та ін., 2000).

Після розширення площі посівів зернових культур збільшилася кількість насіння бур'янів в орному шарі та змінилася структура забур'яненості. Так, зі збільшенням частки зернових культур у сівозміні з 50 до 60 і 70%, кількість насінин бур'янів зростала з 20,4 до 28,0 і 32,3 тис. шт./м^2 , а за монокультури пшениці озимої – до 67,7 тис. шт./м^2 (Силаков, Балан, 1987).

Застосування добрив неоднаково впливає на рівень забур'яненості культур у сівозміні. Так, на Білоцерківській ДСС на удобреному фоні різко зменшилася забур'яненість посівів пшениці озимої: у першій ланці плодозмінної сівозміни кількість бур'янів на удобреному фоні в другій ротації була у 6,3 рази меншою ніж на неудобреному, просапній – у 2,5, зерно-просапній – у 4,4 рази. У другій ланці – у 6,6; 3,3 та 3,7 рази, у третій – у 3,3; 1,4 та 3,9 рази відповідно.

Рівень забур'янення посівів буряків цукрових був однаковим або вищим на неудобреному фоні. Внесення добрив сприяло зменшенню частки злакових видів бур'янів і збільшенню дводольних. На Веселоподільській ДСС посіви пшениці

озимої на удобреному фоні були також менш забур'яненими, а буряків цукрових – більше; запаси насіння бур'янів у полі буряків цукрових у верхньому 5-сантиметровому шарі ґрунту зерно-паропросапної сівозміни на неудобреному фоні становили 38 тис. насінин/м^2, у плодозмінної і просапної – 61 і 69 тис./м^2 відповідно.

Введення в сівозміну чорного пару дало змогу зменшити кількість насіння бур'янів у верхньому шарі ґрунту в 1,6–1,8 рази. Ефективна дія чорного пару пояснюється більшою схожістю насіння в паровому полі та знищенням сходів за наступного суцільного обробітку.

На Іванівській дослідній станції в середньому за 8 років кількість бур'янів у посівах буряків цукрових, які вирощували в ланці з чорним паром, була в 1,5 рази меншою, ніж у ланці з кукурудзою на силос і зелений корм (Барштейн та ін., 2000, Барштейн та ін., 2002).

У контролюванні багаторічних бур'янів дуже ефективними є післяукісні посіви конкурентоспроможних стосовно бур'янів проміжних культур. Загибель рослин пирію повзучого під покривом зернових культур становила лише 24–33%, тоді як зернобобові культури, особливо за підвищених норм висіву насіння, пригнічували на 60–71%, а дворазові посіви редьки олійної на зелену масу зменшували рівень забур'янення на 79–93%. У разі поєднання посівів жита озимого на зелений корм із дворазовою сівбою олійної редьки досягали майже повного знищення кореневищ пирію. Отже, одним із засобів контролювання рівня забур'яненості посівів буряків цукрових є дотримання науково обґрунтованого чергування культур у сівозміні з урахуванням насичення її буряками цукровими, ланки сівозмін, системи обробітку ґрунту і удобрення (Барштейн та ін., 2000; Барштейн та ін., 2002).

Розміщення в сівозміні. Одним із кращих попередників, наприклад, для фабричних буряків у зоні достатнього зволоження є пшениця озима після багаторічних трав на один укіс, вико-вівсяних сумішок та гороху. За багаторічними даними Уладово-Люлинецької ДСС, урожайність коренеплодів у ланках з конюшиною на один укіс, зайнятим паром (кукурудза на ранній силос) або з горохом була майже однаковою. У ланці з горохом вища цукристість забезпечила підвищення збору цукру на 0,33 т/га. Багаторічні трави сприяють пригніченню бур'янів, захисту ґрунту від ерозії та накопиченню в ньому органічних речовин, тому буряки цукрові треба розміщувати насамперед у цій ланці сівозміни. Друге поле буряків потрібно сіяти після пшениці озимої, що йшла після гороху, а коли необхідно, й у ланці з кукурудзою на зелений корм і силос. Якщо багаторічні трави в сівозміні використовують два роки, то це призводить до підвищення забур'яненості посівів, розвитку шкідників (дротяники, сірий довгоносик) і зменшення врожаю буряків. На Уладово-Люлинецькій ДСС у ланці з багаторічними травами двох років використання урожай буряків був менший на 3,6 т/га ніж у ланці з травами одного року використання (Шубенко, 2002; Цвей, 2006). Отже, у зоні достатнього зволоження Уладово-Люлинецька ДСС рекомендує таке чергування культур у зерно-буряковій сівозміні:

1 – озимі на зелений корм, однорічні трави на зелений корм і сіно, кукурудза на зелений корм і силос; 2 – пшениця озима; 3 – буряки цукрові; 4 – ярі зернові з підсівом багаторічних трав; 5 – багаторічні трави; 6 – пшениця озима; 7 – буряки цукрові; 8 – горох; 9 – пшениця озима; 10 – буряки цукрові, кукурудза, картопля.

У зоні нестійкого зволоження найбільші врожаї буряків цукрових отримують у ланці чистий або ранній зайнятий пар – пшениця озима – буряки цукрові. У північній і західній частинах цієї зони заміна чистого пару на зайнятий сприяє підвищенню продуктивності сівозміни і не знижує вихід коренеплодів буряків цукрових. У цій зоні замість багаторічних трав часто висівають горох, який як попередник озимих не поступається багаторічним травам на один укіс, але для наступних за озимими буряків цукрових він є менш цінним. Так, у разі заміни багаторічних трав на горох на Іванівській ДСС урожайність коренеплодів зменшилася на 4,7 т/га, на Веселоподільській – на 4,9 т/га.

У зоні нестійкого зволоження перевагу віддано сівозмінам із таким чергуванням культур: 1 – багаторічні трави; 2 – пшениця озима; 3 – насінники буряків цукрових або фабричні буряки цукрові; 4 – однорічні трави; 5 – пшениця озима; 6 – маточні або фабричні буряки цукрові; 7 – кукурудза на силос і зелений корм; 8 – пшениця озима; 9 – буряки цукрові; 10 – ячмінь, овес із підсівом багаторічних трав.

У зоні нестійкого зволоження найбільші врожаї буряків цукрових мають у ланці чистий або ранній зайнятий пар – пшениця озима, буряки цукрові. У північній і західній частинах цієї зони заміна чистого пару на зайнятий сприяє підвищенню продуктивності сівозміни і не знижує врожайність коренеплодів буряків цукрових.

У цій зоні замість багаторічних трав часто висівають горох, який як попередник озимих не поступається багаторічним травам на один укіс, але для наступних за озимими буряків цукрових він є менш цінним. Так, у разі заміни багаторічних трав на горох на Іванівській ДСС урожайність коренеплодів зменшилася на 4,7 т/га, на Веселоподільській – на 4,9 т/га (Цвей, 2006; Цвей, 2007).

У зоні нестійкого зволоження перевагу віддано сівозмінам із таким чергуванням культур: 1 – багаторічні трави; 2 – пшениця озима; 3 – насінники буряків цукрових або фабричні буряки цукрові; 4 – однорічні трави; 5 – пшениця озима; 6 – маточні або фабричні буряки цукрові; 7 – кукурудза на силос і зелений корм; 8 – пшениця озима; 9 – буряки цукрові; 10 – ячмінь, овес із підсівом багаторічних трав.

У зоні недостатнього зволоження, де за рік випадає в середньому менше ніж 450 мм опадів, найбільш стійкі й високі врожаї буряків цукрових вирощують після пшениці озимої по чорному і ранньому зайнятому пару. Введення в десятипільну сівозміну з чорним паром другого поля буряків цукрових сприяє значному підвищенню ефективності використання ріллі.

У зерно-бурякових сівозмінах зони недостатнього зволоження найдоцільнішим є таке чергування культур: 1 – пар чорний і пшениця на зелений корм; 2 –

пшениця озима; 3 – буряки цукрові або насінники; 4 – однорічні культури на зелений корм і ранній силос; 5 – пшениця озима; 6 – кукурудза на зерно; 7 – ярі з підсівом багаторічних трав; 8 – багаторічні трави на один укіс; 9 – пшениця озима; 10 – маточні або фабричні буряки цукрові, соняшник, кукурудза на силос і зерно.

Через концентрацію буряківництва актуальним стає питання оптимального насичення сівозмін буряками цукровими. Часте повернення культури на попереднє місце шкідливе насамперед через посилене розмноження і підтримання високого рівня розвитку специфічних хвороб і шкідників, особливо бурякової нематоди.

У зоні достатнього зволоження внесення достатньої кількості органічних і мінеральних добрив, розширення посівів буряків цукрових у сівозміні від 20 до 30% дає змогу збільшити їх виробництво, майже не знижуючи врожайності й валового збору інших культур.

У зоні нестійкого зволоження буряки цукрові займають 15–18% посівів. За насичення ними сівозмін помітно погіршується вологозабезпеченість культур. У разі потреби рівень концентрації буряків цукрових у південних і південно-західних районах цієї зони можна підвищити до 20, а в північних – до 25% (за близького залягання ґрунтових вод – до 30%), повернувши їх на попереднє місце через 4–6 років за умови двох полів у 8–12-пільних сівозмінах і через 3–4 роки – за умови трьох полів.

У зоні недостатнього зволоження буряки цукрові займають 6–13% ріллі. Рівень насичення сівозмін буряками цукровими в цій зоні можна збільшити до 20%, насамперед завдяки концентрації їх у господарствах, розміщених поблизу цукрових заводів.

Значення сівозміни для сільськогосподарських культур визначають переважно двома чинниками. По-перше, вони не витримують (особливо просапні культури) беззмінного вирощування. По-друге, біологічні особливості й агротехнології вирощування сільськогосподарських культур зумовлюють високу культуру землеробства, якої можна досягнути, дотримуючись сівозміни. В умовах інтенсифікації землеробства, з одного боку, а з іншого, недостатнього забезпечення рослин добривами, захисту рослин від бур'янів, шкідливих організмів та реформування сільського господарства, зростає роль короткоротаційних сівозмін, які найбільшою мірою забезпечать родючість ґрунту, урожайність та якість продукції на вирощуванні найвигідніших культур.

Індивідуальним фермерським господарствам сільськогосподарські культури рекомендовано вирощувати в сівозмінах із короткою ротацією:

А: 1 – однорічні культури на зелений корм і сіно, горох, рання картопля; 2 – пшениця озима; 3 – буряки цукрові.

Б: 1 – однорічні і багаторічні трави, гречка, горох; 2 – пшениця озима; 3 – буряки цукрові; 4 – ячмінь із підсівом трав, кукурудза, просо.

В: 1 – конюшина лучна; 2 – пшениця озима; 3 – буряки цукрові; 4 – горох; 5 – ячмінь + конюшина.

4.6. Агротехнічна оптимізація технології вирощування буряків цукрових

Польові дослідження виконували в 2014–2018 рр. на дослідному полі Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, розташованому в с. Ксаверівка-2 Білоцерківського району Київської області, в межах господарства ДП ДГ «Саливонківське» (таблиця 4.10).

Дослід 1

Таблиця 4.10. **Розробка елементів технології, спрямованих на підвищення толерантності до водного дефіциту буряків цукрових**

Волого-утримувач	Обробка ґрунту	Регулятор росту	Мікродобриво	№
Контроль	Контроль	Контроль	Контроль	1
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	2
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	3
		КЕЛПАК РК 2л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18)	Контроль	4
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	5
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	6
	Концентрат ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га)	Контроль	Контроль	7
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	8
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	9
		КЕЛПАК РК 2л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18)	Контроль	10
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	11
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	12
Вологоутримуючі полімери AQUASORB (300 кг/га)	Контроль	Контроль	Контроль	13
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	14
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	15
		КЕЛПАК РК 2л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18)	Контроль	16
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	17
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	18
	Концентрат ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га)	Контроль	Контроль	19
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	20
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	21
		КЕЛПАК РК 2л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18)	Контроль	22
			Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18)	23
			Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18)	24

Площа посівної ділянки – 50 м^2, облікової – 35 м^2, повторюваність дослідів – чотириразова. Для сівби використовували насіння, оброблене заводським способом композицією Форс Магна (Круїзер 600 FS 15 г д.р./п.о. + Форс 20 CS 6 г д.р./п.о.) та фунгіцидом Максим XL з нормою витрати 12 мл/п.о.

Вологоутримувач Аквасорб (AQUASORB) з дозуванням 300 кг/га вносили під ранньовесняну культивацію суцільним способом за допомогою розкидача Amazone ZA-TS 3200. Концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт з дозуванням

20 л/га обробляли ґрунт перед культивацією за допомогою обприскувача Amazone UF з нормою витрати робочої рідини 200 л/га.

Вода є одним з найважливіших чинників формування життя на Землі, вона бере участь у переважній більшості процесів, пов'язаних із ростом і розвитком рослин, які в період активної вегетації на 75–90% складаються саме з води. Найвизначнішим процесом, у якому задіяна вода, є фотосинтез органічної речовини. Для формування 1 г сухої речовини рослинам потрібно від 200 до 1000 г води. Крім прямого впливу на рослини волога визначає мікробіологічну активність ґрунту, інтенсивність розкладання органічних сполук і накопичення в ґрунті рухомих поживних речовин.

Для успішного росту та розвитку бурякам цукровим необхідні достатні запаси вологи. Адже лише на формування 1 г сирої маси коренеплодів рослина витрачає 70–80 $см^3$, а на накопичення 1 г цукру в коренеплоді приблизно 450–500 $см^3$ води. Незважаючи на те, що транспіраційний коефіцієнт буряків цукрових становить 260–400 г води на формування 1 г сухої речовини, загальний рівень водоспоживання – 70–160 $м^3/т$.

Якщо аналізувати вегетаційний період культури, то найменше вологи буряки цукрові використовують у період розвитку листків: від першої до дев'ятої пар. Однак для проростання насіння, яке поглинає не менше 150–170% води від власної маси, у 20-сантиметровому шарі ґрунту потрібен запас вологи не менше 25 мм. А найбільша потреба рослин буряків цукрових у волозі спостерігається в період від змикання листків у рядку до змикання листків у міжряддях. Наслідком нестачі води може бути значне пригнічення рослин, навіть до втрати частини листків, зменшення маси рослини та, як наслідок, урожаю (табл. 4.11).

Таблиця 4.11. **Вміст вологи в ґрунті залежно від застосування вологоутримувача Aquasorb у нормі 300 кг/га, мм (2014–2018 рр.)**

Варіант	Дата обліку					
	ВВСН 01		ВВСН 30		ВВСН 49	
	шар ґрунту, см					
	0–50	0–100	0–50	0–100	0–50	0–100
2014						
Без вологоутримувача	89	182	76	149	55	86
AQUASORB	94	187	81	154	60	91
2015						
Без вологоутримувача	88	175	56	126	26	56
AQUASORB	93	180	61	131	31	61
2016						
Без вологоутримувача	111	209	56	125	23	33
AQUASORB	116	214	61	130	28	38
2017						
Без вологоутримувача	59	127	39	65	19	47
Aquasorb	64	132	44	70	24	52
2018						
Без вологоутримувача	76	152	53	120	37	58
AQUASORB	81	157	58	125	42	63

Якщо аналізувати запаси вологи в шарі ґрунту 0-50 см на час сівби буряків цукрових (ВВСН 01), то найкращим за цим показником був 2016 р., коли накопичилося 111–116 мм вологи, а от найбільш сухим – 2017 р. – 59–64 мм. Однак загалом це не завадило отримати дружні сходи буряків цукрових. Що стосується запасів вологи в метровому шарі ґрунту, то на час сівби буряків цукрових вони були дуже хорошими в період з 2014 по 2016 роки, і лише в 2017 спостерігалась градація від задовільних до хороших, а в 2018 році запаси вологи теж були на рівні хороших. Отже, за вологозабезпеченням для розвитку сходів буряків цукрових складались хороші умови на початку вегетаційного періоду.

А от у фазу змикання рядків (ВВСН 30) рівень доступної рослинам вологи в ґрунті знизився, адже цьому сприяли процеси випаровування, використання вологи рослинами та інфільтрації її в нижні шари ґрунту. Опади, що випадали впродовж вегетаційного періоду, мали нерівномірний характер розподілу. Однак критичних запасів вологи ми не спостерігали, хоча навіть наявність потенційно доступної рослинам вологи в ґрунті не означає те, що вона буде використана для росту та розвитку рослин буряків цукрових.

В цілому ж найнижчі запаси вологи в дану фазу росту та розвитку рослин були в шарі ґрунту 0–50 см в 2017 році, а кращі в 2014. Решта ж років, в які проводили дослідження, мали близькі до середніх показники наявності вологи у фазу розвитку рослин ВВСН 30.

Відповідно до отриманих закономірностей запаси вологи змінювались і в шарі ґрунту 0–100 см. Так як буряки цукрові досить активно використовують глибокі горизонти ґрунту, то в метровому шарі ґрунту хороші запаси вологи були в 2014 році, в 2017 році – погані, а в решту років задовільні.

А от на час технічної стиглості буряків цукрових (ВВСН 49) у шарі ґрунту 0–50 см найбільше вологи залишалось в 2014 та 2018 роках. В той же час в шарі ґрунту 0–100 см запаси вологи по усіх роках досліджень можна розцінити як погані та дуже погані. Що ще раз засвідчує активність засвоєння вологи буряками з цих шарів.

Також необхідно наголосити на тому, що запаси вологи не можуть дати уявлення стосовно доступності рослинам вологи, адже кількість опадів за доволі довгий період вегетації буряків цукрових дещо спотворює картину динаміки змін. Нами було визначено, що застосування вологоутримувача Aquasorb у нормі 300 кг/га дає змогу утримати в шарі ґрунту 0–20 см додаткові 5 мм вологи, що надзвичайно актуально на початку вегетаційного періоду. З огляду на те, що навесні щоденно з одиниці площі випаровується приблизно 1 мм вологи, такі додаткові запаси дають можливість розширити оптимальні строки сівби ще на один тиждень.

Крім того, розташовані близько до поверхні ґрунту структури гідрогелю збільшують ємність ґрунтового вбирного комплексу під час опадів, що мають зливовий характер. Останнім часом в Україні характерними є тривалі посушливі періоди, що чергуються з раптовими зливами. За досить короткий час випадає половина, а то й уся місячна норма опадів, що спричиняє значно більший

відсоток поверхневого стікання вологи, адже не всі ґрунти можуть ефективно поглинати такі об'єми води.

Аналізуючи багаторічні дані, отримані в дослідах інших науковців, слід зауважити, що найбільш актуальними питаннями визначення параметрів росту та розвитку буряків цукрових є встановлення їх стану на початкових етапах. Адже в подальшому, після формування ефективної кореневої системи та листкового апарату, а це як правило період після змикання листків в міжряддях (ВВСН 40), рослини здатні ефективно засвоювати елементи живлення, вологу та фотосинтетично активну енергію без істотного втручання людини.

Відповідно розробка елементів технології вирощування буряків цукрових задля уникнення рослинами стресів від екстремального та несприятливого впливу абіотичних факторів повинна стосуватись першої половини вегетації культури, як найбільш відповідального періоду життя рослин. А друга половина вегетаційного періоду розглядається виключно як коригуюча – коли необхідно втрутитись у технологію задля уникнення тимчасового дефіциту елемента живлення тощо (таблиця 4.12).

Таблиця 4.12. **Тривалість міжфазних періодів буряків цукрових, середнє за 2014–2018 рр.**

Варіант, №	Сходи-перша пара справжніх листків (ВВСН 09-12)	Перша пара-друга пара справжніх листків (ВВСН 12-14)	Друга пара-третя пара справжніх листків (ВВСН 14-16)	Третя пара справжніх листків-змикання рядків (ВВСН 14-30)	Змикання рядків-змикання міжрядь (ВВСН 30-39)	Змикання міжрядь-технічна стиглість (ВВСН 39-49)
1	9,2	7,6	9,2	21,0	26,8	76,0
2	9,3	7,5	9,5	20,8	26,9	77,3
3	9,3	7,3	9,3	20,8	26,9	77,0
4	9,3	7,4	9,3	20,9	26,8	77,2
5	9,2	7,4	9,1	20,8	26,9	77,8
6	9,3	7,5	9,5	20,9	27,0	77,6
7	9,2	7,5	9,4	20,8	27,0	77,7
8	9,2	7,5	9,4	20,8	26,9	78,0
9	9,3	7,6	9,2	20,8	26,8	78,0
10	9,3	7,6	9,2	20,9	27,0	78,4
11	9,3	7,5	9,4	20,7	26,9	79,0
12	9,4	7,4	9,2	20,7	26,8	78,7
13	9,3	7,5	9,3	19,8	25,1	77,1
14	9,3	7,4	9,4	19,8	25,1	78,3
15	9,3	7,6	9,2	19,8	25,2	78,2
16	9,4	7,5	9,4	19,8	25,2	78,2
17	9,2	7,7	9,1	19,9	25,1	78,6
18	9,2	7,6	9,3	19,7	25,1	78,7
19	9,4	7,5	9,2	18,8	24,1	78,7
20	9,3	7,6	9,3	18,7	24,2	79,0
21	9,3	7,4	9,5	18,8	24,1	79,1
22	9,3	7,4	9,2	18,9	24,1	79,3
23	9,4	7,4	9,2	18,9	24,0	80,0
24	9,4	7,6	9,3	18,8	24,1	79,8
$НІР_{0,05}$	0,7	0,9	0,8	0,6	0,5	0,8

Досліджувані нами агрозаходи не впливали на тривалість міжфазного періоду сходи – перша пара справжніх листків (ВВСН 09-12), тривалість якого в середньому по досліду була 9,3 доби.

Це не тільки пов'язано з тим, що деякі агротехнічні прийоми, такі як застосування регулятора росту КЕЛПАК РК або внесення мікродобрив Мікро-Мінераліс чи Альфа-Гроу-Екстра Буряки, проводили на більш пізніх етапах росту та розвитку (ВВСН 14 та 18). А й з тим, що внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) та концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) – заходи стратегічного плану, які абсолютно не впливають на рослини на початку вегетації. Адже для отримання вологи та поживних речовин потрібно, щоб коренева система була розташована в місцях залягання вологоутримувача та поширення ґрунтових мікроорганізмів.

Тривалість міжфазного періоду перша пара – друга пара справжніх листків (ВВСН 12-14) в середньому по досліду була 7,5 доби, а друга пара – третя пара справжніх листків (ВВСН 14-16) – 9,3 доби. Аналогічно попередньому міжфазному періоду ми не відмітили достовірних відхилень в розвитку буряків цукрових під впливом застосованих нами елементів технології, що вивчались в досліді.

У міжфазний період третя пара справжніх листків – змикання рядків (ВВСН 14-30) основні відмінності в тривалості періоду були зафіксовані між варіантами з застосуванням вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га). Так, середня тривалість міжфазного періоду на варіанті без застосування становила 20,8, а на варіанті застосування гідрогелю AQUASORB рослини на 1,5 доби швидше проходили дану фенофазу.

У міжфазний період змикання листків у рядках – змикання листків у міжряддях (ВВСН 30-39) були застосовані уже усі елементи досліду, однак найбільш вагома різниця спостерігалась на варіантах використання вологоутримувача, що проявлялось в тому, що рослини на 2,3 доби швидше проходили даний період вегетації. Також на фоні внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB та концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) тривалість даного міжфазного періоду була на добу меншою.

А от тривалість міжфазного періоду змикання міжрядь – технічна стиглість (ВВСН 39-49) – навпаки, за застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) подовжувалась в середньому на одну добу. Що спричинене наявністю додаткових запасів вологи для забезпечення більш довгого періоду росту та розвитку рослин.

Дані густоти та стану посівів буряків цукрових за застосування досліджуваних елементів технології показані в таблиці 4.13. Для отримання високопродуктивних посівів буряків цукрових в умовах Лісостепу України важливо намагатись сформувати посіви з густотою, близькою до 110 тис. шт./га. Адже саме така густота забезпечує формування найбільш вирівняних рослин з оптимальною масою коренеплоду. А от у середньому за роки досліджень фактори досліду не впливали на густоту рослин на час повних сходів, а тому

нами було отримано оптимальні показники густоти: 113,6 тис. шт./га або ж 5,11 рослин на метр погонний рядка.

Густота посівів перед збиранням залежала не тільки від початкової густоти посівів, а й відсотка загибелі рослин впродовж вегетації. А тому в середньому по досліду ми отримали 106,8 тис. шт./га, а от серед факторів найбільшого впливу на збереженість рослин можна виділити застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га). За таких варіантів досліду рослин на кінець вегетації було на 1,6 тис. шт./га більше, ніж на контрольних варіантах.

Таблиця 4.13. **Густота та стан посівів буряків цукрових, середнє за 2014–2018 рр.**

Варіант, №	Густота на час повних сходів, тис. шт./га	Густота перед збиранням, тис шт./га	Кількість рослин на 1 м п. рядка	Маса 100 рослин (ВВСН 14), г	Ураженість кореневідом, %
1	113,3	104,2	5,10	61,0	3,5
2	113,2	104,7	5,09	61,7	3,6
3	113,0	104,5	5,09	62,3	3,4
4	114,0	105,5	5,13	63,6	3,4
5	113,5	105,6	5,11	62,0	3,3
6	113,0	105,7	5,09	63,4	3,5
7	113,3	106,0	5,10	60,9	2,6
8	112,9	106,2	5,08	60,5	2,6
9	112,9	106,2	5,08	60,8	2,7
10	114,2	107,4	5,14	62,6	2,4
11	114,1	107,9	5,14	61,3	2,6
12	114,4	108,1	5,15	62,3	2,4
13	113,4	105,5	5,10	69,5	3,4
14	113,6	106,2	5,11	67,4	3,1
15	113,6	106,2	5,11	68,7	3,6
16	114,2	106,8	5,14	69,8	3,4
17	114,1	107,3	5,14	70,0	3,2
18	113,8	107,6	5,12	68,7	3,3
19	113,7	108,0	5,12	68,4	1,6
20	113,7	108,6	5,12	67,5	1,7
21	113,2	108,1	5,10	66,6	1,7
22	113,6	108,5	5,11	68,5	1,5
23	113,8	109,3	5,12	68,9	1,4
24	113,2	108,7	5,10	68,5	1,6
$НІР_{0,05}$	2,5	2,2	0,8	0,6	0,2

Водночас на варіанті поєднання вологоутримуючих полімерів зі внесенням концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) отримано кращі показники густоти рослин на час завершення вегетації – 108–109,3 тис. шт./га. Що в свою чергу підкріплюється високою ефективністю даного препарату проти коренеїду буряків цукрових. Так, за середнього поширення на посівах коренеїду 2,73% ураженість коренеїдом буряків на варіантах досліду з поєднанням вологоутримувача та препарату Міразоніт становила 1,4–1,7%.

Важливим для ефективної роботи мікроорганізмів в ґрунті було забезпечити їх достатньою кількістю ґрунтової вологи, а от варіанти без застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB виявились менш ефективними в плані зменшення поширення фітопатогенних мікроорганізмів у верхніх шарах ґрунту (розвиток коренеїду 2,4–2,6%).

Отже, застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) в комбінації зі внесенням концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) виявилось ефективним заходом зі збереження рослин впродовж вегетації та зменшення їх ураження коренеїдом за рахунок витіснення корисною мікрофлорою фітопатогенної з верхніх шарів ґрунту.

Дані довжини бічних корінців та маса кореневої системи на час збирання буряків цукрових за застосування досліджуваних елементів технології показані в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14. **Довжина бічних корінців у шарі ґрунту 0–10 см (см) буряків цукрових та маса кореневої системи на час збирання, г, середнє за 2014–2018 рр.**

Варіант, №	Перша пара справжніх листків (ВВСН 12)	Друга пара справжніх листків (ВВСН 14)	Третя пара справжніх листків (ВВСН 16)	Четверта пара справжніх листків (ВВСН 18)	Змикання листків в рядку (ВВСН 30)	Змикання листків в міжряддях (ВВСН 39)	Маса кореневої системи на час збирання, г
1	4,2	6,1	10,2	12,4	16,7	27,3	109,7
2	4,3	6,0	10,3	12,6	16,4	27,4	109,9
3	4,2	6,2	10,2	12,5	16,6	27,6	109,8
4	4,1	6,1	10,4	12,7	16,9	28,0	111,3
5	4,3	6,3	10,5	12,6	17,0	28,2	111,7
6	4,2	6,1	10,4	12,8	17,1	28,0	111,4
7	4,3	6,0	10,2	12,5	16,6	29,0	108,7
8	4,1	6,1	10,2	12,4	16,5	29,3	109,0
9	4,0	6,2	10,3	12,6	16,4	29,1	108,8
10	4,2	6,2	10,6	13,0	17,3	30,3	110,2
11	4,3	6,3	10,5	13,1	17,8	30,0	110,2
12	4,2	6,2	10,6	13,0	17,5	30,2	109,8
13	4,4	6,8	11,3	13,9	18,3	44,5	121,6
14	4,3	6,7	11,2	13,8	18,2	44,0	121,5
15	4,5	6,9	11,2	13,9	18,4	44,7	121,1
16	4,3	6,8	11,8	14,3	19,4	46,8	123,7
17	4,5	6,9	11,7	14,2	19,2	47,2	123,7
18	4,4	6,8	11,8	14,4	19,5	47,0	123,1
19	4,3	6,9	11,6	14,5	19,0	48,8	119,7
20	4,4	6,7	11,8	14,6	19,3	48,4	119,6
21	4,5	6,9	11,8	14,5	19,4	48,7	119,9
22	4,6	7,0	12,2	14,7	20,2	49,5	123,1
23	4,4	6,8	12,3	14,8	20,0	50,1	123,0
24	4,4	6,9	12,2	14,7	20,3	50,2	123,5
$НІР_{0,05}$	0,4	0,6	0,7	1,0	1,2	1,4	3,2

Для визначення ефективності впливу препаратів, застосовуваних у досліді, на ріст та розвиток буряків цукрових ми встановлювали інтенсивність формування бічних корінців – як реального механізму формування кореневої системи розташованої в зоні заробки вологоутримуючих полімерів та внесення концентрату ґрунтових мікроорганізмів. Адже головний корінь по мірі росту рослини проникає на глибину 2,5 метрів, а інколи й глибше, а тому усі відгалуження кореневих волосків з головного кореня здебільшого під кутом поширюються вниз. А от бічні кореневі волоски мають вирішальне значення в засвоєнні вологи та елементів живлення з верхніх шарів ґрунту, адже в них спостерігається горизонтальний ріст, на відміну від головного кореня.

На час формування першої пари справжніх листків (ВВСН 12) відмінності в довжині кореневих волосків між варіантами досліду були мінімальними, і навіть за внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) різниця між варіантами становила 0,2 см, що було в межах похибки досліду.

А от уже у фазу формування другої пари справжніх листків (ВВСН 14) довжина бічних корінців на варіантах застосування вологоутримуючих полімерів у середньому по досліду була на 0,7 см більшою в порівнянні з контрольними показниками. Аналогічно у фази третьої пари справжніх листків (ВВСН 16) та четвертої пари справжніх листків (ВВСН 18) довжина бічних корінців була на 1,4 та 1,7 см довшою в рослин, де вносили AQUASORB.

Внесення регулятора росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) позитивно позначилось на формуванні довжини бічних корінців на більш пізніх етапах розвитку рослин. Так, у фазу змикання листків у рядку (ВВСН 30) отримано довжину бічних корінців на варіантах внесення концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) – 17,3-17,8 см, а за поєднання ще й з застосуванням вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) довжина бічних корінців становила 20,0-20,3 см. А от впливу регуляторів росту як окремо, так і в комбінації з іншими агрозаходами на довжину корінців нами виявлено не було.

У фазу змикання листків у міжряддях (ВВСН 39) на варіантах внесення вологоутримуючих полімерів рослини мали на 18,8 мм довші бічні корінці. Що в кінцевому підсумку забезпечило й формування більшої маси кореневої системи на 11,9 г/рослину.

Дані маси коренеплодів та листя буряків цукрових за застосування досліджуваних елементів технології показані в таблиці 4.15.

Закономірності формування маси коренеплодів та листкового апарату важливо відслідковувати уже на більш пізніх етапах росту та розвитку буряків цукрових, коли відбувається інтенсивне накопичення вегетативної маси та зростання маси коренеплоду.

У фазу змикання листків у рядку (ВВСН 30) середня по досліду маса коренеплоду була 68,9 г, а листкового апарату разом з черешками 126,8 г. До того ж, істотно кращі показники маси формувались на варіантах застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га), що на 7,1 та 12,9 г було більше ніж у аналогічних варіантів без внесення гідрогелю.

У фазу змикання листків у міжряддях (ВВСН 39) середня маса коренеплодів по досліду була 206,6 г, а листкового апарату рослин разом з черешками – 335,7 г. А кращі параметри формування маси забезпечувало поєднання варіантів застосування регулятора росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) на фоні внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) та зокрема й у комбінації із застосуванням концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га).

Таблиця 4.15. **Маса коренеплодів та листя буряків цукрових, середнє за 2014–2018 рр.**

Варіант, №	Маса коренеплоду, г			Маса листя, г		
	змикання листків в рядку (ВВСН 30)	змикання листків в міжряддях (ВВСН 39)	технічна стиглість (ВВСН 49)	змикання листків в рядку (ВВСН 30)	змикання листків в міжряддях (ВВСН 39)	технічна стиглість (ВВСН 49)
1	65,1	195,4	644,7	117,9	320,9	307,5
2	65,2	195,7	645,8	119,9	320,0	308,2
3	65,2	195,5	645,0	121,8	314,9	301,6
4	66,1	198,2	654,1	124,9	321,8	301,9
5	66,3	198,9	656,5	119,5	319,9	311,1
6	66,1	198,4	654,6	124,2	320,3	315,9
7	64,6	193,7	639,1	118,2	318,2	292,1
8	64,7	194,2	640,7	116,8	314,6	302,4
9	64,6	193,8	639,6	117,8	316,1	311,1
10	65,4	196,2	647,4	122,4	316,0	298,9
11	65,4	196,3	647,7	118,4	321,3	314,8
12	65,2	195,5	645,3	121,7	318,0	292,5
13	72,2	216,6	714,6	136,4	352,8	336,2
14	72,1	216,3	713,7	130,0	353,3	331,6
15	71,9	215,7	711,7	134,2	349,5	328,2
16	73,4	220,2	726,7	136,1	357,5	354,8
17	73,4	220,3	727,2	136,6	359,4	346,9
18	73,1	219,3	723,6	132,9	359,0	352,1
19	71,0	213,1	703,1	134,1	349,6	331,5
20	71,0	212,9	702,6	131,5	341,2	335,8
21	71,2	213,5	704,4	128,8	348,6	339,1
22	73,1	219,3	723,6	132,4	355,8	342,0
23	73,0	219,0	722,7	133,6	357,2	337,7
24	73,3	219,9	725,6	132,2	352,0	341,6
$НІР_{0,05}$	2,3	5,6	7,8	3,0	6,2	9,3

А от на час настання технічної стиглості буряків цукрових (ВВСН 49) найбільш істотний вплив на формування маси коренеплоду чинили фактори внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) у поєднанні з концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) та застосуванням регулятора росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18). А от відхилення від застосування мікродобрив були мінімальними і в межах похибки досліду.

Фотосинтез є головним процесом рослин, саме завдяки йому і відбувається формування органічної речовини на Землі. Зважаючи на те, що в буряків

цукрових фотосинтезують не тільки листкові пластинки, ми визначали також площу верхньої частини черешків. Віддзеркалення від поверхні ґрунту та фотосинтез нижньої частини листкової пластинки до уваги не брали, так як у фази змикання рядків цей показник нівелюється. Дані площі асиміляційного апарату буряків цукрових за застосування досліджуваних елементів технології показані в таблиці 4.16.

У фазу формування третьої пари справжніх листків (ВВСН 16) площа асиміляційного апарату в середньому по досліду була незначною і становила 2,5 тис. м^2/га, а відхилення між різними варіантами були незначними, та на нашу думку, не мали чітко виражених закономірностей. Що пов'язано й з тим, що застосування таких варіантів досліду, як внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) та концентрату ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) не було дієвим заходом збільшення площі листя рослин на ранніх етапах розвитку. Адже рослинам потрібен час, щоб кореневі волоски потрапили в зону розташування гранул гідрогелю, а мікроорганізмам у свою чергу необхідно асимілюватись у ґрунтовому середовищі.

Таблиця 4.16. **Площа асиміляційного апарату посівів буряків цукрових, тис. м^2/га, середнє за 2014–2018 рр.**

Варіант, №	Третя пара справжніх листків (ВВСН 16)	Змикання листків у рядку (ВВСН 30)	Змикання листків у міжряддях (ВВСН 39)	Технічна стиглість (ВВСН 49)
1	2,49	21,87	52,28	24,80
2	2,46	22,69	52,33	24,82
3	2,50	22,48	52,31	24,81
4	2,40	21,94	52,51	24,88
5	2,49	22,85	52,55	24,89
6	2,54	24,64	52,53	24,88
7	2,45	21,89	52,29	24,70
8	2,59	22,90	52,30	24,73
9	2,45	22,80	52,27	24,70
10	2,50	21,95	52,47	24,80
11	2,41	23,07	52,41	24,61
12	2,50	22,96	52,42	24,71
13	2,50	23,39	55,42	26,14
14	2,49	23,41	55,98	26,16
15	2,51	23,70	55,75	26,15
16	2,52	23,69	55,70	26,23
17	2,43	23,48	56,15	26,25
18	2,40	24,08	55,93	26,24
19	2,47	23,91	55,50	26,47
20	2,48	24,12	55,84	26,58
21	2,48	24,09	55,72	26,47
22	2,48	23,50	55,82	26,67
23	2,48	24,29	56,47	26,79
24	2,52	24,25	56,36	26,89
$НІР_{0,05}$	0,23	1,56	2,23	3,10

У фазу змикання листків у рядку (ВВСН 30) асиміляційна поверхня рослин була вдвічі більшою за площу поля – 23,2 тис. м^2/га, хоча розташування листків у розетках та прямокутна форма живлення буряків цукрових ще не змогли забезпечити ефективне поширення листкового апарату по усій площі поля.

Істотно кращими варіантами по формуванню листкової поверхні в цю фазу були ті, де застосовували мікродобрива Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18) або Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18), особливо на фоні внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га). А от застосування регулятора росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) не сприяло істотному зростанню площі листя, так як його основним спрямуванням було сприяння збільшенню кореневої системи рослин.

У фазу змикання листків у міжряддях (ВВСН 39) рослини буряків цукрових сформували площу асиміляційної поверхні на рівні 54,1 тис. м^2/га, різниця між варіантами застосування гідрогелю та контролю була 3,5 тис. м^2/га. Також кращі показники формування площі листя забезпечили варіанти комбінованого поєднання усіх елементів досліду – 56,36–56,47 тис. м^2/га. Що, на нашу думку, спричинено впливом їх на фізіологічний стан рослин та як наслідок – формування дещо більшого асиміляційного апарату.

А от у фазу технічної стиглості буряків цукрових (ВВСН 49) у середньому площа асиміляційного апарату становила 25,6 тис. м^2/га. Водночас вплив регуляторів росту та мікродобрив значно послабився в цю фазу. А істотний вплив на площу листя мали вологоутримуючі полімери AQUASORB (300 кг/га). Що підтверджує значну потребу рослин у волозі в цей період та взаємозв'язок її з площею асиміляційного апарату.

Дані вмісту хлорофілів у листках буряків цукрових за застосування досліджуваних елементів технології показано в таблиці 4.17.

Таблиця 4.17. **Вміст хлорофілів у листках буряків цукрових, мг/г сирої маси, середнє за 2014–2018 рр.**

Варіант, №	Третя пара справжніх листків (ВВСН16)		Змикання листків у рядку (ВВСН 30)		Змикання листків у міжряддях (ВВСН 39)		Технічна стиглість (ВВСН 49)	
	а	б	а	б	а	б	а	б
1	3,99	1,61	7,60	2,90	6,07	2,05	5,40	2,93
2	3,92	1,56	7,63	2,94	6,05	2,04	5,30	2,91
3	3,93	1,52	7,61	2,94	6,20	2,00	5,40	3,01
4	3,94	1,55	7,62	3,00	6,21	2,13	5,34	2,88
5	3,89	1,57	7,68	3,05	6,17	2,06	5,47	2,94
6	3,96	1,56	7,66	3,03	6,22	2,04	5,33	2,84
7	3,90	1,60	7,58	2,93	6,15	1,99	5,29	2,87
8	3,90	1,57	7,60	2,90	6,11	2,06	5,36	2,89
9	3,90	1,59	7,60	2,91	6,16	2,14	5,29	2,94
10	3,92	1,52	7,59	2,92	6,13	2,03	5,33	2,88
11	3,88	1,53	7,66	2,95	6,13	2,07	5,40	2,88
12	3,92	1,54	7,62	2,93	6,19	2,09	5,23	2,95
13	3,95	1,61	7,61	2,88	6,19	2,12	5,39	2,90
14	3,88	1,64	7,64	2,92	6,11	2,03	5,38	2,87
15	3,88	1,55	7,64	2,93	6,15	2,08	5,39	2,90

16	3,87	1,52	7,65	3,00	6,12	2,09	5,35	2,92
17	3,87	1,54	7,70	3,03	6,04	2,09	5,42	2,83
18	3,84	1,57	7,68	3,00	6,25	2,00	5,34	2,90
19	3,89	1,56	7,63	2,90	6,13	2,09	5,26	2,90
20	3,81	1,56	7,65	2,91	6,19	2,03	5,35	2,92
21	3,95	1,53	7,68	2,93	6,24	2,10	5,40	2,84
22	3,93	1,57	7,65	3,00	6,20	2,05	5,37	2,83
23	3,86	1,55	7,78	3,06	6,17	2,10	5,39	2,89
24	3,85	1,55	7,75	3,03	6,24	2,15	5,43	2,88
$НІР_{0,05}$	0,23	0,18	0,42	0,22	0,39	0,25	0,44	0,30

Окрім формування достатньо розвиненого фотосинтетичного апарату важливим є утворення в ньому активних структур, що відповідають за біосинтез органічних речовин – хлорофілів. У фазу третьої пари справжніх листків (ВВСН16) у листках буряків цукрових у середньому було 3,9 мг/г сирої маси хлорофілів а та 1,6 мг/г сирої маси хлорофілів б. А основні відхилення були в межах похибки досліду.

У фазу змикання листків у рядку (ВВСН 30) в листкових пластинках буряків цукрових було ідентифіковано в середньому хлорофілів а 7,6 мг/г сирої маси та 3,0 мг/г сирої маси хлорофілів б. Аналогічно попередньому періоду істотного впливу на вміст хлорофілів варіантів досліду не було зафіксовано.

А у фазу змикання листків у міжряддях (ВВСН 39) концентрація хлорофілів у листках була дещо нижча, так як листкові пластинки інтенсивно збільшувались у розмірах, і в значній мірі хлорофіли перерозподілялись в межах листкової пластинки, а в подальшому рослина синтезувала нові. Також нами не було виявлено істотного впливу досліджуваних препаратів на цей показник, так як застосування їх відбувалось на ранніх стадіях, навіть внесення мікродобрив у фазу ВВСН 18 уже не впливало у фазу змикання листків в міжряддях (ВВСН 39) істотно на концентрацію хлорофілів у листках буряків.

У фазу технічної стиглості визначено, що в листкових пластинках буряків цукрових було ідентифіковано в середньому хлорофілів а 5,4 мг/г сирої маси та 2,9 мг/г сирої маси хлорофілів б.

Отже, досліджувані нами елементи технології не чинили прямого впливу на формування концентрації хлорофілів у листках буряків цукрових. Вплив препаратів відбувався з точки зору фізіологічного поліпшення умов фотосинтезу, а не зростання концентрації зелених пігментів. На фоні достатнього рівня забезпечення мінерального живлення ефективність пропонованих агрозаходів була мінімальною. Хоча згідно головної ідеї досліджень метою цих агротехнічних прийомів було збереження активності фотосинтетичного апарату впродовж вегетації культури, а не отримання рослин з більш зеленими листками, тоді як умови для їх ефективного фотосинтезу не дотримані.

Дані урожайності буряків цукрових за застосування досліджуваних елементів технології по роках досліджень подано в таблиці 4.18. Якщо аналізувати формування урожайності буряків цукрових за роки проведення досліджень, то кращий рівень в середньому по досліду отримано у 2014 –

73,0 т/га та 2018 році – 74,7 т/га. У 2015 році отримано урожай коренеплодів 68,5 т/га, а у 2016 та 2017 роках відповідно найнижчі значення – 61,1 та 60,3 т/га.

Якщо аналізувати особливості формування урожайності коренеплодів буряків цукрових у межах досліджуваного періоду, то нижчий рівень урожайності стабільно формувався на контрольному варіанті, де буряки вирощували без застосування додаткових елементів технології.

Внесення самих лише мікродобрив Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18) або Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18) забезпечувало незначну прибавку врожаю коренеплодів на рівні 0,4 та 0,2 т/га, що зайвий раз підтверджує малоефективність цього агроприйому за ліміту факторів навколишнього середовища.

Таблиця 4.18. **Урожайність буряків цукрових, т/га, середнє за 2014–2018 рр.**

Варіант, №	Урожайність	Середнє за регулятором росту	± до контролю	Середнє за обробкою ґрунту	± до контролю	Середнє за вологоутримувачем	± до контролю
1	67,2						
2	67,6						
3	67,4	67,4	-				
4	69,0						
5	69,3						
6	69,2	69,2	2,60	68,3	-		
7	67,7						
8	68,0						
9	67,9	67,9	-				
10	69,5						
11	69,9						
12	69,8	69,7	2,71	68,8	0,75	68,5	-
13	75,4						
14	75,8						
15	75,6	75,6	-				
16	77,6						
17	78,0						
18	77,8	77,8	2,92	76,7	-		
19	76,0						
20	76,3						
21	76,2	76,2	-				
22	78,5						
23	79,0						
24	78,9	78,8	3,46	77,5	0,98	77,1	12,47
$НІР_{0,05}$	1,82	0,65	-	0,61	-	0,78	-

Застосування регулятора росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) сприяло збільшенню урожайності коренеплодів на 2,60–2,71 %, а на варіантах з поєднанням з вологоутримуючими полімерами AQUASORB (300 кг/га) на 2,92–3,46%. А от обробка ґрунту концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) в порівнянні з контрольними варіантами сприяла зростанню врожайності на 0,75–0,98 %. Найбільш дієвим агрозаходом, серед

досліджуваних, було застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB, що сприяло зростанню урожайності коренеплодів на 12,47%.

У роки з нестачею вологи, такі як 2016 та 2017, значення вологоутримуючих полімерів AQUASORB у формуванні урожайності коренеплодів буряків цукрових зросло порівняно з роками достатнього рівня вологозабезпечення. Що доводить важливість застосування гідрогелів для формування високого рівня урожайності культури саме в умовах нестачі вологи впродовж вегетації буряків цукрових.

Попри те, що додаткові елементи технології спрацювали з різним ступенем ефективності окремо, вони були дієвими за застосування їх в комплексі. Так, кращий рівень урожайності зафіксовано за внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) з концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га), та обробки рослин регулятором росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) і мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18) – 79,0 т/га або ж мікродобривом Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18) – 78,9 т/га.

Частка впливу факторів на формування прибавки урожайності буряків цукрових відображена на рисунку 4.5.

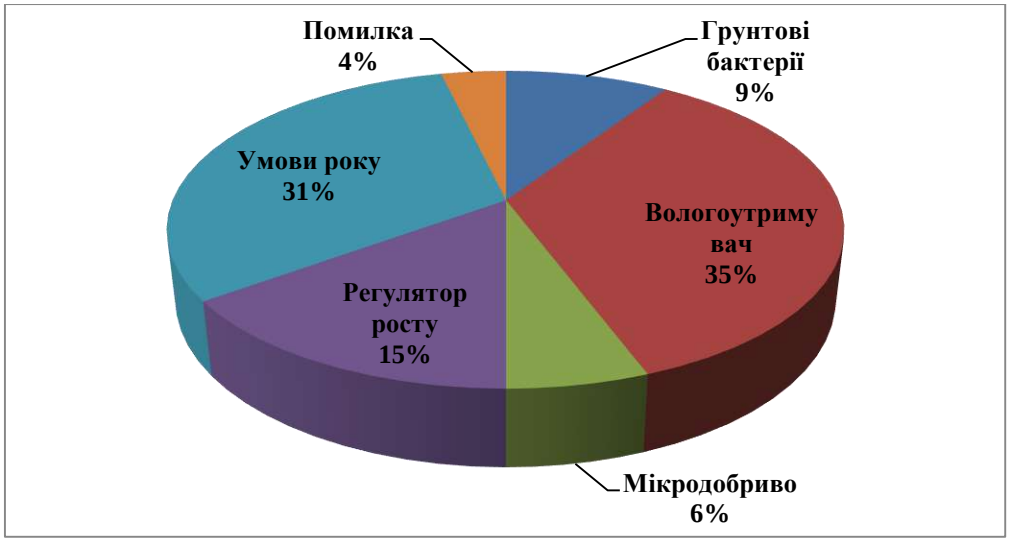


Рис. 4.5. Частка впливу факторів на формування прибавки урожайності буряків цукрових (за даними 2014–2018 рр.)

У результаті проведеного дисперсійного аналізу визначено, що вологоутримувач на 35% визначав продуктивність буряків цукрових. Умови року впливали на 31%, регулятор росту на 15%, а внесення ґрунтових бактерій на 9% та застосування мікродобрива на 6%. Даний тип аналізу дозволяє оцінити прибавку врожайності, а базовий рівень продуктивності забезпечує технологія вирощування, однакова для всіх варіантів.

Дані інтегрального показника – збору цукру буряків цукрових за застосування досліджуваних елементів технології наведено в таблиці 4.19.

Оскільки збір цукру можна розглядати як інтегральну ознаку урожайності та цукристості коренеплодів буряків цукрових, то відповідно й фактори впливу

на цей показник будуть відображати вклад основних елементів досліду у формування попередніх двох ознак.

Досліджено, що застосування регулятора росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) сприяло збільшенню збору цукру на 2,80% на контрольному варіанті та на 3,45% за внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га). А от поєднання регулятора росту з концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) сприяло підвищенню збору цукру до 4,66 та 5,35%.

Обробка ґрунту концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) виявилась ефективним агрозаходом, що збільшував збір цукру на 11,5–13,7%, до того ж, основні тенденції взаємодії факторів досліду були збережені.

Таблиця 4.19. **Збір цукру буряків цукрових, т/га, середнє за 2014–2018 рр.**

Варіант, №	Збір цукру	Середнє за регулятором росту	± до контролю	Середнє за обробкою ґрунту	± до контролю	Середнє за вологоутримувачем	± до контролю
1	11,3						
2	11,4						
3	11,3	11,3	-				
4	11,6						
5	11,7						
6	11,7	11,7	2,80	11,5	-		
7	11,2						
8	11,4						
9	11,4	11,4	-				
10	11,8						
11	11,9						
12	11,9	11,9	4,66	11,6	1,00	11,6	-
13	12,9						
14	13,1						
15	13,1	13,0	-				
16	13,3						
17	13,5						
18	13,5	13,4	3,45	13,2	-		
19	13,2						
20	13,4						
21	13,3	13,3	-				
22	13,9						
23	14,1						
24	14,1	14,0	5,35	13,7	3,33	13,4	16,20
$НІР_{0,05}$	0,68	0,20	-	0,18	-	0,24	-

А от найбільш ефективним заходом було застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га), що, порівняно з контрольними варіантами, сприяло зростанню збору цукру на 16,2%.

А отже, аналогічно урожайності та цукристості комбіноване застосування факторів досліду сприяло отриманню кращих показників збору цукру. Так, визначено, що за внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га)

з концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) та обробки рослин регулятором росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) і мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18) можна отримати 14,0 т/га або ж обробки мікродобривом Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18) – 14,0 т/га цукру з гектарної площі буряків цукрових.

Не менш важливим фактором формування якості коренеплодів є визначення їх параметрів, що відповідають за заводський вихід цукру, а саме: вміст калію, натрію, альфа-амінного азоту, чистоту соку та втрати цукру в мелясі. Адже саме можливість отримання заявлених характеристик виходу цукру на заводі визначає комерційний інтерес до вирощування буряків цукрових за пропонованою технологією (таблиця 4.20).

Таблиця 4.20. **Якісні характеристики коренеплодів буряків цукрових, середнє за 2014-2018 рр.**

Варі-ант, №	Вміст ммоль/100 г			Чистота соку, %	Втрати цукру в мелясі, %	Заводський вихід цукру, %
	калій	натрій	А-амінний азот			
1	3,49	0,82	1,28	92,92	1,91	14,87
2	3,55	0,83	1,35	92,97	1,93	14,97
3	3,38	0,82	1,35	93,03	1,91	14,93
4	3,60	0,86	1,25	92,97	1,92	14,92
5	3,48	0,79	1,26	92,98	1,89	15,03
6	3,63	0,79	1,25	93,01	1,91	14,97
7	3,46	0,88	1,37	93,02	1,93	14,69
8	3,55	0,84	1,26	92,99	1,91	14,93
9	3,56	0,80	1,27	92,99	1,91	14,85
10	3,45	0,89	1,28	92,93	1,91	15,05
11	3,69	0,83	1,27	93,06	1,93	15,19
12	3,41	0,82	1,27	92,99	1,89	15,21
13	3,53	0,84	1,29	93,05	1,92	15,14
14	3,47	0,82	1,28	92,94	1,90	15,32
15	3,42	0,84	1,19	93,01	1,88	15,38
16	3,72	0,83	1,27	93,02	1,93	15,27
17	3,54	0,84	1,37	93,03	1,94	15,36
18	3,46	0,85	1,30	93,03	1,91	15,41
19	3,45	0,83	1,25	92,96	1,89	15,53
20	3,51	0,82	1,32	93,05	1,92	15,60
21	3,68	0,81	1,23	93,00	1,91	15,55
22	3,57	0,83	1,29	93,04	1,92	15,74
23	3,76	0,79	1,27	92,85	1,93	15,95
24	3,42	0,83	1,22	92,99	1,88	15,96
$НІР_{0,05}$	0,46	0,09	0,16	2,30	0,23	1,54

В середньому по досліду отримано вміст калію 3,53 ммоль/100 г. Додаткові фактори досліду не впливали суттєво на закономірності формування даного показника, оскільки отримані відхилення були в межах помилки досліду. Однак також не спостерігалось погіршення ознаки та істотного зниження якості.

Аналогічно за вивчення вмісту натрію в коренеплодах визначено, що в середньому концентрація його була 0,83 ммоль/100 г, а альфа-амінного азоту 1,28 ммоль/100 г, що відповідає показникам якісної сировини. У свою чергу додаткові фактори досліду не погіршували ці параметри, а тому їх можна вважати факторами, що сприяють формуванню якісних коренеплодів.

А отже, як наслідок, в середньому по досліду отримана чистота соку коренеплодів буряків цукрових була на рівні 93,0%, що в свою чергу забезпечило втрати цукру в мелясі 1,91% і середній заводський вихід цукру на рівні 15,24 %.

Отже, досліджено, що за застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) з концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) та обробки рослин регулятором росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) і мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18) заводський вихід цукру був 15,95% або ж за застосування мікродобрива Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18) – 15,96%.

Водночас визначено, що застосування вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) з концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) та обробка рослин регулятором росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) і мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18) або ж мікродобривом Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18) сприяли отриманню якісних коренеплодів буряків цукрових, придатних для промислового перероблювання з забезпеченням високого заводського виходу цукру. За зростання урожайності та збору цукру в результаті дії комплексу факторів мінеральне живлення буряків залишається на оптимальному рівні, що забезпечує отримання високоякісної продукції.

Важливим питанням розробки раціональної системи удобрення буряків цукрових є визначення макро- та мікроелементів, що витрачаються на формування коренеплодів. Адже саме ця частина врожаю безповоротно втрачається, коли решта частин рослин – коренева система та листя з черешками повертає засвоєні рослинами елементи в ґрунт, збагачуючи його верхні шари.

Дані виносу макроелементів врожаєм буряків цукрових за застосування досліджуваних елементів технології показані в таблиці 4.21.

Таблиця 4.21. **Винос макроелементів врожаєм буряків цукрових, кг/га, середнє за 2014–2018 рр.**

Варіант, №	Азот	Фосфор	Калій	Na	Ca	Mg	S
1	120,2	20,2	100,6	6,8	32,9	27,0	24,0
2	122,5	20,2	104,7	6,8	34,5	27,0	24,5
3	120,5	20,4	100,6	6,6	33,4	27,0	24,5
4	124,6	20,9	102,4	6,9	34,1	27,7	24,6
5	125,3	20,8	103,2	6,9	34,6	27,5	25,0
6	127,3	20,9	109,5	7,0	34,4	27,7	24,7
7	120,7	20,3	101,2	6,7	34,3	27,0	24,4
8	118,9	20,2	102,2	6,8	34,2	27,7	24,8
9	125,2	20,5	101,2	6,8	34,3	27,4	24,8
10	126,3	20,9	104,4	6,9	34,3	27,8	25,1
11	126,6	21,0	101,6	7,0	35,2	28,1	25,1

12	124,2	20,8	104,8	6,9	35,3	27,9	25,2
13	134,3	22,5	112,3	7,3	37,8	30,1	27,0
14	136,6	22,4	114,0	7,7	38,0	30,3	27,6
15	134,8	22,7	116,0	7,6	37,6	30,3	27,0
16	137,4	23,2	113,6	7,8	38,8	30,8	27,9
17	142,4	23,4	116,9	7,8	39,8	31,1	28,4
18	139,8	23,6	118,5	7,7	39,2	31,5	28,0
19	136,8	22,8	113,9	7,7	37,5	30,4	27,6
20	139,9	23,1	117,1	7,6	38,5	30,4	27,2
21	135,0	23,0	110,3	7,5	38,1	30,4	27,5
22	141,8	23,4	118,0	7,7	39,3	31,3	28,4
23	139,3	23,8	117,3	8,0	39,7	31,5	28,3
24	140,4	23,8	117,9	7,8	39,6	31,9	28,1
$НІР_{0,05}$	8,3	1,2	6,5	0,6	1,0	1,3	1,1

В середньому по досліду буряки цукрові з гектарної площі з врожаєм коренеплодів виносять 130,9 кг азоту, 21,9 кг фосфору, 109,3 кг калію, 7,3 кг натрію, 36,5 кг кальцію, 29,4 кг магнію та 26,2 кг сірки.

Зростання виносу елементів живлення за застосування додаткових елементів технології чітко пов’язано зі збільшенням врожайності коренеплодів та на кращих варіантах досліду визначено максимальний винос макроелементів.

Дані виносу мікроелементів врожаєм буряків цукрових за застосування досліджуваних елементів технології показані в таблиці 4.22.

Таблиця 4.22. **Винос мікроелементів врожаєм буряків цукрових, г/га, середнє за 2014–2018 рр.**

Варіант, №	Бор (B)	Марганець (Mn)	Мідь (Cu)	Залізо (Fe)	Цинк (Zn)
1	333,4	402,9	60,5	608,8	469,8
2	337,2	409,9	61,2	611,6	477,8
3	338,8	402,6	60,7	606,4	469,7
4	345,9	416,0	61,4	621,1	474,8
5	340,1	408,6	62,7	633,5	484,5
6	334,6	414,8	62,0	620,6	483,9
7	341,5	401,7	60,6	610,0	470,5
8	337,9	410,8	60,8	613,2	474,6
9	342,0	403,1	60,9	609,3	475,7
10	349,1	415,4	62,8	627,4	487,3
11	342,8	418,7	63,2	619,7	493,4
12	347,5	418,1	62,6	630,8	492,0
13	381,6	455,8	66,9	673,1	528,3
14	375,0	456,4	68,0	680,6	528,8
15	375,4	455,0	68,4	683,6	525,5
16	387,7	465,8	70,0	701,9	545,6
17	390,1	464,8	70,4	707,2	540,8
18	391,6	463,3	69,6	695,8	549,6
19	373,5	457,0	68,3	684,5	526,9
20	381,7	456,1	68,4	687,2	529,2
21	377,0	451,7	68,9	681,1	530,8

22	393,7	471,8	70,1	710,0	551,7
23	391,1	470,6	70,8	711,9	558,5
24	392,4	472,9	71,1	713,7	547,7
$НІР_{0,05}$	13,0	18,1	2,3	20,2	14,6

Досліджено, що в цілому по досліду коренеплоди буряків цукрових виносили 362,6 г/га бору, 436 г/га марганцю, 65,4 г/га міді, 656 г/га заліза та 509,1 г/га цинку. Аналогічно до виносу макроелементів, застосування додаткових елементів технології вирощування та як наслідок – підвищення урожайності буряків сприяло формуванню більшого виносу мікроелементів. Так, максимальні показники зафіксовано за комбінованого внесення вологоутримуючих полімерів AQUASORB (300 кг/га) з концентратом ґрунтових бактерій Міразоніт (20 л/га) та обробки рослин регулятором росту КЕЛПАК РК, 2 л/га (ВВСН 14) + 4 л/га (ВВСН 18) і мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра Буряки, 3 л/га (ВВСН 18) або ж мікродобривом Мікро-Мінераліс (Буряки), 1,5 л/га (ВВСН 18).

Розділ 5
ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ФАБРИЧНИХ ПОСІВІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

Продуктивність буряків цукрових – це функція складної взаємодії природних, сортових і агротехнічних чинників. Українська інтенсивна технологія вирощування буряків цукрових містить: використання високоякісного насіння сучасних ЧС гібридів і сортів, максимальне застосування природних (ґрунтова родючість, сонячна радіація та інші складники агроклімату) і агротехнічних чинників продуктивності (сівозміни, системи удобрення й обробітку ґрунту, сівба на кінцеву густоту стояння, агротехнічні та хімічні засоби контролювання бур'янів, потоковий чи потоково-перевалочний спосіб збирання), засоби захисту від шкідників і хвороб.

Попередники буряків цукрових. Буряки цукрові дуже вимоглива до попередників культура. До того ж, значний вплив на врожайність коренеплодів мають не тільки попередники, а й культури, що вирощують перед попередниками. Раціональне розміщення буряків цукрових у сівозміні – основа підвищення продуктивності культур сівозміни.

Найвищі врожаї коренеплодів у районах достатнього зволоження збирають, коли розміщують їх після озимої пшениці в ланці з багаторічними бобовими травами одного року використання. Останні збагачують ґрунт азотом, органічною речовиною, підвищують його родючість, сприяють очищенню полів від бур'янів. На посівах пшениці озимої є можливість за допомогою гербіцидів тримати поле чистим від бур'янів.

У районах нестійкого зволоження найбільші врожаї буряків цукрових одержують у ланці зайнятий пар – пшениця озима – буряки цукрові. Продовження строків використання багаторічних трав більше ніж на один рік зменшує врожай пшениці озимої на 0,2–0,3 т/га, буряків цукрових – на 2,0–2,5 т/га та призводить до скорочення площі зернових і зменшення продуктивності сівозміни.

Небажаним попередником є пшениця озима, що висівається після кукурудзи на силос, оскільки вона різко знижує врожай пшениці (0,5–1,5 т/га), а наступного року і буряків цукрових (4,0–8,0 т/га).

У районах недостатнього зволоження буряки цукрові треба розміщувати насамперед після пшениці озимої в ланці з чорним, удобреним гноєм паром.

Зменшується врожайність коренеплодів буряків цукрових, коли їх розміщують після пшениці озимої, якій передувала пшениця озима чи інші стерньові попередники.

У районах достатнього зволоження і за зрошення в просапній сівозміні допускається насичення буряками до 25%, а в районах нестійкого і недостатнього зволоження – до 20%.

Повторні посіви буряків на одному і тому ж полі спричинюють «буряковтому» ґрунту внаслідок нагромадження шкідників та хвороб (нематоди, попелиці, гнилі, церкоспороз, пероноспороз та ін.). Беззмінне, монокультурне вирощування призводить до зниження врожайності і цукристості навіть у разі

внесення гною і повного мінерального удобрення. Тому буряки цукрові можна вирощувати на тому ж полі не раніше, ніж на 4-й рік. У разі зараження ґрунту нематодою – через 5 років, а за сильного зараження – аж через 6–7 років.

Зі свого боку буряки цукрові – добрий попередник для ярих зернових, зернобобових.

Основний обробіток під буряки цукрові. Буряки цукрові формують основну частину врожаю в ґрунті і є вимогливими до стану орного горизонту. Тому своєчасний та якісний обробіток ґрунту має надзвичайно велике значення для формування високого врожаю коренеплодів.

Важливо якісно заробити рослинні рештки, солому, внесені добрива. Найпоширенішими є два способи основного обробітку ґрунту – поліпшений і напівпаровий.

Поліпшений обробіток передбачає дворазове лущіння стерні. Перше проводять дисковими лущильниками у два сліди під кутом 30–45° на глибину 5–6 см. Якщо солому використовують як органічне добриво та за пересихання ґрунту, для першого лущіння краще застосовувати важкі дискові борони. Це прискорює розкладання соломи, зменшується випаровування вологи, провокується проростання насіння бур'янів, знищуються або пригнічуються вегетуючі бур'яни.

Через 10–12 діб після першого проводять друге лущіння лемішними лущильниками на глибину 12–14 см в агрегаті з важкими боронами.

За появи бур'янів після лущіння їх знищують поверхневим обробітком за допомогою боронування, культивації та ін. Після внесення органічних і мінеральних (фосфорних та калійних) добрив проводять зяблеву оранку на глибину 28–32 см наприкінці вересня – на початку жовтня.

Буряки цукрові дуже негативно реагують на весняну оранку. Ґрунт у жодному разі не можна орати, якщо він перезволожений. Утворюється плужна підошва, ґрунт запливає, ущільняється, і рослини можуть поглинати поживні речовини та вологу тільки з орного шару. Коренева система майже не засвоює їх із підорного шару.

Поліпшений спосіб обробітку ґрунту найефективніший у районах нестійкого та недостатнього зволоження.

Напівпаровий обробіток ґрунту рекомендовано застосовувати в районах достатнього зволоження з вищою забур'яненістю полів. Він складається з лущіння стерні на глибину 5–6 см дисковими лущильниками у два сліди. Після внесення органічних і мінеральних добрив поле орють на глибину 28–32 см плугами з передплужниками в агрегаті з важкими боронами, а в посушливих умовах – з котками, не пізніше першої декади серпня.

У разі забур'янення кореневищними бур'янами (пирій, гострець, свинорий) спочатку лущать лемішними знаряддями на глибину 12–14 см, щоб вивернути їх кореневища на поверхню, пізніше їх розрізають дисковими лущильниками, якими обробляють у 2–3 сліди. Оранку проводять за відростання бур'янів.

У міру появи сходів бур'янів виоране поле декілька разів обробляють боронами або культиваторами для знищення їхніх нових хвиль.

У другій половині жовтня поле необхідно розпушити на глибину 16–20 см плугами без полиць або плоскорізами. Напівпаровий обробіток зменшує забур'яненість на 30–50%, збільшує запаси вологи в ґрунті на 20–30 мм.

Весняний та передпосівний обробіток ґрунту під буряки цукрові

Весняний обробіток ґрунту. Якщо поле добре вирівняне восени, то навесні перший обробіток, тільки-но посіріють гребені ґрунту, розпочинають важкими боронами. Ґрунт у цей період добре розсипається, тривалість такого стану 2–3 дні. Важливо перший обробіток провести вчасно. Передчасне розпушування призводить до залипання робочих органів ґрунтообробних знарядь, замазування поверхні ріллі, а запізніле спричиняє засихання ґрунту й утворення великих грудок.

Якщо поле не вирівняне, то для якісного розпушення використовують два агрегати: перший укомплектований послідовно двома рядами важких і посівних борін; другий – шлейф-боронами в першому ряду і посівними боронами у другому. Обидва агрегати за мінімального розриву в часі працюють під гострим кутом до напрямку оранки.

Такий весняний обробіток запобігає втратам вологи, вирівнює і розпушує поверхню ґрунту на глибину 2–4 см, ущільнює насіннєве ложе на оптимальну глибину. Водночас вирівняність поверхні поля має бути такою, щоб за накладання триметрової рейки між нею і поверхнею ґрунту не було западин понад 3 см.

Метою обробітку ґрунту є розпушення зони загортання насіння і збереження сформованої за зиму структури орного шару. Верхній шар ґрунту розпушують на глибину 2–4 см, більше коливання глибини недопустиме. Насіннєве ложе має бути твердим і забезпечувати капілярне підняття вологи до насіння.

Передпосівний обробіток ґрунту і сівба – це єдиний технологічний комплекс. Розрив у часі між передпосівним обробітком і сівбою має бути мінімальним – не більше півгодини. Якщо сіяти пізніше, верхній шар ґрунту пересихає, що різко зменшує польову схожість насіння.

Сучасні ґрунтообробні знаряддя дають змогу підготувати ґрунт для сівби буряків цукрових за 1–2 проходи. Передпосівний обробіток за допомогою «Європак 6000», Компактора, Комбінатора ЛК-4, Унімат, Україна-АПБ-6, АРВ-8,1-0,2 запобігає переущільненню ґрунту, спричиненому багаторазовими проходами однофункціональних агрегатів. Комбіновані агрегати за один прохід виконують понад чотири операції − вирівнювання, подрібнення грудок, розпушення, ущільнення насіннєвого ложа. За настання фізичної стиглості ґрунту поле до сівби буряків цукрових можна підготувати за один прохід. Це є важливим елементом енергоощадності та передумовою високоякісної сівби.

Головними помилками під час передпосівного обробітку ґрунту є надто ранній початок робіт за ще сирого ґрунту, надмірна кількість робочих проходів через те, що окремі операції не поєднуються в одному агрегаті, велика робоча швидкість агрегатів, глибоке передпосівне розпушування.

Не бажано використовувати для передпосівного обробітку ґрунту просапні культиватори. Це призводить до нерівномірності обробітку, збільшення втрат вологи, значної гребенистості поверхні ґрунту та, зрештою, до істотного зниження польової схожості насіння.

Система удобрення буряків цукрових

Азот серед елементів живлення має найбільший вплив на формування величини врожайності коренеплодів. Для буряків цукрових джерелом азоту із ґрунту є його аміачні, нітратні та амідні форми. З підвищенням норми азотних добрив підвищується врожайність коренеплодів, але зменшується вміст цукру і відбувається значне нагромадження амідного азоту. У разі азотного голодування рослини відстають у рості, листки набувають світло-зеленого хлоротичного забарвлення (хлороз), а сім'ядолі жовтіють. Відмирають нижні листки, навіть за достатнього забезпечення вологою.

Фосфор сприяє процесам фотосинтезу. Використовується рослинами з ґрунту переважно у формі оксиду P_2O_5 іона ортофосфорної кислоти. Для фосфору дуже важливе значення має добре змішування з орним шаром, оскільки в ґрунті він майже нерухомий. Фосфорне голодування частіше буває в молодому віці. Ріст сходів уповільнюється, жовтіють сім'ядолі. Рослини надмірно засвоюють азот. Листки жовтіють, жилки коричневі.

Калій регулює фотосинтетичну активність рослин, підвищує гідрофільність та водоутримувальну здатність, стійкість листків проти захворювань. У разі калійного голодування краї листків стають зморщеними, жовто-коричневими, на них з'являються темно-бурі плями. Інша назва хвороби краєлистий некроз. За подальшого розвитку плями з'являються в центрі листка, на черешках – і весь листок відмирає.

Кальцій, на противагу калію і натрію, знижує гідрофільність і зменшує кількість води у тканинах. Кальцієве голодування проявляється в другій половині вегетації у вигляді зморщених пластинок старих листків. На кінцях листків видно опіки, у центрі листка – хлороз і некроз.

Магній входить до складу хлорофілу, активізує діяльність ферментів, сприяє нагромадженню цукру. Магнієве голодування спричинює скручування листків у фазі 2–3 пар листків, а потім їхній некроз по краях. Потреби в магнії та натрії задовольняються мінеральними добривами, де ці елементи містяться як домішки.

Внесення органічних та мінеральних добрив під буряки цукрові. Буряки дуже вимогливі до рівня удобрення, оскільки використовують значно більше елементів живлення, ніж інші культури. Найефективніше вносити мінеральні добрива одночасно з органічними. Останні підвищують ефективність мінеральних добрив, поліпшують технологічні якості коренеплодів. Органічні добрива покращують структуру ґрунту, збільшують уміст елементів живлення, сприяють активній життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, поліпшують водний і повітряний режими ґрунту.

У підзоні недостатнього зволоження в ланці сівозміни із зайнятим паром *гній* рекомендовано вносити під попередник буряків цукрових (пшеницю озиму)

у нормі 20–30 т/га, а в ланках із багаторічними травами та горохом – безпосередньо під буряки цукрові по 30–40 т/га.

У районах достатнього і нестійкого зволоження для вирощування 45,0–50,0 т/га і більше норму гною збільшують до 40–50 т/га і вносять його безпосередньо під буряк, незалежно від місця цієї культури у сівозміні. Буряки цукрові в цій зоні – першочергова культура для внесення органічних добрив.

Вносять підстилковий і рідкий гній перед оранкою без розриву між розкиданням і приорюванням. Використання соломи як добрива одночасно з гноєм дає змогу значно поповнити ґрунт органічними речовинами і сприяє процесу ґрунтоутворення.

Не рекомендовано застосовувати органічні добрива навесні під передпосівний обробіток ґрунту та зимою по снігу. Внесення рідкого гною взимку зменшує його ефективність удвічі або зовсім не дає позитивних результатів.

У разі вирощування за інтенсивною технологією 90–95% фосфорних і калійних добрив рекомендовано вносити восени під оранку, оскільки вони дуже повільно переміщуються в ґрунті, решту – під час сівби в рядки. Азотні добрива, що легко вимиваються, вносять перед весняним обробітком ґрунту (70–90%) за 10–14 днів до сівби, а решту – в підживлення. Найкраще азот для підживлення внести у фазі чотирьох пар листків, але не пізніше шести пар справжніх листків.

Орієнтовні норми внесення *мінеральних добрив* залежно від зони вирощування і величини врожаю подано в таблиці 5.1. Найкраще співвідношення елементів живлення N:P:K = 1:1:1. А надмірна доза азоту збільшує вміст амідного азоту в коренеплодах, знижує цукристість і вихід цукру.

Таблиця 5.1 **Орієнтовні норми внесення мінеральних добрив під буряки цукрові на фоні 50 т/га гною**

Показник	Кількість добрив
Зона достатнього зволоження, урожайність – 50,0 т/га	
Мінеральні добрива – усього, кг/га д.р.	420–530
зокрема на ґрунтах: чорноземи типові	$N_{120–150}P_{170}K_{130}$
темно-сірі лісові, чорноземи опідзолені	$N_{140–170}P_{160}K_{200}$
сірі лісові	$N_{150–180}P_{150}K_{240}$
Зона нестійкого зволоження, урожайність – 45,0 т/га	
Мінеральні добрива – усього, кг/га д.р.	370-470
зокрема на ґрунтах: чорноземи типові	$N_{100–130}P_{150–60}K_{120}$
темно-сірі лісові, чорноземи опідзолені	$N_{120–140}P_{130-140}K_{170–80}$
сірі лісові	$N_{140–160}P_{130}K_{160–180}$
Зона недостатнього зволоження, урожайність – 40,0 т/га	
Мінеральні добрива – усього, кг/га д.р.	310–410
зокрема на ґрунтах: чорноземи типові	$N_{80–110}P_{130–140}K_{100}$
темно-сірі лісові, чорноземи опідзолені	$N_{110–130}P_{120}K_{150}$
сірі лісові	$N_{120–140}P_{120}K_{150}$

Для одержання високих урожаїв (понад 50,0 т/га) без органічних добрив норми внесення мінеральних добрив потрібно збільшувати до $N_{200–250}P_{160–180}K_{200–220}$. З фосфорних добрив під буряки цукрові використовують суперфосфат, з калійних – калійну сіль, хлористий калій, калімагнезію. Рослини добре реагують на внесення каїніту, у якому багато мікроелементів.

Застосування мікродобрив при вирощуванні буряків цукрових. Під час вирощування буряків цукрових необхідно застосовувати борні, мідні, марганцеві, цинкові, молібденові та кобальтові мікродобрива. Залізо та магній відіграють важливу роль у роботі хлорофілу рослин; марганець та молібден – в окислювальній системі фотосинтезу; цинк суттєво впливає на обмінні реакції електронів; мідь відіграє провідну роль у диханні та фотосинтезі.

Для буряків цукрових найкритичнішим елементом є ***бор***. З-поміж інших мікроелементів він найсуттєвіше впливає на врожайність та цукристість коренів, беручи активну участь у метаболізмі вуглеводів та синтезі матеріалу клітинних стінок. Нестача бору спричинює сповільнення росту, скручування та в'янення листя. Класичним симптомом є суха гниль листя. Коренеплоди мають погану лежкість, уражуються кагатною гниллю.

Мідні добрива застосовують на торфоболотних ґрунтах. На дерново-підзолистих, сірих лісових, легких піщаних їх вносять раз на п'ять років.

Цинкові добрива підвищують урожай і цукристість на чорноземах із невеликим умістом цинку. У формі сірчанокислого цинку його застосовують для обробки насіння (50–70 г/т), вносять у рядки за сівби і під час позакореневого підживлення (0,1% розчин).

Молібденові добрива потребують рослини на ґрунтах із кислою реакцією – дерново-підзолистих, сірих лісових, чорноземах опідзолених та вилугуваних. Вносять так, як і цинкові, використовуючи молібденовокислий амоній, молібдат натрію та відходи промисловості. Для обробки використовують 250–500 г молібдену на 1 т насіння, а за обприскування – 0,1% розчин молібденовокислого амонію. ***Кобальтові*** мікродобрива ефективні на дерново-підзолистих, піщаних сірих лісових, чорноземах вилугованих та інших ґрунтах, бідних на рухомий кобальт. Застосовують за обробки насіння (400–700 г кобальту на 1 т насіння) та для позакореневих підживлень (0,1% розчин сірчанокислого кобальту).

Сівба буряків цукрових. Для сучасних технологій використовують насіння з лабораторною схожістю не менше ніж 90%, а однорostковість має бути більше як 95%.

Натепер насіння продають не за масою, а за посівними одиницями. Одна посівна одиниця містить 100 000 насінин. За висіву на одному гектарі однієї посівної одиниці на 1 $м^2$ припадає 10 насінин, а на один метр довжини рядка – 4–5 насінин. Висівають 1,2–1,5 посівних одиниць, а інколи й більше.

У посушливих умовах або за низької культури землеробства не варто використовувати дражоване насіння. В такому разі краще висівати інкрустоване або ж необроблене насіння.

Для захисту молодого проростка від ґрунтових шкідників і хвороб насіння обробляють протруйниками, які мають інсектицидну та фунгіцидну дію. Це екологічно доцільний агрозахід, оскільки використовуються менші норми пестицидів, зберігається більше корисних ґрунтових організмів, порівнюючи з суцільним обприскуванням поля пестицидами чи внесенням гранулятів у рядки.

Способи сівби. Основний спосіб сівби – пунктирний із шириною міжрядь 45 см. Дуже важливо дотримуватися прямолінійності сівби. Використовують пневматичні сівалки точного висіву СТВТ-12, СУПК-12А, УПС-12, Контур (Амазоне), Унісем (Сікам), Мультикорн (Кляйне), Оптіма ACCORD. Вони повинні забезпечити точне однозернове розміщення насіння в рядку. Механічні сівалки забезпечують точний висів за швидкості 4–6 км/год, пневматичні – за 7–8 км/год. Весь комплекс машин у буряківництві розрахований на чітке дотримання відстані між рядками – 45 см, зміщення якої призводить до вирізання рослин під час міжрядних розпушень і до втрат урожаю коренеплодів у процесі збирання.

Глибина сівби. На добре окультурених полях за високоякісної підготовки ґрунту і достатнього забезпечення вологою глибина загортання насіння становить 2–3 см. В умовах нестійкого і недостатнього зволоження її збільшують до 3–4 см. Загортання насіння глибше ніж на 4 см призводить до зниження польової схожості. Насіння не проростає за сівби в сухий і дуже розпушений шар ґрунту.

Важливо висіяти насіння на ущільнене ложе з незруйнованою капілярною системою. За таких умов навіть у суху погоду забезпечується доступ ґрунтової вологи до насіння. Розпушений верхній шар ґрунту має бути не дуже товстим (2–4 см), щоб крізь нього легко надходили кисень із повітря і тепло. Польова схожість насіння при цьому становить 80–90% і більше.

Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше як на ± 0,5 см. Це забезпечить високу якість збирання. Будуть відсутні коренеплоди, де гичка обрізана недостатньо або разом із гичкою відрізається значна частина головки коренеплоду.

У разі збільшення швидкості руху посівного агрегату вище рекомендованої глибина загортання насіння зменшується, а рівномірність його розподілу по довжині рядка погіршується.

Норма висіву. Норму висіву встановлюють із врахуванням погодних і ґрунтових умов, окультуреності полів, посівних якостей насіння.

Коли визначають норму висіву насіння, потрібно зважати, що різниця між польовою та лабораторною схожістю може становити 15–35%. Крім того, за несприятливих умов вирощування до змикання рядків може втрачатися 5–10% весняних сходів. Для одержання високої врожайності на 1 га перед збиранням потрібно мати 90–110 тис. рослин або 4,5–5,5 рослин на 1 м рядка. А отже, рослини повинні рівномірно розміщуватися в рядку, орієнтовно через 16–20 см.

Чим вища польова схожість і менший ризик негативних для сходів чинників, тим більша відстань між насінинами в рядку. За польової схожості понад 70% насіння можна висівати на відстані 14–16 см у рядку. При цьому висівається 1,4–

1,6 посівної одиниці. Відстань 17–18 см рекомендована тільки для кращих полів за польової схожості понад 80%. При цьому висівається орієнтовно 1,2–1,3 п.о.

Слід враховувати, що зі зниженням норми висіву насіння, а отже й густоти сходів, зменшуються можливості застосування механізмів для догляду за посівами, насамперед для контролювання їхньої забур'яненості. Для знищення бур'янів використовують переважно хімічний спосіб.

Якщо умови структури ґрунту і водного режиму несприятливі, рекомендовано висівати інкрустоване насіння.

Кожне поле засівають за 1–2 дні, що забезпечує одночасні сходи і можливість якісного обробітку під час догляду.

Строки сівби. Під час визначення строків сівби слід враховувати, що насіння потребує для проростання великої кількості води – 150–160% від власної маси, а дражоване – до 200%. Буряки цукрові мають тривалий вегетаційний період – 180–220 діб, що підвищує цінність ранніх строків сівби.

Сівбу починають із настанням фізичної стиглості ґрунту за температури 5–6 °С на глибині 8–10 см. Така температура характерна для першої декади квітня. У пізні й посушливі весни буряки цукрові сіють якомога раніше (одночасно з ранніми ярими зерновими культурами). У холодні й дощові весни сівбу проводять одразу за ранніми зерновими.

За даними Уладово-Люлинецької дослідної станції, оптимальними строками сівби буряків цукрових є кінець березня – перша декада квітня (до 12 квітня). Однак, залежно від метеорологічних умов, календарні строки сівби можуть починатися наприкінці березня і закінчуватися не пізніше 25 квітня.

Запізнення із сівбою на один день, порівнюючи з оптимальним строком, зменшує врожайність коренеплодів на 0,5–0,7 т/га, на 5–6 днів – на 2,1–7,1 т/га. Перенесення строків збирання на пізніший період не компенсує зазначених втрат. Тому орієнтація на пізніші строки сівби заради зменшення забур'яненості є недоцільною, особливо в разі застосування гербіцидів.

Догляд за посівами буряків цукрових. Ґрунт під час сівби ущільнюють котками сівалки. Проте в деяких випадках поле додатково коткують. Це потрібно, коли ґрунт під час сівби був надто розпушений і після проходу сівалки утворилися жолобки; за грудочкуватої структури ґрунту; за пізніх строків сівби в пересушений ґрунт. Але коткування ефективне тільки тоді, коли його проводять одразу за сівбою.

У технології вирощування буряків цукрових найголовніша проблема – знищення бур'янів. Навіть за незначної забур'яненості врожайність зменшується на 15–50%.

Запаси насіння бур'янів в орному шарі ґрунту дуже великі (понад 1 млрд на 1 га). У шарі ґрунту товщиною 5 см, площею 1 м^2 перебуває від 1100 до 2300 насінин різних видів бур'янів. Тому агротехнічні заходи не завжди забезпечують чистоту посівів.

Рослини буряків цукрових є малоконкурентними щодо рослин бур'янів, особливо на перших фазах росту. За перші 90 діб із часу появи сходів у посівах

просапних культур комплекс бур'янів може поглинати з ґрунту найдоступніші форми азоту – 160–200 кг/га, фосфору – 65–90, калію – 170–250 кг/га.

У разі застосування гербіцидів поверхня ґрунту і міжряддя не розпушуються. За даними німецьких вчених, на добре структурованих ґрунтах за застосування до- і післясходових гербіцидів розпушення міжрядь не забезпечує приросту врожаю. У Німеччині в 1996 р. хоч би одне розпушення міжрядь проводили лише на 19% посівної площі буряків цукрових. Під час механічного обробітку руйнується плівка внесених гербіцидів на поверхні ґрунту і проростає нова хвиля насіння бур'янів.

Проте гербіцидна технологія непридатна для важких ґрунтів, вимагає значних коштів на придбання гербіцидів, тому не завжди вигідна за економічними показниками. Хорошою альтернативою є агротехнічний спосіб, який здебільшого економічно доцільніший, екологічно чистий. Така технологія мала значне поширення в Україні і забезпечувала високу врожайність.

Існують два **способи захисту посівів від бур'янів**: 1) агротехнічний із механічним розпушуванням ґрунту; 2) хімічний із застосуванням гербіцидів. Також правомірно поєднувати механічний захист із гербіцидним тією чи іншою мірою, якщо це не шкодить самим рослинам та не зменшує захисну дію гербіцидів.

Догляд за посівами буряків цукрових та захист від бур'янів агротехнічним способом. Догляд за посівами передбачає низку послідовно виконуваних операцій. Так, через 4–5 днів після сівби проводять досходове боронування посівними боронами або райборінками, упоперек до напрямку рядків, на малій швидкості (до 4 км/год). Суцільне розпушування ґрунту виконують на глибину не більше ніж 2/3 глибини загортання насіння. У прикоткованому ґрунті створюються сприятливі умови для проростання насіння бур'янів, яке через 4–5 днів перебуває у фазі білої ниточки. Боронуванням у цей час можна знищити до 90% проростих бур'янів.

Сходи буряків з'являються на 8–10 добу після сівби, а за низької температури поверхневого шару ґрунту – через 20–25 діб і більше. У прохолодні затяжні весни, коли процес проростання і з'явлення сходів сповільнюється, можна провести 2–3 досходові боронування. Не можна виконувати цю операцію, коли ростки буряків досягли висоти 1 см, бо зуби борін можуть їх обламати.

Якщо після сівби пройшов дощ і виникла загроза утворення ґрунтової кірки, то досходове боронування починають тільки-но борони перестануть залипати. Для руйнування кірки можна використовувати культиватори, а до сходів, у деяких випадках, хороші результати забезпечують кільчасто-шпорові котки.

Післясходове боронування проводять, якщо на одному метрі рядка є не менше ніж 8–10 рослин у фазі 1–2 пари справжніх листків. Боронування на більш ранніх фазах допускається за наявності на одному метрі більше 16–18 рослин. Для боронування використовують агрегат із легких борін, а на сильно ущільнених ґрунтах – із середніх борін. При цьому знищується 40–60% бур'янів і 10–20% сходів буряків. Агрегати рухаються під кутом 5–10° до напрямку рядків зі швидкістю не більше ніж 4 км/год. Глибина розпушування ґрунту – 3 см.

Завдяки вчасно проведеним до- та післясходовим боронуванням можна отримати значний ефект у контролюванні бур'янів, крім кореневищних (пирій та ін.).

Система суцільних до- і післясходових розпушень ґрунту боронами не виключає першого мілкого розпушування міжрядь (шаровки) тільки-но позначаться рядки сходів (фаза вилочки). Під час шаровки в зоні проходу лап-бритв знищується 95–100% бур'янів, що вціліли після досходових боронувань чи проросли після них, розпушується ґрунт у міжряддях. Шаровку проводять культиваторами, глибина ходу лап-бритв – 2–4 см, захисна зона – 5–7 см. Після бритв у міжрядді розміщується ротаційна батарея, яка додатково розпушує ґрунт.

Якщо на один метр рядка є не менше ніж 10 рослин, ротаційні робочі органи ставлять у захисних зонах рядка. При цьому в рядку знищується 40–55% бур'янів, сходи зріджуються не більше ніж на 10%. Швидкість руху агрегата під час шаровки – не більше ніж 4 км/год.

Догляд за посівами повинен забезпечити утримання поля в розпушеному і чистому від бур'янів стані. Вперше розпушують ґрунт у міжряддях після утворення в рослин 2–3 пар справжніх листків. Зазвичай його поєднують із підживленням азотом. Підживлювальний ніж розміщують посередині міжряддя з глибиною ходу 10–12 см. Перед підживлювальним ножем розміщують по дві однобічні плоскорізні лапи бритви із шириною захвату 15 см, встановлені на глибину обробітку 8–10 см. У разі вивертання брил глибину зменшують до 5–6 см. Захисна зона – 7–8 см.

Потребу в подальших розпушуваннях, їхню періодичність, глибину, строки визначають залежно від ущільнення ґрунту і появи бур'янів. За великої кількості опадів глибину розпушування збільшують до 14 см, а за незначних – її зменшують до 7 см. Для обробітку ґрунту на глибину 5–7 см застосовують лапи-бритви, а на більшу – долота і стрільчасті лапи.

Вдруге ґрунт рекомендовано розпушувати через 8–10 днів після першого розпушування на глибину 7–14 см, використовуючи долота і стрільчасті лапи. Захисна зона 10–12 см. Проростілі бур'яни в рядку присипають ґрунтом за допомогою підгортальних дисків, коли рослини буряків мають висоту 6 см. Два присипання бур'янів за ефективністю прирівнюються до дії післясходового гербіциду.

Перше присипання проводять у фазі 2–3 пар справжніх листків у буряків. На односторонню лапу-бритву встановлюють підгортачі шириною 40 мм. Удруге присипання бур'янів у зоні рядка проводять у фазі 4–5 пар справжніх листків у буряків підгортачами шириною 60 мм, встановленими на стрільчасту лапу. Висота ґрунтового гребня за першого присипання має бути 2–3 см, за другого – до 5 см. Не допускається присипання точки росту рослин буряків. Для насипання ґрунту використовують також підгортальні диски.

Третє розпушування міжрядь на глибину 7–14 см проводять долотами та підгортальними дисками. Захисна зона – 12–14 см. Міжрядні розпушування припиняють після змикання листків у міжряддях.

Хімічний захист від бур'янів. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків рекомендує дві системи захисту посівів буряків цукрових від бур'янів: комбіновану і посходову (Іващенко, 2001).

Комбінована система передбачає обов'язкове внесення в ґрунт гербіцидів, що діють у вологому ґрунті через кореневу систему, і подальше обприскування (двічі або тричі) сходів буряків цукрових.

Посходова система доцільна на полях із низьким рівнем потенційного забур'янення орного шару, в господарствах із високим рівнем землеробства і за високого технічного забезпечення.

Ґрунтові препарати краще застосовувати до сівби або до появи сходів буряків цукрових. Можна використовувати такі схеми із застосування ґрунтових гербіцидів після висіву до появи сходів: Конкістадор, 70% в.г. – 1,0–1,5 кг/га + Нортрон 500 S – 0,8–1,0 л/га; Пірамін Стар, 46% к.с. – 2,0 л/га + Голтікс, 70% к.с. – 1,0–1,5 л/га; Тореро, 50% к.с. – 2,0 л/га + Нортрон, 500 SC – 0,6 л/га (Ременюк, 2015).

Застосовувати післясходові обприскування в комбінованій і післясходовій системах захисту починають за появи сходів бур'янів.

Перше обприскування посівів по вегетуючих рослинах проводять у фазі сім'ядолей у рослин бур'янів. Рослини буряків цукрових у цей період вже утворюють розвинуті сім'ядолі (довжина сім'ядольних листочків – 2 см).

Застосовують такі препарати як: Бетанал Експерт, к.е. – 1,0 л/га або Бетанал Макс Про 209 OD – 1,25–1,5 л/га + Карібу 50, ЗП – 0,020–0,030 кг/га + ПАР – 0,2 л/га. Для умов Західного Лісостепу за наявності достатньої кількості вологи в ґрунті композицію можна підсилити додаванням Піраміну Турбо, к. с. – 2,0 л/га.

Друге внесення – орієнтовно через 6–8 днів після першого: Бетанал Макс Про 209 OD – 1,25–1,5 л/га + Карібу Екстра – 0,280 кг/га + ПАР – 0,2 л/га.

Третє внесення – орієнтовно через 10–14 днів після другого такою самою композицією (можливе додавання граміниціду, але норми внесення такі, як проти однорічних злакових бур'янів). У разі появи на полі багаторічних злакових бур'янів граміницид слід вносити окремо або ж у поєднанні з мікроелементами. Також у третє внесення за достатнього зволоження ґрунту слід додати Голтікс 700 КС – 1,0–2,0 л/га.

Доцільно проводити послідовні обприскування гербіцидами з невисокими нормами витрати: у перше внесення – Бетанал Експерт, к.е. – 0,8 л/га або Бельведер Форте, к.с. – 0,60,7 л/га. Друге внесення проводять через 5–6 днів із додаванням до Бетаналу Карібу 50, ЗП – 0,020–0,030 кг/га + ПАР – 0,2 л/га. У третє та подальші внесення можна використовувати Бетанал Макс Про 209 OD – 1,25–1,5 л/га та Карібу, 50 ЗП – 0,030 кг/га. За наявності достатньої кількості вологи в ґрунті в останню гербіцидну обробку (перед змиканням міжрядь) додаємо Голтікс Голд, м.с. у нормі 1,0–1,5 л/га (Ременюк, 2015).

Хімічні методи захисту від шкідників та хвороб. Інсектициди застосовують з урахуванням передбачених чи фактичних економічних порогів щільності

(шкідливості) основних шкідників буряків (Саблук та ін., 2005). Перший обробіток проводять на початку появи сходів, коли небезпека пошкодження шкідниками найбільша. Потреба в першому обробітку найчастіше буває на крайніх смугах шириною 40–100 м, оскільки блішки і довгоносики спочатку заселяють краї посівів. За інтенсивних перельотів жуків і заселення ними всього поля його обробляють інсектицидами суцільно.

На рисунку 5.1 наведено комплексну систему захисту посівів буряків цукрових компанії Укравіт.

Потребу і засоби хімічного захисту буряків цукрових від хвороб встановлюють за результатами відповідних прогнозів та обстежень полів, аналізів даних щодо розподілу різних видів хвороб у попередні роки. На основі цього розробляють конкретну програму застосування фунгіцидів з урахуванням часу попередження періодів найбільшої шкідливості відповідних видів хвороб за періодами і фазами росту рослин.

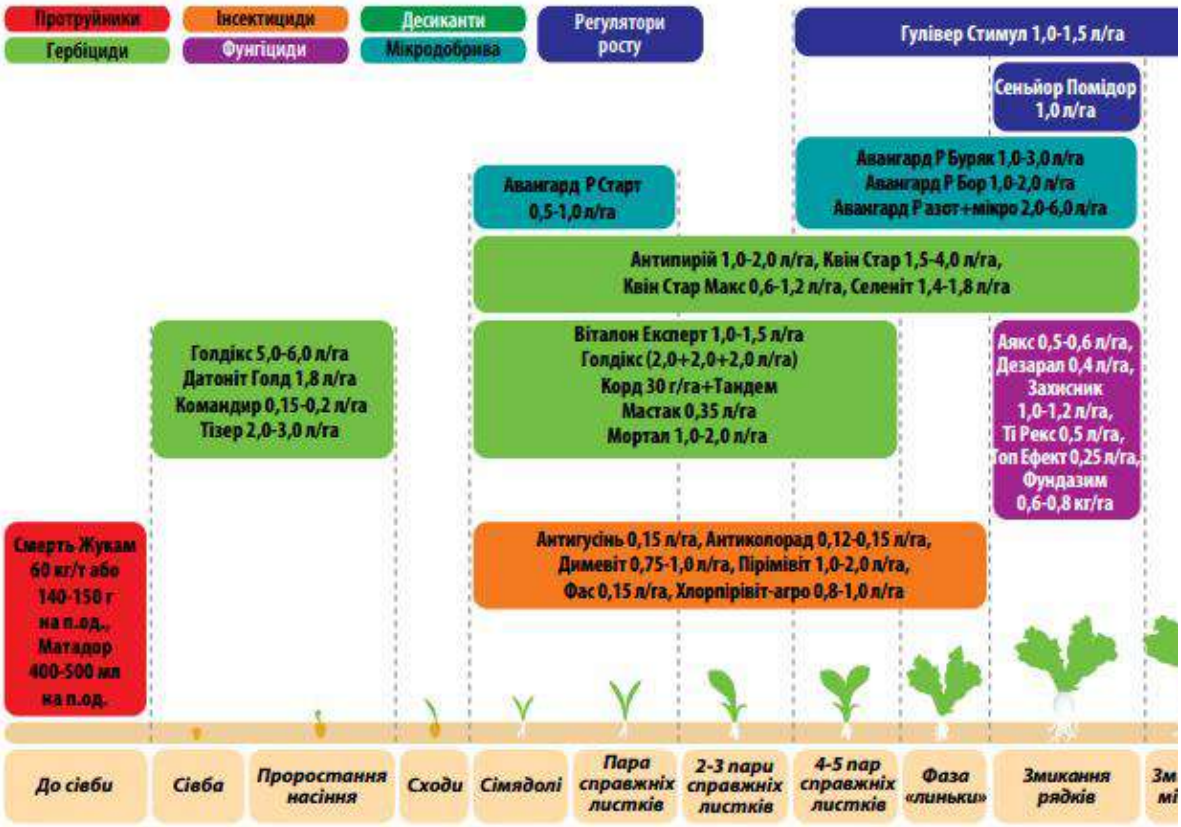


Рис. 5.1. Комплексна система захисту посівів буряків цукрових компанії Укравіт

Вносять засоби захисту рослин штанговими обприскувачами із широким (15–30 м) захватом. Із вітчизняних машин натепер найзручнішим є ОП-2000, переобладнаний щілинними розпилювачами і відсікальними індивідуальними клапанами та фільтрами. З іноземних машин найякісніші обприскувачі фірм «РАУ» (Німеччина), «Харді» (Данія), «Страйкуп» (США) та інші. Оптимальна норма витрати робочої рідини за внесення препаратів становить 150–250 л/га.

Найвищої ефективності захисту від бур'янів досягають у разі поєднання агротехнічного (сівозміна, основний і передпосівний обробіток ґрунту, до- і післясходове боронування, розпушення міжрядь, присипання бур'янів у рядках та ін.) і хімічного способів.

Контролювання хвороб буряків цукрових. Хвороби уражують сходи, листки та коренеплоди, зумовлюючи під час вегетації великі втрати врожаю та погіршення якості сировини для цукрових заводів.

Найбільш поширеними та шкідливими хворобами буряку є церкоспороз, борошниста роса, пероноспороз, іржа, гнилі коренеплодів та ін.

Для запобігання ураженню хворобами рослин буряків цукрових обов'язково необхідно дотримуватись основних агротехнічних вимог. Зокрема значно поліпшити фітосанітарний стан посівів можна за дотримання науково-обґрунтованого чергування культур у сівозміні, застосування напівпарового обробітку ґрунту, дотримання необхідної глибини оранки (28–32 см), правильного співвідношення азоту, фосфору і калію, забезпеченості мікроелементами тощо.

Для вирішення питання про доцільність застосування фунгіцидів для захисту рослин буряків від хвороб можна скористатися табл. 5.2.

Таблиця 5.2. **Обґрунтування потреби застосування фунгіцидів** (Роїк, 2001)

Основні хвороби	Критерії обґрунтування
Церкоспороз	Розвиток хвороби в попередні роки досягав 30% і більше. На листках у 2–3% рослин у фазі понад 15 листків з'явилися поодинокі плями хвороби. Сприятливі для розвитку хвороби умови: наприкінці червня – у липні температура вдень 20 °С, відносна вологість повітря – понад 70%. На столових буряках спостерігається розвиток хвороби
Борошниста роса	Розвиток хвороби в попередні роки становив до 20%. У липні–серпні на листках з'явилися поодинокі плями хвороби, спостерігається розвиток захворювання. Сприятлива погода: середня температура повітря – 20 °С і вище, відносна вологість удень – нижче 60%, уночі – 90%, опади не більше разу на декаду і нижче норми. Хворобою уражені насінники буряків, буряки кормові та берізка польова
Пероноспороз	У минулому році 5% і більше рослин були уражені хворобою. Наявність у травні–червні вогнищ хвороби на насінниках та сприятлива погода: середня температура повітря 13–19 °С, опади чи поливи, відносна вологість повітря – понад 70%
Іржа	Минулого року 5% рослин були уражені хворобою. Наявність вогнищ хвороби на насінниках чи самосіві, поява її на листках буряків.
Вірусна жовтяниця і мозаїка	Перші крайові обприскування (40–60 м завширшки) за появи попелиць на 1% рослин по краю поля. Суцільні обприскування – у разі заселення поодинокими колоніями попелиці більше 1% рослин.

Контролювання шкідників буряків цукрових. Буряки цукрові може пошкоджувати понад 250 шкідників. Найбільш поширені та шкідливі – довгоносики, дротяники, бурякові блішки, бурякова крихітка, попелиці, мінувальна муха, щитоноски, мертвоїд, метелик лучний, гусениці совок, кліщ, бурякова нематода та ін.

Високу ефективність забезпечує обробка інсектицидами насіння буряків для захисту на початкових фазах росту.

Під час вегетації потрібно враховувати економічні пороги шкідливості (табл. 5.3) та вибирати найкращі строки обприскування посівів для максимального знищення того чи іншого шкідника.

Таблиця 5.3. **Економічні пороги шкідливості основних шкідників буряків цукрових**

Шкідник	У місцях зимівлі	Кількість особин за сівби насінням	
		не обробленим інсектицидом	обробленим інсектицидом
Дротяники, личинки пластинчастовусих жуків	–	2,0	5–6
Бурякові блішки	10–15 екз./м^2	0,2–0,3 на 1 рослину	1,5–2,0 на 1 рослину
Довгоносики: звичайний, сірий, чорний	0,5 екз./м^2	0,2–0,3 екз./м^2 0,3–0,5 екз./м^2	1,5–2,0 екз./м^2 1,0–1,5 екз./м^2
Щитоноски: бурякова лободова	5–10 екз./м^2	2,0 екз./м^2 1,0 екз./м^2	6–8 екз./м^2 4–5 екз./м^2
Крихітка	25–50 екз./м^2	20 на 1 м рядка	50–60 на 1 м рядка
Попелиця листкова	–	заселено 5% рослин по краю поля	
Муха бурякова мінувальна	5 пупаріїв на 1 м^2	3–4 личинки на 1 рослину у фазі 2-х пар справжніх листків; 6–10 личинок у фазі 12–16 листків у разі заселення 50% рослин	
Міль бурякова мінувальна	–	30% пошкоджених гусеницями рослин	
Листогризучі совки (гусінь)	–	10 екз./м^2	
Підгризаючі совки (гусінь)	–	1–2 екз./м^2	
Лучний метелик	1–3 лялечки на 1 м^2	5 гусениць першого покоління, 6–10 –другого покоління на 1 м^2	

Збирання буряків цукрових. Наростання маси коренеплодів і підвищення цукристості триває у вересні, жовтні і за теплої погоди навіть у листопаді. Раннє збирання зменшує вихід цукру з гектара, пізнє пов’язане з втратами врожаю внаслідок несприятливих погодних умов – тривалі дощі, сніг, морози.

Строки збирання коренеплодів потрібно встановлювати залежно від площі, забезпечення механізмами з таким розрахунком, щоб збиральні роботи завершити до кінця жовтня.

Зрізають верхню частину коренеплоду із черешками гички. Якщо зрізується 1 см шийки коренеплоду, втрати врожаю становлять 5–7%, а в разі зрізання 3 см зростають до 20–27%. Рівномірно зрізати гичку можна лише на добре вирівняному перед сівбою ґрунті, у разі загортання насіння на однакову глибину, за рівномірного стояння рослин в рядку.

Викопувальні робочі органи коренезбиральних машин не повинні травмувати коренеплоди. Обламування хвостиків у коренеплодів призводить до втрат урожаю. Якщо в ґрунті залишились хвостики довжиною 3,5 см, то втрачається 5–6% урожаю, за довжини 5 см втрати зростають до 10–12%.

Технологічні показники якості буряків цукрових. Найціннішою біологічною властивістю буряків цукрових як спеціалізованого цукроноса є їх здатність накопичувати в середньому 17–20% цукрози від маси коренеплодів. Однак вихід цукру з одиниці маси коренеплоду і його виробництво з площі посіву визначаються не тільки вмістом цукрози, але й інших хімічних компонентів, а саме: загальною зольністю, а також її складових частин, умістом і співвідношенням сполук азоту, редукувальних цукрів, пектинів, органічних кислот та інших речовин.

Якщо якісний хімічний склад коренеплодів буряків цукрових майже постійний, то кількісний – змінюється. Ці зміни обумовлені ґрунтово-кліматичними чинниками, умовами вирощування і сортовими відмінностями.

Роль чинників, які спричиняють зміни хімічного складу коренеплодів, як у межах одного року, так і в різні роки, до цього часу ще не цілком досліджені. Відомо, що зі зміною клімату з півночі на південь цукристість коренеплодів підвищується і поліпшуються їх технологічні якості. Подібне має місце і в разі переміщення із заходу на схід. Оптимальна температура для росту буряків цукрових становить 20–25 °С, за якої найсприятливіше поєднуються врожайність і цукристість коренеплодів.

Застосування підвищених норм азоту, вища вологість ґрунту, застосування стимуляторів росту та ін., які забезпечують одержання високого врожаю, призводять до дещо зниженої цукристості. Недостатня кількість азоту в ґрунті, особливо в другій половині вегетації, низька вологість ґрунту, застосування інгібіторів росту тощо зазвичай сприяють підвищенню цукристості. Це пояснюється тим, що в першому випадку значна частина асимілятів, утворених під час фотосинтезу, витрачається на ростові процеси, а в другому − більша їх кількість транспортується в коренеплід, де відкладається в запас.

Основним показником технологічних якостей коренеплодів буряків цукрових є вихід цукру. Існує пряма залежність між цукристістю коренеплодів і виходом цукру при переробці на заводі. Суттєвий вплив на вихід цукру має хімічний склад коренеплодів, а саме: вміст нецукрів, солей калію, натрію і розчинних форм азоту. Формули для визначення технологічних показників наведено в табл. 5.4.

З погляду технології бажано, щоб коренеплоди буряків цукрових на час збирання мали максимально можливу кількість цукрози і мінімальну – нецукрів, які не відокремлюються в процесі очистки соків, чим збільшують вихід меляси і втрати в ній цукру.

У стандартах на буряки цукрові в країнах ЄС (Німеччина, Польща, Чехія, Угорщина) регламентовано, що коренеплоди з цукристістю 14% і нижче не приймаються, оскільки переробляти їх економічно не вигідно.

Таблиця 5.4. **Технологічні показники якості буряків цукрових**

Показник	Формула	Оптимальне значення
Утрати цукру в мелясі (ПМ),%	ПМ = 0,349 (К = Na) або ПМ = 3,76 КРЗ	Чим нижче, тим краще
Імовірний вихід цукру (Б), %	Б = С - 0,9 - ВМ	Чим вище, тим краще
Імовірний вихід меляси (М), %	М = 2ВМ	Чим нижче, тим краще
МБ-фактор	МБ = М/Б - 100	Чим нижче, тим краще
Коефіцієнт натуральної лужності (АК)	АК = (К + Na)/а - N	понад 1,8
Коефіцієнт якості буряків (Юс)	Кk = Б/Ц - 0,9	Чим вище, тим краще
Чистота нормального очищеного соку (ДК)	ДК= 150/2,5 - К	Чим вище, тим краще
Коефіцієнт стиглості буряків, (ч)	Ч = Ц/NA23	0,8–1,0

Підвищений уміст α-амінного азоту в буряках цукрових свідчить про те, що в серпні для підживлення посівів коренеплодів використовувалась аміачна вода, а це потрібно робити до 15 червня.

Уміст вуглекислої золи в корені обернено пропорційний умісту цукрози. Дуже важливий показник якості буряків цукрових – це співвідношення калію і натрію (5:1). За зменшення цього співвідношення, а також у разі зниження вмісту калію і підвищенню натрію в буряках погіршується якість. Вони стають особливо схильними до вірусних захворювань. За внесення азотних добрив уміст калію в коренеплодах не змінюється, а натрію – зростає.

Отримання коренеплодів буряків цукрових із пониженою технологічною якістю зумовлюють: порушення технології вирощування (недотримання сівозмін, неякісна осіння оранка без внесення мінеральних і органічних добрив, недостатнє внесення мінеральних добрив); значна забур’яненість багаторічними та однорічними бур’янами; низька густота посівів.

Розділ 6
ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ГІБРИДІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

6.1. Екологічна оцінка умов вирощування буряків цукрових

Станом на 2020 рік в Україні під вирощуванням буряків цукрових було зайнято 220 тис. га, а в розрізі областей площі розподілялись нерівномірно. Так, Закарпатська, Запорізька, Луганська, Миколаївська, Одеська та Херсонська взагалі не вирощували буряків цукрових, а у Волинській, Дніпропетровській, Донецькій, Івано-Франківській, Сумській, Харківській, Черкаській, Чернівецькій та Чернігівській областях площі не перевищували 10 тис. га. Лідерами з посівних площ були такі області: Вінницька – 48,5, Полтавська – 25,8, Хмельницька – 23,8, Київська – 20,0 та Тернопільська – 18,0 тис. га.

Якщо аналізувати обсяги виробництва коренеплодів буряків цукрових фабричних, то загалом по Україні у 2020 році було вироблено 8983,9 тис. т, що в 4,9 рази менше ніж у 1990 році. Однак аналіз часового проміжку з 1997-го по 2020 р. показує, що типовим для нашої країни є збір коренеплодів в межах 1-1,5 млн. т, у той час як площі, зайняті під буряками, змінюються від 330 до 200 тис. га. А тому умови 2020 року є типовими для останнього десятиліття і відображають не тільки кон'юнктуру ринку щодо попиту на вирощування буряків цукрових, а й загальні показники їх поширеності. Адже для вирощування культура потребує не тільки багато фінансових затрат, а й застосування вузькоспеціалізованої техніки та високої культури землеробства. Тому господарства, які позбулись за останні десятиліття бурякозбиральних комбайнів та іншої техніки, вже ніколи не відновлять вирощування буряків, навіть зважаючи на високий попит на цукор.

Доволі цікавим є розподіл обсягів виробництва коренеплодів буряків цукрових по основних агрокліматичних регіонах України (рисунок 6.1).

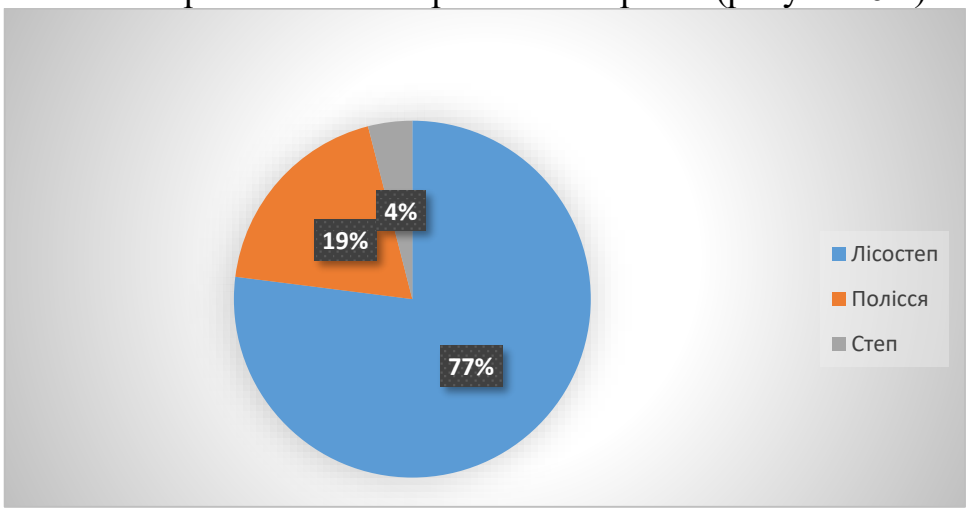


Рис. 6.1. Розподіл обсягів виробництва коренеплодів буряків цукрових по основних агрокліматичних регіонах України, 2020 р.

Основні обсяги вирощування буряків цукрових припадають на господарства, розташовані в умовах зони Лісостепу України – 77%. В умовах Полісся буряки вирощують значно менше господарств, і на цей регіон припадає не більше 19% від загальнодержавних обсягів виробництва. В умовах Степу України виробляється 4% від загальної кількості коренеплодів буряків цукрових фабричних, а тому регіон з точки зору комерційного вирощування цієї культури вважається безперспективним на сучасному рівні господарювання.

Продуктивність буряків цукрових в середньому по Україні зросла порівняно з 1990 р. майже у два рази (таблиця 6.1), однак це ще далеко не ті параметри, які можна отримувати в умовах України. Так, потенціал продуктивності буряків цукрових від півночі Франції до східної Польщі визначається кліматичними умовами регіону та оцінюється в діапазоні 85−95 т/га (Pidgeon et al., 2001). Проте реальна врожайність коренеплодів станом на 2011 р. у Франції була понад 70 т/га, а в Польщі − менше ніж 50 т/га (FAOSTAT, 2011). А от вже у 2016 році в Німеччині середня урожайність буряків цукрових становила 76,2 т/га, Франції – 83,9 т/га, Польщі – 65,8 т/га (FAOSTAT, 2018).

Таблиця 6.1. **Середньобагаторічні показники урожайності, площі та валового збору буряків цукрових (середнє за 2001–2020 рр.)**

Регіон*	Урожайність, т/га	Площа, тис./га	Валовий збір, тис. т/га
Україна загалом	33,02	458,3	13259,4
Вінницька	35,42	71,2	2358,9
Волинська	32,16	18,5	538,8
Дніпропетровська	33,71	7,5	163,1
Донецька	19,85	1,7	29,5
Житомирська	35,56	16,8	543,0
Закарпатська	-	-	-
Запорізька	16,82	1,5	26,1
Івано-Франківська	33,78	3,9	98,4
Київська	38,50	38,2	1277,1
Кіровоградська	30,43	21,2	571,7
Луганська	20,53	1,1	14,8
Львівська	37,56	16,9	568,7
Миколаївська	32,69	5,6	124,4
Одеська	17,66	7,7	129,9
Полтавська	35,97	50,9	1719,7
Рівненська	35,01	21,5	679,8
Сумська	32,85	17,0	410,7

Тернопільська	35,42	44,1	1403,0
Харківська	29,35	34,5	840,3
Херсонська	24,24	1,6	35,2
Хмельницька	37,27	37,2	1308,2
Черкаська	34,59	29,8	897,6
Чернівецька	27,56	5,7	137,4
Чернігівська	35,59	12,0	390,3

*без урахування даних Автономної Республіки Крим як таких, що суттєво відрізняються за умовами вирощування буряків цукрових від регіонів материкової частини України.

Стабільно високі показники урожайності, площ вирощування та валового збору коренеплодів буряків цукрових спостерігають в регіонах Лісостепу України, максимально придатних для вирощування буряків цукрових: Вінницька, Київська, Полтавська, Тернопільська, Хмельницька та Черкаська області. Хороші показники забезпечують регіони, що належать до Полісся України – Волинська, Житомирська, Чернігівська області.

Наступним кроком аналізу даних урожайності буряків цукрових було визначення стандартного відхилення та коефіцієнтів варіації по регіонах України з інтервалом розрахунку в п’ять років (таблиця 6.2).

Таблиця 6.2. **Стандартне відхилення та коефіцієнт варіації врожайності буряків цукрових по регіонах України**

Регіон	2001-2005		2006-2010		2011-2015		2016-2020		2001-2020	
	стандартне відхилення	коефіцієнт варіації	стандартне відхилення	коефіцієнт варіації	стандартне відхилення	коефіцієнт варіації	стандартне відхилення	коефіцієнт варіації	стандартне відхилення	коефіцієнт варіації
Україна	2,9	14,4	2,3	8,6	4,1	10,4	3,4	7,5	10,5	31,8
Вінницька	3,3	15,0	3,1	9,8	5,5	13,2	6,1	12,9	10,7	30,2
Волинська	2,9	13,4	2,9	10,1	3,6	10,1	2,4	5,8	8,4	26,1
Дніпропетровська	1,9	10,0	6,4	26,1	7,9	20,2	6,7	13,0	14,2	42,2
Донецька	2,6	16,2	3,6	21,7	2,2	9,4	–	–	–	–
Житомирська	3,5	15,8	4,7	17,5	6,6	14,7	9,6	19,8	13,0	36,6
Закарпатська	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Запорізька	3,5	19,6	–	–	–	–	–	–	–	–
Івано-Франківська	2,1	10,5	2,2	9,1	12,4	31,6	12,6	24,4	15,3	45,3
Київська	2,2	8,5	2,9	9,4	9,5	19,6	8,8	18,0	12,3	31,9

Кіровоградська	4,3	21,5	5,5	19,3	1,6	4,5	7,4	19,8	8,4	27,7
Луганська	3,6	22,6	—	—	—	—	—	—	—	—
Львівська	1,9	10,4	5,9	17,9	4,5	10,2	3,1	5,6	14,4	38,3
Миколаївська	3,9	21,7	10,0	44,1	3,6	7,1	—	—	—	—
Одеська	2,4	14,5	—	—	—	—	—	—	—	—
Полтавська	3,4	15,8	6,8	20,9	3,6	7,8	6,1	13,9	11,1	31,0
Рівненська	1,9	9,6	5,4	16,7	5,3	13,2	3,4	7,1	11,4	32,7
Сумська	1,8	9,6	7,0	23,6	5,6	14,2	4,0	9,1	10,9	33,2
Тернопільська	3,6	15,9	3,6	11,4	7,1	18,3	3,6	7,3	10,9	30,8
Харківська	2,9	15,3	5,3	23,8	5,5	15,5	5,9	14,3	10,4	35,6
Херсонська	9,8	40,1	—	—	—	—	—	—	—	—
Хмельницька	4,3	19,7	4,3	12,2	6,6	14,9	5,0	10,5	11,4	30,5
Черкаська	5,4	24,8	3,4	10,9	4,5	10,3	6,7	16,0	10,3	29,8
Чернівецька	3,4	15,5	8,3	32,5	6,3	18,0	—	—	—	—
Чернігівська	5,5	22,3	2,9	8,4	4,8	11,5	3,6	8,6	8,2	23,0

*з врахуванням лише повних даних п’ятирічок

У проміжок з 2001-го по 2005 р. велику варіабельність урожайності спостерігали в умовах Кіровоградської, Луганської, Миколаївської, Херсонської, Черкаської та Чернігівської областей. А от у період часу з 2006-го по 2010 р. великою варіацією врожайності характеризувались Дніпропетровська, Донецька, Миколаївська, Сумська, Харківська та Чернівецька області. У відтинок часу з 2011-го по 2015 р. великі значення варіабельності врожайності буряків цукрових були в Дніпропетровській та Івано-Франківській областях. А в проміжок з 2016-го по 2020 р. великі значення варіабельності врожайності були зафіксовані лише в умовах Івано-Франківської області.

Якщо аналізувати варіабельність урожайності в межах часового періоду з 2001-го по 2020 р., то великі значення її були зафіксовані в Вінницькій, Волинській, Дніпропетровській, Донецькій, Житомирській, Івано-Франківській, Київській, Кіровоградській, Львівській, Полтавській, Рівненській, Сумській, Тернопільській, Харківській, Хмельницькій, Черкаській та Чернігівській областях, що відповідає усім регіонам розповсюдження бурякосіяння в Україні та є ознакою істотних впливів на галузь умов вирощування й економічної ситуації в галузі загалом.

Показники екологічної пластичності та стабільності, які розраховували за методикою Eberhart S. A., Russel W. A. за допомогою пакету прикладних програм PTC Mathcad Prime 3.1, наведено в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3. **Стабільність (b) та пластичність (W) урожайності буряків цукрових по регіонах України**

Регіон	2001-2005		2006-2010		2011-2015		2016-2020		2001-2020	
	b	W	b	W	b	W	b	W	b	W
Вінницька	1,10	$1,60*10^7$	0,97	$2,08*10^7$	0,65	$4,21*10^7$	1,44	$3,85*10^7$	0,97	$1,93*10^9$
Волинська	0,89	$1,60*10^7$	0,85	$2,10*10^7$	0,90	$4,27*10^7$	0,49	$3,90*10^7$	0,78	$1,96*10^9$
Дніпропетровська	0,56	$1,62*10^7$	0,98	$2,14*10^7$	0,49	$4,24*10^7$	0,24	$3,80*10^7$	1,21	$1,95*10^9$
Донецька	0,68	$1,65*10^7$	0,85	$2,20*10^7$	0,04	$4,42*10^7$	2,14	$3,83*10^7$	1,15	$1,93*10^9$
Житомирська	1,01	$1,60*10^7$	0,31	$2,19*10^7$	1,73	$4,17*10^7$	–	–	–	–
Закарпатська	0,81	$1,63*10^7$	0,83	$2,14*10^7$	3,25	$4,23*10^7$	2,62	$3,80*10^7$	1,30	$1,95*10^9$
Запорізька	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Івано-Франківська	-0,07	$1,61*10^7$	–	–	–	–	–	–	–	–
Київська	0,65	$1,57*10^7$	0,42	$2,08*10^7$	2,43	$4,13*10^7$	2,31	$3,83*10^7$	1,09	$1,91*10^9$
Кіровоградська	1,45	$1,61*10^7$	1,98	$2,10*10^7$	-0,20	$4,27*10^7$	1,33	$3,96*10^7$	0,69	$1,97*10^9$
Луганська	1,13	$1,64*10^7$	1,67	$2,07*10^7$	1,17	$4,18*10^7$	0,16	$3,76*10^7$	1,32	$1,92*10^9$
Львівська	0,57	$1,63*10^7$	–	–	–	–	–	–	–	–
Миколаївська	1,15	$1,63*10^7$	-0,68	$2,15*10^7$	0,06	$4,09*10^7$	1,03	$3,88*10^7$	0,97	$1,93*10^9$
Одеська	0,77	$1,64*10^7$	2,55	$2,07*10^7$	0,30	$4,16*10^7$	–	–	–	–
Полтавська	1,12	$1,61*10^7$	–	–	–	–	–	–	–	–
Рівненська	-0,27	$1,62*10^7$	1,36	$2,07*10^7$	1,01	$4,22*10^7$	0,73	$3,84*10^7$	1,03	$1,94*10^9$
Сумська	0,37	$1,63*10^7$	2,01	$2,09*10^7$	0,87	$4,23*10^7$	0,02	$3,88*10^7$	0,97	$1,96*10^9$
Тернопільська	1,18	$1,60*10^7$	0,42	$2,08*10^7$	1,68	$4,23*10^7$	0,37	$3,83*10^7$	0,97	$1,94*10^9$
Харківська	0,95	$1,63*10^7$	1,39	$2,15*10^7$	1,28	$4,28*10^7$	0,78	$3,92*10^7$	0,93	$1,98*10^9$
Херсонська	3,17	$1,58*10^7$	1,20	$2,05*10^7$	1,60	$4,17*10^7$	0,54	$3,84*10^7$	1,02	$1,92*10^9$
Хмельницька	1,36	$1,60*10^7$	–	–	–	–	–	–	–	–
Черкаська	1,78	$1,60*10^7$	0,72	$2,08*10^7$	1,18	$4,18*10^7$	1,98	$3,91*10^7$	0,92	$1,94*10^9$
Чернівецька	1,06	$1,60*10^7$	0,83	$2,13*10^7$	0,44	$4,28*10^7$	0,54	$3,91*10^7$	0,68	$1,93*10^9$
Чернігівська	1,58	$1,58*10^7$	0,83	$2,06*10^7$	0,08	$4,21*10^7$	–	–	–	–

*з урахуванням лише повних даних п’ятирічок

Результати аналізу дали змогу більш повно охарактеризувати умови регіонів за екологічним впливом на формування продуктивності (табл. 6.4).

Таблиця 6.4.**Екологічна характеристика регіонів вирощування буряків цукрових за продуктивністю**

Регіон	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	2001-2020
1	2	3	4	5	6
Вінницька	висока пластичність, інтенсивні умови	умови середовища не відрізняються від середньої групової	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови	умови середовища не відрізняються від середньої групової
Волинська	низька пластичність, ліміт факторів	низька пластичність, ліміт факторів	умови середовища не відрізняються від середньої групової	низька пластичність	низька пластичність
Дніпропетровська	низька пластичність	умови середовища не відрізняються від середньої групової	низька пластичність	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність
Донецька	низька пластичність	низька пластичність	низька пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови
Житомирська	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	–	–
Закарпатська	низька пластичність	низька пластичність	висока пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність
Запорізька	–	–	–	–	–
Івано-Франківська	низька пластичність	–	–	–	–
Київська	низька пластичність, ліміт факторів	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови
Кіровоградська	висока пластичність	висока пластичність	низька пластичність	висока пластичність	низька пластичність
Луганська	висока пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови
Львівська	низька пластичність	–	–	–	–
Миколаївська	висока пластичність	низька пластичність	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність	умови середовища не відрізняються від середньої групової

Одеська	низька пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	–	–
Полтавська	висока пластичність, інтенсивні умови	–	–	–	–
Рівненська	низька пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови
Сумська	низька пластичність	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність	низька пластичність	умови середовища не відрізняються від середньої групової
Тернопільська	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність	низька пластичність, ліміт факторів	умови середовища не відрізняються від середньої групової
Харківська	умови середовища не відрізняються від середньої групової	висока пластичність	висока пластичність	низька пластичність	умови середовища не відрізняються від середньої групової
Херсонська	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови
Хмельницька	висока пластичність, інтенсивні умови	–	–	–	–
Черкаська	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	висока пластичність, інтенсивні умови	висока пластичність	умови середовища не відрізняються від середньої групової
Чернівецька	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність	низька пластичність	низька пластичність	низька пластичність, ліміт факторів
Чернігівська	висока пластичність, інтенсивні умови	низька пластичність, ліміт факторів	низька пластичність	–	–

*з урахуванням лише повних даних п’ятирічок

Якщо аналізувати умови вирощування буряків цукрових по регіонах, то можна виокремити доволі цікаві закономірності. Щодо традиційно бурякосійних Лісостепових регіонів, то Вінницька область, яка вважається «цукровим Донбасом України», переважно характеризується високою пластичністю врожайності буряків цукрових та формуванням умов, які сприяють хорошій реалізації їхнього біологічного потенціалу. Однак в період 2011–2015 рр. в регіоні складались несприятливі умови для росту та розвитку рослин.

Умови вирощування буряків цукрових в Полтавській та Хмельницькій областях вдалось оцінити лише за період 2001–2005 рр., і вони були сприятливими для отримання високого рівня продуктивності культури. В решті періодів у цих регіонах були роки, в які буряки цукрові масово не вирощували, а тому дані цих п'ятирічок не можна порівняти з даними, отриманими в інших регіонах.

Умови вирощування буряків цукрових у Тернопільській області доволі диференційовані, що вказує на необхідність застосування додаткових агрозаходів, які сприяють кращому росту та розвитку рослин. Адже висока пластичність та інтенсивні умови вирощування в період 2001–2005 рр. змінились низькою пластичністю та лімітом факторів у 2006–2010 рр., знову високою пластичністю у 2011–2015 рр. та лімітом факторів у 2016–2020 рр.

Попри те, що Київська область у проміжках часу 2001–2005 та 2006–2010 рр. мала умови з низькою пластичністю та лімітом факторів для вирощування буряків цукрових, з 2011-го по 2020 р. спостерігали високу пластичність продуктивності в поєднанні з умовами навколишнього середовища, сприятливими для реалізації біологічного потенціалу рослинами. Водночас саме при аналізі показників стабільності та пластичності врожайності буряків цукрових за період з 2001-го по 2020 р. саме Київська область має умови, які забезпечують високу пластичність формування урожайності буряків цукрових та інтенсивний тип її утворення.

Щодо степових регіонів, таких як Донецька, Луганська та Херсонська області, в них буряківництво можливе лише за умови застосування зрошення. За рештою факторів регіони не лімітовані, тому в межах аналізу всього періоду умови формування врожайності буряків цукрових є інтенсивними, з високою пластичністю рівня продуктивності.

В той самий час цікавим питанням залишається вирощування буряків цукрових в умовах регіонів, що належать частково або повністю до Полісся і мають кращий рівень вологозабезпечення в порівнянні з Лісостепом України, а саме: Житомирська та Рівненська області.

У регіонах Лісостепової зони все частіше спостерігається дефіцит опадів та як наслідок – несприятливі періоди для ефективної реалізації рослинами буряків цукрових біологічного потенціалу. Так, у Вінницькій області, за рахунок значного поширення культури, при оцінюванні проміжку часу з 2001-го по 2020 р. отримано дані, що умови середовища істотно не відрізняються від середньогрупових показників. Це може свідчити, що культура розміщується не після кращих попередників та не завжди отримує оптимум необхідних факторів та елементів технології.

6.2. Порівняння стабільності та пластичності продуктивності гібридів буряків цукрових за вирощування в Україні та Монголії

Методи визначення стабільності та пластичності формування ознак продуктивності гібридами буряків цукрових є більш інформативними щодо встановлення взаємодій реакції гібридів у різних екологічних середовищах вирощування.

Тому визначені нами показники врожайності, цукристості та збору цукру при дослідженні гібридів в умовах України та Монголії варто оцінити з точки зору реакції їх на застосування додаткових елементів технології та супутньо визначити генотипи з низькою пластичністю, що витримують ліміт факторів за несприятливого впливу навколишнього середовища. Останні генотипи цікаві за умов дефіциту абіотичних факторів середовища тим, що не знижують продуктивність так, як гібриди, що потребують формування інтенсивних умов вирощування.

В умовах України за урожайністю високу пластичність та інтенсивний тип розвитку формували гібриди Рамзес, Олександрія, Імпакт, Злука, Ольжич та Ромул. А от щодо вмісту цукру в коренеплодах, то кращими за реакцією на умови вирощування були гібриди Імпакт і Ромул. Водночас саме для буряків цукрових поєднання ознак характеристики гібридів за показниками продуктивності слід поєднувати з пластичністю та їхньою стабільністю. Адже гібрид Злука, що формує середньобагаторічний вміст цукру в коренеплодах 17,4%, має низьку пластичність цієї ознаки та може витримувати ліміт факторів. Це може означати також, що гібрид формує значення, близькі до свого генетичного максимуму. Хоча вони вищі в порівнянні з іншими гібридами, він не завжди ефективно себе поводить у відмінних від досліджуваних умовах вирощування (таблиця 6.5).

Таблиця 6.5. **Характеристика гібридів буряків цукрових за вирощування в Україні**

Гібрид	Урожайність	Цукристість	Збір цукру
Рамзес	висока пластичність, інтенсивний	низька пластичність, витримує ліміт факторів	низька пластичність, витримує ліміт факторів
Олександрія	висока пластичність, інтенсивний	–	низька пластичність, витримує ліміт факторів
Янка	–	висока пластичність	висока пластичність
Яриса	–	–	
Каньйон	–	висока пластичність	висока пластичність
Імпакт	висока пластичність, інтенсивний	висока пластичність, інтенсивний	висока пластичність, інтенсивний
Український ЧС 72	–	–	низька пластичність, витримує ліміт факторів

Злука	висока пластичність, інтенсивний	низька пластичність, витримує ліміт факторів	низька пластичність, витримує ліміт факторів
Ольжич	висока пластичність, інтенсивний	висока пластичність	висока пластичність, інтенсивний
Ромул	висока пластичність, інтенсивний	висока пластичність, інтенсивний	висока пластичність, інтенсивний
Булава	–	низька пластичність, витримує ліміт факторів	висока пластичність

За збором цукру до інтенсивних гібридів можна віднести Імпакт, Ольжич та Ромул. А от такі, як Рамзес, Олександрія, Український ЧС72, Злука здатні формувати хороший рівень збору цукру за ліміту факторів середовища.

Якщо аналізувати в комплексі, то такі гібриди буряків цукрових, як Імпакт та Ромул мали високу пластичність та інтенсивний тип формування усіх трьох ознак, а Ольжич – двох ознак та високу пластичність цукристості коренеплодів.

Серед усіх культур буряки цукрові цікаві ще й тим, що урожайність коренеплодів не є головним фактором формування високого рівня продуктивності, так само, як і вміст цукру в коренеплодах. А тому похідна урожайності та вмісту цукру – збір цукру з одиниці площі, по суті, поєднує в собі обидва показники та динаміку їх змін по роках досліджень, в той час, як переважна більшість культур обмежується суто визначенням рівня урожайності та його змін як головного показника формування стабільності виробництва.

При порівнянні продуктивності буряків цукрових із даними, отриманими від визначення стабільності та пластичності, найбільш точним є встановлення подібності між урожаєм та стабільністю і пластичністю цієї ознаки. А от вже при визначенні цукристості не спостерігається чітких залежностей через зворотну корельованість ознаки з урожайністю. Так, генотипи з високим рівнем урожайності не завжди є такими, що формують високий вміст та збір цукру. До того ж навіть за умови активного поширення гібридів урожайно-цукристого напряму оцінку стабільності та пластичності варто перш за все проводити за урожайністю, а потім враховувати інші фактори.

Показники стабільності та пластичності гібридів буряків цукрових, вирощуваних в умовах Монголії, подано в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6. **Характеристика гібридів буряків цукрових за вирощування в Монголії**

Гібрид	Урожайність	Цукристість	Збір цукру
Рамзес	висока пластичність, інтенсивний	висока пластичність, інтенсивний	висока пластичність, інтенсивний
Олександрія	низька пластичність, витримує ліміт факторів	висока пластичність	низька пластичність, витримує ліміт факторів
Янка	–	–	–
Яриса	–	висока пластичність, інтенсивний	–
Каньйон	висока пластичність	висока пластичність	–
Імпакт	–	–	–
Український ЧС 72	висока пластичність, інтенсивний	–	–
Злука	–	–	–
Ольжич	висока пластичність, інтенсивний	висока пластичність, інтенсивний	висока пластичність, інтенсивний
Ромул	висока пластичність, інтенсивний		висока пластичність, інтенсивний
Булава	висока пластичність, інтенсивний	висока пластичність, інтенсивний	висока пластичність, інтенсивний

Вирощування гібридів буряків цукрових в екологічних умовах Монголії наклало свій відбиток на закономірності прояву їхніх ознак. І це доволі логічно, адже генотипи потрапляють в середовища різко відмінні від тих, в яких їх створювали та для яких рекомендоване їх поширення. Саме цим і цікава норма реакції гібридів буряків на кардинальну зміну умов вирощування.

Умови вирощування Монголії вплинули на досліджувані гібриди так, що високу пластичність та інтенсивну реакцію по трьох показниках проявляли гібриди Рамзес, Ольжич та Булава, а по двох – Ромул. По суті, вони і є тим пулом гібридів, які мали високі значення урожайності, вмісту цукру в коренеплодах та збору цукру за роки досліджень.

6.3. Стабільність та пластичність гібридів буряків цукрових як метод оцінки їхніх потенційних можливостей

Важливим питанням при польовому випробуванні сортів та гібридів сільськогосподарських культур залишається визначення їх потенціалу продуктивності та можливостей до інтенсивного вирощування в умовах регіону або ж до опірності впливу несприятливих абіотичних факторів.

Водночас саме відсутність уніфікованих методів порівняння робить систему оцінювання сортів досить заплутаною. Адже в різні періоди застосовували різні, часто протилежні методи оцінювання показників продуктивності. Серед них було порівняння сортів та гібридів з еталонними, кращими та загальновизнаними, визначення середньозваженої урожайності, встановлення певного прохідного бар'єру тощо.

Всі вищезгадані методи ідентифікації кращих сортів та гібридів мають свої як сильні, так і слабкі сторони, що не дають змогу використовувати їх для практичної характеристики досліджуваних сортів та гібридів сільськогосподарських культур.

Щодо системи еталонних сортів та гібридів, розробленої ще за часів колишнього СРСР, то нині вона не дієва, так як навіть не має практики збору інформації стосовно вирощуваних сортів та гібридів сільськогосподарських культур Державною службою статистики. Інформацію про поширеність своїх сортів збирають установи оригінатори, але в такому разі повністю відсутня неупередженість щодо вибору кращих сортів.

Встановлення рівня стандартної урожайності, особливо якщо це стосується середньобагаторічного зваженого показника, має один суттєвий недолік – ігнорування впливу абіотичних чинників. Адже якщо в умовах ліміту факторів формується урожайність по регіону чи агрокліматичній зоні, то це істотно знижує прохідний рівень для досліджуваних сортів.

Також існують підходи, що передбачають відбір сортів та гібридів по максимуму їхньої продуктивності. Ідентифікація сортів за кращим рівнем урожайності не дає змогу знайти відповідь на запитання щодо його формування та й мінімальний прохідний поріг в цьому разі встановити складно.

А тому визначення показників стабільності та пластичності врожайності досліджуваних сортів або гібридів сільськогосподарських рослин може слугувати інструментом їх поглибленого аналізу. Водночас важливо проводити аналіз щорічно, адже так опрацьовується весь матеріал (щорічно в системі УІЕСР польові випробування проходить різна кількість сортів та гібридів). Окрім того так можна уникнути впливу абіотичних факторів різних років на зміну оціночного порогу відбору.

Показники стабільності та пластичності гібридів буряків цукрових, вирощуваних в умовах пунктів досліджень УІЕСР в Лісостепі України в 2014-2016 рр., подано в таблиці 6.7. Серед досліджуваних 63-х гібридів буряків цукрових в умовах Лісостепу України кращими у 2014 р. виявились 28 з них, а от у 2015 р. з 50-ти кращими були 26, в 2016 р. з 45-ти кращими були 19 гібридів.

Якщо проаналізувати врожайність досліджуваних гібридів, то вона стабільно переважала середньогрупові показники врожайності усіх досліджуваних гібридів в роки проведення досліджень. Це означає, що метод дає змогу відібрати кращі гібриди в умовах Лісостепу України. Окрім того, варто звернути увагу, що саме норма реакції гібриду є показником його відношення до впливу абіотичних факторів та власне формує узагальнену характеристику до умов вирощування. За належного рівня автоматизації обліку погодних умов в пунктах випробувань можна більш поглиблено вивчати реакцію гібридів на зміну факторів середовища.

Таблиця 6.7. **Кращі гібриди буряків цукрових в умовах пунктів досліджень УІЕСР в Лісостепі України в 2014-2016 роках**

Гібрид	2014		Гібрид	2015		Гібрид	2016	
	показник	%		показник	%		показник	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТІБУЛ	низька пластичність, витримує ліміт факторів	112,3	ЯМПОЛ	висока пластичність, інтенсивний	100,8	ЦЕП-ПЕЛИН	низька пластичність, витримує ліміт факторів	103,0
Алегра	низька пластичність, витримує ліміт факторів	108,5	ХРИСТЯ КВС	висока пластичність, інтенсивний	106,3	СУ-ВОРОВ	висока пластичність, інтенсивний	106,5
БТС 140	висока пластичність, інтенсивний	102,3	АРМЕСА	висока пластичність, інтенсивний	109,6	Спорта	висока пластичність, інтенсивний	104,3
АГРІПІНА КВС	висока пластичність, інтенсивний	100,4	БЕТА 402	висока пластичність, інтенсивний	109,3	6К624	висока пластичність, інтенсивний	108,0
БЕТА 341	висока пластичність, інтенсивний	104,7	БЕТА 403	низька пластичність, витримує ліміт факторів	101,9	РАІССА КВС	висока пластичність, інтенсивний	111,8
БЕТА 342	висока пластичність, інтенсивний	101,2	БЕТА 404	висока пластичність, інтенсивний	100,1	МО-НДЕА КВС	висока пластичність, інтенсивний	109,3
АЙТАНА КВС	висока пластичність, інтенсивний	100,6	БЕТА 406	висока пластичність, інтенсивний	104,9	5К620	висока пластичність, інтенсивний	101,3
ПУШКІН	низька пластичність, витримує ліміт факторів	103,7	БЕТА 407	низька пластичність, витримує ліміт факторів	103,6	РЕ-КОР-ДІНА КВС	висока пластичність, інтенсивний	115,8
ФД13СР001	низька пластичність, витримує ліміт факторів	104,3	БЕТА 408	висока пластичність, інтенсивний	106,5	БОА	висока пластичність, інтенсивний	111,6
СН741	висока пластичність, інтенсивний	107,1	БЕТА 409	висока пластичність, інтенсивний	106,2	ПАНДА	низька пластичність, витримує ліміт факторів	103,0
СР637	висока пластичність, інтенсивний	109,6	ШЕВАЛЬЕ	низька пластичність, витримує ліміт факторів	103,0	АНА-КОНДА	низька пластичність, витримує ліміт факторів	104,9

СР769	низька пластичність, витримує ліміт факторів	107,3	БЕРНАШ	низька пластичність, витримує ліміт факторів	107,8	ХРИСТЯ КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	104,9
СИ Марвін	низька пластичність, витримує ліміт факторів	104,5	КОНСТАНЦІЯ КВС	висока пластичність, інтенсивний	107,3	АРМЕСА	низька пластичність, витримує ліміт факторів	105,7
ФРОНТЕРА	низька пластичність, витримує ліміт факторів	105,9	ЕЙФОРІЯ КВС	висока пластичність, інтенсивний	107,3	БЕТА 404	висока пластичність, інтенсивний	102,7
СИ Белана	низька пластичність, витримує ліміт факторів	104,5	ЛЮБОМИРА КВС	висока пластичність, інтенсивний	110,1	БЕТА 406	висока пластичність, інтенсивний	100,6
Монсан	висока пластичність, інтенсивний	101,7	ВІОРІКА КВС	висока пластичність, інтенсивний	110,9	ШЕВАЛЬЕ	висока пластичність, інтенсивний	101,0
Гоеланд	низька пластичність, витримує ліміт факторів	103,4	ТІБУЛ	висока пластичність, інтенсивний	101,8	ЕЙФОРІЯ КВС	висока пластичність, інтенсивний	103,8
Курліс	низька пластичність, витримує ліміт факторів	105,1	ВОЄВОДА	висока пластичність, інтенсивний	101,2	ЛЮБОМИРА КВС	висока пластичність, інтенсивний	112,7
ЯШЕК	низька пластичність, витримує ліміт факторів	103,5	КСАНТУС	висока пластичність, інтенсивний	105,6	ВІОРІКА КВС	висока пластичність, інтенсивний	108,6
БТС 980	висока пластичність, інтенсивний	110,2	БЕТА 306	низька пластичність, витримує ліміт факторів	102,8			
БТС 620	низька пластичність, витримує ліміт факторів	105,9	БЕТА 341	низька пластичність, витримує ліміт факторів	102,7			
БТС 875	низька пластичність, витримує ліміт факторів	108,5	БЕТА 342	низька пластичність, витримує ліміт факторів	105,0			
БТС 705	висока пластичність, інтенсивний	104,3	ФД13СР001	низька пластичність, витримує ліміт факторів	102,6			
ГЕРТРУДА КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	105,8	СН741	низька пластичність, витримує ліміт факторів	102,2			
Малдон	низька пластичність, витримує ліміт факторів	110,5	СР768	низька пластичність, витримує ліміт факторів	100,2			

ЦЕЗАРІЯ КВС	висока пластичність, інтенсивний	105,3	XI1260	низька пластичність, витримує ліміт факторів	100,9			
ГЛОРІАННА КВС	висока пластичність, інтенсивний	112,3						

Показники стабільності та пластичності гібридів буряків цукрових, вирощуваних в умовах пунктів досліджень УІЕСР в Поліссі України в 2014–2016 роках, подано в таблиці 6.8.

Таблиця 6.8. **Кращі гібриди буряків цукрових в умовах пунктів досліджень УІЕСР в Поліссі України в 2014–2016 рр.**

Гібрид	2014		Гібрид	2015		Гібрид	2016	
	показник	%		показник	%		показник	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
БЕНЕФІТА КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	109,0	Мелодия	висока пластичність, інтенсивний	126,1	ЦЕППЕЛИН	низька пластичність, витримує ліміт факторів	112,8
КОНСТАНЦІЯ КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	114,8	Айдар	низька пластичність, витримує ліміт факторів	125,1	СУВОРОВ	низька пластичність, витримує ліміт факторів	119,3
ЕЙФОРІЯ КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	107,4	Герой	низька пластичність, витримує ліміт факторів	123,5	6К644	низька пластичність, витримує ліміт факторів	117,2
ЛЮБОМИРА КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	107,9	Кіборг	низька пластичність, витримує ліміт факторів	119,3	Спорта	низька пластичність, витримує ліміт факторів	131,5
ВІОРІКА КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	103,0	Козак	висока пластичність, інтенсивний	127,2	6К624	низька пластичність, витримує ліміт факторів	121,7
КАВОС	висока пластичність, інтенсивний	100,6	Джура	висока пластичність, інтенсивний	114,4	РАІССА КВС	висока пластичність, інтенсивний	106,1
Зеніт	висока пластичність, інтенсивний	108,6	КАВОС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	104,8	АРЕТА КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	118,2
БТС 140	висока пластичність, інтенсивний	109,0	ВОЄВОДА	низька пластичність, витримує ліміт факторів	100,1	5К620	висока пластичність, інтенсивний	115,7
БТС 665	висока пластичність, інтенсивний	105,5	МАРІНО	низька пластичність, витримує ліміт факторів	102,4	РЕКОРДІНА КВС	висока пластичність, інтенсивний	105,1

АГРІПІНА КВС	висока пластичність, інтенсивний	102,4	Алегра	низька пластичність, витримує ліміт факторів	108,5	ПІТБУЛЬ	низька пластичність, витримує ліміт факторів	111,0
КЛЕОПАТРА КВС	висока пластичність, інтенсивний	109,8	Зеніт	висока пластичність, інтенсивний	103,6	Кіборг	висока пластичність, інтенсивний	100,9
БЕТА 341	висока пластичність, інтенсивний	106,2	БЕТА 306	низька пластичність, витримує ліміт факторів	100,0	АНАКОНДА	низька пластичність, витримує ліміт факторів	100,2
БЕТА 319	висока пластичність, інтенсивний	100,3	АГРІПІНА КВС	висока пластичність, інтенсивний	104,5	ХРИСТЯ КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	102,7
БЕТА 342	висока пластичність, інтенсивний	107,4	БЕТА 342	висока пластичність, інтенсивний	119,1	БЕТА 406	низька пластичність, витримує ліміт факторів	103,4
ГУЛЛІВЕР	висока пластичність, інтенсивний	108,0	ФД13СР001	низька пластичність, витримує ліміт факторів	102,0	БЕТА 408	висока пластичність, інтенсивний	113,0
ПІНТА	низька пластичність, витримує ліміт факторів	102,7	СР637	низька пластичність, витримує ліміт факторів	105,2	ШЕВАЛЬЕ	низька пластичність, витримує ліміт факторів	107,8
ФД13СР001	висока пластичність, інтенсивний	104,6	СР768	висока пластичність, інтенсивний	106,7	БЕРНАШ	низька пластичність, витримує ліміт факторів	108,9
ФД13СЦ002	низька пластичність, витримує ліміт факторів	103,0	АРГУМЕНТ	висока пластичність, інтенсивний	105,4	БЕНЕФІТА КВС	висока пластичність, інтенсивний	107,5
СР768	низька пластичність, витримує ліміт факторів	101,4	СР767	низька пластичність, витримує ліміт факторів	109,1	ЛЮБОМИРА КВС	висока пластичність, інтенсивний	108,1
АРГУМЕНТ	висока пластичність, інтенсивний	105,9	ХІ1260	низька пластичність, витримує ліміт факторів	105,5	4К446	висока пластичність, інтенсивний	110,5
СР767	низька пластичність, витримує ліміт факторів	106,0	ІЦБ 0805	низька пластичність, витримує ліміт факторів	106,7	ВІОРІКА КВС	висока пластичність, інтенсивний	110,0
СИ Марвін	низька пластичність, витримує ліміт факторів	101,6				ПАЛАНТІНО	низька пластичність, витримує ліміт факторів	106,1
Малібу	низька пластичність,	108,5				КСАНТУС	низька пла-	114,8

	витримує ліміт факторів						стичність, витримує ліміт факторів	
Лаудата	висока пластичність, інтенсивний	115,5						
Курліс	висока пластичність, інтенсивний	106,3						
Голіаф	висока пластичність, інтенсивний	100,5						
ЯШЕК	висока пластичність, інтенсивний	107,0						
ХАЙЛЕНД	висока пластичність, інтенсивний	126,6						
БІЗОН	висока пластичність, інтенсивний	117,8						
БТС 875	висока пластичність, інтенсивний	112,8						
БТС 705	висока пластичність, інтенсивний	109,7						
ГЕРТРУДА КВС	висока пластичність, інтенсивний	104,1						
Тропік	висока пластичність, інтенсивний	102,3						
Малдон	висока пластичність, інтенсивний	100,4						
ЦЕЗАРІЯ КВС	висока пластичність, інтенсивний	105,4						
ІЦБ 0805	низька пластичність, витримує ліміт факторів	111,1						
4К446	низька пластичність, витримує ліміт факторів	109,3	ЄВГЕНІЯ КВС	висока пластичність, інтенсивний	106,7	Ельдорадо	Низька пластичність, витримує ліміт факторів	106,0
ВІОРІКА КВС	висока пластичність, інтенсивний	121,0	АРМЕСА	низька пластичність, витримує ліміт факторів	110,8	БЕТА 402	Висока пластичність, інтенсивний	103,8
КЛЕОПАТРА КВС	низька пластичність,	104,9	РЕГАТА	висока пластичність,	100,2	БЕТА 403	висока пла-	102,4

	витримує ліміт факторів			інтенсивний			стичність, інтенсивний	
МАЛУС	висока пластичність, інтенсивний	105,4	БЕТА 404	низька пластичність, витримує ліміт факторів	101,1	БЕТА 404	висока пластичність, інтенсивний	108,9
СР637	низька пластичність, витримує ліміт факторів	116,2	БЕТА 406	висока пластичність, інтенсивний	101,6	БЕТА 409	низька пластичність, витримує ліміт факторів	101,0
Малібу	висока пластичність, інтенсивний	101,5	БЕТА 408	висока пластичність, інтенсивний	100,1	КОНСТАНЦІЯ КВС	висока пластичність, інтенсивний	101,8
Лаудата	низька пластичність, витримує ліміт факторів	104,3	БЕТА 409	низька пластичність, витримує ліміт факторів	104,1	ЕЙФОРІЯ КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	100,7
Аскета	низька пластичність, витримує ліміт факторів	102,6	КОНСТАНЦІЯ КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	103,6	КСАНТУС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	102,7
Протекта	висока пластичність, інтенсивний	103,7	КУРЧАТОВ	висока пластичність, інтенсивний	100,8	ІЦБ 0805	низька пластичність, витримує ліміт факторів	104,5
Монсан	висока пластичність, інтенсивний	109,5	КАВОС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	101,7			
Курліс	низька пластичність, витримує ліміт факторів	123,8	ТІБУЛ	висока пластичність, інтенсивний	101,0			
Добриня	низька пластичність, витримує ліміт факторів	100,4	ВОЄВОДА	низька пластичність, витримує ліміт факторів	105,6			
Самородок	висока пластичність, інтенсивний	116,2	ПАЛАНТІНО	висока пластичність, інтенсивний	100,0			
ІЦБ 1202	висока пластичність, інтенсивний	100,7	МАРІНО	низька пластичність, витримує ліміт факторів	106,5			
ІЦБ 1203	низька пластичність, витримує ліміт факторів	108,3	Алегра	низька пластичність, витримує ліміт факторів	102,2			
НОВЕЛА	висока пластичність, інтенсивний	123,9	АГРІПІНА КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	101,8			

ХАЙЛЕНД	низька пластичність, витримує ліміт факторів	103,0	ФД13СР001	низька пластичність, витримує ліміт факторів	104,5			
БТС 980	висока пластичність, інтенсивний	141,1	ФД13СЦ002	низька пластичність, витримує ліміт факторів	103,9			
БТС 620	низька пластичність, витримує ліміт факторів	111,4	СР637	низька пластичність, витримує ліміт факторів	107,9			
БТС 875	висока пластичність, інтенсивний	101,4	СР768	висока пластичність, інтенсивний	105,0			
БТС 705	низька пластичність, витримує ліміт факторів	118,7	АРГУМЕНТ	висока пластичність, інтенсивний	102,5			
ГАРАНТІЯ КВС	висока пластичність, інтенсивний	117,5	ХІ1260	низька пластичність, витримує ліміт факторів	102,3			
ГЕРТРУДА КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	105,3						
Тропік	висока пластичність, інтенсивний	112,7						
Малдон	низька пластичність, витримує ліміт факторів	109,7						
ЦЕЗАРІЯ КВС	висока пластичність, інтенсивний	143,9						
АКАЦІЯ КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	146,9						
ГЛОРІАННА КВС	висока пластичність, інтенсивний	117,9						

Серед досліджуваних 68-ти гібридів буряків цукрових в умовах Полісся України кращими у 2014 році виявились 37 з них, а от у 2015 з 50-ти кращими були 21, у 2016 році з 45-ти кращими були 23 гібриди.

Аналогічно даним, отриманим в умовах Лісостепу України, в Поліссі урожайність відібраних кращих гібридів стабільно переважала середньогрупові показники урожайності всіх досліджуваних гібридів в роки проведення досліджень.

Це означає, що метод також дає змогу відібрати кращі гібриди в умовах Полісся України. Одні й ті самі гібриди в різні роки можуть бути як високопластичними та інтенсивними, так і такими, що мають низьку пластичність та витримують ліміт факторів, що спричинено різною реакцією генотипу на умови року.

Показники стабільності та пластичності гібридів буряків цукрових, вирощуваних в умовах пунктів досліджень УІЕСР в Степу України в 2014–2016 рр., подано в додатку В3 та на їх основі визначено характеристики гібридів (табл. 6.11).

Таблиця 6.11

Кращі гібриди буряків цукрових в умовах пунктів досліджень УІЕСР в Степу України в 2014–2016 рр.

Гібрид	2014		Гібрид	2015		Гібрид	2016	
	показник	%		показник	%		показник	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КОНСТАНЦІЯ КВС	висока пластичність, інтенсивний	125,3	ЯМПОЛ	низька пластичність, витримує ліміт факторів	104,1	Айдар	низька пластичність, витримує ліміт факторів	102,2
ЕЙФОРІЯ КВС	висока пластичність, інтенсивний	108,5	Мелодия	висока пластичність, інтенсивний	104,7	Герой	висока пластичність, інтенсивний	102,7
ЛЮБОМИРА КВС	низька пластичність, витримує ліміт факторів	137,9	Джура	висока пластичність, інтенсивний	101,7	Кіборг	висока пластичність, інтенсивний	100,6

Серед 69-ти гібридів буряків цукрових в умовах Степу України кращими у 2014 р. виявились 31 з них, а от у 2015 р. з 50-ти кращими були 25, у 2016 р. з 31-го кращими були 13 гібридів. Аналогічно даним для Лісостепу та Полісся України, в Степу урожайність кращих гібридів стабільно переважала середньогрупові показники урожайності усіх досліджуваних гібридів.

Розділ 7
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНА ОЦІНКА БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

7.1. Застосування SSR маркерів для визначення генетичного різноманіття буряків цукрових

Для вирішення завдань з ідентифікації селекційних матеріалів, визначення ступеня спорідненості та джерела походження ще у середині минулого сторіччя було теоретично обґрунтовано використання молекулярних маркерів. Найбільш зручними для опису генотипів є молекулярно-генетичні маркери, тобто запасні білки, ізоферменти і поліморфні фрагменти ДНК. Вони у меншій мірі піддаються фенотиповій мінливості і в більшості випадків мають кодомінантний тип успадкування. На їх основі проводиться біохімічна паспортизація сортів і гібридів багатьох сільськогосподарських культур. Дані біохімічної паспортизації можна використовувати при реєстрації сортів і гібридів, а також для захисту прав селекціонерів (Календарь и Глазко, 2002; Хлесткина, 2015).

Натепер для маркування генома сільськогосподарських культур розроблені і широко застосовуються різні типи молекулярних маркерів. Вони дозволяють провести ідентифікацію та реєстрацію генотипів, визначити ступінь генетичної чистоти ліній і рівень гібридності насіння, виявити філогенетичні відносини між видами.

Методи із застосуванням ДНК-маркерів базуються на використанні полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). ПЛР-аналіз заснований за принципом реплікації ДНК в живій клітині та проходить у три етапи: денатурація – розкручення ДНК-спіралі та розходження ланцюгів; гібридизація – приєднання олігонуклеотидних фрагментів; елонгація – створення комплементарних ланцюгів. В процесі ПЛР ці ж етапи проходять в пробірці в циклічному режимі.

ПЛР-метод дозволяє досліджувати структуру геному, розробляти генетичні карти, маркувати гени, вивчати філогенетичні зв’язки, визначати ступінь гібридності, ідентифікувати та паспортизувати сорти, гібриди, лінії. Різні типи ПЛР використовують для аналізу поліморфізму за одним або за декількома локусами. Відповідно до цієї особливості аналіз належить до монолокусного або полілокусного типу. До першого типу належать: SSR, RBIP, SNP та інші, до другого – RAPD, ISSR, IRAP, REMAP тощо.

Найбільш перспективними молекулярними маркерами є поліморфні фрагменти ДНК і, зокрема, їх мікросателітні повтори. За їх допомогою вже ідентифіковані та паспортизовані різні сільськогосподарські культури (Волкова, 2015; Grover and Sharma, 2016).

Молекулярні маркери на основі поліморфізму мікросателітних послідовностей ДНК (SSR) є найбільш доступними, простими та зручними в застосуванні та відносно недорогими.

SSR (Simple Sequence Repeats) або STR (Simple Tandem Repeats) – метод ПЛР з фланкуючими праймерами до короткого міні- та мікросателітного повтору, що дозволяють виявляти маркери з кодомінантним типом

успадкування, зручний для виявлення гетерозигот за даним локусом. Складаються з ділянок ДНК завдовжки в 2–6 пар нуклеотидів (наприклад, САСАСАСАСАСАСАСА), що поширені по всьому геному. Мікросателіти гіперваріабельні; вони часто мають десятки алелей по одному локусу, що відрізняються один від іншого за числом повторів. Їх також використовують для вивчення різноманіття та картування локусів кількісних ознак (QTL) (Волкова, 2015; Grover and Sharma, 2016).

Вказані вище особливості можна вважати перевагами даного аналізу. До недоліків належать необхідність ідентифікації послідовності нуклеотидів для дизайну праймеру, закономірності розподілу мікросателітних локусів у геномі досліджуваного об'єкту, оскільки різні повтори можуть бути локалізовані більш-менш рівномірно, або ж у певних структурних елементах, чи навіть у окремих хромосомах (Yoshimura et al., 2006; Zhao et al., 2008), невисокий рівень поліморфізму та невелике число кодуючих їх локусів.

Серед основних напрямів використання молекулярних маркерів у селекції буряків можна виділити розробку маркерів, зчеплених з селекційно цінними ознаками (стерильність, цукристість, стійкість до ризоманії, церкоспорозу, нематод, абіотичних факторів навколишнього середовища та ін.) (Scholten, 1996; Hohmann et al., 2003; Fang et al., 2004; Touzet et al., 2004; Gidner et al., 2005; Liu et al., 2005; Friesen et al., 2006; Lennefors, 2006; Grimmer et al., 2007), диференціацію та ідентифікацію селекційних матеріалів (Desplanque et al., 2000; Viard et al., 2002; Свирщевская и др., 2008; Федулова, 2010; Smulders et al., 2010).

Основою створення високопродуктивних гібридів буряків цукрових є застосування ефекту гетерозису. Характеристика вихідного матеріалу або ліній буряків цукрових – це першочергове завдання для скорочення зусиль щодо визначення відмінних та подібних ліній, їх подальшої ідентифікації (Munns, 2002; Yardanov et al., 2003; Taški-Ajduković et al., 2017). Для буряків цукрових розроблено та застосовано кілька сотень маркерів SSR для розробки генетичних карт (Laurent et al., 2007), дослідження потоку генів (Viard et al., 2004; Arnaud et al., 2009) та популяційного генетичного аналізу (Fénart et al., 2008; Arnaud et al., 2009). Також зарубіжними авторами Simko et al., 2012 проведено генотипування гібридів буряків цукрових п'яти насіннєвих компаній за допомогою 702 DArT, 345 SNP та 30 маркерів SSR. Найбільш успішним виявилось застосування SSR маркерів і найнижчою для маркерів DArT - ДНК-технологій для вивчення генетичного різноманіття (Simko et al., 2012).

Також білоруськими ученими було використано 15 SSR маркерів для оцінки генетичного різноманіття 29 ліній буряків цукрових. На підставі отриманих даних зроблено висновок про можливість генетичної паспортизації диплоїдних ліній цукрових буряків з використанням 7 і більше мікросателітних маркерів.

В Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України проведено дослідження 11 ліній буряків цукрових української та білоруської

селекції за трьома SSR маркерами SB04, SB07 та SB15 (табл. 7.1) (Richards et al., 2004; McGrath et al., 2007).

Таблиця 7.1. **Лінії цукрових буряків**

№ з/п	Номер лінії	Дослідно-селекційна станція ІБКіЦБ
1	44504	Білоцерківська ДСС
2	25806	Іванівська ДСС
3	27826	
4	26397	
5	А-2602/04	Уманська ДСС
6	А-06626/2	
7	28119	Уладівська ДСС
8	28145	
9	MS2/358 FBC №10 з 8 х ОП1/603№15 №7*	Білорусь
10	07-168MS	Ялтушківська ДСС
11	08–316MS	

*далі - MS2/358 FBC №10

Вибірка в межах кожної досліджуваної лінії складалася з тридцяти індивідуальних зразків ДНК, що дозволило оцінити не тільки міжлінійний, а й внутрішньолінійний поліморфізм.

В результаті ПЛР аналізу із специфічними праймерами за кожним із маркерів отримано продукти ампліфікації очікуваного розміру. Відповідно до ідентифікованих алелів визначено молекулярно-генетичний поліморфізм досліджуваних ліній. Визначено, що найбільшу кількість ліній, які містили більше ніж один алель, ідентифіковано за маркером SB07 – 9 із 11 досліджуваних ліній (рис. 7.1). За маркером SB04 всі лінії виявились мономорфними.

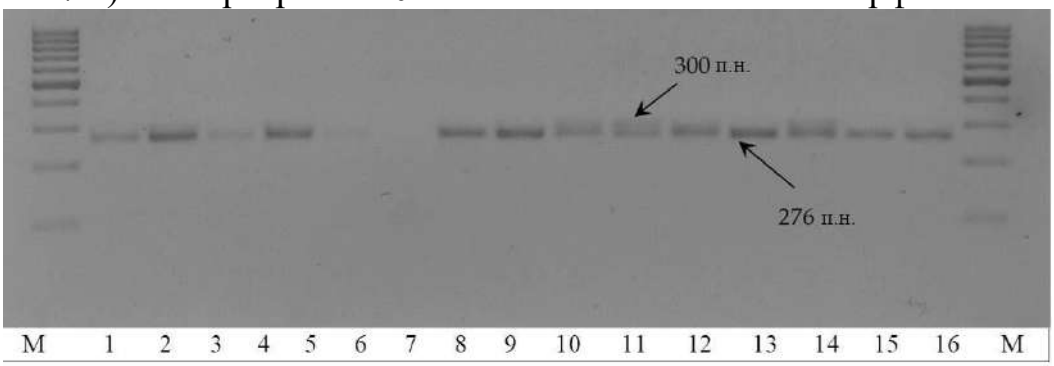


Рис.7.1. Електрофоретичний розподіл алелів за маркером SB07 для лінії цукрових буряків 08–316МС (Ялтушківська ДСС): М – маркер молекулярної маси Thermo Scientific O'RangeRuler 100 bp DNA Ladder; 1–16 – продукти ампліфікації ДНК 16 генотипів лінії 08–316МС (Ялтушківська ДСС)

На рисунку 7.1 представлено отримані поліморфні та неполіморфні алелі для ліній буряків цукрових за маркером SB07 для лінії буряків цукрових 08–316 МС (Ялтушківська ДСС). На треках 10, 11 та 14 представлено генотипи, в яких визначені два алелі розмірами 276 та 300 п.н. У інших генотипів лінії 316 МС було ідентифіковано по одному алелю розміром 276 п.н. За маркером SB15 7 із

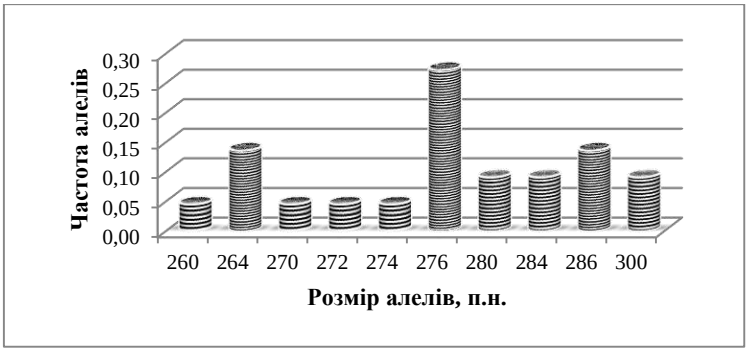
11 досліджуваних ліній містили два алелі на один генотип. Одна лінія 27826 Іванівської ДСС продемонструвала відсутність внутрішньолінійного поліморфізму за всіма досліджуваними маркерами. Внутрішньолінійний поліморфізм досліджуваних матеріалів буряків цукрових може бути пояснений тим, що лінії перебувають на стадії селекційного процесу, та ступенем селекційного впливу на дані локуси (Федулова и др., 2017). Для характеристики маркерної системи визначали частоти алелів та PIC (табл. 7.2, рис. 7.2).

Таблиця 7.2. **Алелі, ідентифіковані у ліній буряків цукрових за SSR-маркерами**

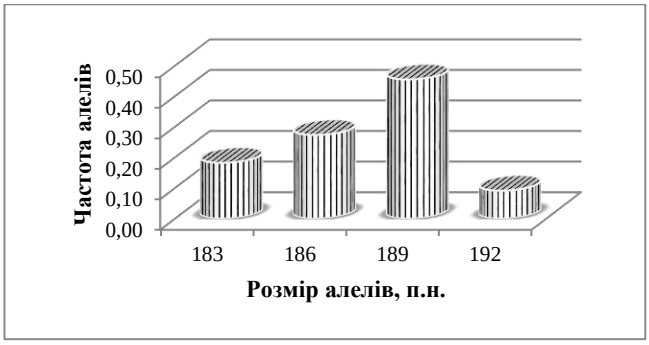
SSR-маркер	Кількість алелів, шт.	Розмір алелів, п. н.	PIC
SB04	4	183; 186; 189; 192	0,68
SB07	10	260; 264; 270; 272; 274; 276; 280; 284; 286; 300	0,86
SB15	9	148; 150; 152; 156; 160; 162; 168; 172; 178	0,87

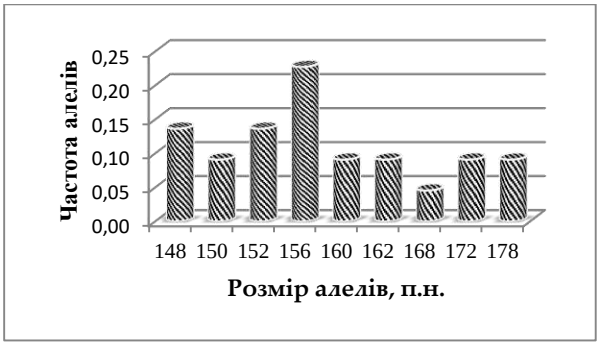
Визначено, що у досліджуваних ліній за маркером SB04 ідентифіковані алелі розміром від 183 до 192 п.н., за маркером SB07 отримано алелі розміром 260-300 п.н. Алелі 148–178 п.н. ідентифіковані за маркером SB15. Відомо, що чим більше ідентифіковано алелів в локусі та менше їх частота, тим ціннішим є маркер для виявлення поліморфізму та диференціації генотипів (Саналатий и др., 2006). Індекс поліморфності локусу становив від 0,68 до 0,87.

Частоти ідентифікованих алелів у ліній буряків цукрових знаходились в межах від 0,05 до 0,45 залежно від досліджуваного локусу (рис. 7.2 а-в). Частота алелів, ідентифікованих за маркером SB07, становила від 0,05 до 0,27. Найбільша кількість досліджуваних ліній буряків цукрових містила алель розміром 276 п.н. Алелі розміром 260, 270, 272 та 274 п.н. мали найменшу частоту та були ідентифіковані у ліній 44504, 25806, 26397 та МС2/358 FBC №10 відповідно. За маркером SB15 найбільшу частоту має алель розміром 156 п.н., він ідентифікований у трьох ліній 44504, 27826, 26397. Унікальним для досліджуваного маркеру виявився алель розміром 168 п.н., який ідентифіковано у лінії А-2602/04. Відповідно до отриманих даних, за маркером SB04 з найменшою частотою був алель розміром 192 п.н. у лінії №44504. Слід відмітити, що за двома із трьох досліджуваних маркерів (SB07 та SB04) лінія №44504 Білоцерківської ДСС містила унікальні алелі, які можна використовувати для її ідентифікації.



а





б **в**

Рис. 7.2. Розподіл частоти алелів за SSR маркерами а) SB07, б) SB04, в) SB15

Отже, отримані високі значення індексу поліморфності локусу (0,68–0,87) свідчать про те, що ідентифіковані алелі рівномірно представлені у вибірці досліджуваних ліній буряків цукрових, а залучені маркери мають високу роздільну здатність для диференціації близькоспоріднених генотипів.

Для диференціації ліній цукрових буряків на основі результатів ПЛР аналізу за трьома мікросателітними маркерами проводили кластерний аналіз, який відображає генетичні дистанції між лініями (табл. 7.3).

Таблиця 7.3. **Генетичні дистанції між досліджуваними лініями буряків цукрових за SSR маркерами**

Лінії	25806	27826	26397	A-2602/04	A-06626/2	28119	28145	MS2/358F BC No 10	07-168MS	08–316MS
44504	2,83	1,73	2,65	2,65	2,83	2,65	3,00	2,83	3,00	2,65
25806		2,65	2,65	3,00	2,83	3,00	3,00	2,45	2,65	3,00
27826			2,45	2,45	2,65	2,00	2,45	2,24	2,45	2,45
26397				3,16	3,00	2,83	2,83	3,00	3,16	3,16
A-2602/04					2,24	2,83	2,83	3,00	2,83	2,45
A-06626/2						3,00	3,00	2,83	1,73	2,65
28119							2,45	2,65	2,83	2,00
28145								2,65	2,83	2,45
MS2/358FBC No 10									2,24	3,00
07-168MS										3,16

За даними аналізу генетичних дистанцій, найбільша відстань (3,16) спостерігалася між лінією буряків цукрових 26397 Іванівської ДСС та лініями A-2602/04 Уманської ДСС та 07-168MS Ялтушківської ДСС, а також між лініями Ялтушківської ДСС 08-316MS та 07-168MS. У міру збільшення спорідненості ліній їхні генетичні відстані зменшуються. Для досліджень найспорідненішими виявились лінії зі значенням 1,73:27826 Іванівської ДСС та 44504 Білоцерківської ДСС, 07-168MS Ялтушківської ДСС та A-06626/2 Уманської ДСС. Між іншими досліджуваними лініями значення генетичних дистанцій варіювало від 2,45 до 3,00. Варто відмітити, що лінії, отримані з однієї

селекційно-дослідної станції, знаходились на близьких відстанях (2,45-2,83). Враховуючи те, що абсолютно однаковими вважають об'єкти з цифровим виразом генетичних дистанцій «нуль» або ж, які є максимально близькими до нуля, а абсолютно різними – з найбільшим значенням, можна зробити висновок, що за отриманими розрахунками лінії є відмінними між собою.

Результати ієрархічної класифікації у вигляді філогенетичного дерева наведено на рисунку 7.3.

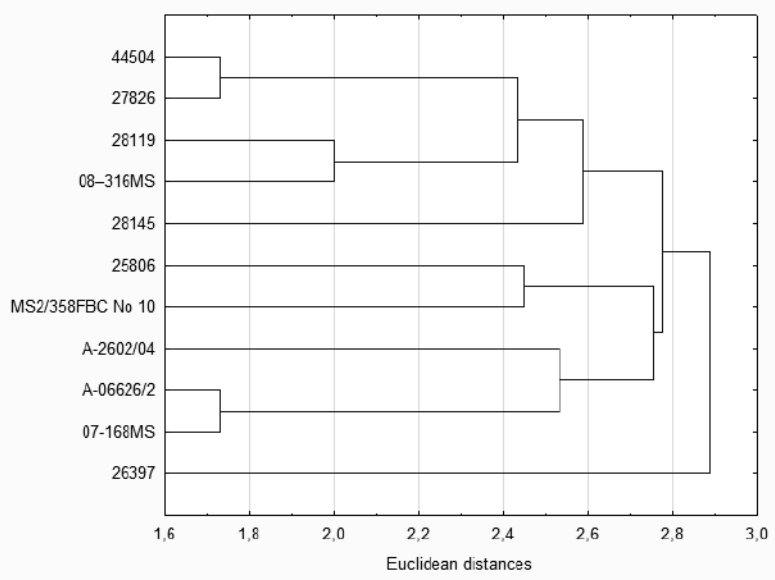


Рис. 7.3. Кластерний аналіз ліній буряків цукрових за маркерами SB04, SB07 та SB015

На основі отриманої дендрограми визначено 4 кластери за мікросателітними маркерами SB04, SB07 та SB015, сформовані лініями 44504 Білоцерківської ДСС та 278226 Іванівської ДСС, 28119 Уладівської ДСС та 08-316 MS Ялтушківської ДСС, 25806 Іванівської ДСС and MS2/3358FBC No 10 (Білорусь), A-06626/2 Уманської ДСС та 07-168MS Ялтушківської ДСС. Також відзначимо, що лінії (28145 Уладівської ДСС та 26397 Іванівської ДСС) не включені до жодного кластеру. Лінія 28145 Уладівської ДСС прилегла до кластеру, утвореного лініями 28119 Уладівської ДСС та 08-316 MS Ялтушківської ДСС, значення генетичних дистанцій становить 2,45.

Лінія 26397 Іванівської ДСС хоча не увійшла у жоден кластер, найбільш подібна за досліджуваними маркерами до лінії 27826 Іванівської ДСС. Найбільш віддаленими лініями, які увійшли в один кластер, стали лінії 25806 Іванівської ДСС та MS2/3358FBC No 10 (Білорусь), значення генетичних дистанції між ними становить 2,45.

Отже, лінії буряків цукрових, які за маркерами SB04, SB07 та SB015 розміщуються в різних блоках кластерів, є відмінними між собою. Виходячи з отриманих даних, маркерна система, яка складається з трьох SSR маркерів SB04, SB07 та SB015, дозволяє диференціювати 11 ліній буряків цукрових різного походження.

Дослідження, пов'язані із відбором батьківських форм з найвищим потенціалом гетерозису, мають важливе значення для отримання

високопродуктивних гібридів (Teklewold and Becker, 2006; Ćurčić et al., 2017). В нашій роботі досліджено поліморфізм 11 інбредних ліній буряків цукрових за трьома SSR маркерами та визначено генетичні дистанції між ними. За маркерами SB07 та SB15 було виявлено внутрішньолінійний поліморфізм в середньому у восьми ліній. Федуловою та ін. (2017) було досліджено 20 селекційних номерів буряків цукрових за допомогою маркерів SB04, SB06, SB07, SB09, SB10 для їх використання в трансгресійній селекції. В результаті роботи вчені встановили, що шість із 20 досліджуваних ліній характеризувалися високою гетерогенністю за досліджуваними маркерами. Лише за маркером SB04 було ідентифіковано один амплікон, характерний для однієї з досліджуваних ліній. Такий результат співставний із результатами наших досліджень, оскільки за маркером SB04 нами були отримані чотири алелі (Федулова та ін., 2017).

Для маркерів SB07 та SB15 кількість ідентифікованих алелів в наших дослідженнях становила 10 та 9 відповідно. Частоти алелів варіювалися від 0,05 до 0,45. Свирщевская и др. (2008) досліджували 29 зразків буряків цукрових, з яких 17 ліній за допомогою 7 мікросателітних маркерів (Bmb6, Gcc1, SB6, SB7, SB9, SB11, SB15). Відповідно до результатів, отриманих авторами, найбільшу кількість алелів – вісім – було ідентифіковано за маркером Bmb4. Для маркерів SB7 та SB15 визначені PIC на рівні 0,52 та 0,57, які є нижчими, ніж в наших дослідженнях (0,86 та 0,87 відповідно). Проте слід звернути увагу на різне походження селекційних матеріалів та методів їх створення. Лінії, які були досліджені Свирщевская и др. (2008), отримано шляхом партеногенезу в культурі *in vitro*, лінії цукрових буряків для наших досліджень – шляхом самозапилення *in situ* (Свирщевская и др., 2008).

Richards et al. (2004) оцінювали поліморфізм культурних та диких видів буряків цукрових. В дослідження автори використовували вісім SSR маркерів групи SB: SB04, SB06, SB07, SB09, SB010, SB011, SB013 та SB015. За маркерами, які ми використовували в дослідженнях (SB04, SB07 та SB015), індекс поліморфності локусів становив від 0,70 до 0,80. Отримані Richards et al. (2004) значення PIC є вищими ніж в наших дослідженнях, проте не виникає сумніву, що матеріал, який використано Richards et al. (2004), є більш гетерогенним ніж досліджуванні нами селекційні матеріали (Richards et al., 2004).

Відповідно до наших досліджень, маркери SB04, SB07 та SB015 дозволили диференціювати досліджувані лінії за їх генетичними дистанціями. Для дослідження генетичної мінливості батьківських форм буряків цукрових за SSR маркерами Bogachova et al. (2017) використовували п’ять маркерів SB04, SB06, SB07, SB09 та SB10. За допомогою кластерного аналізу селекційні матеріали було згруповано відповідно до їх типів та показано доцільність схрещування віддалених форм для отримання високого індексу гетерозиготності. Подібні дослідження також були проведені Arnaud et al. (2010) для оцінювання генетичного різноманіття диких видів буряків цукрових на сумісних посівах. Ними визначено, що рівні генетичного різноманіття, представлені частотами алелів та очікуваною гетерозиготністю, були подібними до тих, які

спостерігаються в звичайних популяціях буряків. Також авторами визначена подібність популяцій з одного географічного регіону (Arnaud et al., 2009; Богачёва и др., 2017).

За результатами кластерного аналізу ліній цукрових буряків в наших дослідженнях отримано певний розподіл за походженням селекційних матеріалів. Так, лінії, які було отримано з однієї дослідно-селекційної станції, вирізнялись відносно низькими значеннями генетичних дистанцій. Проте слід зазначити, що певні лінії (44504 Білоцерківської ДСС та 27826 Іванівської ДСС, а також А-06626/2 Уманської ДСС та 07-168 MS Ялтушківської ДСС) об'єднані в окремі кластери, хоча мають різне походження, що може бути пояснено генетичною варіабельність селекційних матеріалів, які, незважаючи на різне походження, тривалий час беруть участь у селекційних програмах Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Отже, проведені дослідження дозволили оцінити ступінь близькості досліджуваних ліній буряків цукрових, який демонструє як спільне походження ліній, так і інші фактори генетичної варіабельності. Виявлено унікальні алелі для ліній 44504 Білоцерківської ДСС (260 п.н. за маркером SB07 та 192 п.н. за SB04) та лінії А-2602/04 Уманської ДСС, які можуть бути використані для їх ідентифікації.

7.2. Оцінка експресії трансгенів у буряків цукрових, стійких до гліфосату

Комерційне використання генетично модифікованих, стійких до гербіцидів буряків цукрових почалося в 2008 році в США і пізніше – в Канаді. Буряки цукрові Roundup Ready (Event H7-1) є першим досвідом комерціалізації ГМ буряків цукрових компаніями *Monsanto* і *KWS* (Німеччина) з метою надання толерантності до гліфосату (Пономарьов, 2009). Всі провідні компанії по насінню буряків цукрових в Північній Америці продають різновиди буряків цукрових Roundup Ready, і ГМ буряки цукрові досягли 95%-го рівня адаптації в США та Канаді у 2009 році, на третій рік своєї комерціалізації. У ЄС, найбільшому ринку насіння буряків цукрових, комерційне впровадження ГМ буряків цукрових не дозволено, незважаючи на те що цукор, отриманий з буряків *Roundup Ready*, дозволено контролюючими інстанціями ЄС для використання у продуктах харчування і кормах (Мартиненко, 2010).

Як цукор взагалі, цукор з буряків *Roundup Ready* не містить будь-якого помітного рівня протеїну (зокрема протеїну, що забезпечує стійкість до гліфосату) або генетичного матеріалу, а це означає, що він такий самий, як цукор, отриманий зі звичайних буряків. Управління по контролю за продуктами харчування і ліками США, Департамент охорони здоров'я Канади, Європейська адміністрація з безпеки продовольства в ЄС, Міністерство сільського господарства, лісоводства і рибальства Японії, а також Агентство з продовольчих стандартів Австралії та Нової Зеландії (*FSANZ*) серед інших затвердили цукор з цукрових буряків *Roundup Ready* для використання у продуктах харчування і кормах (Ермишин и др., 1999; Кузнецов, 2005).

Натепер опубліковано низку робіт із генетичної трансформації *B. vulgaris* за допомогою *Agrobacterium tumefaciens* (Кищенко, 2010; Кищенко и др., 2005; Хуан и др., 2008). Були також отримані трансгенні рослини буряку цукрового за допомогою біолістичного методу та ПЕГ-опосередкованої трансформації протопластів, виділених з клітин продихів листків цукрового буряку (Кіщенко та ін., 2004).

При створенні трансгенних буряків цукрових та їх комерціалізації найбільш важливим є досягнення високого і стабільного рівня експресії перенесених цільових генів як серед вихідних трансформантів, так і у гібридів. Проблема варіабельності експресії трансгенів має велике практичне значення в селекційній роботі при отриманні гібридних форм, зокрема генетично модифікованих рослин ЧС-гібридів буряків цукрових шляхом внесення інтродукованої конструкції в один із компонентів схрещування (Головко и др., 2005; Гомаа, 2011; Гуревич и Баранова, 2008; Картель, 1983; Furner et al., 1998).

Після доказів трансгенності, отриманих після трансформації регенерантів, необхідно показати експресію вбудованих цільових генів, оскільки їх експресія є кінцевою метою трансформації рослини (Кищенко и др., 2005; Meyer, 2000). У ряді випадків експресію гена простіше контролювати за кінцевим білковим продуктом або ефектом, який цей білок спричиняє. Проте для виявлення активності гена з метою вивчення механізмів та закономірностей стабільної експресії генів в наступних поколіннях використовують молекулярні методи, основними з яких є дот-блот аналіз (dot-blot analysis), northern-блотинг, а також ПЛР, поєднана зі зворотною транскрипцією (ЗТ-ПЛР), що дозволяють оцінити рівень експресії введених генів за наявністю та кількістю специфічних транскриптів (Епринцев и др., 2008).

При отриманні трансгенних рослин зі стабільною експресією перенесених генів необхідний ретельний аналіз їх потомства. Лінії або популяції, у яких не експресуються трансгени за рахунок метилювання, делецій або інших механізмів, що спричиняють «мовчання» генів (явище, за якого інтродуковай ген перебуває в геномі, проте він не експресується), повинні бути вибракувані, і для комерційного використання залучатися тільки стабільні лінії з достатнім проявом генної активності.

Як свідчить аналіз опублікованих даних, натепер не з’ясовані достатньо механізми інактивації трансгенів в рослинному геномі, а також не визначені універсальні та надійні підходи для забезпечення їх стабільної експресії в наступних поколіннях трансформантів. Тому застосування сучасних методів ідентифікації та оцінки активності перенесених генів в рослинах, толерантних до дії гербіцидів, зокрема, дослідження активності генів в генетичних конструкціях селекційного матеріалу цукрових буряків із застосуванням індивідуального підходу дозволить визначати ефективну роботу трансгенів в компонентах та гібридах.

В Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН проведено дослідження щодо визначення наявності складових частин трансгенної генетичної конструкції у 6 гібридів буряків цукрових, які були отримані на

основі ЧС ліній та багатонасінного запилювача, що містив ген, який обумовлює толерантність до дії гліфосату. В рамках роботи проводили групову оцінку толерантності до гліфосату досліджуваних гібридів та багатонасінного запилювача в польових умовах. Визначення складових генетичної конструкції (35S промотор, NOS термінатор та ген EPSPs) та експресії цільового гена проводили на індивідуальних рослинах, отриманих в умовах *in vitro* методом ПЛР (полімеразна ланцюгова реакція) та ПЛР у поєднанні зі зворотною транскрипцією.

Толерантність до гербіциду Roundup (Monsanto, USA), діючою речовиною якого є гліфосат, в польових умовах на тестових посівах визначено шляхом обробки препаратом в розрахунку 2 л/га та підраховано відсоток непошкоджених рослин. В результаті групової оцінки толерантності до дії гліфосату досліджуваних гібридів буряків цукрових та багатонасінного запилювача визначено значне варіювання показника (табл. 7.4).

Таблиця 7.4. **Толерантність ЧС-гібридів буряків цукрових та багатонасінного запилювача до дії гліфосату (2012 р.)**

№ з/п	Селекційний номер	Толерантність, %
1.	12-175	40,0
2.	12-186	30,5
3.	12-189	37,2
4.	12-190	59,4
5.	12-191	38,7
6.	12-192	29,4
7.	Багатонасінний запилювач 12-216	97,9
	$НІР_{0,05}$	15

Групова оцінка толерантності запилювача, який містив ген EPSPs, що обумовлює стійкість до гліфосату, показала, що 97,9% рослин, які було оброблено Roundup виявилися толерантними до дії гербіциду. Отримані гібриди за ознакою толерантності до дії гербіциду мали статистично значущі відмінності при застосування їх групової оцінки та демонстрували низьке значення (найвищій рівень толерантності було виявлено у гібрида 12-190 – 59,4%), що спричиняє потребу проведення індивідуального добору генотипів запилювача.

Як відомо (Чекалин и др., 2013), для одержання гібридного насіння, геном якого буде містити ген, що обумовлює толерантність до діючої речовини гербіциду, застосовують схрещування материнських форм, отриманих за допомогою генетичної трансформації вихідних нетрансгенних форм та запилювача. За даною схемою все отримане насіння буде містити ген інтересу. Проте таке насіння вже в другому поколінні при перезапиленні буде давати розщеплення ознак у співвідношенні 1:1, а при самозапиленні 3:1, оскільки трансген успадковується як домінантна ознака, тому подальше вирощування рослин з такого насіннєвого матеріалу стає недоцільним, незважаючи на те, що вони зберігають інші господарсько-цінні ознаки (Сахно и др., 2008).

За даними Ралдугиной и др. (2000), при дослідженні успадкування трансгенів у ріпаку, за перехресного запилення з рослинами запилювачами в умовах прямого схрещування насіння не утворювалось взагалі, а якщо утворювалось, то було дрібне та втрачало схожість. Отримані автором результати вказують на те, що в більшості випадків яйцеклітини трансгенної рослини були не сумісні з чоловічою гаметою нетрансформованої рослини, тоді як у випадку зворотних схрещувань несумісності не спостерігалось (Ралдугинаи др., 2000). Саме тому для підтримання генетичної конструкції в селекційному процесі для досліджень та контролювання перенесення гена інтересу при створенні гібридного насіння, а також забезпечення його стабільної експресії доцільно генетичну конструкцію інтродукувати в запилювач або в лінії О-типу, а в материнських формах за допомогою насичуючих схрещувань накопичувати інші цінні ознаки, що також доведено дослідженнями Сливченка (2001). При отриманні трансгенних компонентів за даною схемою існують певні труднощі (наприклад, необхідність одночасного поєднання трансгенної властивості з роздільноплідністю та закріплювальною здатністю), які можуть також чинити вплив на стабільність інтродукованої генетичної конструкції, що може призводити до відхилення від класичного розподілу успадкування гена за законами Менделя та як наслідок - до зміни експресії перенесеного гена (Сливченко, 2001).

Як доведено вченими (Дорохов, 2007; Тищенко и Моргун, 2004; Chenet al., 2003; Souza et al., 2007), навіть за первинної трансформації відбувається порушення структури генетичної конструкції, що негативно впливає на активність та стабільність прояву гена інтересу. На теперішній час опубліковано відносно мало інформації про використання трансгенних форм та вивчення закономірностей стабільної експресії в селекційному процесі буряків цукрових. Тому доцільно проводити дослідження не тільки на гібридах F1, а й на селекційних батьківських формах з різними схемами схрещування з метою визначення особливості передачі трансгенної конструкції в поколіннях.

Оскільки контроль за допомогою обробки гербіцидом не дає впевненості в тому, що кожна окрема рослина, яка виступає в якості запилювача, містить в геномі перенесену конструкцію, на що вказує різний рівень толерантності гібридів, та не дозволяє виявити активність гена, в дослідженнях, проведених в Інституті біенергетичних культур і цукрових буряків НААН, застосовано індивідуальну оцінку, в першу чергу, генотипів запилювача, а потім отриманих гібридів за наявністю конструкції, зокрема всіх основних її складових частин, та подальшу оцінку активності гена інтересу (ген EPSPs).

Близько 80% трансформованих рослин, що виявляють толерантність до дії гербіцидів, в складі перенесеної генетичної конструкції містять конститутивний промотор вірусу мозаїки цвітної капусти (35S промотор) та термінаторний сигнал гена нопалін синтази (NOS-термінатор) (Кверчи и др., 2007; Чекалин и др., 2009).

Існує значна різновидність регуляторних елементів (промоторів, енхансерів і термінаторів), які використовують для трансформації дводольних

рослин. Одна з груп промоторів, що широко використовуються в генетичній інженерії, була виділена з ґрунтової бактерії *Agrobacterium tumefaciens*, де їх функція полягає в управлінні експресією генів опін синтази, які переносять фрагмент *T*-ДНК, що інтегрується в геном рослини при ураженні хворобою. Ця група містить промотор октопін синтази (ocs) (Waldron et al., 1985), промотор маннопін синтази (mas) (McBride and Summerfelt, 1990) і промотор нопалін синтази (nos), які активні в більшості рослинних тканин (Fraley et al., 1983; Herrera-Estrella et al., 1983).

Для управління активністю гетерологічних генів дводольних також використовують низку вірусних промоторів. Промотор 35S вірусу мозаїки цвітної капусти зазвичай використовують для трансформації дводольних, оскільки він забезпечує високий рівень генної експресії майже у всіх тканинах (Kridl and Goodman, 1986). Також в генетичній інженерії застосовують модифікації цього промотора. Наприклад, використовується конфігурація з двома тандемними 35S промоторами та mas-35S промотор, який складається з промотора маннопін синтази в тандемі з 35S промотором (Kay et al., 1987). Така промоторна схема забезпечує більш високий рівень експресії генів в порівнянні з одиничною копією 35S промотора. Інші вірусні промотори, що застосовують при трансформації рослин, містять промотор 19S вірусу мозаїки цвітної капусти (Pazskowski, 1984) і 35S промотор вірусу мозаїки норичника шишкуватого (Sanger, 1990). Варто зауважити, що нині використання промотора вірусу мозаїки норичника шишкуватого набуває широкого розповсюдження, зокрема при трансформації видів родини Капустяних. Це пов'язано із здатність їх уражуватися вірусом мозаїки цвітної капусти, що утруднює ідентифікацію трансформованих рослин з метою контролю поширення ГМО (Алексеев и др., 2011).

Для ідентифікації 35S промотора при аналізі рослинних тканин буряків цукрових використані олігонуклеотиди (праймери), які також застосовуються і при аналізі продуктів харчування на присутність трансгенів (Lin et al., 2001; Tzu-Ming, 2002). Такі праймери рекомендовано міжнародною організацією із сертифікації насіння ISTA (International Seed Testing Association) при формуванні та продажу партій насіння для будь-яких культур, зокрема і для буряків цукрових, оскільки вони мають низький ступінь самокомплементарності у кінцевій ділянці, що дозволяє розширювати температурний діапазон при проведенні ПЛР та застосовувати за мультиплексного аналізу (Lin et al., 2000; Noli and Haldemann, 2007). В результаті ПЛР утворювались фрагменти ДНК розміром 195 п.н. специфічні для 35S промотора.

Відповідно до отриманих даних послідовність 35S промотора виявлена у 73,3% досліджених генотипів запилювача 12-216. В результаті аналізу гібридів цукрових буряків, отриманих шляхом запилення ЧС ліній, встановлено наявність 35S промотора у такої кількості проаналізованих генотипів: 12-175 - 40, 12-186 – 30, 12-189 – 40, 12-190 – 53,3, 12-191 – 40, 12-192 – 30%.

Найбільш поширеним термінатором у трансгенних рослин є термінуюча послідовність гена нопаліносинтази (NOS), виділеної з ґрунтової бактерії

Agrobacterium tumefaciens. Для виявлення NOS термінатора, згідно аналізу літературних даних, використовували пару праймерів, які також застосовують для аналізу рослинного матеріалу та продуктів харчування. Проте, за результатами досліджень Merica (2004), ці праймери хоч і характеризуються низьким рівнем самокомплементарності, але мають високу стабільність на 3'-кінці, що вимагає підвищення температури гібридизації даної послідовності з послідовністю-мішенню при проведенні ПЛР (Merica et al., 2004). Це, своєю чергою, впливає на умови проведення реакції ампліфікації, зокрема, потребує чіткого дотримання температурних та часових параметрів, а також концентрації компонентів реакційної суміші та кількості ДНК-матриці. В результаті візуалізації продуктів реакції були отримані амплікони очікуваного розміру 180 п.н, які відповідають термінаторній послідовності гена нопалінсинтази.

В результаті досліджень гібридів буряків цукрових, отриманих шляхом запилення ЧС ліній, із загальної кількості проаналізованих генотипів (по 30 генотипів) в межах кожного гібрида було встановлено наявність NOS термінатора: 12-175 - 30, 12-186 – 26,7, 12-189 – 36,7, 12-190 – 33,3, 12-191 – 23,3, 12-192 – 23,3%; у багатонасінного запилювача 12-216 – 56,7%. Частка генотипів, в яких ідентифіковано послідовності обох регуляторних елементів, становила: 12-175 – 20, 12-186 – 13,3, 12-189 – 26,7, 12-190 – 23,3, 12-191 – 16,7, 12-192 – 10%; у запилювача 12-216 – 46,7% (рис. 7.4). Згідно з отриманим розподілом встановлено, що найбільшу кількість генотипів, в яких було ідентифіковано послідовності 35S промотора, NOS термінатора та обох регуляторних елементів одночасно, відмічено для запилювача 12-216 (46,7% від кількості досліджених генотипів запилювача), що є прогнозованим, оскільки він демонструє найвищий рівень толерантності за результатами групової оцінки шляхом оброблення гербіцидом 88,7–97,9% (табл. 7.1).

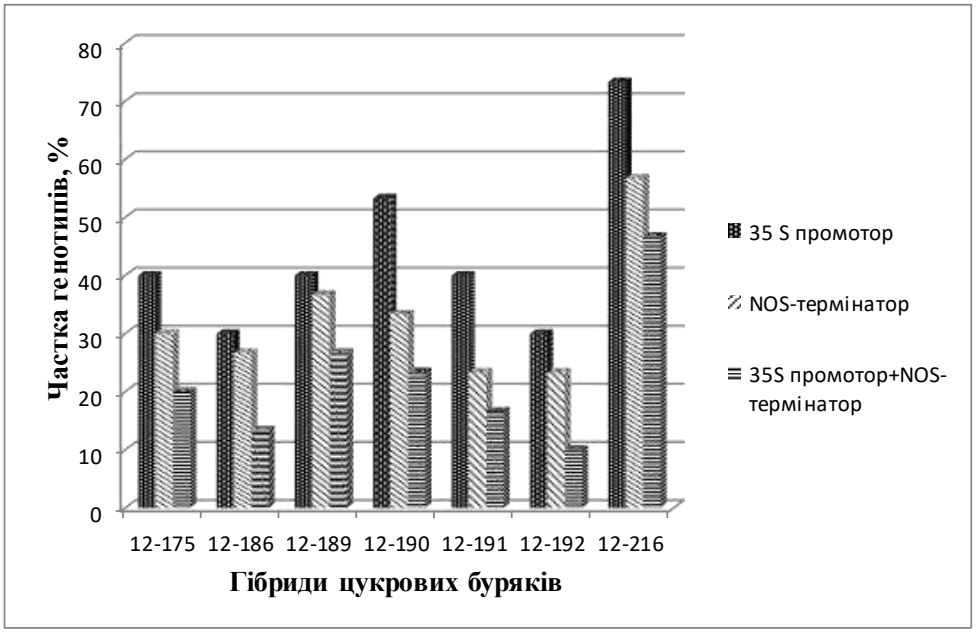


Рис. 7.4. Розподіл визначених промоторної та термінаторної послідовностей у гібридів буряків цукрових

Щодо гібридів, які були отримані за допомогою запилювача 12-216, то визначена наявність регуляторних елементів була значно нижчою в порівнянні із ним. Найменшу кількість генотипів, в яких було ідентифіковано 35S промотор, встановлено у гібридів 12-186 та 12-192 (по 30%), а NOS термінатор – у 12-191 та 12-192 (по 23,3%). Також слід відзначити, що мінімальна кількість генотипів, в яких визначено обидві регуляторні послідовності одночасно, відмічена у гібрида 12-192 (10% від кількості проаналізованих рослин цього гібрида). Для генотипів гібридів 12-189 та 12-190 характерна відносна стабільність генетичної конструкції, оскільки в них ідентифіковано 35S промотор та NOS термінатор у найбільшої кількості генотипів (26,7 та 23,3% відповідно). Це може пояснюватись тим, що частина досліджуваних генотипів має не повну генетичну конструкцію з відсутньою промоторною або термінаторною послідовністю, що може призвести до відсутності експресії гена інтересу в цих рослинах. Також можна припустити, що частини інтродукованої генетичної конструкції, внаслідок дії механізмів репарації ДНК або інших процесів, набули змін в нуклеотидних послідовностях через що їх складно ідентифікувати.

За літературними даними, однією із важливих умов при перенесенні трансгенної конструкції в геном рослин є збереження її цілісності та ідентичності у всіх трансформованих рослинах. Тандемно розташовані фрагменти ДНК інтродукованої конструкції можуть бути організовані як у прямій, так і в інвертованій орієнтації. Водночас одна вставка може характеризуватися різними комбінаціями дуплікацій, зокрема тандемними повторами неповних копій генів (Schütte, 2000). Наприклад, у трансгенних рослин *Arabidopsis thaliana* з двох інтегрованих в геном конструкцій одна була представлена інвертованим тандемним повтором, а інша – тільки невеликою ділянкою з лівої області *T*-ДНК (Nacry et al., 1998; Svitashev and Somers, 2002).

Тому можливі перебудови структури перенесеної генетичної конструкції, а також перебудови рослинної ДНК в локусі інтеграції трансгенної конструкції з утворенням дуплікованих фрагментів є потенціальними джерелами інактивації вбудованих генів. Зокрема, це також може бути причиною варіабельності експресії гена інтересу при створенні трансформованих рослин буряків цукрових шляхом запилення селекційних ліній запилювачем, який містить трансгенну конструкцію.

Для ідентифікації гена EPSPs в рослинах буряків цукрових проводили ПЛР аналіз з праймерами до цільового гена. В результаті аналізу встановлено наявність ампліконів розміру 1132 п.н., які відповідають пошуковій послідовності гена EPSPs. В результаті досліджень гібридів цукрових буряків, отриманих за допомогою запилювача 12-216 та лінійного матеріалу на чоловічостерильній основі, було встановлено наявність гена EPSPs в генотипах (у розрахунку від загальної кількості проаналізованих рослин): 12-175 – 40, 12-186 – 26,7, 12-189 – 36,7, 12-190 – 56,7, 12-191 – 33,3, 12-192 – 33,3%; у запилювача 12-216 – 80% (рис. 7.5).

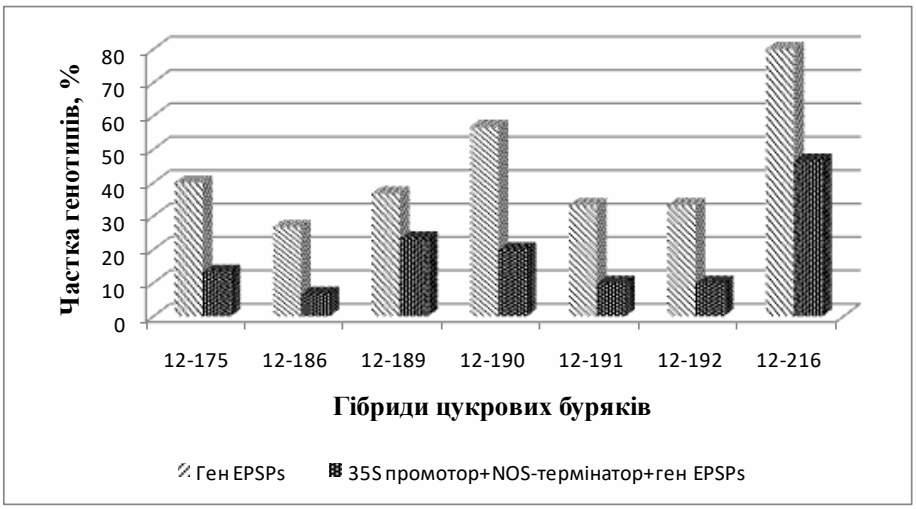


Рис. 7.5. Розподіл визначених регуляторних послідовностей та гена EPSPs у гібридів цукрових буряків

За результатами розподілу встановлено, що найбільше генотипів, в яких було ідентифіковано ген інтересу, відмічено для запилювача 12-216 (80% від кількості проаналізованих генотипів), як і у разі ідентифікації регуляторних елементів. Для запилювача також характерна найбільша стабільність генетичної конструкції, оскільки, за даними розподілу, у 46,7% досліджуваних генотипів ідентифіковані як регуляторні елементи, так і ген EPSPs. У гібрида 12-186 виявлено найменшу кількість генотипів в порівнянні із запилювачем та іншими гібридами, які містили ген інтересу та досліджувані елементи трансгенної конструкції (6,7% від загальної кількості проаналізованих генотипів в межах цього гібрида). Генотипи гібридів 12-189 та 12-190, як і при ідентифікації регуляторних елементів, демонструють найбільшу стабільність генетичної конструкції серед гібридів, що були отримані за допомогою запилювача 12-216 (23,3 та 20% відповідно), незважаючи на те, що ген EPSPs був виявлений у більшої кількості генотипів гібрида 12-175 (40% від загальної кількості генотипів гібрида).

Слід зауважити, що ген інтересу був ідентифікований лише у тих генотипів, в яких була встановлена наявність промоторної, термінаторної або обох регуляторних послідовностей одночасно. Відповідно до отриманих даних, досліджувані елементи генетичної конструкції (35S промотор, NOS термінатор та ген EPSPs) були виявлені в генотипах запилювача 12-216 від загальної кількості у 46,7% та у гібридів: 12-175 – 13,3; 12-186 – 6,7; 12-189 – 23,3; 12-190 – 20; 12-191 – 10; 12-192 – 10%. В тих генотипах, де не було ідентифіковано хоча б однієї з регуляторних послідовностей, був відсутній також і ген EPSPs.

За даними багатьох авторів (Horsch et al., 1984; Wu et al., 2015; Zare et al., 2015), загалом перенесені генетичні конструкції є стабільними і передаються шляхом мітозу і мейозу як частина рослинного геному. Однак в літературі описані випадки модифікації фрагментів інтродукованої ДНК, незалежно від способу перенесення (як при прямому, так і при векторному перенесенні в рослинні клітини) (Gheysen et al., 1987; Jones et al., 1987;

Muthukumar et al., 2013; Stroud et al., 2015). Hain et al. (1985) провели порівняння структури перенесеної ДНК, інтегрованої в ядерний геном рослини. Авторами було встановлено, що при прямому і агробактеріальному перенесенні трапляються модифікації фрагментів інтродукованої конструкції (утворення прямих та інвертованих повторів, а також мікроделецій по внутрішнім і кінцевим ділянкам), що може впливати на ефективність ідентифікації складових елементів інтродукованої конструкції. Також слід звернути увагу, що регуляторні елементи можуть більше піддаватись механізмам репарації ДНК та іншим кінцевим модифікаціям, оскільки у складі конструкції вони фланкують послідовність гена інтересу (Hain et al., 1985).

Тому для оцінки активності гена толерантності до дії гліфосату в селекційному матеріалі при визначенні наявності складових генетичної конструкції необхідно зважати на можливі зміни структури інтродукованої ДНК, що може утруднювати ідентифікацію тієї чи іншої ділянки.

Оскільки в досліджуваному матеріалі було виявлено 35S промотор, ген EPSPs та NOS термінатор у різних комбінаціях, а також враховуючи польову толерантність до дії гербіциду у досліджуваних гібридів 30–60% та у запилювача – 80–90% (табл. 7.1), необхідним є встановлення активності гена EPSPs в генотипах буряків цукрових, в яких було ідентифіковано всі частини конструкції або відсутня одна з регуляторних послідовностей. Оцінка рослин, в яких не виявлено жодної частини інтродукованої конструкції, надалі не проводилась.

З метою визначення активності генів, в яких було ідентифіковано послідовності гена EPSPs та обох або однієї з регуляторних послідовностей (92 генотипи, з них запилювач – 24 генотипи), з асептичних рослин буряків цукрових екстраговано сумарну РНК та проведено реакцію зворотної транскрипції для отримання першого ланцюга кДНК на матриці РНК.

Молекулярно-біологічний аналіз досліджуваних генотипів для визначення активності гена EPSPs здійснено за допомогою ПЛР з використанням специфічних праймерів до отриманих кДНК. Після проведення реакції ампліфікації були отримані фрагменти ДНК розміром 1132 п.н., що відповідають досліджуваній послідовності гена EPSPs. Візуалізацію отриманих продуктів ПЛР проведено за допомогою електрофорезу в 1%-му агарозному гелі (рис. 7.6).

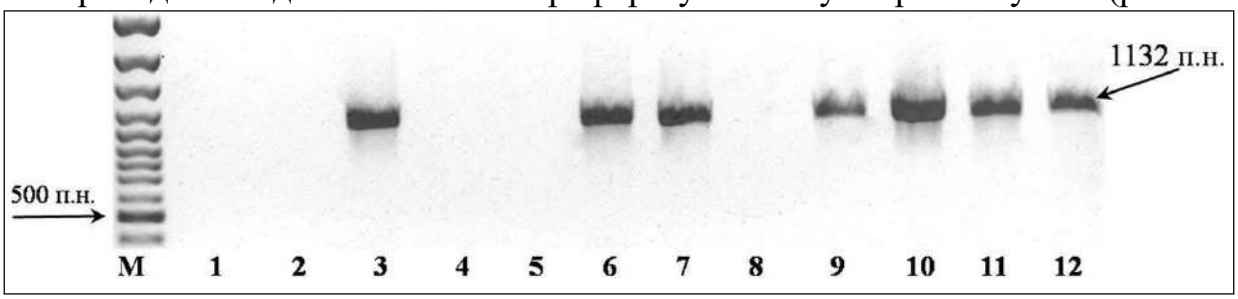


Рис. 7.6. Визначення активності гена EPSPs: М – маркер молекулярної маси (GeneRuler^{TM} 100 bp Plus DNA Ladder); 1 – РНК гібрида 189/1; 2 – негативний контроль (кДНК не трансформованого гібрида); 3–4 – кДНК гібрида 12-189; 5–6 – кДНК гібрида 12-190; 7–8 – кДНК гібрида 12-192; 9–11 – кДНК гібрида (запилювач) 12-216; 12 – ДНК гібрида 189/1

Наявність ампліконів в 1132 п.н. на треках № 3, 6–7, 9–11 з генотипами досліджуваних гібридів 12-189/1, 12-190/7, 12-192/1 та запилювача 12-216/2, 12-216-3, 12-216/6, які співпадають за розмірами з тими, що були отримані за допомогою реакції ампліфікації ДНК цих зразків, свідчить про експресію гена толерантності до дії гліфосату.

В результаті проведених досліджень виявлено активність гена EPSPs у досліджуваних гібридів цукрових буряків, що представлена як частка генотипів від загальної кількості проаналізованих в межах кожного гібрида: 12-176 – 36,7; 12-186 – 23,3; 12-189 – 33,3; 12-190 – 53,3; 12-191 – 33,3; 12-192 - 26,7%; запилювача 12-216 – 76,7%.

За даними Della-Cioppa et al. (1986) та Topping and Lindsey (1995), експресія трансгенів може бути пояснена потраплянням інтродукованого гена під контроль тканиноспецифічного промотора, частота якого становить 20–30%. Частота транскрипційного злиття, яке призводить до потужної конститутативної експресії генів без промотора, лежить в межах 0,1–4,8% (Кіщенко, 2006). Внаслідок того, що досліджувана інтродукована генетична конструкція має містити і промоторну, і термінаторну ділянки, то їх відсутність в деяких генотипах може бути обумовлена наявністю модифікацій структури вбудованої ДНК, що не дає змогу їх ідентифікувати, але не призводить до відсутності експресії гена інтересу.

Невелика кількість досліджуваних рослин містила тільки 35S промотор та NOS термінатор одночасно або одну з регуляторних послідовностей, але в них не було виявлено послідовності ДНК гена EPSPs та відповідно його експресії. Водночас слід зауважити, якщо в генотипі однієї рослини були присутні всі елементи генетичної конструкції, то активність спостерігали у всіх випадках (рис. 7.7).

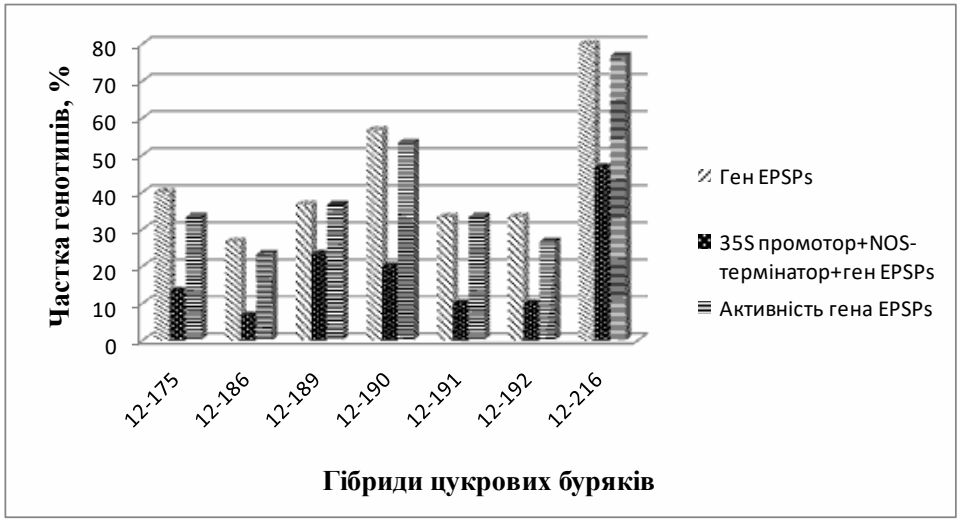


Рис. 7.7. Розподіл визначених регуляторних послідовностей 35S промотора, NOS термінатора, гена EPSPs та його активності у гібридів буряків цукрових

Відповідно до отриманих даних у запилювача 12-216 відмічено найбільшу кількість генотипів, в яких виявлено наявність та активність гена EPSPs (80 та

76,7%), а також найбільший відсоток генотипів зі стабільною конструкцією (46,7%), що обумовлює толерантність цих рослин до дії гліфосату. Найменша кількість генотипів, в яких встановлено активність гена інтересу, була у гібрида 12-186 (23,3% від кількості генотипів в межах гібрида), як і наявність даного гена та досліджуваних елементів трансгенної конструкції в порівнянні з запилювачем. Результати отримані при ідентифікації складових елементів досліджуваної конструкції, а саме наявність 35S промотора, NOS термінатора та гена EPSPs, вказують, що у гібридів 12-189 та 12-190 виявлено найбільшу кількість генотипів, що містили ці елементи (23,3 та 20% відповідно). Для цих гібридів також характерна і найбільша кількість генотипів, в яких було визначено активність гена інтересу (від кількості генотипів в межах одного гібрида 36,7 та 53,3% відповідно). Водночас слід зазначити, що для гібридів 12-189 та 12-190 за кількістю генотипів, в яких було виявлено досліджувані елементи генетичної конструкції, а також активність гена, який обумовлює толерантність до дії гліфосату, зберігалась тенденція стабільно найбільшої їх кількості ніж в інших гібридах, що може бути зумовлено генотипами запилювача, які брали участь у запиленні цих ЧС-ліній. Зокрема, можна припустити, що в отриманні цих гібридів брали участь генотипи запилювача, що містили всі елементи трансгенної конструкції та стабільну експресію трансгена.

Згідно з отриманими даними експресія спостерігалась у рослин, в яких наявні 35S промотор та ген EPSPs, а також NOS термінатор та ген EPSPs, водночас активність гена інтересу спостерігалась частіше за присутності промотора, ніж термінатора.

Для виявлення закономірностей прояву активності гена, що обумовлює толерантність до дії гліфосату, від наявності послідовностей ДНК регуляторних елементів та гена інтересу інтродукованої конструкції в досліджуваних генотипах цукрових буряків застосовували кластерний аналіз за допомогою незваженого методу середніх зв’язків (рис. 7.8).

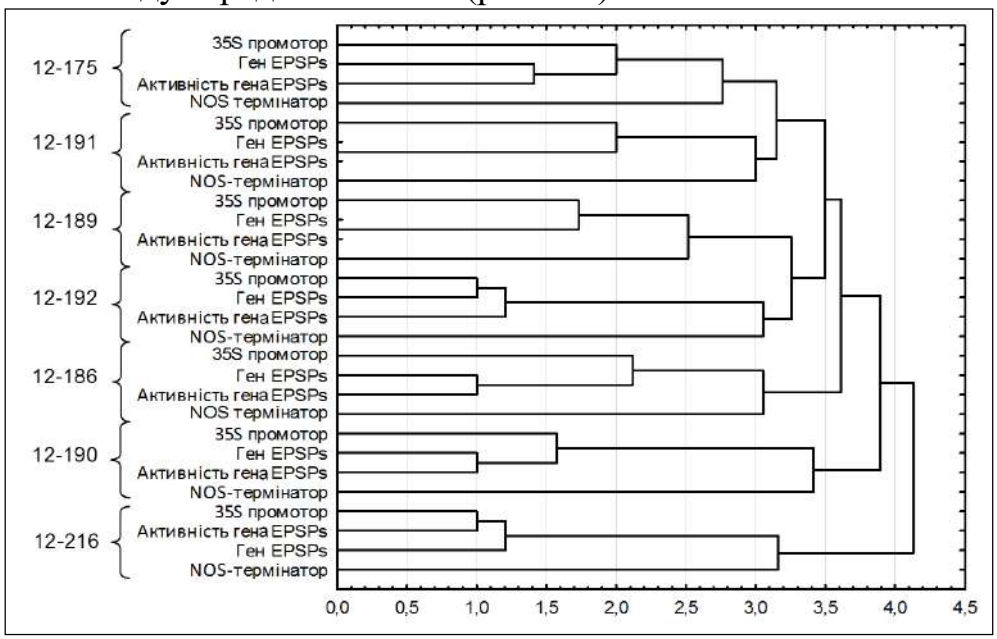


Рис. 7.8. Розподіл гібридів цукрових буряків за наявністю/відсутністю складових генетичної конструкції та активністю гена EPSPs

В результаті аналізу було отримано сім кластерів, які сформувались за наявністю/відсутністю гена EPSPs та його активністю, що свідчить про те, що в гібридах при наявності гена, який обумовлює толерантність до дії гліфосату, була виявлена його активність, та якщо в генотипах не було ідентифіковано ген інтересу, незалежно від визначення регуляторних послідовностей, то була відсутня і його експресія. До того ж, кластери, сформовані гібридами 12-189 та 12-191, свідчать, що визначення гена інтересу в генотипах цих гібридів тісно корелювало з його активністю, тобто в генотипах гібридів 12-189 та 12-191 частіше за інших наявність гена *EPSPs* свідчила про його експресію.

До всіх сформованих кластерів прилягає 35S промотор, а також NOS термінатор, який знаходиться на більш віддаленій відстані від блоку «ген-активність-промотор». Це свідчить, що активність гена інтересу залежить не тільки від наявності його послідовності ДНК, але й від визначених регуляторних послідовностей, зокрема, 35S промотора. Отже, існує тісна залежність між наявністю промотора, послідовності ДНК гена, що обумовлює толерантність до дії гліфосату, та його активністю.

Слід зауважити, що при виявленні гена інтересу та термінаторної послідовності NOS в більшості випадків не спостерігали його експресію, на відміну від взаємодії промотора та гена EPSPs. Це свідчить про те, що зміни у структурі термінаторної послідовності, завдяки яким її складно ідентифікувати, чинять незначний вплив на експресію інтродукованого гена. За кластерним аналізом встановлено, що активність гена, який обумовлює толерантність до дії гліфосату, перебуває в більш тісній залежності від наявності послідовності 35S промотора та гена EPSPs, ніж від NOS термінатора.

За літературними даними відомо, що на рівень експресії перенесених генів впливають і такі фактори, як кількість інсерцій в геномі, кількість копій в локусі інтеграції трансгена, структура хроматину в місці інтеграції трансгена, стан метилювання області інтеграції (Block De et al., 1987; Prols and Meyer, 1992; Matzke and Matzke, 1998; Wang and Waterhouse, 2000).

За результатами досліджень відомо, що інтеграція декількох копій трансгена в різні області геному в деяких випадках призводить до нестабільної експресії перенесених генів та їх інактивації в подальших поколіннях (Flavell, 1994; Matzke and Matzke, 1998). Думки авторів щодо кореляції кількості інтегрованих в геном генетичних конструкцій і стабільного рівня експресії перенесених генів у трансгенних рослин не збігаються. Є відомості як про прямий, так і зворотній зв'язок між кількістю вбудованих конструкцій і рівнем експресії перенесених генів. Згідно з даними, отриманими Gendloffe (1990), найвищий рівень експресії спостерігали у трансформантів з одиничними копіями, тоді як у рослин з множинними вставками було відзначено широку варіабельність за рівнем експресії досліджуваного гена npt II і високий відсоток випадків їх інактивації у нащадків (Gendloff et al., 1990; Кулуев и др., 2000).

На активність перенесеного гена впливає не тільки кількість незалежних вбудованих копій конструкції, а й характер їх інтеграції в рослинний геном (у

вигляді однієї або декількох копій), а також особливості локуси хромосом, в яку відбулося перенесення трансгена (Дорохов, 2007).

Встановлено, що у трансгенних рослин петунії з однокопійними інтродукованими *Т*-ДНК спостерігається інактивація гена Al з кукурудзи при вбудовуванні ДНК трансгенної конструкції в гіперметильовану частину генома (Prols and Meyer, 1992). Отже, окремі вставки *Т*-ДНК не рівнозначні між собою щодо збереження стабільної експресії чужорідних генів у наступних поколіннях. Перенесення трансгенної конструкції може відбуватися в області геному, де вона буде стабільно успадковуватися навіть при зміні кількості інтродукованих конструкцій в геномі. Якщо ж інтеграція відбудеться в район ДНК, в якому можливість інактивування перенесеного гена підвищена (наприклад, поблизу гетерохроматинових районів), то в подальшому з більшою ймовірністю буде відбуватися порушення експресії таких генів. Дослідженнями Iglesias and Moscone (1997) показано, що вбудовування трансгенних конструкцій в теломерні області корелює зі стабільним рівнем експресії перенесених генів, тоді як трансгени, інтродуковані в центромерні ділянки, зазнають метилювання та інактивації (Iglesias and Moscone, 1997). Наявність повторів у прямій і особливо зворотній орієнтації в структурі перенесених Т-ДНК з високою частотою призводить до інактивації експресії гомологічних генів.

Дані, отримані Дейнеко (2005), дозволяють зробити висновок, що за перенесення в геном рослини одного і того ж трансгена в складі однієї і тієї ж генетичної конструкції стабільність його експресії буде визначатися місцеположенням вставки в системі цілої хромосоми. Отже, рівень експресії перенесених генів буде залежати від генетичного оточення в районі вбування генетичної конструкції в рослинний геном (Дейнеко, 2004).

Беручи до уваги можливі причини інактивації трансгенів не тільки у нащадків, а й у вихідних для гібридизації трансформованих форм рослин, з метою стабільної передачі конструкції в рослинах буряків цукрових необхідно проводити індивідуальну оцінку наявності складових елементів трансгенної конструкції, а також визначати експресію гена інтересу, що дозволить знизити ймовірність порушення активності трансгенів в отриманих гібридах, оскільки багатонасінний запилювач використовується для отримання гібридного насіння шляхом схрещування з нетрансформованими ЧС-лініями цукрових буряків.

Отже, за результатами досліджень, проведених в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, запропоновано методику оцінки активності гена, що обумовлює толерантність до дії гліфосату за допомогою полімеразної ланцюгової реакції в поєднанні зі зворотною транскрипцією. Використання цього методу у селекційній практиці дасть змогу значно прискорити та підвищити ефективність проведення добору серед різних генотипів буряків цукрових з метою створення гібридів з новими ознаками.

Розділ 8
ВИВЧЕННЯ ГЕНОМУ ТА ГЕНОМНА СЕЛЕКЦІЯ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

8.1. Вивчення геному буряків цукрових

Вивчення геному буряків цукрових – важливе питання, покликане вирішити багато проблем в отриманні по-справжньому високоефективних сортів або гібридів буряків. Так, на прикладі показників продуктивності одноросткових сортів і гібридів буряків цукрових вітчизняної селекції та за результатами апробації на придатність до поширення в Україні впродовж 1956–2019 рр. можна відслідкувати актуальність цього питання (таблиця 8.1).

Таблиця 8.1. **Показники продуктивності одноросткових сортів та гібридів буряків цукрових вітчизняної селекції за результатами апробації на придатність до поширення в Україні впродовж 1956–2019 рр.**

Етапи селекції	Типи сортів та гібридів	Період реєстрації	Кількість сортів, шт.	Показники продуктивності			
				урожай, т/га	цукристість, %	збір цукру	
						т/га	% до стандарту
I	Сорти - популяції	1956-1965	4	37,9	19,0	7,2	98,2
		1972-1979	5	48,1	17,4	8,7	104,9
		1983-1992	5	46,8	17,7	8,3	105,2
	Всього:	**1956-1992**	**14**	**44,7**	**18,0**	**8,1**	**103,1**
II	Гібриди диплоїдні (одноросткові та багаторосткові)	**1960-1982**	**5**	**44,2**	**18,9**	**8,3**	**104,3**
III	Полігібриди (однорostковий тетраплоїд та багаторостковий диплоїд)	**1964 -1987**	**5**	**45,1**	**17,9**	**8,0**	**104,4**
IV	Гібриди (на стерильній основі)	1981-1989	3	47,9	18,1	8,7	107,4
	(одноросткова материнська форма з ЦЧС х багаторостковий запилювач – диплоїдний або тетраплоїдний)	1991-1992	4	56,3	17,6	9,9	108,7
		1993-2000	18	50,5	17,6	8,9	106,1
		2001-2010	34	47,9	16,9	8,1	110,6
		2011-2019	19	56,8	18,1	10,4	110,8
	Всього:	1981-2019	78	**51,1**	**17,4**	**9,0**	**109,4**

Незважаючи на минулі успіхи класичної селекції, нині вона майже вичерпала себе, і подальше кардинальне збільшення потенціалу продуктивності буряків цукрових неможливе без залучення нових методів роботи з генетичним матеріалом та подальшого створення гібридів.

Сучасні методи впорядкування та аналізу геномної інформації належать до відносно нової галузі науки – біоінформатики, що застосовує машинні алгоритми і статистичні методи для аналізу великих наборів біологічних даних, які,

як правило, складаються з великої кількості нуклеотидних та пептидних послідовностей і даних структури білків.

Головними напрямами досліджень біоінформатики є вирівнювання послідовностей, пошук генів, збірка геномів, вирівнювання структур білків, передбачення структури білків, експресії генів і білок-білкової взаємодії та реконструювання процесу еволюції. Також значним напрямом досліджень біоінформатики є отримання високоякісних послідовностей геномів з фрагментів послідовностей, одержаних за допомогою традиційних методів секвенування ДНК та конструювання сигнальних мереж за даними ДНК-мікрочипів.

В останні роки знання про геноміку, засновані на секвенуванні наступного покоління (NGS), системах редагування генів, методах глушіння генів і надмірної експресії, надали велику кількість генетичної інформації, що сприяло розкриттю механізмів біотичних і абіотичних стресових реакцій у рослин (Saad et al., 2013; Shan et al., 2013; Yin et al., 2014; Luan et al., 2015). Технологічні інновації зробили можливим огляд змін, що відбуваються на рівні транскриптомів за різних стресових умов навколишнього середовища. Методи мікрочіпів і секвенування РНК використовують для з'ясування диференціальної експресії генів, залучених до біотичних і абіотичних стресових реакцій у різних видів рослин (Kreps et al., 2002; Shinozaki and Yamaguchi, 2007; Ergen and Budak, 2009; Mitchell et al., 2014; Akpinar et al., 2015; Budak and Akpinar, 2015; Wang et al., 2016).

Останнім часом значно зросло використання інструментів геноміки, транскриптоміки, протеоміки та метаболоміки (OMICS) для вивчення біотичних й абіотичних стресів у рослин, адже вони здатні з високою ефективністю виявляти та характеризувати експресію генів або білків під час біотичних й абіотичних стресів. Також за допомогою цих інструментів можна аналізувати тканини рослин і допомагати покращити розуміння механізмів толерантності, які використовують буряки цукрові.

Метод секвенування третього покоління SMRT (Single Molecule Real-Time) дає змогу зчитувати не лише ядерний геном, але також і геном хлоропластів буряків цукрових (Sanger et al., 1977; Liu et al., 2012). Так, у дослідженнях Штадерманна на основі даних, отриманих із набору даних секвенування SMRT, націленого на ядерний геном, ідентифіковано загалом 114 окремих генів, а з них 79 генів кодують мРНК, 7 кодують рРНК і 28 є тРНК. Дев'ять генів розташовані в ділянках інвертованого повтору (IR), які кодують 5 мРНК, 1 рРНК і 3 тРНК (Stadermann et al., 2015).

Більш ранніми дослідженнями встановлено, що мікроРНК загалом спрямовані на фактори транскрипції, а останні дослідження показали, що мікроРНК націлені й на інші сигнальні шляхи розвитку стресу, які беруть участь у різних фізіологічних процесах, зокрема ріст і розвиток коренів, відповідь на стрес, передачу сигналів, морфогенез листя, захист рослин і біогенез sRNA (Curaba et al., 2014). Продемонстровано, що кілька мікроРНК відіграють важливу роль у рослинах, експресія Bvu-miR1 регулює розвиток багатоклітинного кореня (Moody et al., 2012), а Bvu-miR2 регулює експресію АТФази під час розвитку рослин і координує її індукцію у відповідь на високу солоність (Lehr et al., 1999).

Натепер загальногеномну характеристику мікроРНК проведено лише в арабідопсису, і дуже мало відомо про гени, що кодують протеїн повторення в інших видів. Нещодавно стало відомо, що білок WD-repeat відіграє важливу роль у стресостійкості огірка (Li et al., 2014). Інші мішені, наприклад, багаті на лейцин, повторні білки відіграють важливу роль у сигнальних шляхах тварин і рослин, регулюючи ріст, розвиток, диференціацію, загибель клітин і захисні реакції проти патогенів (Gou et al., 2010).

Картування QTL для виявлення стійкості буряків цукрових до хвороб проводили на прикладі плямистості листя, що спричиняє некротичні ураження та прогресуюче руйнування листкової структури та функції рослини (Holtschulte, 2000). Щоб боротися зі складним успадкуванням стійкості до плямистості листя *Cercospora* (CLS), Taguchi et al. (2011) використовували RIL цукрових буряків, які були створені шляхом схрещування стійкої лінії NK-310mm-O та чутливої NK-184mm-O. Потім ці RIL було протестовано на їхню стійкість до збудника CLS в польових умовах (Taguchi et al., 2011). Композитне відображення інтервалів (CIM) показало чотири QTL, залучені до стійкості до CLS, які постійно виявлялися. Було два стійких QTL (qcr1 на хромосомі III, qcr4 на хромосомі IX), які сприяли резистентності у схрещуванні між лініями NK-310mm-O, а також виявлено ще два QTL (qcr2 на хромосомі IV, qcr3 на хромосомі VI), які сприяли резистентності у чутливій лінії. Крім того, низка важливих кластерів генів стійкості була картована на хромосомі III у геномі буряків цукрових, наприклад: стійкість до CLS QTL (Setiawan et al., 2000), гени Rz1 до Rz5 (Grimmer et al., 2007), ген Acr1 (Taguchi et al., 2010), ген RGAs (Lein et al., 2007) і ген X, відновлювач фертильності для Owen CMS (Hagihara et al., 2005). Ці кластери генів стійкості на хромосомі III головним чином відповідають за стійкість буряків цукрових до хвороб.

Компетентну для трансформації рослин бінарну бібліотеку BAC було сконструйовано з геномної ДНК хромосоми № 9 у буряка цукрового M14 (Fang et al., 2004). Загалом було отримано 2365 позитивних клонів, зібраних в бібліотеку, специфічну для хромосоми 9 *B. corolliflora* (позначену bcBAC-IX). Під бібліотеку bcBAC-IX додатково скринінгували за допомогою субтрактивного пулу кДНК, отриманого з яйцеклітин M14 і квіткових бруньок *B. Vulgaris* методом субтрактивної гібридизації (SSH). Було отримано сто три позитивних бінарних BAC, які потенційно можуть містити гени чужорідної хромосоми № 9, що специфічно експресується під час розвитку яйцеклітини та ембріона M14 і може бути пов'язана з апоміктичним розмноженням. Бінарні клони BAC корисні для ідентифікації генів, відповідальних за апомікти, через генетичну трансформацію.

Suppression Subtractive Hybridization (SSH) використовують для ідентифікації диференціально експресованих генів у клітинах, важливих для росту та диференціації (Lukyanov et al., 2007). Цей метод часто застосовували для вивчення молекулярних механізмів рослин у біотичних і абіотичних стресах (Sahebi et al., 2015). Метод SSH також було використано для виділення генів, що експресуються в корені буряків цукрових (Kloos et al., 2002)і для виділення фрагментів

кДНК генів. Молекулярний аналіз шести кДНК, які кодують повні генні продукти, показав, що ці гени містять гомологи індукованого посухою лінкерного гістону, основного латексоподібного білка, фосфоенолпіруваткарбоксилазної кінази, ймовірного вакуолярного процесингового ферменту, тауматиноподібного білка та аланіну і багатий на глутамінову кислоту білок. Усі ці гени транскрибуються в коренеплодах буряків цукрових, тоді як експресія в листках низька або її немає.

Лі зі співавторами (2009) повідомили про порівняльне протеомне та транскриптомне дослідження статевих та апоміктичних процесів у буряках цукрових, за якого бібліотеки кДНК були сконструйовані з використанням SSH з апоміктичною моносомною лінією. Порівняльний аналіз протеомних і транскриптомних даних показав, що вісім білків мали значну відповідність між рівнями експресії білка та мРНК. Більшість відповідних білків були пов'язані з метаболізмом. Цікаво, що два з відповідних білків – цистатин і тіоредоксинпероксидаза, як виявилося, пов’язані із захворюванням і захисною реакцією, що вказує на те, що пов’язані із захистом білки можуть брати участь у апоміктичному репродуктивному процесі.

Порівняльну транскриптоміку використовують для виявлення відмінностей у кількості транскриптів між різними сортами, органами, стадіями розвитку та/або умовами обробки (Mardis, 2008; Schuster, 2008; Bräutigam and Gowik, 2010). Так, Молітерні зі співавторами (2015) визначили транскриптомічні зміни, використовуючи високопродуктивне секвенування РНК листя та коренів (RNA-Seq) буряків цукрових, які зазнали холодового стресу (Moliterni et al., 2015). Автори припустили, що транскрипція CBF3 в рослинах, які піддавались стресу, або підтримується протягом більш тривалого періоду, або починається раніше в коренях, порівнюючи з листям. Також було виявлено, що гени сімейства AP2/ERF або активуються, або посилено регулюються в усіх органах під час холодового стресу. Це очікуваний результат, оскільки відомо, що ці TFs швидко індукуються під впливом низьких температур у арабідопсису (Lee et al., 2005). Ці дослідження показали, що метаболічний шлях, на який найбільше впливає низька температура, – це метаболізм вуглеводів. Крім того, автори знайшли 13 диференціально виражених послідовностей, пов’язаних із вторинним метаболізмом фосфоліпідів, жодна з яких не була спільною для листя та коренів. Високий ступінь органоспецифічності, ймовірно, зумовлений розмаїттям сполук, синтезованих двома органами під час стресу. Цими даними висвітлили транскриптом молодих буряків цукрових під час холодового стресу вночі та детально описали як органоспецифічність, так і спільні шляхи фізіологічної реакції на низькі температури. Такі методи транскриптоміки на основі RNA-Seq є ефективним і потужним інструментом аналізу.

Дослідження протеоміки буряків цукрових проведено для вирішення кількох важливих питань у таких процесах, як: передача сигналів, регуляторні процеси та транспорт у рослинах (Zhang et al., 2008). Важливими є знання про протеомну реакцію на стрес, переважно отримані з досліджень модельних рослин

A. thaliana та рису (Janmohammadi et al., 2015). Чжу зі співавторами (2009) порівняли протеоми моносомної лінії M14 і *B. vulgaris* за допомогою 2-DE (двовимірного гель-електрофорезу). Вони ідентифікували 27 білкових плям, використовуючи MALDI-TOF MS. Серед них лише дві білкові плями знайдено у *B. vulgaris*, а п'ять білкових плям були унікальними для M14. Лі зі співавторами (2009) повідомили про порівняльний протеомний і транскриптомний аналіз статевих і апоміктичних процесів у буряків цукрових. Загалом 71 диференціально експресована білкова пляма з квіткових органів M14 була ідентифікована у процесі апоміктичного репродуктивного розвитку за допомогою 2-DE та MS аналізу. Диференційовано експресовані білки залучено до кількох процесів, які можуть працювати спільно, сприяючи апоміктичному розмноженню, генеруючи нові потенційні білкові маркери, важливі для апоміктичного розвитку.

Натепер відомо також про деякі протеомні дослідження щодо реакції буряків цукрових на сольовий стрес: так, ідентифіковано шість білків із листків та три білки з коренів, які значно змінилися під час обробки 125 мМ солі (Wakeel et al., 2011). Інше дослідження протеоміки спрямовано на ідентифікацію чутливих до солі білків у рослинах M14 в умовах помірного сольового стресу 0, 200 і 400 мМ NaCl з використанням 2D-DIGE для відділення білків від контрольних і оброблених сіллю листків та коренів M14 (Yang et al., 2013). Диференційовано експресовані білки ідентифікували за допомогою нанопотокової рідинної хроматографії (LC)-MS/MS і пошуку в базі даних Mascot. Як додатковий підхід iTRAQ LC-MS/MS використовували для ідентифікації та кількісного визначення диференціально експресованих білків під час реакції солоності в M14. Порівнюючи з транскриптомними даними, 13 білків у листках та 12 білків у коренях показали значну кореляцію в експресії генів та рівнях білка.

Метаболоміку використано для ідентифікації вторинних метаболітів, важливих для фізіологічних процесів і різних реакцій на стрес (Capuano et al., 2013). Під час розвитку рослини та її взаємодії з навколишнім середовищем динамічний метаболом відображає фізіологічні та біохімічні процеси рослини та може визначати фенотипи й ознаки (Fernie et al., 2004; Oksman-Caldentay and Saito, 2005). Натепер існують газова хроматографія (ГХ)-МС, РХ-МС, капілярний електрофорез (КЕ)-МС і ядерний магнітний резонанс (ЯМР) як основні аналітичні інструменти в метаболоміці.

Багато рослин накопичують гліцинбетаїн (бетаїн) для регулювання біохімічних і фізіологічних процесів в умовах абіотичних стресів (Takabe et al., 2006), адже він є донором метилу в кількох біохімічних шляхах (Pummer et al., 2000). Буряки цукрові накопичують бетаїн (Catusse et al., 2008), синтезуючи його шляхом двостадійного окислення холіну, в якому холінмонооксигеназа (CMO) каталізує перший етап, а бетаїн-альдегіддегідрогеназа (BADH) виконує другий етап (Yamada et al., 2009). Отже, холінмонооксигеназа є ключовим ферментом для захисту рослин від абіотичного стресу (Bhuiyan et al., 2007). А тому дослідження OMICS можуть значно розширити потенціал застосування буряків цукрових принаймні трьома способами. Один із них полягає в тому, щоб покращити знання про молекулярні мережі, які містять синтез ключових метаболітів, наприклад,

гліцеїну бетаїну та беталаїнів. Знання дадуть змогу моделювати та обґрунтовувати інженерію важливих метаболітів. Крім того, можна використовувати OMICS для дослідження глобальних молекулярних змін, які відбуваються у відповідь на стрес, і стійкості буряків цукрових до стресових умов. Ця інформація може допомогти підвищити стресостійкість і, отже, врожайність буряків цукрових навіть за неідеальних умов. Нарешті, дослідження унікальної зародкової плазми буряків цукрових (наприклад, M14 під впливом солі) може бути корисним для підвищення врожайності та виробництва їжі та біоенергії в інших культурах.

Глибоке секвенування ДНК. Поєднання групового сегрегантного аналізу (BSA) і секвенування наступного покоління або ж глибокого секвенування (NGS), також відомого як картування шляхом секвенування (MBS), значно прискорює ідентифікацію геномної інформації.

Спочатку NGS застосовували до BSA для модельної рослини Arabidopsis thaliana. Загальний підхід тепер називають картографуванням шляхом секвенування (MBS), тоді як оригінальний конвеєр біоінформаційного аналізу отримав назву SHOREmap. Після того, як біологічний матеріал (велика популяція F_2 *A. Thaliana*) було створено та фенотиповано, підхід MBS дав змогу відобразити мутантний ген у невеликій геномній області протягом кількох днів. Фактично, завдяки високій щільності генетичних маркерів і наявності еталонних послідовностей для обох батьківських генотипів, можна було навіть ідентифікувати індивідуальну аберацію нуклеотидної послідовності, яка спричиняла мутантний фенотип. Початковий експеримент із підтвердження концепції ідентифікував несинонімічний SNP в одному гені шляхом секвенування пулу ДНК, отриманого з 500 мутантних (рецесивних гомозиготних) рослин F_2.

У той час, як загальний принцип MBS досить простий, біоінформатика для реалізації надійної ідентифікації відповідального генетичного інтервалу або області генома не є такою. Тому було розроблено низку конвеєрів біоінформаційного аналізу, які працюють з величезною кількістю коротких даних для виявлення варіацій послідовності ДНК та визначення частоти алелів. Використовуючи такі конвеєри, MBS було успішно застосовано на модельних видах арабідопсис, рисова та плодова мушка. Щоб основний принцип MBS працював, два алелі, які відповідають фенотиповій різниці, що сортується в пули, повинні бути пов’язані з гаплофазами, що пропонують варіацію послідовності й простежувані молекулярні маркери. Для впровадження таких простежуваних маркерів у покоління F_2 було запропоновано декілька схем схрещування. До них належить схрещування зі зразком, який демонструє відносно високий ступінь варіації, як у початковому експерименті з підтвердження концепції, де варіацію було отримано в результаті схрещування Col-0 x Ler-1. Крім того, мутаген-індукований поліморфізм послідовності використовувався як маркер, що дав змогу створити F_2 в тому самому генетичному фоні (зворотне схрещування з немутагенованим батьком колекції мутантів). Ця стратегія дала змогу підвищити чутливість для відбору тонких фенотипових відмінностей.

Спільним для всіх цих підходів є необхідність проведення спеціального експерименту зі схрещування як основи для фенотипового відбору нащадків F_2,

а також потреба секвенування батьківського генотипу(ів) на додаток до наявної еталонної послідовності геному.

8.2. Геномна селекція буряків цукрових

Вчені, що працюють над програмою AKER, за допомогою біоінформаційного аналізу ідентифікували понад 40 мільйонів варіацій у генетичному коді досліджуваного матеріалу, серед яких SNP (поліморфізм одного нуклеотиду) та IDP (поліморфізм введення-видалення), рис. 8.1.

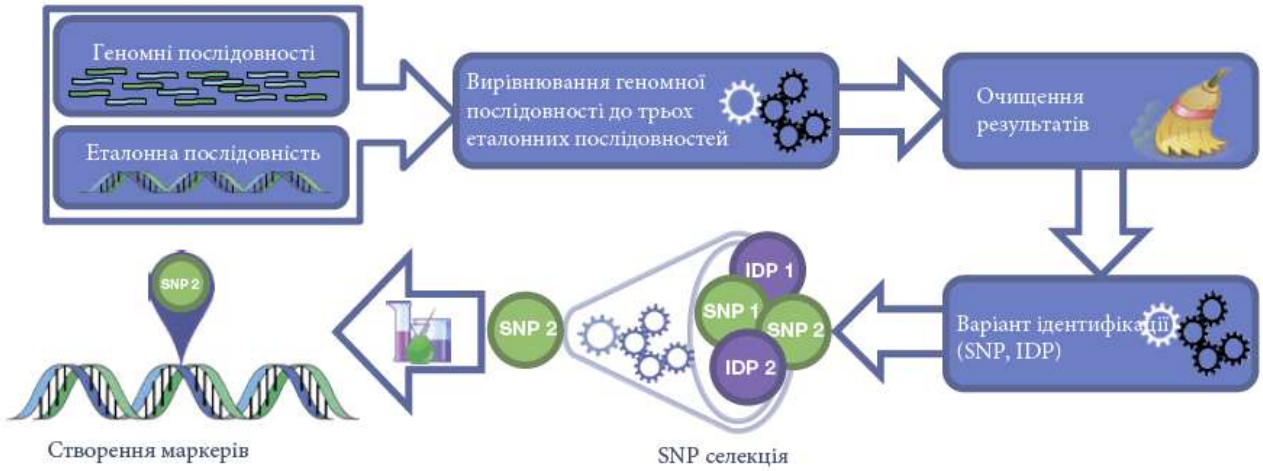


Рис. 8.1. Схема ідентифікації варіацій генетичного коду буряків цукрових на основі SNP та IDP поліморфізму
(Sugar beet: a competitive innovation, 2020)

Також при вивченні буряків цукрових використовують маркери DArT (Diversity Arrays Technology), що відповідають різним технологіям молекулярного маркування, заснованим на гібридизації ДНК-ДНК. Вони виявляють наявність або відсутність окремих фрагментів ДНК у великих геномних послідовностях і використовуються для захоплення конкретних геномних областей диких зразків, які частково не виявляються маркерами SNP, розробленими для культурних буряків цукрових.

Асоційована генетика або GWAS (дослідження загальногеномної асоціації) апріорі передбачає проведення тестування з кожним маркером геному буряків цукрових, щоб перевірити зв'язок між алелем до маркера та досліджуваними ознаками. Це стосується врожайності цукру з гектара (виходячи з ваги коренеплоду, вмісту цукру та домішок), росту насіння та поведінки рослин при хворобах (борошниста роса та церкоспора) тощо. А от після виявлення геномних регіонів хромосом, які становлять інтерес, їх можна буде інтрогресувати (ввести) безпосередньо в матеріал, адаптований до різних сегментів ринку (стійкий до ризоманії, хвороб листкового апарату, посухи, дії низьких або високих температур тощо), завдяки пов'язаним генетичним маркерам.

Геномна селекція ґрунтується на теорії, яка пропонує передбачити одночасно всі ефекти позначених областей генома, потім побудувати геномний індекс

шляхом підсумовування ефектів кожного регіону і, нарешті, вибрати найкращі рослини на основі цього індексу. Геномні оцінки дають змогу точніше оцінювати індивідуумів і мають здатність швидко збільшувати генетичний приріст ознак, що цікавлять.

Для реалізації нового методу відбору обрано вихідну популяцію, для якої проведено генотипування і фенотипування та визначено показники реальної продуктивності рослин. З цієї глобальної популяції виділено навчальну популяцію, яка дасть змогу відкалібрувати модель завдяки розпаралелюванню її фенотипу та генотипу, й популяцію перевірки, у якій було застосовано лише генотипування (рис. 8.2).

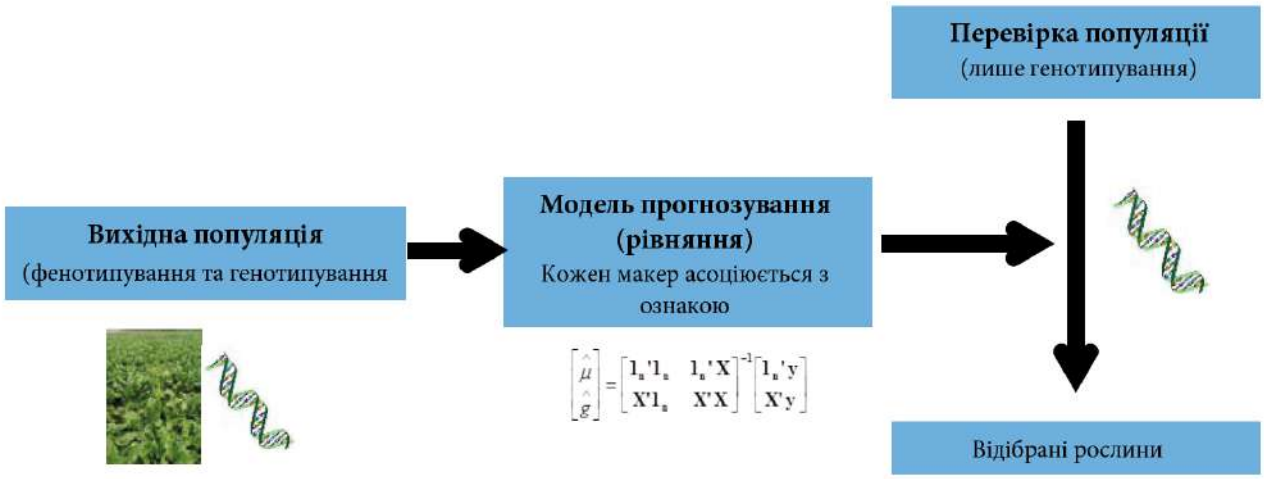


Рис. 8.2. Впровадження схеми геномної селекції буряків цукрових
(Sugar beet: a competitive innovation, 2020)

Навчальну популяцію застосовували для прогнозування ефективності перевіряючої популяції, яку потім порівнювали з фактично доступною продуктивністю (фенотипування). Цей експеримент з використанням комп'ютерного моделювання показав, що геномна селекція буряків цукрових працює з точністю прогнозування 75–80%. Адже вже зараз поява нової стійкості у збудників хвороб, зміна погодних умов та інші суттєві впливи на ріст і розвиток буряків цукрових ставлять нові вимоги до переорієнтування селекційних практик до створення нових гібридів у найкоротші терміни. Метою геномної селекції буряків цукрових є удвічі скоротити час створення нових гібридів. Так, натепер запровадження інноваційних методик селекції «від насіння до насіння», що передбачає короткий цикл у контрольованих надземних умовах у теплиці (яровизація, індукція, схрещування), дало змогу розгорнути селекційну програму не за десять, а за п'ять років. З іншого боку, застосування геномної селекції повинно дати змогу скоротити селекційний цикл на один рік із п'яти, необхідних на сьогодні, тобто на 20%, а з часом навіть і зменшити до двох років.

Дослідники у програмі AKER порівнювали три основні схеми: схема фенотипового відбору та дві схеми геномного відбору, одна – двобатьківська, а інша – багатосімейна (рис. 8.3.).

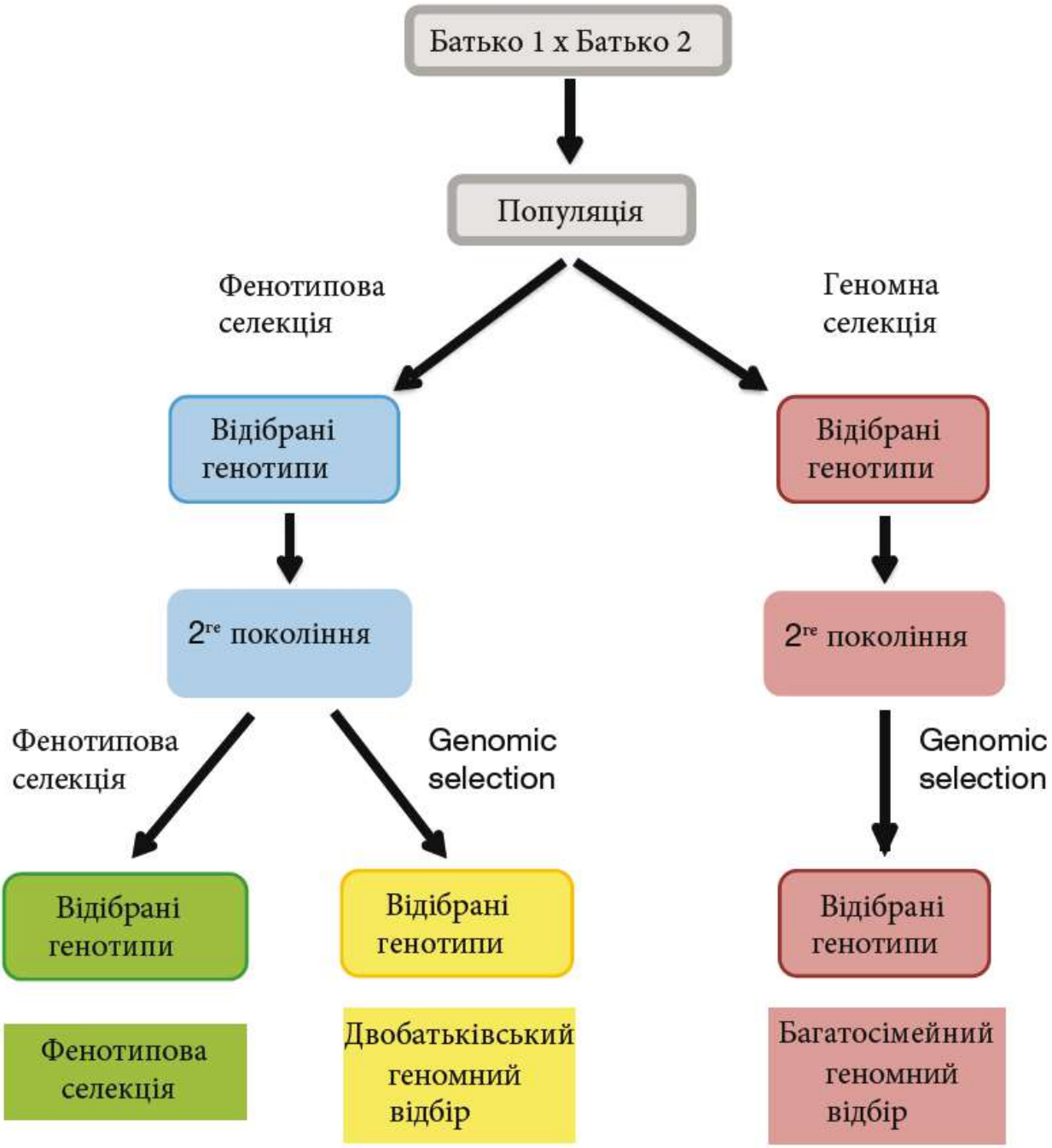


Рис. 8.3. Порівняння схеми класичної те геномної селекції буряків цукрових (Sugar beet: a competitive innovation, 2020)

Схема фенотипового відбору пропонує два послідовні цикли відбору, засновані на оцінці продуктивності особин у полі за різних умов середовища. Схема двобатьківського геномного відбору має на меті навчити модель робити точні прогнози на основі популяції першого покоління, для якої будуть зібрані дані генотипу та фенотипу в польових умовах. Ця схема називається двобатьківською, тому що навчальна популяція моделі походить від того самого початкового схрещування, що й популяція, яку потрібно вибрати, але з різних поколінь.

Щодо другої схеми геномної селекції, відомої як багатосімейна, то вона пропонує здійснити два послідовні цикли геномної селекції з використанням моделі прогнозування, створеної на історичній популяції з усіх програм селекції. Отже, модель прогнозу буде ґрунтуватися на наборі популяцій, пов'язаних чи не пов'язаних із популяцією, яку буде обрано.

На сучасному етапі розвитку геномна селекція дає змогу скоротити селекційний цикл на один рік із п'яти, або на 20%, водночас гарантуючи збільшення урожайності створюваних гібридів в межах від 2 до 2,4%. Також геномна селекція дає змогу збільшити кількість матеріалу для відбору за тих самих показників витрат часу на 75%. Водночас, якщо користуватись традиційними методами селекції та просіяти на 50% більше матеріалу, що призводить до підвищення ефективності на 30%, то річний приріст урожайності збільшується на 0,6%.

Звичайно, навіть сучасна генетика не зможе вирішити всі проблеми, але вона є важливою ланкою в багатофакторній відповіді на теперішні виклики: було б дуже нерозумно не використати її максимально. Однак, якщо ми хочемо націлитися на Європейський зелений курс, то генетику потрібно буде поєднувати з усіма іншими доступними важелями агротехнології вирощування буряків цукрових.

РОЗДІЛ 9
СУЧАСНІ МЕТОДИ ФЕНОТИПУВАННЯ

9.1. Сучасні тенденції фенотипування рослин

Фенотипування є одним із основних вузьких місць, що залишилися до вирішення та розкриття генетичних механізмів контролю формування складних кількісних ознак буряків цукрових. Високопродуктивне фенотипування рослин було визнано пріоритетом досліджень після досягнень у геноміці, що дали змогу створити масивні набори даних, які не можна пов'язати з однаково точними, надійними та детальними існуючими наборами фенотипових даних (Furbank and Tester, 2011; Araus and Cairns, 2014).

Спочатку високопродуктивні системи фенотипування було створено для збору фенотипових даних модельних організмів в контрольованому середовищі, наприклад кліматичні камери та теплиці. Ці внутрішні системи зараз широко розповсюджені та проводять моніторинг за допомогою різноманітних датчиків, зокрема цифрових RGB (Campbell et al., 2015; Fahlgren et al., 2015; Neilson et al., 2015; Ge et al., 2016), NIR (Chen et al., 2014; Fahlgren et al., 2015; Neilson et al., 2015), гіперспектральні (Ge et al., 2016) і теплові камери (Mangus et al., 2016; Furbank and Tester, 2011).

Окрім високопродуктивних систем фенотипування, що використовують в теплицях або кліматичних камерах, також поширеним є застосування фенотипування рослин, що вирощують в окремих горщиках. Водночас рослини переміщуються у своїх горщиках до станції візуалізації/сенсора через систему конвеєрної стрічки (Berger et al., 2010; Chen et al., 2014; Yang et al., 2014; Campbell et al., 2015; Fahlgren et al., 2015; Neilson et al., 2015; Ge et al., 2016) або над ними розташовуються рухомі датчики, що переміщуються до рослин за допомогою просторової системи (Granier et al., 2006; Jansen et al., 2009). Останній варіант має перевагу над системами, що фенотипують посіви, оскільки рослини, вирощені в горщиках, позбавлені впливу сусідніх рослин, що може перешкоджати збору даних або впливати на точність роботи датчика.

Нині існує багато платформ для фенотипування рослин, а зміна масштабу платформ дає змогу проводити точний і послідовний моніторинг окремих листків/органів рослин, окремих рослин, польових ділянок та полів за потреби. Ці платформи можуть поєднувати екологічні сенсорні мережі, автономні наземні транспортні засоби, трактори або інші стандартні технічні засоби, вежі для фенотипування, платформи сканування поля, безпілотні літальні апарати (БПЛА), літальні апарати, супутники.

У класичному розумінні в польових умовах найближчими до рослин є саме автономні надземні транспортні засоби для фенотипування, які можуть бути обладнані різноманітним набором датчиків та сенсорів як для аналізу рослин та їхніх станів, так і показників ґрунту. Такі апарати можуть мати умовну автономність 1–2 доби або ж обладнуються сонячними панелями та можуть переміщуватись по полю впродовж вегетації культури без підзарядки (рис. 9.1).

Рис. 9.1. Автономні надземні транспортні засоби для фенотипування

Надземні транспортні засоби для фенотипування на базі тракторів або інших стандартних шасі нічим не відрізняються від стандартних технічних засобів, окрім встановлених на них різноманітних датчиків (рис. 9.2).

Рис. 9.2. Надземні транспортні засоби для фенотипування на базі тракторів або інших стандартних шасі

Вежі для фенотипування рослин встановлюються зазвичай на полях в чітко визначеній послідовності та можуть бути як відносно рухомими (пересувними), так і нерухомими стаціонарно установленими вежами з різноманітним обладнанням на них (рис. 9.3).

Рис. 9.3. Вежі для фенотипування рослин (ViGIR-lab)

Стаціонарні роботи для фенотипування, найбільші серед усіх платформ (рис. 9.4).

Рис. 9.4. Робот для фенотипування рослин Field Scanalyzer

Робот Field Scanalyzer має вагу 30 т, що робить його найбільшим сільськогосподарським роботом у світі. Візуально він нагадує величезний кран із коробкою, розташованою посередині, оскільки він використовує рейки, щоб зависати над двома акрами землі, фотографуючи кукурудзу, салат, пшеницю та багато інших культур. Це частина широкомасштабного проекту, який фінансується Міністерством енергетики США та Фондом Білла та Мелінди Гейтс і має на меті допомогти вченим і фермерам вирощувати стійкі до стресу культури, які могли б рости в більш теплому та сухому кліматі та допомогли б виробляти біопаливо для зменшення використання фольгованого палива. Робот розташований у Марікопа, штат Арізона.

Фенотипування рослин за допомогою різноманітних БПЛА передбачає застосування різного обладнання БПЛА як то літачки, квадрокоптери та інші літальні апарати, якими керують дистанційно (рис. 9.5).

Рис. 9.5. БПЛА квадкорокоптер Agras T20 з пристроями для фенотипування та устаткуванням для внесення агрохімікатів і 8-ма форсунками

Про застосування традиційних літальних апаратів, керованих людиною, та супутникових технологій детально описувати немає сенсу, так як це вже технології сьогодення і аж ніяк не претендують на масове поширення в наукових колах.

Щодо датчиків, якими обладнують ті чи інші типи пристроїв для фенотипування, то тут різниця не лише в дистанційності їхньої роботи стосовно рослин, а й в енергонезалежності. Адже стаціонарні установки можна обладнати більш

енерговитратними датчиками та пристроями. Водночас багато датчиків мають аналоги для різного рівня енергоспоживання та автономності.

Фенотипування буряків цукрових

Фенотип є результатом взаємодії генотипу із навколишнім середовищем, а от фенотипування, по суті, містить набір методів, що дають змогу провести вивчення візуального прояву ознак на високому рівні якості і точності. Тому високопродуктивне фенотипування дає змогу аналізувати велику кількість особин безпосередньо в певному середовищі, а також опосередковано в різних умовах середовища, однак і залежить від рівня технологій та якості методів, методик та інструментів.

Стосовно часу проведення фенотипування, то не існує конкретних прив'язок або оптимальних варіантів вивчення рослин за часом. Адже фенотипувати можна як насінину, так і рослини першого та другого років вегетації на різних фазах їхнього росту та розвитку. Хоча традиційно віддають перевагу фенотипуванню насіння та рослин першого року вегетації. Оскільки насінники уже мають вторинні ознаки, що не впливають на формування високого рівня продуктивності коренеплодів буряків цукрових та виходу з них цукру.

Фенотипування насіння полягає в оцінці його фізичних і фізіологічних характеристик за допомогою приладів і методів візуалізації. Вона складається з двох частин: описової (структурний, фізико-хімічний аналіз насіння) та фізіологічної (проростання насіння та інтенсивність росту проростків в різних контрольованих умовах). Про стандартні загальновідомі методи з визначення маси 1000 насінин, його схожості, енергії проростання говорити не будемо, адже це основоположні, базові знання минулого, які не можуть створити суттєвого вкладу в сучасний розвиток науки.

Рентгенографічні методи аналізу використовують рентгенівські промені для огляду внутрішньої частини предмета. Цей метод забезпечує отримання зображення внутрішніх структур насіння, контрастність яких залежить від товщини та коефіцієнта ослаблення перетнутих структур. Ця технологія є неруйнівною та неінвазивною, також рентгенівське випромінювання дає змогу спостерігати за різними внутрішніми компонентами насіння — ембріоном, периспермом і насіннєвою оболонкою. Серед методів рентгенографії можна виділити *2D* метод, що дає змогу в автоматизованому режимі виявляти такі характеристики насіння, як: порожнє насіння, аномально сформоване насіння, пошкодження комахами або іншими чинниками. Також активного поширення та розвитку набуває 3D томографія.

2D рентгенографія відтворює двовимірне (2D) зображення тривимірного (3D) об'єкта. Перевага цієї технології полягає в тому, що вона швидка, але в більшості випадків 2D-рентгенографія представляє переважно якісний інтерес, що полягає в попередньому сортуванні насіння перед 3D-аналізом (більш точним, але довшим) і аналізом проростання. Завдяки високій пропускній здатності ця техніка дала змогу сортувати та видаляти ненормальне, пусте, багатозародкове насіння або ж пошкоджене комахами.

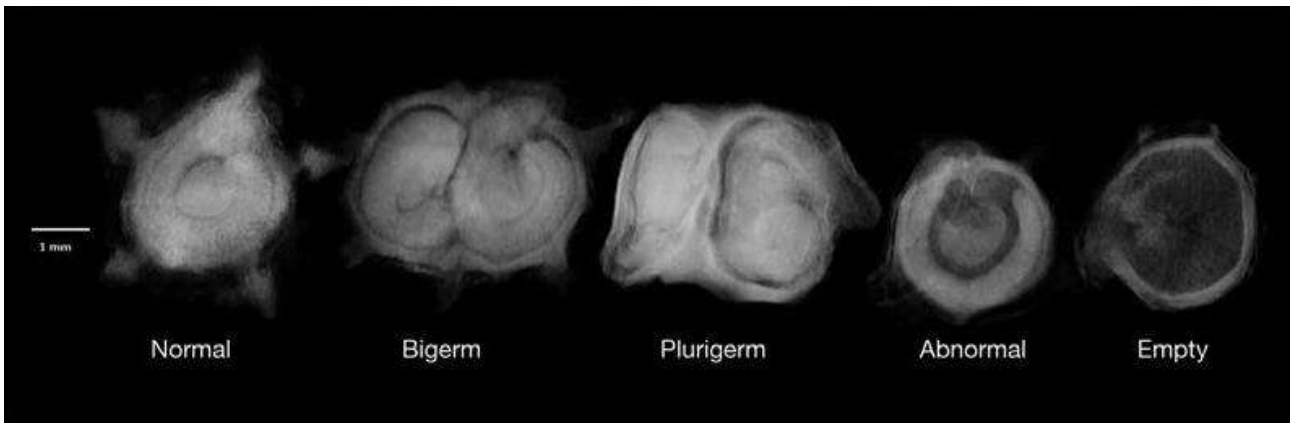


Рис. 9.6. Насіння буряків цукрових на фото установки 2D сортування
(Sugar beet: a competitive innovation, 2020)

3D томографія дає змогу створювати 3D-зображення високої роздільної здатності завдяки великій серії 2D-рентгенографічних зображень, зроблених навколо однієї осі обертання щодо об'єкта зйомки. Потім ці 3D-зображення аналізують за допомогою інструментів обробки зображень, де, на відміну від 2D-рентгенографії, швидкість аналізу повільніша.

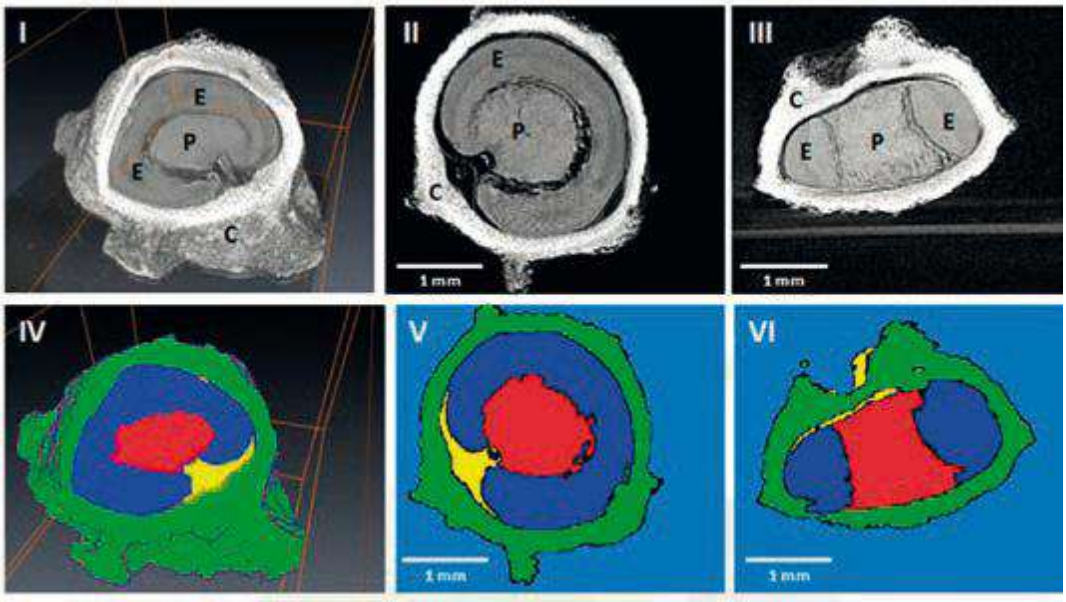
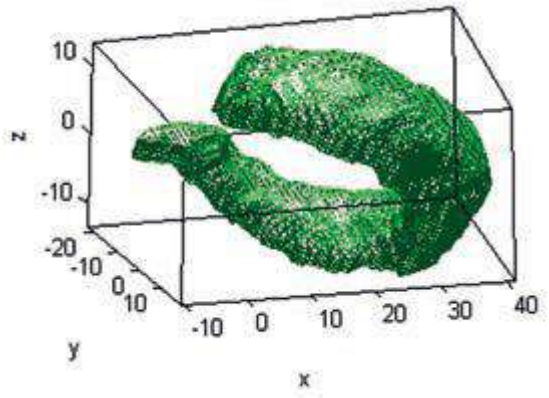


Рис. 9.7. Сегментація зображень насіння буряків цукрових. Тривимірне об'ємне зображення ембріона (E), перисперма (P) і оболонки насіння (C) з (I) клиновидним розрізом, (II) поперечним розрізом і (III) поздовжнім розрізом. Сегментація показує окремі компоненти з різними мітками (синій для E, червоний для P і зелений для C для кожного виду розрізу, а жовтий показує порожнини [IV, V, VI]).
(Sugar beet: a competitive innovation, 2020)

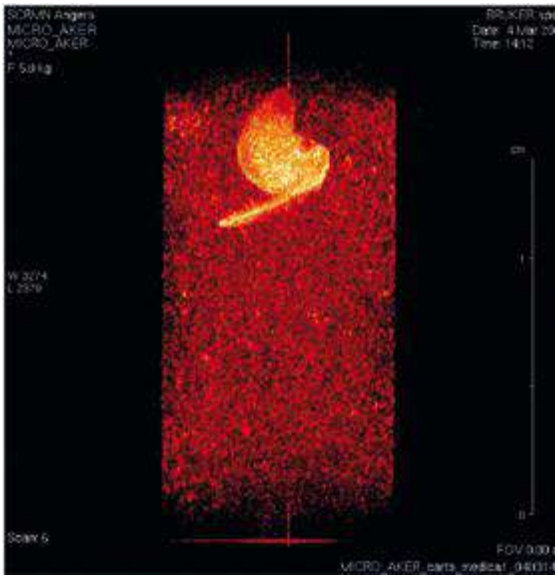
Технологія 3D томографії дає змогу отримати доступ до дуже точних кількісних вимірювань об'єму, а також контактної поверхні окремих структурних компонентів насінини.

МРТ (магнітно-резонансна томографія) неруйнівне та неінвазивне 3D-картування основних біохімічних складових насіння та проростків. Дає змогу

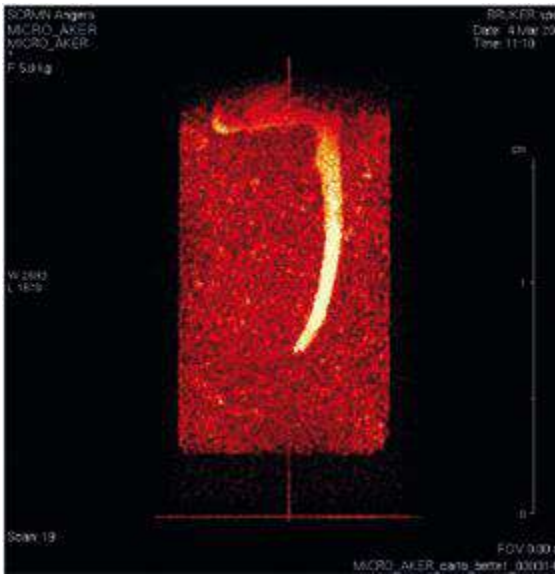
знайти та кількісно визначити ліпіди, які характеризують ембріон, та може представити в 3D просторово-часову динаміку надходження в насіння та проростки води. Функціональна інформація, надана за допомогою МРТ, корисно поєднується з анатомічною інформацією з рентгенівської томографії, яка ідентифікує мережі мікроканалів, розподілених у периспермі (рис. 9.8).



а



б



в

Рис. 9.8. Типові зображення 2D зрізів та 3D МРТ насіння буряків: а) візуалізація ліпідів, що дає змогу побачити ембріон; б) і в) візуалізація та кількісна оцінка динаміки вбирання вологи, що спричиняє проростання та ріст проростка.

(Sugar beet: a competitive innovation, 2020)

Автоматичні стенди для пророщування насіння буряків цукрових безперервною подачею води використовують для вивчення кінетики проростання за різних температур. Це дає змогу фенотипувати одночасно 2400 насінин за температур проростання від 5 до 20°C. Зображення насіння робляться автоматично через інтервали часу, вибрані відповідно до тривалості проростання: кожні дві години, якщо пророщування здійснюється при 10 або 20°C, і кожні чотири години, якщо проростання відбувається повільніше при 5°C. Сукупність індивідуальних вимірювань насінин і зображень проростання насіння дає змогу вивчати кінетику проростання та оцінювати швидкість проростання насіння.

Термографічне зображення дає змогу точно картографувати температурні контрасти, переводячи їх у кольори. Цей метод фенотипування рослин не потребує освітлення та його можна використовувати для спостереження за ростом основних органів в умовах темряви (рис. 9.9).

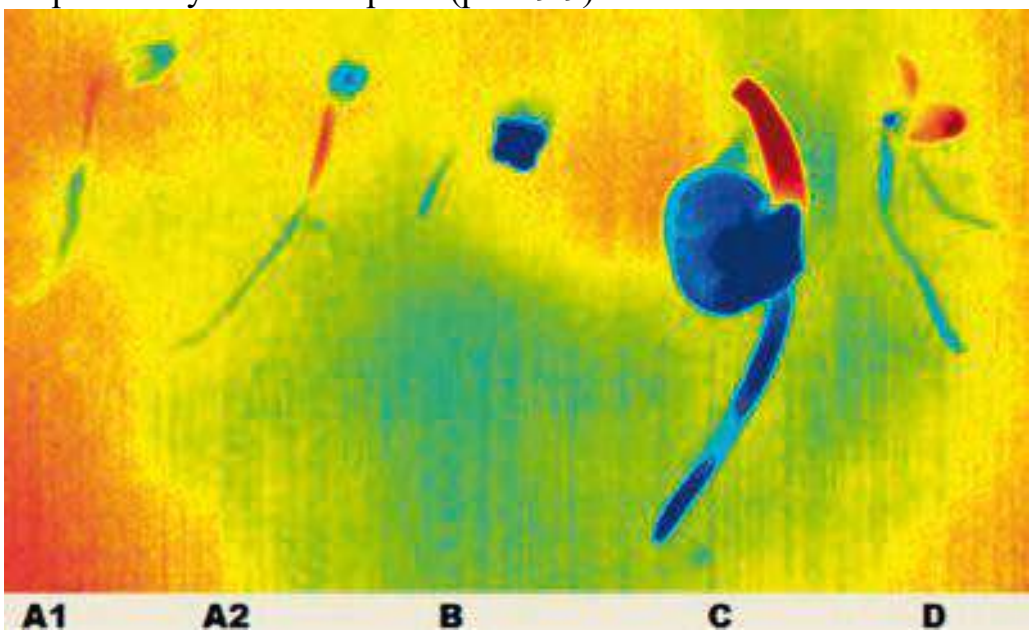


Рис. 9.9. Термографічні зображення насіння та проростка. На зображенні коренева частина виглядає (синім) холоднішою, ніж надземна (червоним).
(Sugar beet: a competitive innovation, 2020)

Біоспекл зображення – цей метод використовує когерентне лазерне освітлення для отримання зображень із субмікронною просторовою роздільною здатністю, що відповідає довжині хвилі падаючого світла. Цей неруйнівний метод дає змогу відслідковувати стан поверхні та їх еволюцію на зразках рослин. Наприклад, на насінні цю методику можна застосовувати для виявлення та моніторингу розвитку патогенів. У той час як МРТ дає об'ємне зображення потоків води в насінні, але за допомогою складного та дорогого інструменту, біоспекл дає 2D зображення потоків води за допомогою набагато дешевшого обладнання, а тому доступнішого для впровадження.

Фенотипування надземних частин рослин

Поряд із класичними проявами фенотипу (біометричні параметри рослин, врожайність, оцінка пошкодження хворобами та шкідниками тощо) використання нових методів для характеристики розвитку та росту посівів є доволі потужним способом оцінки фенотипу. Адже вимірювання індивідуальних рослин в полі вручну – надзвичайно затратний спосіб оцінки стану їхнього розвитку, а застосування масових технологій обробки зображень дає змогу по-новому оцінити перспективи впливу тих чи інших елементів технології вирощування та реакцію рослин на погодні умови. Зрештою, масові способи оцінювання стану посівів цікаві і для селекційної практики, так як індивідуальна продуктивність рослин зазвичай переходить в масовий прояв ознак.

Оптичне дистанційне зондування є важливим інструментом для неруйнівної оцінки стану посівів, адже більшість параметрів можна оцінити на спектральний відгук рослинного покриву між 400 і 2500 нм і тому теоретично їх можна виміряти за допомогою мульти- або гіперспектральних датчиків на борту супутника, літака, дрона або наземної платформи.

Дистанційне зондування дає змогу отримати інформацію про стан рослин шляхом аналізу даних, отриманих пристроєм, який не контактує з об'єктом. Так, скажімо хлорофіл не поглинає всі довжини хвиль сонячного світла; він поглинає синю (синю) та червону (червону) довжини хвиль, тоді як зелене (зелене) світло відбивається. Відбиття видимого випромінювання переважно є функцією пігментів листя, тоді як ближнє інфрачервоне випромінювання відображається внутрішньою структурою мезофілу листя. Відношення коефіцієнта відбиття також залежить від індексу площі листків (LAI), тургору клітини, товщини листків, вмісту внутрішнього повітря та води у листках.

Відносне зниження відбивної здатності є вищим у видимому спектрі, ніж у інфрачервоному, через ефекти пропускання цього спектру через листя та поглинання червоного та синього від пігменту хлорофілу. Ці дві відбиті довжини хвиль можуть бути виявлені датчиком, розташованим над культурою. В результаті вищезазначеного механізму здорові культури демонструватимуть високі значення відбивної здатності в інфрачервоному спектрі та низькі значення у видимому спектрі.

Під час старіння та коли рослини зазнають стресу (наприклад, хвороби, шкідники, дефіцит азоту та води), нижчий вміст хлорофілу дає змогу експресувати інші пігменти листя, такі як каротини та ксантофіл, спричиняючи розширення зеленого піку відбиття при 550 нм та збільшення відбивної здатності видимого світла. У той же час спостерігають зменшення відносної відбивної здатності, як наслідок меншого поглинання видимого світла в листі.

Відбивна здатність ґрунту збільшується від видимих до інфрачервоних областей електромагнітного спектру та змінюється залежно від типу ґрунту. У видимому спектрі відбивна здатність листя нижча, ніж ґрунту, тоді як у інфрачервоній відбивна здатність листя вища за відбивну здатність ґрунту. Спектральна відбивна здатність ґрунту є функцією складових ґрунту (таких, як органічні речовини ґрунту, оксиди заліза) та гранулометричного складу ґрунту (розмір частинок і агрегатів).

Вегетаційні індекси (ВІ) – це математичні комбінації або співвідношення переважно червоних, зелених та інфрачервоних смуг спектру, визначені для пошуку функціональних взаємозв’язків між характеристиками врожаю та спостереженнями за допомогою дистанційного зондування. Вегетаційні індекси дають змогу прив’язати сонячну радіацію до фотосинтезу та врожаю, а отже, вказують на динаміку перебігу в рослинах біофізичних процесів, пов'язаних із формуванням врожаю. Але на ранніх стадіях розвитку сільськогосподарських культур вплив відбивної здатності ґрунту позначається на значеннях деяких вегетаційних індексів значніше, аніж рослин (таблиця 9.1).

Таблиця 9.1. **Перелік вегетаційних індексів (BI), їхня математична формула, шкала, в якій вони були розроблені, та параметр, який вони оцінюють**

Типи вегетаційного індексу (BI)	Формула і стислий опис	Автори
1	2	3
Відносний BI (Ratio VI, RVI, Simple Ratio (SR))	$RVI = \left(\frac{P_{NIR}}{P_{RED}}\right)$ Значення індексу змінюються від 0 до нескінченності. Для зеленої рослинності значення VI>1, зростають зі збільшенням зеленої фітомаси, зімкнутості рослинності (зазвичай приймають значення 2–8)	Birth і McVey, 1968; Jordan C.F., 1969; Rouse J.W. та ін., 1973; Tucker C.J. та ін., 1979
Нормалізований вегетаційний індекс (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)	$NDVI = \left(\frac{P_{NIR}-P_{RED}}{P_{NIR}+P_{RED}}\right)$ Індекс може приймати значення від –1 до 1. Для рослинності індекс NDVI приймає позитивні значення, зазвичай від 0.2 до 0.8	Вперше описаний Rouse B.J. та ін., 1973, концепція вперше представлена Kriegler F.J. та ін., 1969
Удосконалений вегетаційний індекс (Enhanced Vegetation Index, EVI)	$EVI = \left(\frac{P_{NIR}-P_{RED}}{P_{NIR}+C_1*P_{RED}-C_2*P_{BLUE}+L}\right) * (1+L)$ Коефіцієнти C_1, C_2 і L емпірично встановлені та дорівнюють 6.0, 7.5 і 1.0 відповідно (Huete та ін., 1997). Індекс може приймати значення від –1 до 1. Для зеленої рослинності звичайні значення від 0.2 до 0.8	Rouse J.W. та ін., 1973; Tucker C.J., 1979; Jackson R.D. та ін., 1983; Kriegler F.J. та ін., 1969; Sellers P.J., 1985; Huete A.R. та ін., 1997
Інфрачервоний вегетаційний індекс (Infrared Percentage VI, IPVI)	$IPVI = \left(\frac{P_{NIR}}{P_{NIR}+P_{RED}}\right) = \left(\frac{NDVI+1}{2}\right)$ Функціонально IPVI і NDVI еквівалентні. Індекс може приймати значення від 0 до 1. Для зеленої рослинності характерні значення від 0.6 до 0.9	Crippen R.E., 1990
Різницевий вегетаційний індекс (Difference VI, DVI)	$DVI = (P_{NIR} - P_{RED})$ Індекс може приймати будь-які значення. Ізовегетаційні лінії йдуть паралельно одна одній	Lillesand T.M. і Kiefer R. W., 1987; Richardson і Everitt, 1992
Перпендикулярний вегетаційний індекс (Perpendicular Vegetation Index (PVI))	$PVI = (sin(a) * P_{NIR} - cos(a) * P_{RED})$ де α – кут між ґрунтовою лінією і віссю NIR. Індекс може приймати значення від –1 до 1. $PVI = \sqrt{(0.35 * MSS_4 - 0.149 * MSS_2)^2 + (0.355 * MSS_2 - 0.0852 * MSS_4)^2}$	Richardson A.J. і Wiegand C.L., 1977
Зважений різницевий вегетаційний індекс (Weighted Difference VI, WDVI)	$WDVI = (P_{NIR} - g * P_{RED})$ де g – нахил ґрунтової лінії. Зв'язаний з PVI приблизно так само, як IPVI зв'язаний с NDVI. WDVI – це математично простіший варіант PVI, але він має необмежений діапазон значень. Як і PVI, WDVI дуже чутливий до атмосферного впливу (Qi та ін., 1994)	Clevers J.G., 1988

Продовження таблиці 9.1

1	2	3
Трансформований вегет. індекс (Transformed Vegetation Index TVI)	$TVI = \sqrt{NDVI + 0.5}$ 0.5 додається для виключення від'ємних значень під коренем. Функціонально TVI і NDVI еквівалентні	Tucker C.J. та ін., 1979
Індекси, стійкі до впливу ґрунту		
Ґрунтовий вегетаційний індекс (Soil Adjusted VI, SAVI)	$SAVI = \left(\frac{P_{NIR}-P_{RED}}{P_{NIR}+P_{RED}+L}\right) * (1+L)$, де L = [0;1], L = 0 для дуже густого рослинного покриву, L = 1 для дуже розрідженого, найчастіше використовують значення L = 0.5 (Huete і Liu, 1994). Значення індексу змінюються від –1 до 1. Лінія ґрунтів проходить через точку 0	Huete A.R., 1988 Huete A.R. і Liu H., 1994, Qi J. та ін., 1994
Модифікований ґрунтовий вегетаційний індекс (Modified Soil Adjusted VI, MSAVI). Модифікований ґрунтовий вегет. індекс – 2 (Modified Soil Adjusted VI–2, MSAVI2)	$MSAVI = \left(\frac{P_{NIR}-P_{RED}}{P_{NIR}+P_{RED}+L}\right) * (1+L)$, де L – 1-2·s·NDVI·WDVI; $MSAVI2 = \left(\frac{P_{NIR}-P_{RED}}{P_{NIR}+P_{RED}+L}\right) * (1+L)$ $L = 1 - \left(\frac{2*P_{NIR}+1-\sqrt{(2*P_{NIR}+1)^2-8*(P_{NIR}-P_{RED})}}{2}\right)$, s – нахил ґрунтової лінії. MSAVI2 – це другий модифікований ґрунтовий індекс, як варіант MSAVI. Для розрахунку індексу не потрібно знаходити ґрунтову лінію і обчислювати WDVI, NDVI. Значення індексу змінюються від –1 до 1. Лінія ґрунтів може мати різний нахил і проходить через точку 0	Q і J. та ін., 1994
Трансформований ґрунтовий вегетаційний індекс (Transformed Soil Adjusted VI, TSAVI)	$TSAVI = \left(\frac{3*(P_{NIR}-3*P_{RED}-a)}{a*P_{NIR}+P_{RED}-a*s+x(1+s^2)}\right)$, де a – координата перетинання ґрунтової лінії з віссю NIR (лежить між точкою 0;0 і точкою перетинання ізовегетаційних ліній в індексі SAVI для L=0.5); s – нахил ґрунтової лінії, X – коефіцієнт корегування, для зменшення ґрунтового шуму. Значення індексу змінюються від –1 до 1.	Baret F. та ін., 1989; Baret F. і Guyot G., 1991
Індекси, стійкі до впливу атмосфери		
Індекс глобального моніторингу навколишнього середовища (Global Environmental Monitoring Index, GEMI)	$GEMI = E * (1 - 0.25 * E) - \left(\frac{P_{RED}-0.125}{1-P_{RED}}\right)$ $E = \left(\frac{2(P_{NIR}^2-P_{RED}^2+1.5*P_{NIR}+0.5*P_{RED})}{P_{NIR}+P_{RED}+0.5}\right)$ Значення індексу змінюються від 0 до 1	Pinty B. і Verstraete M.M., 1991; Leprieur C. та ін., 1994
Вегетаційний індекс, стійкий до впливу атмосфери (Atmospherically Resistant Vegetation Index, ARVI)	$ARVI = \left(\frac{P_{NIR}-Rb}{P_{NIR}+Rb}\right)$, де $Rb = P_{RED} - a * (P_{RED} - P_{BLUE})$. Зазвичай a=1, при малому покритті рослинності і невідомому типу атмосфери a=0.5 (Kaufman Y.J., 1992) Використовує значення відбиття в синій зоні, щоб усунути вплив атмосфери на коефіцієнти відбиття у червоній зоні.	Kaufman, Y.J., Tanre, D., 1992; Kaufman, Y.J. і D. Tanre, 1996; Huete A.R. і Liu H., 1994

Продовження таблиці 9.1

1	2	3
Ґрунтовий вегетаційний індекс, стійкий до впливу атмосфери (Soil and Atmospherically Resistant Vegetation Index (SARVI))	$SARVI = \left(\frac{P_{NIR} - p*Rb}{P_{NIR} + p*Rb}\right)$ $p*Rb = P_{RED} - \gamma(P_{BLUE} - P_{RED})$ Huete and Liu (1994) також запропонували провести таку заміну і в індексі SAVI, що отримав назву індекс SARVI (атмосферостійкий скорегований ґрунтовий вегетаційний індекс).	Huete A.R., і Liu H., 1994
Вегетаційний індекс зеленості (Green VI, GVI)	Існує декілька GVI. В їх основі лежить використання двох або більше ділянок відкритого ґрунту для побудови ґрунтової лінії, потім використовується ортогоналізація Грама-Шмидта (Gram-Schmidt orthogonalization) для знаходження «зеленої» лінії («greenness» line), яка проходить через точку найбільш густого рослинного покриву і перпендикулярна ґрунтовій лінії. $GVI = -0.29 * MSS_4 - 0.56 * MSS_5 + 0.6 * MSS_6 + 0.49 * MSS_7$ $GVI = -0.2848 * TM_1 - 0.2435 * TM_2 - 0.5436 * TM_3 + 0.7243 * TM_4 + 0.084 * TM_5 - 0.18 * TM_7$, де MSS_n – яскравість в n зоні системи MSS, аналогічно для TM. Значення індексу змінюються від –1 до 1. Лінія ґрунтів може мати різний нахил в n-мірному просторі. Ізовегетаційні лінії паралельні ґрунтовій лінії.	Kauth R.G. і Thomas G.S., 1976 розробили 4-канальний варіант індексу. Crist E.P. і Cicone R.C., 1984 створили 6-канальний варіант. Jackson R.D., 1983 описав, як створити n-канальну версію
Індекси, що розраховуються за значеннями коефіцієнтів відбиття у вузьких спектральних діапазонах		
Нормалізований різницевий ВІ для зони БІЧ схилу (Red Edge Normalized Difference Vegetation Index)	$NDVI_{0.705} = \left(\frac{P_{0.75} - P_{0.705}}{P_{0.75} + P_{0.705}}\right)$ Індекс може приймати значення від –1 до 1. Для зеленої рослинності зазвичай приймає значення від 0.2 до 0.9	Gitelson A.A. та ін., 1994 Sims D.A. та ін., 2002
Модифікований відносний ВІ для області ближнього інфрачервоного схилу (Modified Red Edge Simple Ratio Index)	$mSR_{0.705} = \left(\frac{P_{0.75} - P_{0.445}}{P_{0.75} + P_{0.445}}\right)$ Індекс може приймати значення від 0 до 30. Для зеленої рослинності зазвичай приймає значення від 2 до 8	Datt B., 1999 Sims D.A. та ін., 2002
Модифікований нормалізований різницевий ВІ для області ближнього інфрачервоного схилу (Modified Red Edge Normalized Difference Vegetation Index)	$mNDVI_{0.705} = \left(\frac{P_{0.75} - P_{0.705}}{P_{0.75} + P_{0.705} - 2*P_{0.445}}\right)$ Індекс може приймати значення від –1 до 1. Для зеленої рослинності зазвичай приймає значення від 0.2 до 0.7	Datt B., 1999 Sims D.A. та ін., 2002

9.2. Використання гіперспектральних та 3D зображень

Гіперспектральний метод дає змогу створювати зображення у дуже великій кількості спектральних смуг, коли стандартні кольорові зображення обмежуються трьома основними кольорами: червоний, зелений та синій. Гіперспектральні методи не обмежуються видимим спектром, а розширюються в інфрачервоному діапазоні. Тому можна отримати набагато більше інформації для спостереження та характеристики структур рослин і особливо їхнього хімічного складу (рисунок 9.10).

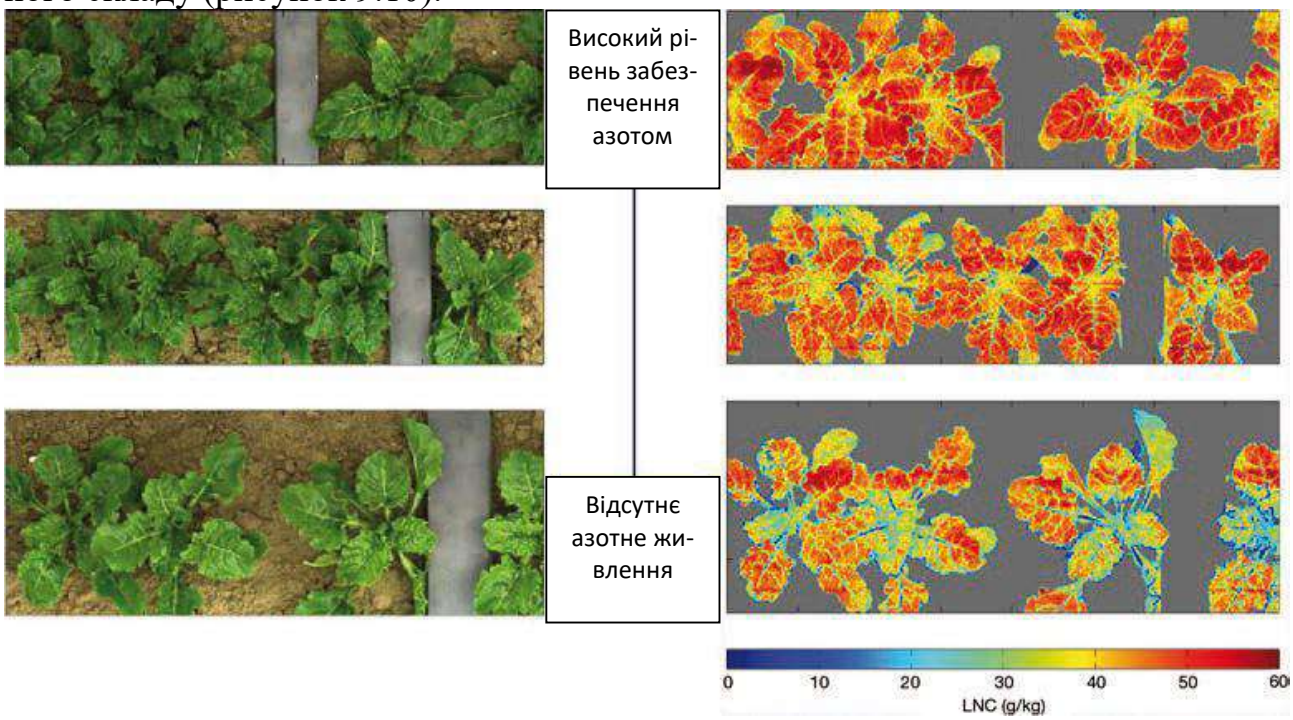


Рис. 9.10. Вивчення забезпечення азотом рослин буряків цукрових за допомогою гіперспектральної камери
(Sugar beet: a competitive innovation, 2020)

Однак дослідження, проведені з вивчення забезпечення азотом рослин буряків цукрових за допомогою гіперспектральної камери, показали і слабкі сторони методу. Наприклад, у конкретному випадку вмісту азоту кореляція зі вмістом хлорофілу надто залежить від років, стадії розвитку, ґрунтово-кліматичних умов чи навіть гібриду. Також свій вклад вносить і наявність вітру при проведенні гіперспектральної зйомки, а також перекриття листків буряків цукрових в більш пізніх фазах росту та розвитку. Такі обмеження методу несумісні з фенотипуванням тисяч вихідних матеріалів або ж гібридів.

Також існують дослідження з вивчення доцільності вибору окремих частин гіперспектрального зображення для аналізу тих чи інших параметрів рослин. На основі гіперспектральних зображень в області VNIR (видима та ближня інфрачервона частини електромагнітного спектру приблизно від 400 до 1100 нанометрів) різні індекси рослинності було перевірено шляхом зміни просторової роздільної здатності та вибору пікселів, які використовують для розрахунку індексів. Встановлено, що для оцінки хлорофілу та достатньо високої просторової роздільної

здатності використання еталонної смуги, розташованої на рівні основного піку поглинання хлорофілу (приблизно 440 нм), зазвичай є кращим, аніж стандартна еталонна смуга, розташована в ближньому інфрачервоному діапазоні. Зокрема, вегетаційний індекс mNDblue, побудований на основі довжин хвиль 440, 728 і 850 нм і розрахований на найяскравіших пікселях рослинності, значно краще оцінює вміст хлорофілу в листі (похибки менше 10%), порівнюючи з іншими індексами рослинності.

Ідентифікація хвороб буряків цукрових за допомогою технології 3D

Для раннього виявлення хвороб рослин використовують кілька методів візуалізації, такі як мультиспектральна візуалізація, тепловізорація, флуоресценція та гіперспектральна візуалізація. На відміну від візуальної ідентифікації, використання гіперспектральних методів отримання та аналізу зображення може забезпечити інформацію з довжин хвиль, що недосяжні людському зору.

Також варто зазначити, що великі обсяги отримуваних гіперспектральних даних роблять методи, засновані на машинному навчанні, придатними для перетворення гіперспектральних даних в актуальну інформацію про стан рослин. Нейронні мережі успішно використовують в різних додатках, таких як розпізнавання об'єктів, розпізнавання мови, читання документів тощо. Стандартний фільтр, розроблений для 2D-формату, підходить для аналізу гіперспектральних зображень, які можна розглядати як набір 2D-зображень, корельованих як у просторі, так і в спектральних напрямках. Для розширення можливостей аналізу гіперспектральних зображень було запропоновано 3D фільтр, такий як 3D-CNN технологія, що застосовується в багатьох інженерних сферах.

Останнім часом глибокі нейронні мережі DCNN широко використовують для класифікації та кількісної оцінки стресу рослин із використанням RGB-зображень, зроблених за допомогою мобільних пристроїв. Також паралельно з вдосконаленням гіперспектральних сенсорів для оцінки тривимірної геометрії рослин загальноприйнятою є сегментація їх на різні органи, такі як листки, стебла.

Гіперспектральні 3D-моделі рослин можна створювати різними способами, як за допомогою портативної гіперспектральної камери, так і за допомогою безпілотного літального апарату та повнокадрової гіперспектральної камери, яка одночасно робить фотографію поля.

Отже, варто інтегрувати 3D-архітектуру з глибокими нейронними мережами DCNN для точної та зрозумілої ідентифікації хвороби. Модель на основі 3D-CNN для вивчення спектральної та просторової інформації гіперспектральних зображень дає змогу більш точно класифікувати хвороби рослин.

Для ідентифікації хвороб застосовуємо діапазони RGB хвиль гіперспектрального зображення, перетворені на кольоровий простір HSV (колірний тон, насиченість та значення кольору).

Гіперспектральні камери реєструють спектральну сигнатуру від 400 до 1000 нм (Specim) у поєднанні зі сканером лазерної триангуляції Perceptron для створення тривимірного зображення рослин з точковою відтворюваністю більше за 0,1 мм. Також тривимірну інформацію можна отримувати за допомогою звичайної камери, перетворювати на просторове об’ємне зображення з такою самою

роздільною здатністю, що і гіперспектральне зображення. На основі цього об'ємного зображення можна отримати піксельну 3D-модель. Набір навчальних даних складався з 1200 зображень, з яких 990 представляють здорові рослини, а решта – заражені рослини. Всі зображення нормалізувались від 0 до 1.

Як бачимо на рисунку 9.6., гіперспектральне зображення та кут нахилу листкових пластинок, а відповідно пікселів зображення можна поєднати з гіперспектральною 3D-моделлю.

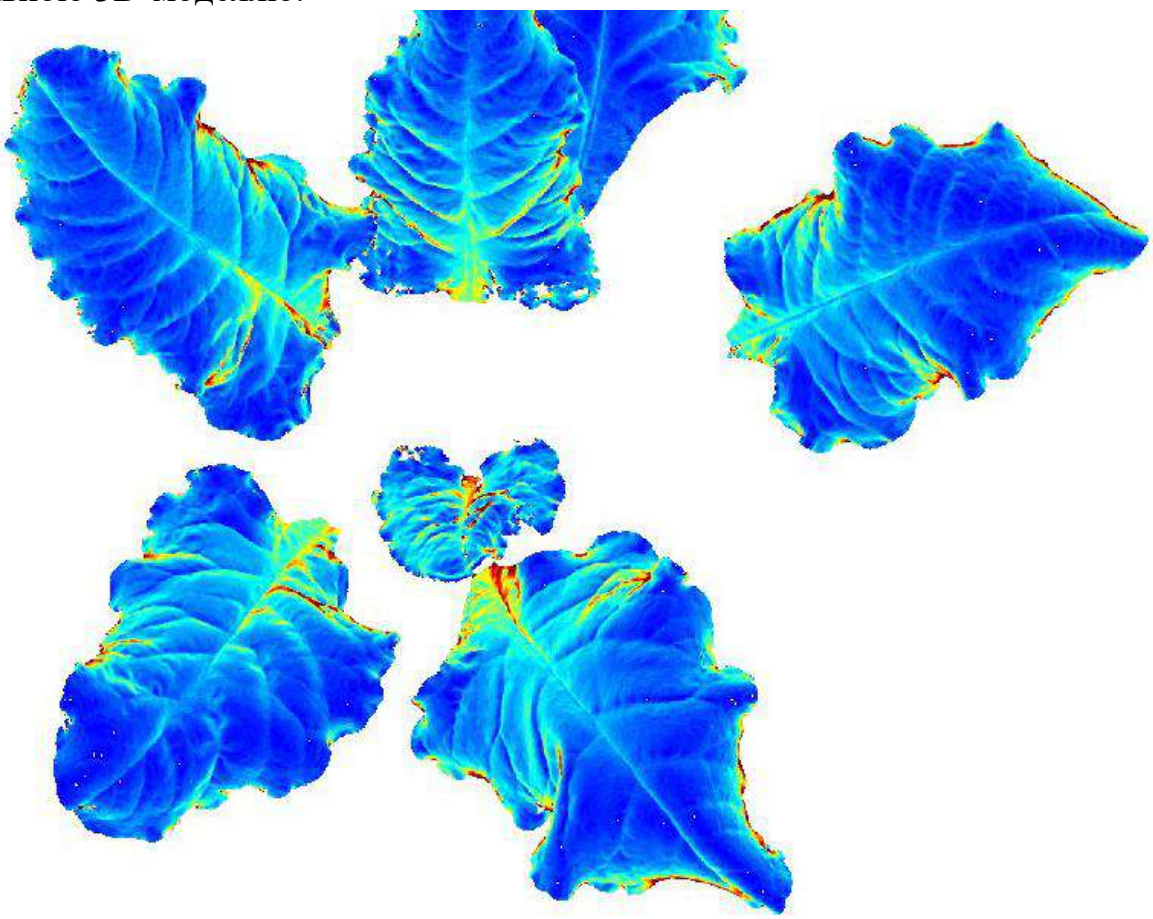


Рисунок 9.11. RGB-зображення буряків цукрових з ідентифікацією кута нахилу листків

На рисунку 9.12 представлена різниця в спектральній відбивній здатності між здоровими та зараженими пікселями листка буряків цукрових, ушкодженого хворобами листкового апарату.

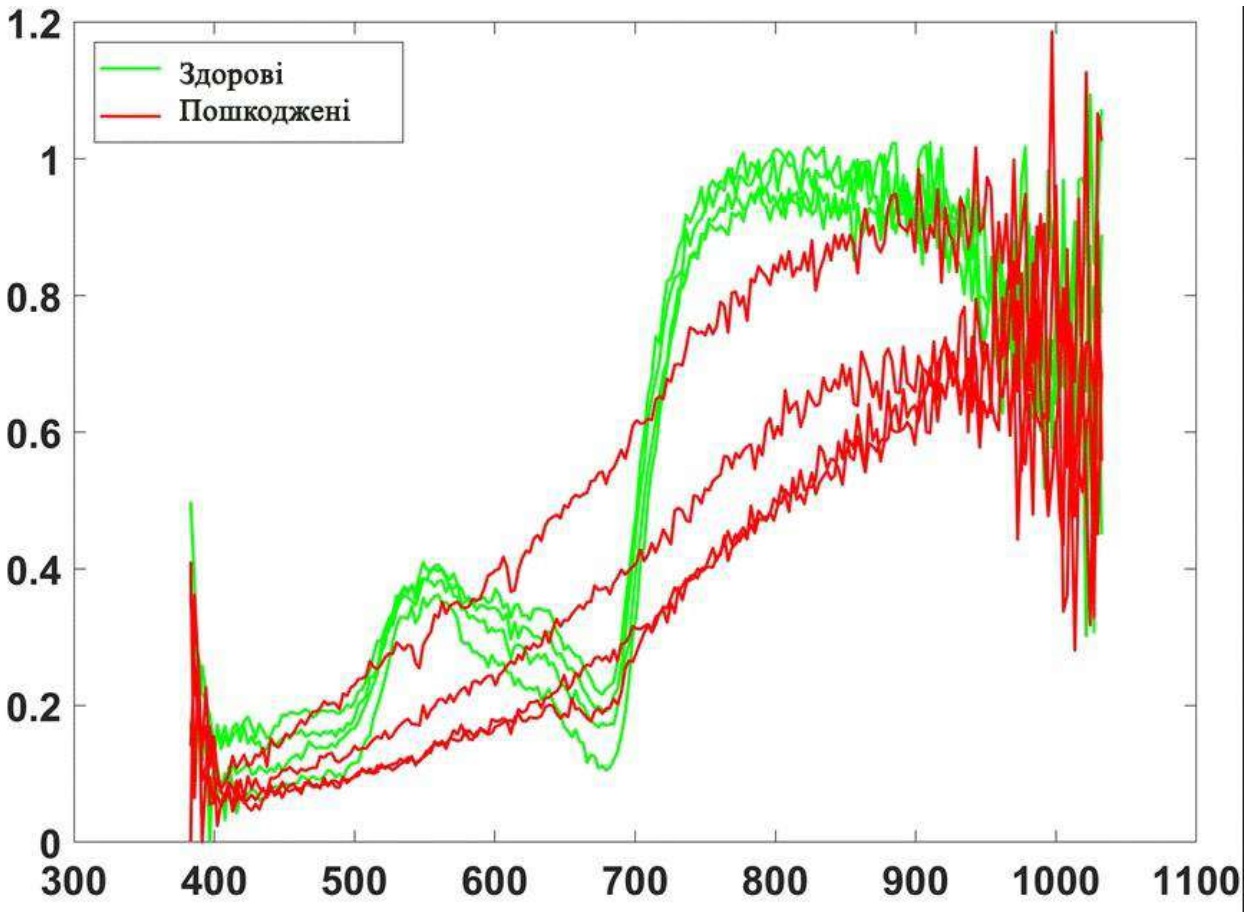


Рисунок 9.12. Спектри віддзеркалення здорових та пошкоджених листків буряків цукрових

Видно, що максимальне значення відбиття заражених пікселів менше, ніж здорових пікселів.

Окремо варто зупинитись на характеристиці довжин хвиль приблизно 400 та 1000 нМ, які доволі змазані шумами. Вважаємо, що така картинка отримується винятково через технічні обмеження датчиків камер, а тому ці частини діапазонів не варто використовувати для створення 3D-моделі та подальшого аналізу отриманих зображень.

А отже, ми візуалізуємо ті частини зображення, які були найбільш чутливі до ураження певною хворобою, використовуючи підхід, що називається картою виділення класу.

Модель також має враховувати ефект геометрії листка, так як для горизонтальних частин листя сильна відбивна здатність є нормальною, тоді як така висока відбивна здатність для частин листя з більшим нахилом, безумовно є аномалією.

Тому система повинна враховувати ефект геометрії та просторового розміщення листків. А от подальших поліпшень якості прогнозування можна досягти шляхом побудови більш інформативних характеристик або комбінацій ознак.

На рисунку 9.13. зображена гістограма нормалізованих L_1 градієнтів по кожній довжині хвилі для здорових (GH) та інфікованих рослин (GI)

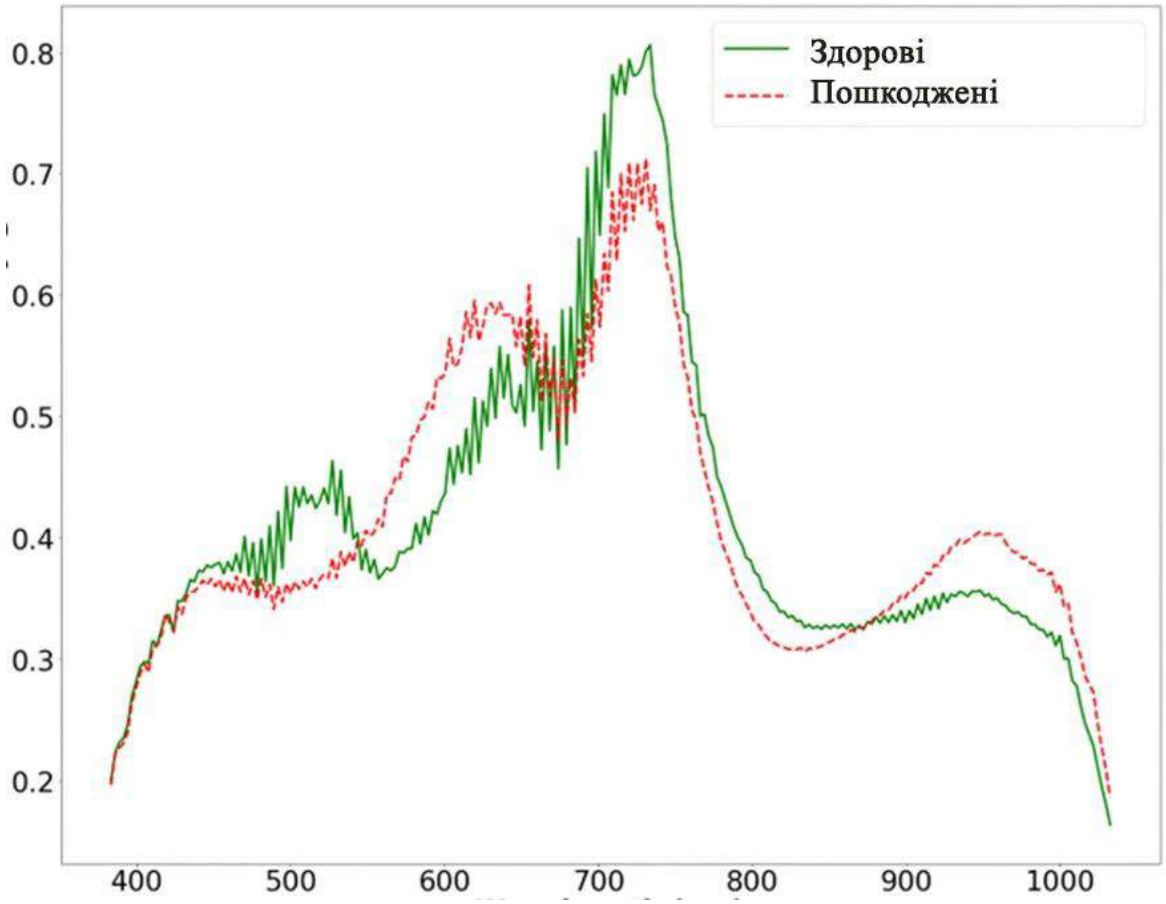


Рисунок 9.13. Гістограма нормалізованих L_1 градієнтів по кожній довжині хвилі для здорових (GH) та інфікованих рослин (GI)

Гістограми вказують, що довжини хвиль від 709 до 739 нм для GH та GI найбільш чутливі для класифікації здорових та інфікованих рослин. А отже, модель використовує фізіологічно значущі довжини хвиль для прогнозування.

Ідентифікація шкідників за допомогою технології 3D

Традиційно ідентифікація шкідників може відбуватися кількома шляхами, передусім через їхні морфологічні описи, також можна ідентифікувати, використовуючи молекулярні сигнатури, такі як ДНК, та іншими методами.

Ідентифікація за допомогою морфологічних описів – це найдавніший спосіб, який і понині залишається найбільш використовуваним методом в систематиці. Навіть попри те, що метод, заснований на ДНК паспортизації, може надати більш точні результати, морфо-таксономія і надалі буде однією з базисних опор таксономічної роботи, особливо для електронної польової системи ідентифікації комах.

За активізації питань вивчення та вдосконалення комп'ютерного зору і розпізнавання образів було зроблено принаймні кілька спроб створити автоматизовані системи ідентифікації комах. Однак методи, засновані на 2D-зображенні, потерпають від змін кута огляду та глибоких самооклюзій зображення. А отже, необхідні нові методи організації системи ідентифікації шкідників сільськогосподарських культур.

Окрім проблеми великої кількості видів комах, навіть слабко підготовлений фахівець може заплутатись в межах одного виду, а тим паче комп'ютерна система аналізу 2D-зображеннь. Адже, залежно від кута огляду, імаго комахи може мати різні візерунки на своїх крилах, також вони можуть бути сфотографовані в різному просторовому положенні, що додатково ускладнює правильну ідентифікацію виду (рисунок 9.14).

Рисунок 9.14. Метелик, сфотографований під різними кутами

Інша проблема полягає в тому, що, оскільки будова тіла комах може бути надзвичайно складною, одного або двох зображень часто не вистачає для надання достатньої інформації про їхні особливості (рис. 9.15).

Рисунок 9.15. Складність будови тіла комах на прикладі ротового апарату

Для подолання цих обмежень бажано створювати 3D-моделі комах як для описів, так і для ідентифікації. Адже ідентифікація завдяки 3D-структурі комах дає змогу виправити кути огляду та компенсувати шарнірні частини тіла, особливо для крил, ніг та антен.

Однак створення 3D-моделі – доволі затратний процес, так як через невеликий розмір тіла комах традиційне 3D сканування не може працювати належним чином. А отже, необхідно створювати та запроваджувати системи, що дають змогу створити 3D-структури для 3D-моделювання комах на основі лише одного або кількох зображень комах. Ці системи базуються на знаннях про те, які частини тіла комах яким чином слід моделювати як певний тип геометричних форм.

Метод працює на реальних зображеннях комах із допоміжним позначенням важливих частин тіла на відповідність їхнім певним геометричним формам. Потім примітивні форми деформуються на основі характеристик зображення, щоб найкраще підходити до окремих частин комах на зображенні, і лише після цього створюється 3D-модель комах.

Після визначення типів для всіх з'єднань тіла комахи частини тіла обробляють окремо. Для моделювання циліндричних частин тіла, таких як антени та ніжки, використовують узагальнені циліндри. Кожен циліндр складається з двох нерівномірних кубічних B-сплайнів. 3D сплайни апроксимуються від медіальної осі точки частини тіла з інтерактивною поглибленою специфікацією, яка утворює криву медіальної осі узагальненого циліндра.

Скалярний сплайн визначає радіуси круглих перерізів для узагальненого циліндра. Тривимірна поверхня від її медіальної осі оцінюється за відстанню між граничними пікселями та пікселями на медіальній осі.

Графічне зображення циліндричних частин тіла комахи подано на рисунку 9.16.

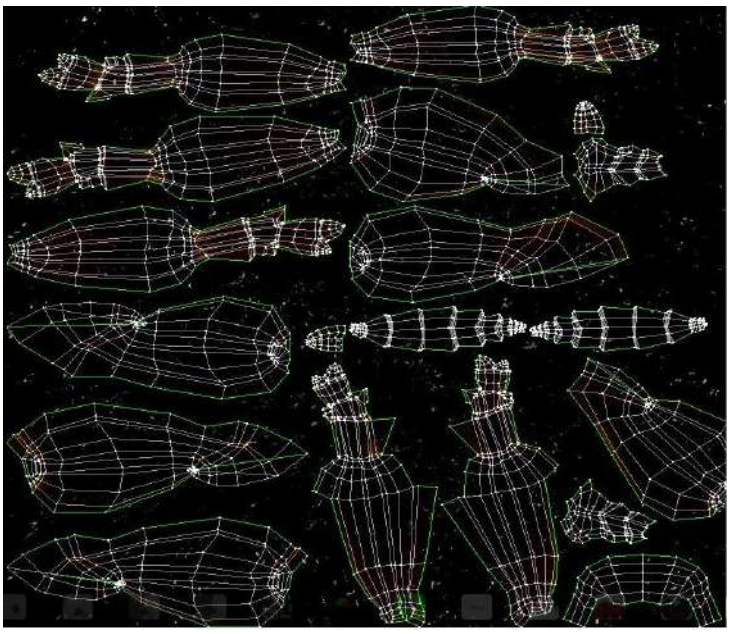


Рисунок 9.16. Графічне зображення циліндричних частин тіла комахи

Для тих частин тіла, які слід моделювати як еліпсоїди (наприклад, голова та живіт комахи), граничні пікселі витягують та встановлюють за допомогою еліпса шляхом мінімізації:

$$f(\boldsymbol{a}) = \sum_{i=1}^{N}(\boldsymbol{x}_i \cdot \boldsymbol{a})$$

де x = [x^2,xy, y^2, x, y, 1], гранична точка, а a = [a, b,c, d, e, f] - вектор, що визначає еліпс. Потім обчислюють коефіцієнти еліпса, такі як центр, довжини піввісей (a', b') та кут повороту головної осі.

Геміеліпсоїд побудований шляхом накладення круглих перерізів, перпендикулярних великій осі, як:

$$\begin{cases} x' = a' \cos\theta \\ y' = b' \sin\theta \cos\phi \\ z' = b' \sin\theta \sin\phi \end{cases}$$

де 0, φ є еліптичні та кругові параметри відповідно.

Для еліпса $X_S = \{x_i', y_i'\}$ площини встановлюємо відповідну точку на межі, яка відповідає найближчим точкам на межі до точок на еліпсі, як:

$$\boldsymbol{X_t} = \{x_i, y_i | \min \|(x_i, y_i) - (x_i', y_i')\|\}$$

На рисунках 9.17–9.19 показано процес моделювання еліпсоїдів та формування 3D-структури за допомогою тонкопластинчастого сплайн-викривлення.

Для частин тіла комах, що відрізняються від ідеальних геометричних примітивів, запропонований підхід дозволяє деформувати геометричні примітиви відповідно до індивідуальної структури комах. А отже, вдалий вибір геометричних примітивів з розумними обмеженнями, наприклад, плавність та обмежені форми перетину, дає візуально вірогідні результати. Крім того, передача 3D-структури на основі зображень допомагає деформувати примітиви відповідно до зображення окремих комах, що покращує якість моделювання загалом.

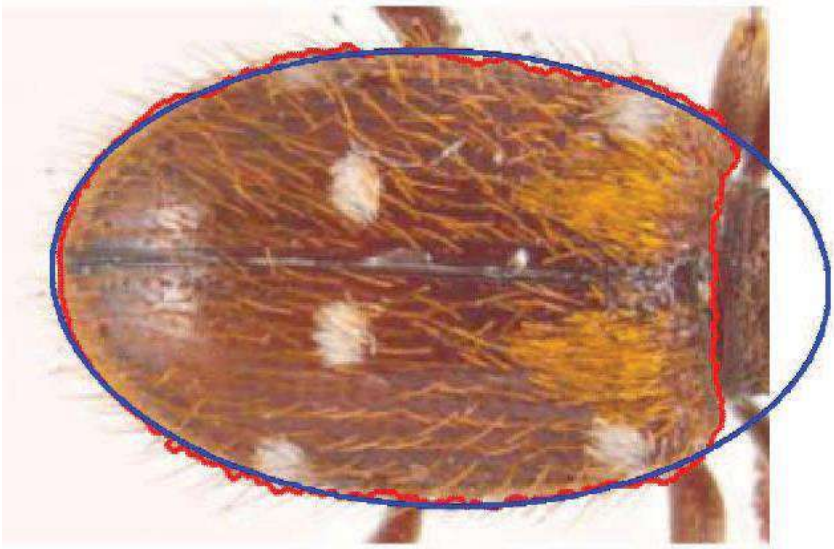


Рисунок 9.17. Еліпсоїд на спинці комахи – основа зображення

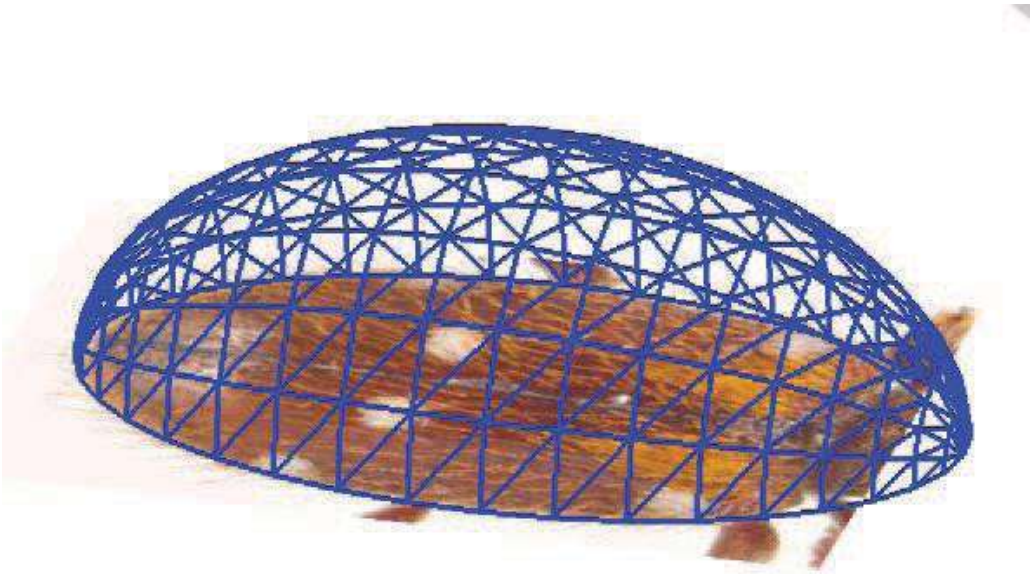


Рисунок 9.18. Формування вигину 3D-зображення

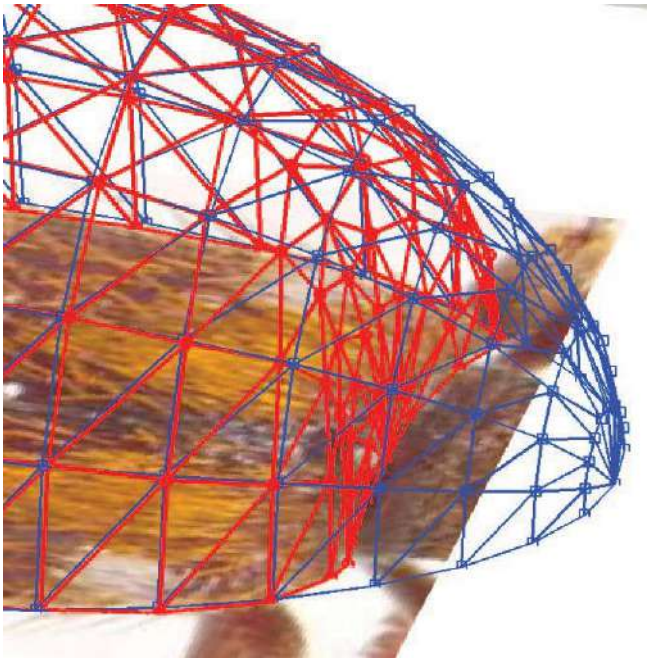


Рисунок 9.19. Перенесення структури за допомогою тонкопластинчастого сплайнового викривлення

Отже, спочатку створюється еліпс, потім формується вигин 3D-зображення, утворений накладанням круглих перерізів уздовж сплайну медіальної осі. Побудований «ідеальний» геміеліпсоїд (синій) не обов'язково слідує за граничними пікселями. Використовуючи вибіркові точки на еліпсі та їхні найближчі граничні точки як контрольні точки джерела і цілі, відповідно відбувається тонкопластинчаста сплайн-деформація.

Після створення 3D-моделі комах їх можна підсвічувати, обертати, проектувати, а також деформувати для імітації артикуляцій тіла, якщо позначено відповідні суглоби.

Однак у разі створення 3D-моделі комахи з одного 2D-зображення метод обмежується простими геометричними формами комах. Також вимагає додаткового ручного коригування зображення геометричних перетворень. Створення кольорової 3D-моделі комах високої роздільної здатності із сотень або тисяч зображень найбільш підходить для комах зі складною геометрією.

Відповідно для отримання зображень кращою є індивідуальна система, що складається з 2-осьового поворотного столика, фотокамери з роздільною здатністю більше ніж 18 Мп, макрооб'єктива та фотоспалаху і макрорельси для фотокамери. Комаха кріпиться на 2-осьовому поворотному столикові і покроково обертається навколо вертикальної та горизонтальної осі. Під певними кутами повороту спрацьовують спалах та фотокамера, до того ж, чим більше зображень ми отримуємо під різними кутами, тим кращу 3D-модель створимо в подальшому. Також об’єктив налаштовано так, щоб у фокусі була вся комаха.

Якщо проводять зйомку комах розміром менше ніж 10 мм, то камера має знімати зображення із підвищеним збільшенням, щоб розкрити деталі зразка. Водночас глибина фокусування об’єктива камери може бути меншою за розмір об’єкта. Зображення з частковим фокусом дають змогу створити 3D-моделі із низькими роздільними здатністю і точністю.

Щоб отримати зображення у фокусі, необхідно сфотографувати об’єкт декілька разів з однієї позиції з різною фокусною глибиною вздовж оптичної осі камери. Після отримання такі зображення об’єднують в єдине за допомогою програм CombineZP, Helicon Focus або Hugin and Enfuse, 3DSOM Pro.

Якщо розглянути процес створення 3D-моделі на прикладі демонстраційної версії програмного забезпечення 3DSOM Pro для створення 3D-моделей із фотографій, то ключовою особливістю є рішення відстеження камер «Без маркерів» (рисунок 9.20).

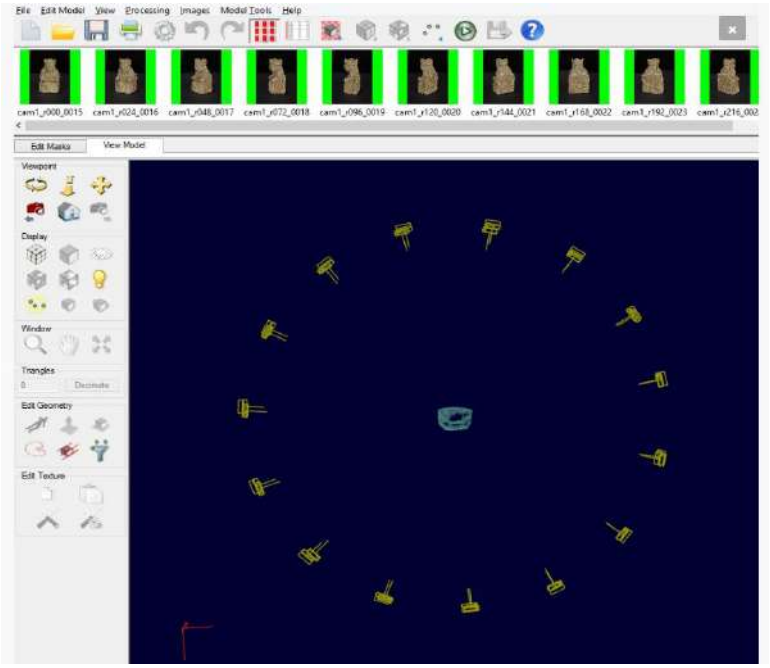


Рисунок 9.20. Головне вікно програми з реалізованим безмаркерним відстеженням

Отже, застосування цього нового робочого процесу дає змогу користувачам сканувати 3D-об'єкти «в полі» без використання надрукованих калібрувальних маркерів. Тому ми можемо просто знімати фотографії за допомогою мобільного телефону або дзеркальної камери, а потім обробляти їх у 3DSOM Pro для створення 3D-моделі (рисунок 9.21).

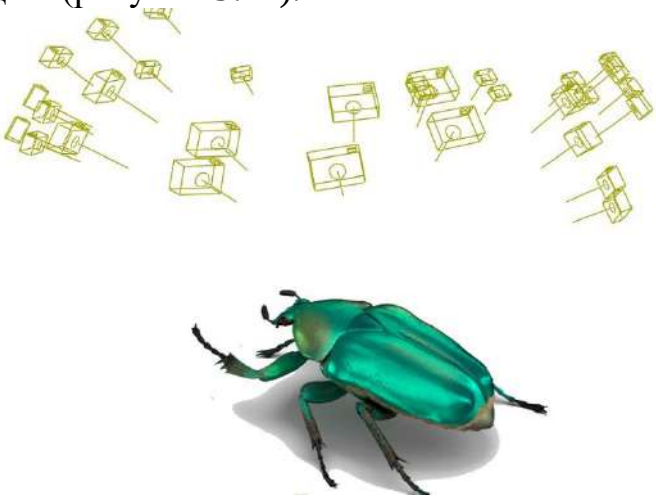


Рисунок 9.21. Сканування 3D-об'єктів без використання надрукованих калібрувальних маркерів

А отже, за безмаркерного використання камери 3DSOM автоматично опрацьовує всі її кути, використовуючи «природні» особливості сцени. Відповідно до цього більш повно та надійно формуються хмарні точки - тепер ми витягуємо з фотографій якомога більше інформації.

Створені за допомогою безмаркерних камер 3D-об'єкти можна використовувати для подальшого моделювання об’єктів або ж як еталонний об’єкт для ідентифікації шкідників (рисунок 9.22).

Рисунок 9.22. Приклад 3D-моделі, створеної за допомогою 3DSOM

Безмаркерний робочий процес потребує гарного поєднання сцен між послідовними знімками. А тому для досягнення прийнятного рівня точності потрібно використовувати калібрувальні маркери або ж робити велику кількість знімків.

Створені 3D-моделі шкідників, незалежно від того, яким зі способів їх згенеровано, можна використовувати згідно з рівнем їхньої складності, змінюючи точність та масштабуючи модель під потреби систем з ідентифікації (рисунок 9.23).

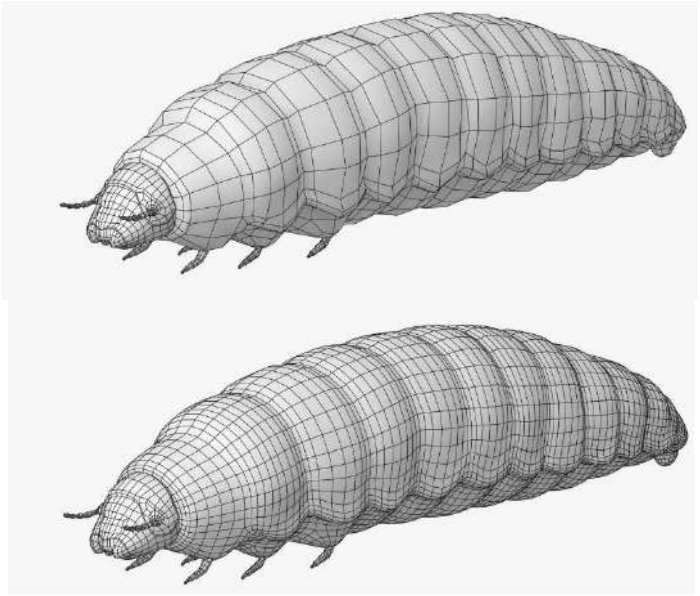


Рисунок 9.23. Різні рівні складності 3D-моделі шкідників

Важливим є створення стабільно ідентифікованих моделей шкідників. Адже розроблений в ідеальних умовах прототип не завжди може бути розпізнаним системою автоматичного розпізнавання зображень в силу тих чи інших обмежень її обчислювального алгоритму. В той же час готові моделі дають змогу накладати різні рівні забруднення там, де це потрібно (рисунок 9.24), або ж взаємодії шкідників з модельним середовищем (рисунок 9.25).

Рисунок 9.24. Різні рівні забруднення модельних об’єктів відповідно до особливостей середовища їх існування

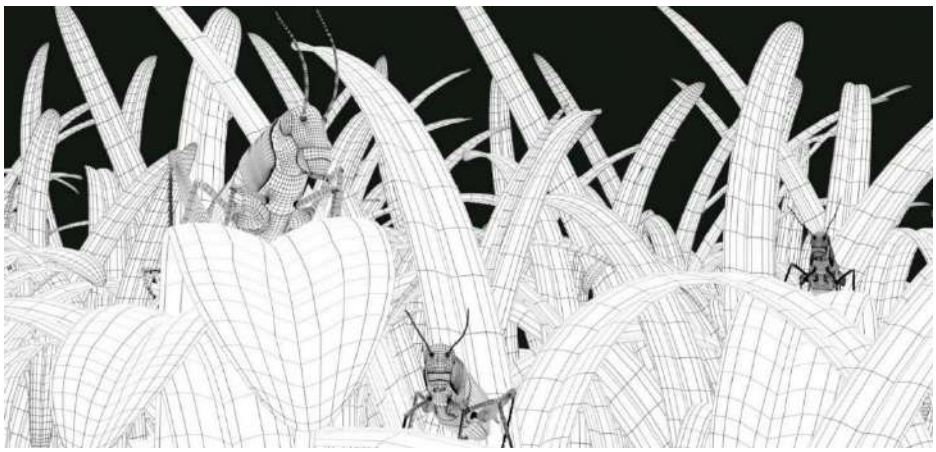


Рисунок 9.25. Перенесення модельних об’єктів у віртуальне середовище існування, наближене до характеристик реальних умов

Отже, сучасні методи візуалізації із використанням 2D не повною мірою задовольняють вимоги зі швидкого отримання реалістичних зображень, що робить питання створення 3D-моделей шкідників надзвичайно актуальним для їх швидкої та точної ідентифікації.

Новий метод дає змогу створити точні кольорові 3D-моделі з високою роздільною здатністю та широким діапазоном розмірів і складності тіла комах.

РОЗДІЛ 10

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ НАСІННИКІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

10.1. Загальна характеристика

Якісний насіннєвий матеріал – основа високого врожаю будь-яких сільськогосподарських культур. Для його одержання потрібні глибокі знання не тільки вимог, які ставить рослина перед зовнішнім середовищем, а водночас і знання, яким чином можливо вплинути на рослину, щоб вона максимально реалізувала свої генотипові можливості у фенотипічному прояві.

Сучасні технології вирощування насіння буряків цукрових, незважаючи на постійне вдосконалення їхніх елементів, залишаються недостатньо адаптованими до об’єктивно-наявних змін ґрунтово-кліматичних умов. Це стосується технології вирощування як буряків першого, так і другого років життя.

Насіння буряків цукрових висадковим способом вирощують у Лісостепу України. За даними асоціації «Буряководи України» станом на 1991–2000 р. понад 40% насіння вирощувалося в Центральному Лісостепу України, який охоплює такі області: Хмельницьку (крім районів, що належать до Західного Лісостепу), Вінницьку, південні райони Житомирської і Київської (за винятком

лівобережних районів), правобережні райони Черкаської і північні Кіровоградської областей. Зона характеризується помірним зволоженням, гідротермічний коефіцієнт (ГТК) становить 1,1–1,3, кількістю опадів за вегетаційний період – 340–400 мм, сума температур за період активної вегетації – 2500–2850 °С (Мацебера та ін., 2003).

Аналіз виробництва та реалізації насіння буряків цукрових загалом в Україні за останні роки виявив низку проблем як в організації насінницького процесу, так і в кількості та якості насіннєвого матеріалу. По-перше, насінництво перетерпіло організаційно-структурні зміни, по-друге, зменшились обсяги виробництва насіння і, по-третє, різко зменшується коефіцієнт виходу маточних коренеплодів та врожайність насіння. Покажемо це на прикладі Вінницької області. У 90-х рр. XX ст. оперативне керівництво бурякоцукровим комплексом успішно здійснювала асоціація «Вінницяцукор», яка мала певні права і обов'язки. В останні роки асоціація була розділена на дві: «Вінницяцукор» і «Вінницянасінняцукор». Наслідки їхньої роботи свідчать про те, що ні перша, ні друга структури не мають ні прав, ні обов'язків. Отже була порушена чітка система насінництва області: вирощування насіння в насінницьких господарствах, передпосівне оброблення його на Вінницькому насіннєвому заводі, відпуск бурякосійним господарствам через цукрові заводи.

Зменшуються обсяги виробництва як маточних буряків, так і насінників. Якщо в середньому за 1991–1995 рр. площа посівів маточних буряків становила 2,4 тис. га, то за період 1996–2000 рр. – 2,2 тис. га, а у 2003 р. вона становила 1,3 тис. га. Викликає занепокоєння зменшення КВ маточних коренеплодів із 1,4 в 1990 р. до 0,9 у 2003-му. Під насінниками площа зменшилася з 2,9 тис. га в середньому за 1991–1995 рр. до 2,1 тис. га за 1996–2000 рр. і до 1,2 тис. га в 2003 р. Знижується загалом урожайність та якість насіння. Для порівняння: у 1990 р. урожайність насіння становила 1,54 т/га, середньозважена схожість – 87%, у 2002 р. 0,75 т/га та 83% відповідно.

Такий стан насінництва буряків цукрових в асоціації «Вінницянасінняцукор», як і в інших асоціаціях, зумовлений і тим, що ліквідовано державне замовлення на насіння, відсутнє фінансування тощо. Високозатратна галузь залишилася майже без державної підтримки.

Загалом же, як зазначає Національна асоціація цукровиків України (НАЦУ «Укрцукор») та Інститут буряків цукрових, насіннєвий бізнес є прибутковим, тому виробництвом і реалізацією насіння в Україні зараз займається значна кількість суб'єктів господарювання. Станом на 2000-ні роки насіння фабричної репродукції вирощують понад 200 насіннєвих господарств, а також певна частина приватних осіб, обробляють – 13 насіннєвих заводів, реалізують – понад 400 юридичних і фізичних осіб (Борисюк, Бондар, 2002).

За даними Інституту післядипломної освіти Національного університету харчових технологій, виробництво і реалізація насіння буряків цукрових є найрентабельнішою галуззю в Україні. За врожайності 1,5 т/га насінників ЧС гібридів забезпечується 4,3 тис. грн прибутку (рентабельність перевищує 40%), що значно вище показників інших сільськогосподарських культур (табл. 10.1).

Таблиця 10.1. **Прибуток деяких культур сівозміни** (Мацебера та ін., 2003)

Показник	Насінники буряків цукрових	Буряки цукрові	Пшениця	Соняшник
Урожайність, т/га	1,5	40,0	2,5	1,5
Витрати на 1 га, тис. грн	8,1	3,08	0,35	0,3
Реалізаційна ціна, грн/т	8160	139	600	900
Вартість основної продукції, тис. грн	12,4	5,56	1,5	1,35
Прибуток, тис. грн	4,3	2,5	1,15	1,05

Сучасні технології вирощування насіння буряків цукрових, незважаючи на постійне вдосконалення їх елементів, залишаються недостатньо адаптованими до об'єктивно наявних ґрунтово-кліматичних умов та їхніх змін упродовж вегетаційного періоду. Насамперед це стосується умов у період формування насіння, особливо ЧС гібридів, утворення генеративних органів, цвітіння, перезапилення, запліднення, достигання. Тому актуальним є оптимізація елементів технології вирощування маточних буряків та насінників із метою, у першому випадку, отримання високого КВ маточних коренеплодів, у другому – синхронізації росту й розвитку компонентів схрещування за критерієм максимальної насіннєвої продуктивності материнського компонента.

10.2. Маточні буряки (першого року життя)

Унаслідок селекційної роботи виведено культурні форми буряків цукрових, які, за звичайних умов вирощування, характеризуються дворічним циклом розвитку з одноразовим утворенням насіння наприкінці другого року життя (Орловский, 1961).

Розвиток – це той шлях, який вони проходять від проростання до цвітіння – утворення насіння (онтогенез), унаслідок чого утворюється нове насіння. У процесі розвитку проходять не тільки кількісні, а й якісні зміни.

Перехід рослин буряків цукрових від вегетативного росту до утворення репродуктивних органів можливий, насамперед, після впливу холодом – стадія яровизації (Орловский, 1961; Неговський, 1966), а також світлової стадії (Неговський, Ткаченко, 1959; Неговський, 1966).

В агрономічній практиці частіше враховують фази росту й розвитку рослин: за даними М. І. Орловського (Орловский, 1961) – 9 фаз на першому році життя і 4 – на другому.

Буряки першого року життя. Багато дослідників (Орловский, 1961; Неговський, 1966; Манько, Сливченко, 2002) умовно виділяють у перший рік життя два якісно різних періоди росту й розвитку рослин буряків цукрових. Перший – характеризується інтенсивним ростом листкового апарату, другий – збільшенням розміру коренеплодів і накопиченням у них елементів живлення. Загалом же вегетаційний період буряків першого року життя досить чітко визначається сімома фазами росту й розвитку: проростання (сходи), перша пара листків, дві

пари листків, п’ять пар листків, змикання листків у рядках та в міжряддях. У виробничій практиці розрізняють також і фазу настання технічної стиглості коренеплодів.

Стиглість буряків першого року життя і біологічні особливості строків збирання. Як відзначав М. І. Орловський, під біологічною стиглістю буряків першого року життя слід розуміти поступове згасання життєвих процесів рослини, яке спостерігається наприкінці вегетаційного періоду у звичайних умовах культури (похолодання, короткий осінній день тощо) і супроводжується цілим комплексом явищ: інтенсивним відмиранням листкового апарату, поступовим згасанням накопичення маси коренеплоду і цукру в ньому, зменшенням умісту азоту в коренеплоді, а також розкладом білкових речовин у листках і міграцією продуктів цього розкладу в коренеплід. За біологічної стиглості листки, зазвичай, змінюють забарвлення з яскраво-зеленого на світло-зелене із жовтизною, приріст маси і цукристості суттєво знижується, відбувається розмикання рядків буряків. Згідно з даними Інституту цукрових буряків розвиток коренеплодів восени закінчується, коли середня температура повітря зменшується до 6 °С, асиміляція цукру в цей час майже припиняється. Численними дослідженнями (Добротворцева, 1975; Карпенко, 1953; Даньков, 1980) встановлено, що біологічно стиглі коренеплоди зберігаються краще. Утрати цукру на дихання в них менші, ніж у коренеплодів менш стиглих. Надмірно рано зібрані коренеплоди для насіннєвих цілей підв’ялюються через утрати ними води за зберігання в траншеях, уражуються пліснявою та кагатною гнилизною. Так, згідно з даними Б. О. Рубіна, О. В. Добротворцевої, В. М. Шевченка за втрати коренеплодами 10–12% води відмирають тканини їхньої хвостової частини, а за осінньо-зимового зберігання до 40% коренеплодів уражуються кагатною гнилизною. Вихід придатних до садіння коренеплодів після зберігання за ранніх строків збирання становить 87%, пізніх – 96,3%.

У дослідах САТ «Жданівське» Вінницької області за збирання маточних коренеплодів у третій декаді вересня збереженість садивних коренеплодів становила 87%, урожайність насіння – 1,27 т/га, а за збирання на початку другої декади жовтня – 94% і 1,74 т/га відповідно (Сологуб, 2003). Спостерігається пряма залежність між прив’ялленням коренеплодів та їхньою насіннєвою продуктивністю. Так, згідно з даними Іванівської ДСС, насіннєва продуктивність підв’ялених коренеплодів може зменшуватися від 11 до 59% (Будовський, 1992).

Отже, щоб не допустити підв’ялення коренеплодів і збільшити таким чином їхню стійкість до несприятливих чинників довкілля в період осінньо-зимового зберігання, збирання маточних буряків потрібно розпочинати якомога пізніше (залежно від організаційних можливостей). Позитивні результати пізніх строків збирання маточних буряків зумовлюються також біологічною стиглістю коренеплодів, унаслідок чого прискорюється підготовка бруньок до утворення генеративних органів і таким чином підвищується їхня насіннєва продуктивність.

Одним із найважливіших етапів за вирощування насіння буряків цукрових висадковим способом є одержання маточників або ж коефіцієнт їх виходу (відношення площі посіву маточних буряків до площі садіння насінників), цей показник може бути в межах від 1 до 10. За даними Національної асоціації цукровиків України коефіцієнт виходу маточників (КВМ) упродовж 1971–1980 рр. загалом по країні майже не підвищувався і змінювався в межах 1,7–2,4. У радгоспах, розміщених у північно-східній підзоні Східного Лісостепу України, КВМ у цей період був також невисоким – 1,8–2,0. Наприклад, у Сумському виробничо-аграрному об'єднанні (ВАО) він становив 2,2, у Харківському – 2,3, що пояснюється надто низькою (80–100 тис. шт./га) густотою маточних буряків (Борисюк, Бондар, 2002). У дослідному господарстві «Пархомівське» Харківської області КВМ у середньому за 1976–1979 рр. становив 4,5, за 1980–1981 рр. – 6,0 (Корнієнко та ін., 2007).

Досліди Інституту буряків цукрових, проведені в Центральному Лісостепу України (1975–1979 рр.), засвідчили, що за літніх строків сівби з міжряддями 15, 22,5 і 45 см КВМ (із розрахунку садіння 40,8 тис./га) становив 17,9; 15,3 і 9,8 відповідно (Давиденко, 1987). На Ялтушківській ДСС за літньої сівби на кінцеву густоту (1986–1988 рр.) – 5,9 (Войналович, 1992). У ДГ «Шевченківське» Київської області за сівби з розрахунку 3 п.о./га (1988–1990 рр.) – 6,5 (Балагура, 1991); на Верхняцькій ДСС за сівби насінням фракції 3,5–4,5 мм КВМ становив 7,7; фракції 3,0–3,75 мм – 7,1 (Грицик та ін., 2002).

За травневих строків сівби компонентів гібрида Український ЧС 70 КВМ становив 4,2–4,8 (Манько, Сливченко, 2002). Проте слід зазначити, що як кількісні, так і якісні показники загалом по країні і в багатьох господарствах досить строкаті. Якщо в середньому за 1996–2000 рр. КВМ по Україні становив 1,1, то, наприклад, в асоціації «Вінницянасінняцукор» – 0,8, вирівняність – 50–60%. Це зумовлено рядом об'єктивних і суб'єктивних причин. Назвемо лише одну: різке зменшення норми висіву базисного (елітного) насіння через його високу вартість. Як наслідок, у більшості насінницьких господарств густота маточних посівів не перевищує 100 тис./га, що рекомендовано для вирощування буряків цукрових на фабричні цілі. Згідно з інструкцією з апробації репродукційних і маточних посівів густота перед збиранням повинна бути не менше 140 тис./га рівномірно розміщених рослин (Гизбуллин, 1987).

Тут доречно навести слова академіка А. Л. Мазлумова: «Нельзя мириться с малыми выходами доброкачественных корней при размножении высокоценных суперэлитных и элитных семян. Малые выходы посадочного материала (1:2 вместо 1:4 и больше) не улучшают сорт, а фактически ликвидируют его» (Мазлумов, 1956).

За даними Ю. М. Сологуба вихід маточників залежить від погодних умов вегетаційного періоду та умов зберігання. У насінницькому господарстві «Ждановське» Хмільницького району Вінницької області втрати маточників у 2001 р. за ГТК 1,4 у період збирання – кагатування становили 26%, у 2002 р. за ГТК 2,1 – 65% (Сологуб, 2003).

Вищевикладене дає підставу стверджувати, що і сьогодні є актуальним вивчення оптимальних умов вирощування маточників буряків цукрових у системі: рослина – погодні умови вегетаційного періоду – агротехнічні заходи та умови зберігання в тимчасових сховищах стосовно регіону.

Упродовж 1995–2011 рр. нами на прикладі ДП ДГ «Шевченківське» Тетіївського району Київської області було проведено комплексну систему спостережень та оцінювання посівів маточних буряків цукрових. Водночас вивчали вплив погодних умов на основні показники маточників та умов зберігання на КВМ.

Узагальнення показників елементів погоди проводили за даними спостережень метеостанцій м. Тетіїв, м. Володарка, показників вирощування маточників методом статистичних угрупувань.

Аналіз погодних умов вирощування маточних буряків упродовж 1995–2011 рр. засвідчив, що вони були досить мінливими в регіоні. Найпосушливішими були 1999, 2003, 2004 (особливо в першу половину вегетаційного періоду) та 2007 рр., надмірно вологими – 1995, 1997, 2005, 2006 рр., решта років – близькими до середніх.

Із посушливих років найбільш характерним був вегетаційний період 2007 р. Кількість опадів у період «сівба – змикання міжрядь» у 2007 р. становила 74 мм, ГТК – 0,6, індекс посушливості – 1,31, у період «змикання міжрядь – збирання» – 143 мм, 0,9 і 0,92 відповідно. Такі погодні умови загалом негативно вплинули на агрофітоценоз бурякового поля і, зокрема, на густоту сходів (польову схожість насіння) маточних буряків, їх ріст і розвиток та на вихід маточників. За густоти стояння рослин в цьому році 78 тис./га середня маса коренеплоду ставила 291–308 г, вихід маточників – 46–47 тис./га. Подібну закономірність відзначено і в 1999 р. (табл. 9.2).

Із надмірно вологих років найбільш характерним у цьому відношенні був вегетаційний період 1995 р. Кількість опадів у період «сівба – змикання міжрядь» становила 219 мм, середня температура повітря – 13,8 °С, ГТК – 1,7, індекс посушливості – 0,50, у період «змикання міжрядь – збирання» – відповідно 248 мм, 17,6 °С, 1,6 і 0,70. Такі погодні умови позитивно вплинули на ріст, розвиток буряків і загалом на вихід маточників. За густоти стояння рослин у цьому році 190–195 тис./га середня маса коренеплоду становила 320–330 г, вихід маточників – 75–76 тис./га.

Найбільш широке практичне застосування з погляду вологозабезпеченості рослин має гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який являє собою відношення суми опадів за певний період до суми температур вище 10 °С за той самий період, зменшене в 10 раз. За даними Іванівської ДСС, у період «сівба – змикання міжрядь» у Східному Лісостепу він змінюється в межах 0,8–2,8 (Панченко, 1980).

Як випливає з даних таблиці 10.2, в одному з трьох-чотирьох років незначна кількість опадів у період сівби (травень) супроводжується підвищенням температури повітря, про що свідчать значення ГТК – ≤ 1. Такі умови негативно впливають на польову схожість насіння, сприяють значному випаданню рослин у період «сходи – змикання міжрядь», а в кінцевому результаті до зменшення

КВМ. Наприклад, у 2004 р. за ГТК 1,0 у період «сівба – змикання міжрядь» густота стояння рослин перед збиранням становила 67 тис./га, середня маса коренеплоду – 280–307 г, вихід маточників – 41 тис./га, за ГТК в цей період 1,7 (2005 р.) – відповідно 110–115 тис./га, 290–293 г і 81–82 тис./га.

Таблиця 10.2. **Погодні умови вирощування маточних буряків цукрових (ДГ «Шевченківське» Тетіївського району Київської області)**

Рік	Сівба – змикання міжрядь			Змикання міжрядь – збирання		
	ГТК	Сума ФАР, ккал/см	Індекс посушливості	ГТК	Сума ФАР, ккал/см^2	Індекс посушливості
1995	1,7	15,76	0,50	1,6	15,53	0,70
1996	1,4	15,13	0,63	2,0	16,30	0,52
1997	1,6	16,90	0,72	1,3	16,71	0,59
1998	1,6	15,95	0,72	1,3	17,00	1,12
1999	1,0	13,87	1,12	0,9	17,05	0,92
2000	1,2	16,81	1,22	1,9	15,35	0,86
2001	1,9	12,37	0,86	0,9	15,40	0,92
2002	1,3	14,00	0,59	1,9	16,57	0,86
2003	0,7	12,20	1,31	0,9	16,75	0,92
2004	1,0	13,97	1,12	1,8	18,37	0,81
2005	1,7	17,00	0,74	0,9	17,31	0,92
2006	1,6	16,87	0,72	0,9	17,56	0,92
2007	0,6	12,37	1,31	1,3	16,82	0,59
2008	1,2	16,80	1,22	1,2	16,80	0,60
2009	0,8	13,94	1,28	0,8	17,21	1,18
2010	1,2	16,43	1,23	0,5	16,97	1,24
2011	0,5	12,31	1,48	0,9	17,13	1,12
Середнє	1,2	14,86	0,98	1,2	16,74	0,87
Середнє багаторічне	1,1	15,20	1,05	1,3	18,12	0,80

Формування високопродуктивних агрофітоценозів передбачає безумовне і послідовне виконання комплексу технологічних операцій, які спрямовані на оптимізацію їхньої фотосинтетичної діяльності.

Найважливішою характеристикою діяльності поверхні є її радіаційний баланс, тобто кількість поглинутої радіації за винятком ефективного випромінювання, яке визначається різницею між потоками довгохвильового випромінювання підстилаючої поверхні та поглинутого нею зустрічного випромінювання атмосфери.

У Правобережному Лісостепу, порівняно з Лівобережним Лісостепом і Північним Степом, радіаційний баланс агрофітоценозів, особливо в період інтенсивного росту коренеплодів і накопичення цукру, помітно менший. Із загальної

суми радіаційного балансу за вегетацію буряків цукрових приблизно 7–8% (198,4 МДж/м^2 – Київська область) припадає на період від сівби до появи сходів, 14–18% (355,1 мДж/м^2) – на період між появою сходів і третьої пари справжніх листків, 16–18% (514,7 МДж/м^2) – на період інтенсивного росту листків і 57–62% (1760,8 МДж/м^2) – на період інтенсивного росту коренеплодів та накопичення цукру. За весь період сумарна радіація для Київської області становить 2829 °С, для Полтавської – 3157,2 МДж/м^2 (Селихов, 1927; Селянинов, 1925; Ткаченко, 1988; Панченко, 1980; Корнієнко та ін., 2007; Роїк та ін., 2004).

Головним чинником фотосинтезу та життєдіяльності рослин є надходження фотосинтетичної радіації (ФАР). В умовах регіону сума ФАР за період квітень – вересень у середньому становить 34,37 ккал/см (152,048 кДж/см^2) (Бобро та ін., 2002).

У 1995 р. (надмірно вологий, індекс посушливості – 0,60) кількість сумарної радіації становила в період «сівба – змикання міжрядь» – 15,76 ккал/см^2, «замикання міжрядь – збирання» – 15,53 ккал/см^2; у 1999 р. (посушливий, індекс посушливості – 1,02) – відповідно 13,87 і 17,05 ккал/см^2. Все це обумовило різний ріст і розвиток маточних буряків. Так, період «сівба – змикання міжрядь» коливається в межах 50–60 діб. У роки з великою кількістю опадів і відносно невисокою середньодобовою температурою тривалість цього періоду збільшується порівняно з посушливими роками на 2–11 діб. Загалом вегетаційний період маточних буряків цукрових у регіоні становить 130–145 діб. Тобто, вегетаційний період маточних буряків у різні роки неоднаковий, що в підсумку впливає на їхню якість і кількість. Як свідчить аналіз динаміки наростання і всихання листків, в умовах правобережної частини Центрального Лісостепу за вегетаційний період у коренеплодів маточних буряків наростає в середньому 50–60 шт., із яких 35–40 зберігаються до збирання і 18–20 всихають протягом вегетації. Найінтенсивніше наростання листкового апарату спостерігається в період із 20 липня до 20 серпня. У цей період відзначається також і найбільша їхня асиміляційна поверхня (2500–3200 см^2) і маса (200–370 г).

Установлено, що на варіювання маси коренеплоду суттєво впливають метеочинники в період «сівба – змикання міжрядь». Нестача вологи в цей період розвитку рослин призводить до затримки їхнього росту: у посушливі роки (1999, 2003, 2004, 2007) середня маса коренеплодів змінювалася в межах 217–321 г, у вологі (1995, 1996, 1997, 2005, 2006) – 209–331 г.

Стосовно інших основних показників вирощування маточних буряків, то потрібно зазначити, що основний чинник, який визначає варіювання маси коренеплоду та їхній вихід – густота. Аналіз цього показника протягом 1995–2011 рр. показує, що густота стояння маточних буряків змінюється в досить широких межах: від 67 до 181 тис./га в посушливі роки і від 110 до 222 тис./га у вологі. Відповідно до цього змінювались і маса коренеплоду та вихід маточників (про що згадувалося раніше).

Наведені в таблиці 10.3 дані свідчать також про те, що дещо більше варіювання основних показників вирощування маточних буряків спостерігається в посушливі роки, ніж у вологі. Коефіцієнт варіації, який є показником вирівняності

цієї відмінності, наприклад, маси коренеплоду, у посушливі роки становив 50–60%, у вологі – 40–50%.

Статистична обробка результатів спостережень за основними показниками вирощування маточних буряків засвідчила, що різниця, наприклад, за виходом маточників між різними погодними умовами існує. Коефіцієнти кореляції між ГТК і густотою рослин та виходом маточників становили 0,68 і 0,57 відповідно.

Таблиця 10.3. **Основні показники вирощування маточників буряків цукрових (ДП ДГ «Шевченківське» Тетіївського району Київської області)**

Рік	ГТК вегетаційного періоду	Густота стояння рослин перед збиранням, тис./га	Вихід маточників, тис./га	Середня маса коренеплоду, г
1995	1,7	190/195	75/76	330/320
1996	1,8	216/220	80/81	328/327
1997	1,4	205/210	82/85	331/330
1998	1,3	220/225	86/86	329/325
1999	0,9	95/100	62/65	321/320
2000	1,5	89/133	72/83	301/220
2001	1,4	98/103	83/88	350/343
2002	1,6	67/67	57/56	315/296
2003	1,7	78/78	46/47	308/291
2004	1,5	67/67	41/41	307/289
2005	1,4	110/115	81/82	293/290
2006	1,2	222/225	156/158	261/253
2007	0,5	181/184	112/114	270/270
2008	1,1	280/260	218/227	113/100
2009	0,8	192/200	150/126	124/115
2010	1,2	237/233	173/140	133/165
2011	0,7	233/260	151/160	130/120
Середнє	1,3	163/163	101/100	267/257

Примітка. Чисельник – ЧСК, знаменник – ЗП.

Як уже відзначалося, за розмноження ЧС гібридів буряків цукрових важливим показником є КВМ, який залежить не тільки від гідротермічних умов вегетаційного періоду, але й від умов їх зберігання.

КВМ визначали навесні під час розкриття кагатів. Для цього відбирали три стокореневі проби, в яких визначали втрати коренеплодів (непридатних до садіння). Кінцевий КВМ вираховували як різницю між виходом маточників після збирання і втратами їх під час зберігання з розрахунку садіння за площею живлення 70 × 35 см (40,8 тис./га).

Дослідження засвідчили, що коливання коефіцієнту виходу маточних коренеплодів залежало від погодних умов (зокрема радіаційного індексу посушливості періоду інтенсивного росту від змикання листків у міжряддях до збирання).

У більшості років із типовими умовами зберігання коренеплодів спостерігалося чітке зниження КВМ зі зростанням індексу посушливості. У 1995 р. (надмірно вологий, індекс посушливості – 0,60) КВМ становив 1,7; у 1996 р. – 0,92 і 1,8 відповідно. У 1999 р. (посушливий, індекс посушливості – 1,02) КВМ становив 1,3 і у 2003 р. – 1,11 і 1,0 відповідно.

Проте ця залежність не була однозначною. У роки з різними умовами зберігання коренеплодів вона мала свої кількісні відмінності. Упродовж 1995/96–2010/2011 рр. екстремальні умови зберігання маточників у зоні діяльності ДП ДГ «Шевченківське» відзначено тричі: у зимовий період 1997/98, 1998/99 та 2006/07 рр. Таку ж тенденцію виявлено і в цих роках, але КВМ за порівняного індексу посушливості періоду їхнього інтенсивного росту (наприклад, з 1996 чи 1997 рр.) виявився набагато нижчим (0,6–0,9). Це обумовлено зміною погодних умов у другій половині зимового періоду. Досить тепла погода під час зберігання маточників 1997/98, 2006/07 рр. (навіть у середньому температура повітря за цей період була позитивною) посилювала мікробіологічні процеси в коренеплодах і збільшувала ураженість їх гнилями. Утрати коренеплодів при цьому становили: у зимовий період 1997/98 р. – 63,4–64,7%, у 1998/99 р. – 56,0–57,5%, у 2006/07 р. – 68,8–71,4% (див. табл. 10.4).

Викладений у підрозділі експериментальний матеріал дає змогу відзначити таке:

– за роки спостережень густота стояння рослин перед збиранням змінювалася в межах 67–280 тис./га, середня маса коренеплоду – 113–350 г, вихід маточників – 41–227 тис./га;

– коефіцієнт варіації маточників у посушливі роки становив 50–60%, у вологі – 40–60%;

– коефіцієнт кореляції між ГТК і густотою рослин та виходом маточників становив відповідно 0,68–0,57;

– не встановлено різниці в рості та розвитку рослин ЧСК і ЗП: у середньому за роки спостережень густота стояння рослин перед збиранням у ЧСК становила 163 тис./га, маса коренеплоду – 267 г, вихід маточників – 101 тис./га, ЗП – 163 тис./га, 257 г і 100 тис./га відповідно;

– з огляду на ці показники, оптимальними для росту та розвитку маточних буряків слід вважати такі метеорологічні умови: кількість опадів за вегетаційний період – 400–500 мм, зокрема за період «сівба – змикання міжрядь» – 250–300 мм, ГТК – 1,0–2,0 і 1,2–2,2.

Оцінюючи загалом метеорологічні умови Правобережного Лісостепу України щодо росту та розвитку буряків, варто відзначити, що за температурного режиму є характерним швидке зростання середньодобових температур у весняний період, що потрібно враховувати під час сівби буряків. За даними ННЦ «Інститут землеробства НААН», сума температур понад 10 °С у регіоні становить 2500–2600 °С. Щодо вологозабезпеченості, то в Білоцерківському районі вона дещо вища, ніж у Тетіївському і Володарському районах. Кількість опадів за квітень – жовтень у районі Білої Церкви становить 377 мм, Тетієва – 360, Володарки – 370 мм (Покотило, 2008).

Таблиця 10.4. **Коефіцієнт виходу маточників залежно від індексу посушливості вегетаційного періоду та умов зберігання (ДГ «Шевченківське» Тетіївського району, Київської області)**

Рік	Індекс посушливості	Умови зберігання	КВМ
		Утрати, %	
1995/96	0,60	типові	1,7/1,7*
		8,2/8,0	
1996/97	0,57	типові	1,8/1,8
		7,5/7,6	
1997/98	0,65	екстремальні	0,7/0,7
		63,4/64,7	
1998/99	0,92	екстремальні	0,9/0,9
		57,5/56,0	
1999/00	1,02	типові	1,3/1,3
		14,0/16,5	
2000/01	1,04	типові	1,6/1,9
		7,5/8,0	
2001/02	0,89	типові	1,8/1,9
		12,7/12,5	
2002/03	0,72	типові	1,2/1,2
		10,3/11,0	
2003/04	1,12	типові	1,0/1,0
		10,5/11,0	
2004/05	0,97	типові	0,9/0,9
		10,2/10,7	
2005/06	0,83	типові	1,8/1,8
		11,3/11,0	
2006/07	0,82	екстремальні	1,1/1,4
		71,3/63,8	
2007/08	0,95	типові	2,4/2,4
		12,7/13,0	
2008/09	0,91	типові	4,5/4,7
		15,5/15,7	
2009/10	1,23	типові	3,1/2,6
		18,2/16,0	
2010/11	1,24	типові	3,6/2,9
		14,3/14,5	
2011/12	1,30	типові	3,1/3,2
		16,8/17,3	
Середнє	0,93	21,4/21,0	2,1/1,9

*****Чисельник – ЧСК, знаменник – ЗП.

Низький вихід КВМ у деякі роки зумовлений не тільки умовами їх вирощування, але й зберігання. Зменшення цього показника в посушливі роки, на наш погляд, пов'язане із суттєвою зміною стану клітин коренеплодів, зокрема тургорного тиску в них під час збирання, що негативно впливає на їхню збереженість. Тому досить важливим є пошук прийомів, які сприяли б підвищенню тургорного тиску в коренеплодах перед зберіганням їх у траншеях. Перспектива розв'язання цього питання пов'язана, на нашу думку, з вирощуванням дрібних маточників, вирівняних за масою, зміни тургорного тиску в яких менш виражені, тобто які менше піддаються впливу посухи. Це можливо коригувати строками і способами сівби, густотою рослин та іншими агротехнічними заходами.

10.3. Поопераційна технологія вирощування маточників

Важливою ланкою під час розмноження гібридів буряків цукрових є вирощування їхніх маточних буряків. За культури маточних буряків ставиться мета: одержати якомога більше вирівняних маточників. Був започаткований термін – коефіцієнт виходу маточників (КВМ), під яким розуміють відношення площі садіння насінників до площі посіву маточних буряків. Теоретично це може бути 4–5 і вище. Проте слід зазначити, що як кількісний, так і якісний показники загалом по країні і в багатьох господарствах є досить строкатими. Якщо в середньому за 1996–2001 рр. КВМ по Україні становив 1–1,1, то, наприклад, в асоціації «Вінницянасінняцукор» – 0,8–1, вирівняність – 50–60% (Балан, Кулик, 2002). Це зумовлено рядом об'єктивних і суб'єктивних причин. Із них назвемо лише три.

Перша причина – орієнтування до теперішнього часу на вирощування коренеплодів масою 150–800 г, тому в практиці господарств вирощують коренеплоди, маса яких змінюється в широких межах – від 100–150 до 600–800 г, а за даними асоціації «Вінницянасінняцукор» маса коренеплоду в середньому за 1991–1995 рр. становила 478 г, за 1996–2000 рр. – 474 г, за 2001–2002 рр. – 482 г.

Друга причина – різке зменшення норми висіву базисного (елітного) насіння через його високу вартість. Як наслідок у більшості насінницьких господарств густота маточних буряків не перевищує 100 тис./га, яка рекомендована для вирощування буряків цукрових на фабричні цілі. Згідно ж з інструкцією з апробації репродукційних і маточних посівів густота перед збиранням повинна бути не менше ніж 140 тис./га рівномірно розміщених рослин (Гизбуллин, 1987).

Третя причина – у процесі виробництва маточних буряків разом із низькою польовою схожістю насіння під час підготовки до зберігання і садіння вибраковується приблизно 25–40% коренеплодів, а за повного технологічного циклу – 46% (Сологуб, 2002).

Проте вихід і вирівняність маточних коренеплодів тією чи іншою мірою залежать від усього комплексу агротехнічних чинників за їх вирощування, а саме: попередників, способів підготовки ґрунту, строків і способів сівби, якості насіння, густоти (норми висіву), строків і способів збирання та ін.

Розміщення в сівозміні. У зоні нестійкого зволоження маточні буряки розміщують у ланці чистий або ранній зайнятий пар – пшениця озима – маточні

буряки. У північній і західній частинах цієї зони заміна чистого пару зайнятим сприяє підвищенню продуктивності сівозміни і не знижує виходу маточників.

Для запобігання ураження шкідниками та хворобами маточні буряки в сівозміні слід розміщувати якомога далі від старих буряковищ та від місця їхнього кагатування. Не дозволяється також розміщувати маточні буряки після фабричних буряків та насінників. Під маточні буряки слід відводити родючі землі. Між посівами маточних буряків і насінниками, а також посівами буряків на кормові цілі просторова ізоляція повинна бути не менше ніж 1 км.

Основний обробіток ґрунту є найважливішим заходом у системі зяблевого обробітку ґрунту. Його проводять для глибокого розпушування ґрунту, ретельного заробляння органічних і мінеральних добрив, пожнивних решток, створення умов для поліпшення водно-повітряного і поживного режимів та якісного проведення наступних польових робіт.

Інститутом біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України разом із мережею дослідних станцій розроблено поліпшену і напівпарову системи обробітку ґрунту, які застосовують залежно від погодних умов, стану ґрунту та типу забур'янення поля.

Поліпшений обробіток застосовують на полях, засмічених переважно багаторічними кореневищними та коренепаростковими бур'янами (пирій, осот, хвощ польовий та ін.). Він передбачає дискування стерні на глибину 6–8 см, лемішне лущення на 12–14 см із боронуванням або коткуванням та глибоку зяблеву оранку (30–32 см) наприкінці вересня – у жовтні.

Напівпаровий обробіток застосовують на полях, засмічених переважно однорічними бур'янами (мишій сизий, куряче просо, лобода біла, щириця, дика редька та ін.). Включає дискування стерні дисковими знаряддями на глибину 6–8 см у два сліди, глибоку оранку (30–32 см) у серпні. В агрегаті з плугом у суху погоду, особливо в разі утворення брил, пускають кільчасто-шпорові котки, а на вологих ґрунтах і для якісного розроблення ґрунту – борони. За потреби ріллю боронують та розпушують культиваторами.

У ДГ «Пархомівське» Інституту буряків цукрових упродовж 1997–2000 рр. вивчали альтернативні глибокій оранці більш енергоощадні способи основного обробітку ґрунту під маточні буряки: 1) дискування + оранка на глибину 30–32 см (ПН-4-35) – контроль, 2) те, що і вар. 1, але ярусна оранка (ПЯ-3-35), 3) плоскорізний обробіток ґрунту на глибину 30–32 см, 4) те. що і вар. 3, але на глибину 14–16 см, 5) дискування + чизелювання (Ч-2,5) на глибину 30–32 см, 6) плоскоріз + чизелювання на глибину 30–32 см, 7) дискування ЛДГ-10 (Корнієнко та ін., 2007).

Спостереження за динамікою появи сходів і розвитком маточних буряків виявили, що різні способи обробітку ґрунту мають вплив уже в початковий період. Найвищу польову схожість насіння відзначено у варіантах з оранкою (59–60%) та у варіантах з обробітком ґрунту на 30–32 см (57–58%), найнижчу – у варіанті з поверхневим обробітком (54%). Це і зумовило низьку густоту рослин на початку вегетації. За однакової норми висіву найбільшою вона була на варіантах з обробітком ґрунту на глибину 30–32 см. Так, на контролі кількість рослин

на 1 м рядка була 9,7 шт. (215 тис./га), за ярусної оранки (вар. 2) – 9,5 шт. (211 тис./га). За плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 14–16 см кількість рослин на 1 м рядка становила 8,3 шт. (184 тис./га), за поверхневого обробітку (вар. 7) – 7,7 шт. (172 тис. га). Отже, за $НІР_{0,05}$ – 25 тис./га зниження густоти, порівняно з контролем, спостерігали за мілкого обробітку ґрунту (вар. 4, 7).

Доведено істотну різницю між масою рослин буряків у період «повні сходи» за різних способів обробітку ґрунту. Найменшою маса рослин була на варіантах із глибокою оранкою (61–63 г), найбільшою (70–71 г) – за плоскорізного обробітку ґрунту та чизелювання. Це, насамперед, пояснюється тим, що в названих вище варіантах була різна густота: у першому випадку вона була більшою, у другому – меншою.

Відомо, що хвороби завдають значної шкоди врожаю сільськогосподарських культур та його якості. Поширений в усіх зонах бурякосіяння коренеїд за високого ступеня ураження рослин спричиняє їхню загибель, сходи зріджуються і, як наслідок, знижується вихід маточників. Установлено, що в роки досліджень жоден зі способів обробітку ґрунту не мав стійкої переваги щодо захисту сходів культури від коренеїду. В усі роки дещо меншим ураження рослин буряків було у варіанті з оранкою (вар. 1, 2) та з поверхневим обробітком ґрунту (вар. 7). За плоскорізного обробітку ґрунту, в середньому за три роки, уражених коренеїдом рослин було в 1,7 рази (за чизелювання – в 1,4 рази) більше, ніж за оранки.

Інтенсивніше поширення хвороб сільськогосподарських культур за безполицевого обробітку ґрунту відзначалося багатьма дослідниками (Хильницький, 1996; Балан та ін., 2000). Пояснюється це тим, що на поверхні ґрунту залишається значна кількість органічних решток попередніх культур, інокульованих збудниками хвороб. За даними Уладово-Люлинецької ДСС, за плоскорізного обробітку ґрунту під пшеницю і під буряки цукрові в середньому за 1991–1995 рр. уражених коренеїдом рослин було на 3%, а в 1995 р. – на 19% більше, ніж за оранки (Хильницький, 1996).

Порівняння варіантів за інтенсивністю випадання рослин показує, що на варіантах поверхневого та плоскорізного способів обробітку ґрунту за вегетаційний період випадало 6–8% рослин. На варіантах з оранкою зрідженість посівів за вказаний період не перевищувала 4–5%.

Чимало дослідників (М. В. Брагін, С. І. Матушкін, Ю. П. Манько) зазначають, що контролювання бур’янів, особливо багаторічних, загалом має проводитися за основного обробітку ґрунту. У наведеному вище досліді жоден зі способів основного обробітку (за винятком варіанту 2 – ярусна оранка) не був ефективнішим проти бур’янів за контрольну глибоку оранку. Так, коли на контролі (вар. 1) і за ярусної оранки перед замерзанням ґрунту було 80–76 шт. сходів бур’янів, то в інших варіантах – 98–151 шт. сходів на 1 $м^2$ або в 1,2–1,9 рази більше. Аналогічну закономірність відзначено на початку вегетації і перед збиранням маточних буряків.

Вища забур’яненість посівів у разі застосування безполицевих знарядь спостерігалася в багатьох дослідах і пояснюється тим, що за цих способів обро-

бітку ґрунту насіння бур'янів нового врожаю, а також того, що у великій кількості надійшло з гноєм, зосереджується переважно в поверхневих шарах ґрунту, звідки масово проростає. Потрапляючи в глибокі шари ґрунту, воно у великій кількості гине або дає нежиттєздатні сходи.

Унаслідок досходового боронування посівів, шаровки і міжрядних розпушень та застосування гербіцидів переважна більшість бур'янів у досліді була знищена, і до часу збирання маточних буряків кількість їх за варіантами дещо вирівнялась. Однак кількість бур'янів залишилася значно вищою за безполицевого обробітку ґрунту, ніж за звичайної чи ярусної оранки. Найбільша кількість бур'янів у цей період була за мілкого обробітку (вар. 7) – 109 проти 30 шт. сходів/м^2 на контролі.

Підвищена кількість бур'янів за плоскорізного і поверхневого обробітків ґрунту – результат зосередження їхнього насіння у верхніх шарах ґрунту. Після восьмирічного застосування плоскорізного обробітку в зоні недостатнього зволоження в шарі ґрунту 0–5 см їх було у 2,2 рази більше, ніж за оранки. Таке ж явище спостерігалось і в зоні нестійкого зволоження (Матушкин, 1983).

На варіантах, де проводили розпушування ґрунту чизелем на глибину 30–32 см, до самого збирання врожаю ділянки були менш забур'яненими, порівнюючи з плоскорізним і поверхневим обробітками. Отримані дані свідчать, що обробіток ґрунту без обертання скиби потребує підвищеного контролю за фітосанітарним станом посівів.

Від способу основного обробітку ґрунту істотно залежить рівномірність заглиблення коренеплодів відносно поверхні ґрунту, густота маточних буряків, їхній якісний і кількісний склад. За даними Чернівецької державної сільськогосподарської дослідної станції (середнє за три роки), на ділянках із плоскорізним обробітком ґрунту кількість коренеплодів, головки яких розміщувалися на рівні поверхні ґрунту, була на 10,5–11,6% меншою, ніж за оранки на глибину 28–30 см, і на 16,2–17,3% меншою, ніж на ділянках з ярусною оранкою; кількість коренеплодів конічної та клиноподібної форм – на 10,1 і 10,1% відповідно (Добротворцева, 1971).

У наведеному вище досліді за плоскорізного та поверхневого обробітків ґрунту виростає значна кількість коренеплодів неправильної форми – багатохвостових (розгалуджених), мішкоподібних. Так, коли у варіантах із оранкою кількість розгалужених коренеплодів була в межах 26–32%, то за плоскорізного обробітку – 41–42%. Найбільш вирівняні за морфологічною формою коренеплодів маточники одержано на ділянках, де основний обробіток проводився ярусним та звичайним плугами. Тут кількість коренеплодів конусоподібної форми становила 72 і 63%, на варіантах із плоскорізним обробітком (вар. 3, 4) та з поверхневим (вар. 7) – 43–45 і 40%. В останньому випадку збільшилася також кількість коренеплодів зрізаного конусу та мішкоподібних, які, за даними дослідників (Корнієнко та ін., 2007), не забезпечують необхідну якість загортання їх у ґрунт: перші висаджуються глибоко, а інші – травмуються.

На фоні звичайної та ярусної оранки маточники мають найоптимальніші для висаджування в ґрунт параметри – технічну довжину та діаметр. У середньому за всіма фракціями маточників довжина коренеплодів на варіантах з оранкою становила 19,0–19,5 см, на ділянках плоскорізного та поверхневого обробітків – 17,0–17,5 см. Довжина коренеплодів на варіантах із чизелюванням була дещо більшою, порівнюючи з плоскорізним обробітком, і меншою, порівнюючи з оранкою (табл. 9.5).

За даними Б. І. Поєхало, маточники, вирощені за покращеної системи основного обробітку ґрунту (поверхневий обробіток на 5–7 і 12–15 см + оранка на початку жовтня) були, порівнюючи із загальноприйнятим обробітком (поверхневий обробіток на 5–7 см + оранка на початку серпня), більш вирівняні за масою, формою, товщиною і, що особливо, серед них – найменше розгалужених.

За вирощування маточників важливе значення має їхня вирівняність за масою та розмірами. Фракційний аналіз їх у період збирання показав, що на варіантах з оранкою маточники переважно були представлені фракціями масою 50–300 і 301–600 г (80–90%), за плоскорізного та поверхневого обробітку ці фракції становили 70–71%, на варіантах із чизелюванням – 76–86%.

Отже, найбільший вихід маточників масою 50–600 г (середня маса – 270–278 г) одержано на варіантах з оранкою, на другому місці щодо цього показника (середня маса – 270–271 г) є варіант із чизелюванням (вар. 5, 6). Застосування плоскорізного та поверхневого обробітків призводило до значного зниження виходу маточників. У зв'язку з наведеним вище аналізом сумарний КВМ був також різним. Найбільший сумарний КВМ був на варіантах з оранкою, особливо ярусною (4,2). За плоскорізного обробітку (вар. 4) та поверхневого (вар. 7) він був найменший (3,0 і 3,1). На варіантах із чизелюванням сумарний КВМ був майже таким самим, як і на контролі (3,4–3,6, на контролі 3,7, за $НІР_{0,05}$ – 6,5) (табл. 10.5).

Таблиця 10.5. **Структура врожаю маточників залежно від способів основного обробітку ґрунту** (Борисюк, Бондар, 2002; Корнієнко та ін., 2007)

Варіант	Густота рослин перед збиранням, тис./га	Середня маса коренеплоду, г	Коренеплодів масою				Сумарний КВМ
			50–300 г		301–600 г		
			тис./га	КВМ	тис./га	КВМ	
1	234	270	62	1,5	44	2,2	3,7
2	213	278	79	1,9	46	2,3	4,2
3	175	275	56	1,4	40	2,0	3,4
4	173	274	50	1,2	36	1,8	3,0
5	190	271	58	1,4	40	2,0	3,4
6	183	270	60	1,5	42	2,1	3,6
7	162	284	53	1,3	38	1,9	3,1
$НІР_{0,05}$	11	–	6,5	–	6,5	–	–

У зоні нестійкого зволоження лівобережної частини Лісостепу України в зерно-буряковій сівозміні найдоцільніше поєднувати поверхневий обробіток з

оранкою під буряки цукрові, що забезпечує, порівняно з систематичним полицевим різноглибинним обробітком ґрунту, отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур за скорочення енергозатрат на 30% (Пащенко та ін., 2001).

Основне удобрення маточних буряків. Одержання найбільшої кількості якісних маточників з одиниці площі за найменших затрат праці та матеріальних ресурсів нерозривно пов'язано з правильним застосуванням добрив. За даними Іванівської ДСС, на удобрюваному фоні в середньому за рік (1972–1996 рр.) на формування однієї тонни врожаю (40–50 тис.) коренеплодів із ґрунту використовується: азоту – 3,41 кг, рухомого фосфору – 0,85 кг, обмінного калію – 4,75 кг; із добрив – 7,43; 3,71 та 5,98 відповідно. Під маточні буряки вносять: органічні добрива в повній нормі, мінеральні – 80–90% від загальної річної їхньої кількості.

Внесення гною. Напівперепрілий (підстилковий) гній у дозі 30–40 т/га вносять під лемішне лущення або глибоку оранку. Розрив між розкиданням і приорюванням гною не повинен перевищувати 2–3 години. Рідкий гній у дозі 80–100 т/га вносять під лемішне лущення або зяблеву оранку чи по ріллі з негайним загортанням у ґрунт.

Внесення мінеральних добрив. За даними Інституту цукрових буряків, у зоні нестійкого зволоження для отримання 100–120 тис./га маточних коренеплодів масою 200–250 г потрібно внести N – 70–80 кг/га, P_2O_5 – 90–100, K_2O – 90–95 кг/га (перша цифра – норма внесення NPK за вирощування маточників після пшениці озимої, під яку вносили органічні та мінеральні добрива; друга – без внесення і органічних добрив під попередник).

За вирощування маточників і насінників буряків цукрових у сівозміні з бобовими культурами доцільно зменшити дозу азоту в ланці з горохом, соєю і викою на 20–25% у ланці з багаторічними травами і одночасно збільшити дозу внесення калію на 10–15%, а на чорноземах вилугуваних – збільшити дозу фосфору на 10–15% (Заришняк та ін., 2000).

Вапнування. Вапнуванню підлягають ґрунти, гідролітична кислотність яких становить понад 1,8 мг-екв на 100 г ґрунту. Дозу визначають за формулою:

$$Д = \frac{Г \times 1{,}8 \times В}{10о},$$

де Д – доза вапнякових добрив, т/га; Г – гідролітична кислотність ґрунту, мг-екв на 100 г; 1,8 – постійний коефіцієнт; В – уміст $CaCO_3$ у вапняковому добриві, %.

Для вапнування використовують переважно дефекат, який крім вапна містить азот, фосфор і калій.

Ранньовесняний обробіток ґрунту. Ранньовесняний обробіток ґрунту («закриття вологи») включає суцільне розпушування та вирівнювання. Проводять у період фізичної стиглості ґрунту, коли вологість його вища на 3–4% від нижньої межі пластичності, і ґрунт не мажеться та подрібнюється без залипання робочих органів ґрунтообробних знарядь. Ці дві операції зазвичай поєднують в одну – комплексну. Для виконання цих робіт, а також заробляння ґрунтових гербіцидів за один прохід застосовують агрегат типу АРВ-8,1-01. У разі відсутності його та подібних агрегатів розпушування та вирівнювання ґрунту здійснюється

традиційними широкозахватними агрегатами, що комплектуються боронами та шлейф-боронами.

Передпосівний обробіток ґрунту. Передпосівний обробіток ґрунту проводять одночасно із сівбою маточних буряків. На ущільнених ґрунтах і за недостатньої кількості вологи застосовують культиватори. На пухких ґрунтах і за достатнього зволоження верхнього шару можливе використання важких або середніх борін, переобладнаних за типом ВНІЦ-Р із райборонками.

Якщо ґрунт перед сівбою надто пухкий і насіння загортається глибоко, застосовують важкі водоналивні котки в агрегаті з райборонками. Коткування проводять під невеликим кутом до напрямку сівби.

На чорноземах звичайних та типових середньосуглинкових кращим способом передпосівного обробітку ґрунту є обробіток, який проводять культиватором, а також боронами ВНІЦ-Р (особливо за ранніх строків сівби) на глибину загортання насіння з попереднім вирівнюванням шлейф-боронами.

Дослідженнями, проведеними на Льговській ДСС (1983–1985 рр.), установлено, що передпосівний обробіток ґрунту фрезерними культиваторами КФ-5,4, порівняно з культиватором обладнаним лапами-бритвами, забезпечує якісніше розробляння і перемішування посівного шару ґрунту, підвищує польову схожість насіння буряків цукрових та ефективність ґрунтових гербіцидів.

Висока продуктивність та якість передпосівного обробітку ґрунту досягаються в разі використання агрегату АРВ-8,1-0,2, що забезпечує розпушування ґрунту на задану глибину заробляння насіння (2–4 см) без перемішування шарів. Агрегат обладнують здвоєними плоскорізними лапами, дисковими або прутковими роторами. Високу якість підготовки ґрунту до сівби за один прохід забезпечує також багатоопераційний начіпний високопродуктивний агрегат АПБ-6 «Україна». Після проходу агрегату поверхневий шар ґрунту відповідає нормативним вимогам зі створення найкращих умов для проростання насіння за фракційним складом ґрунтових часток, а саме розміром менше 10 мм приблизно 90% і 10–25 мм – 7%, а 25–30 мм – менше 3%.

Упродовж 1998–2004 рр. у ДГ «Пархомівське» Харківської області вивчали різні способи передпосівного обробітку ґрунту під маточні буряки: 1) культиватором УСМК-5,4Б (контроль); 2) бороною ВНІЦ-Р; 3) бороною ВНІЦ-Р, покращеною (у майстерні ДГ створено ВНІЦ-Р покращену); 4) бороною ВНІЦ-Р, покращеною в два проходи; 5) агрегатом АРВ-8,1-02.

Різні способи передпосівного обробітку ґрунту вплинули на польову схожість насіння, густоту рослин, початковий їх ріст і розвиток. Більш повні сходи і розвинені рослини були також на варіантах з обробітком ґрунту бороною ВНІЦ-Р покращеною та агрегату АРВ-8,1-02, порівняно з контролем і обробітком ґрунту бороною ВНІЦ-Р звичайною. У середньому за три роки густота рослин у період «повні сходи» становила в першому випадку 189–209 тис./га, маса 100 рослин – 63–65 г, ураженість коренеїдом – 2,5–2,7%, у другому – 149–151 тис./га, 60–61 г, 3,0–3,2% відповідно (табл. 9.6). На цих же варіантах спостерігалась і більша рівномірність розподілення сходів. Коефіцієнт варіації становив 17,0–17,8, тоді як на контролі – 26,7.

Засміченість посіву була переважно через ярі бур'яни. Зменшення інтенсивності передпосівного обробітку (вар. 2), порівняно з традиційним (вар. 1), призводить до повного знищення бур'янів (табл. 10.6). Подібну закономірність отримано й іншими дослідниками.

Порівняння варіантів за інтенсивністю випадання рослин упродовж вегетаційного періоду свідчить, що на варіантах із передпосівним обробітком ґрунту бороною ВНІЦ-Р покращеною та агрегатом АРВ-8,1-02 випало 8–9% рослин, на контролі – 11%. Тому густота маточних буряків перед збиранням, як і в період «повні сходи», була на цих варіантах на 30–60 тис./га більшою, ніж на контролі. Так, коли на контролі сумарний їх вихід у середньому за три роки становив 91 тис./га, маса – 281 г, то на варіантах з обробітком ґрунту бороною ВНІЦ-Р покращеною та агрегатом АРВ-8,1-02 відповідно на 100–106 тис./га і 270–274 г. На варіанті з передпосівним обробітком бороною ВНІЦ-Р звичайною сумарний вихід маточників був таким же, як і на контролі.

Таблиця 10.6. **Вплив способів передпосівного обробітку ґрунту на початковий стан посівів маточних буряків** (Корнієнко, 2003)

Варіант	Польова схожість насіння, %	Густота рослин		Маса 100 рослин, г	Ураженість коренеїдом, %	Бур'янів, шт./м^2
		тис. шт./га	коефіцієнт варіації			
1	56	7/155	26,7	60,9	3,0	8
2	55	7/155	27,3	60,3	3,2	14
3	60	8,5/189	17,8	63,4	2,7	4
4	62	9,1/202	17,0	64,6	2,5	0
5	63	9,4/209	17,0	65,6	2,5	4
$НІР_{0,05}$	4	20	–	4,3	–	–

Аналіз фракційного складу маточників виявив, що на варіантах з обробітком ґрунту бороною ВНІЦ-Р покращеною та агрегатом АРВ-8,1-02 збільшується кількість коренеплодів масою 50–300 г за однакової їх кількості масою 301–600 г, тобто збільшення сумарного виходу маточників на цих варіантах відбувалося за рахунок фракції 50–300 г.

Найбільший КВМ–3,7 отримано на варіанті з передпосівним обробітком ґрунту агрегатом АРВ-8Д-02. Майже такий самий (3,6) отримано на варіантах з передпосівним обробітком бороною ВНІЦ-Р покращеною. На контролі і на варіанті з обробітком ґрунту звичайною бороною ВНІЦ-Р–КВМ дещо зменшувався (табл. 10.7).

Таблиця 10.7. **Вплив способів передпосівного обробітку ґрунту на кількість і якість маточників** (Корнієнко та ін., 1982)

Варіант	Густота рослин перед збиранням, тис./га	Середня маса коренеплоду, г	Вихід маточників (тис./га), масою		Сумарний вихід	
			50–300 г	301–600 г	тис./га	КВМ
1	140	281	47	44	91	3,4
2	140	283	46	45	91	3,3
3	172	274	56	44	100	3,6
4	184	270	60	43	103	3,6
5	190	270	62	44	106	3,7
$НІР_{0,05}$	15	–	–	–	6,5	–

Сівба маточних буряків. За сівби маточних буряків необхідно дотримуватися певних правил. *Перше правило.* Тільки висока польова схожість насіння створює передумови для отримання оптимальних і рівномірних сходів. Тому сівбу потрібно проводити каліброваним (протруєним, інкрустованим) насінням фракції 4,5–5,5; 3,5–4,5 і 3,0 (3,25)–3,5 мм. Численні досліди, проведені впродовж багатьох років, засвідчили, що немає істотної різниці між насінням різних посівних фракцій за вирощування з них маточних буряків.

Так, у ДГ «Шевченківське» Київської області за сівби насінням фракції 3,5–4,5 мм польова схожість становила 64%, густота перед збиранням – 192 тис./га, вихід маточних коренеплодів – 180 тис./га, за сівби насінням фракції 3,25–3,5 мм – 61%, 184 і 173 тис./га відповідно. Аналогічна закономірність отримана і в дослідах Верхняцької ДСС (табл. 10.8). За даними станції, вихід дрібного насіння (3,0–3,75 мм) ЧС компонента гібрида Верхняцький ЧС 63 становив 20% від заготовлюваного і 51% від посівного. Отже, проведені дослідження ще раз засвідчили доцільність використання для репродукційних і маточних посівів, окрім фракції 4,5–5,5 і 3,5–4,5 мм, насіння фракції 3,0 (3,25)–3,5 (3,75) мм. Посівні якості базисного (елітного) насіння повинні відповідати вимогам стандарту: схожість – не менше 85%, вирівняність – не менше 85%.

Таблиця 10.8. **Польова схожість насіння і вихід маточників буряків цукрових за сівби каліброваним насінням різних фракцій** (Балан та ін., 1998)

Показник	Насіння фракції, мм		
	4,5–5,5	3,5–4,5	3,25–3,5*
ДГ «Шевченківське» (1994–1996 рр.)			
Норма висіву насіння, шт./м	20	20	20
Польова схожість, %	62	64	61
Густота: повні сходи, шт./м	32	9,5	9,0
Перед збиранням, тис./га	190	192	184
Вихід маточних коренеплодів, тис./га	179	180	173**
Верхняцька ДСС			

Норма висіву насіння, шт./м	–	20	24
Густота: повні сходи, шт./м	–	9	10
Перед збиранням, тис./га	–	174	166
Вихід маточних коренеплодів, тис./га	–	158	145***

*на ВДСС – 3,0–3,75 мм; **маса коренеплодів – 60–600 г; ***маса коренеплодів – 50–900 г.

Друге правило. Дотримання оптимальної норми висіву насіння, що забезпечує потрібну густоту і найбільший вихід маточних коренеплодів. Норму висіву насіння встановлюють диференційовано, залежно від його схожості, окультуреності ґрунту, очікуваної польової схожості тощо, з розрахунку на те, щоб і на високоокультурених полях одержати 10–12 сходів, середньоокультурених – 12–14 і слабоокультурених – 14–16 сходів на один метр довжини рядка. Норму висіву визначають за формулою:

$$Н = \frac{З \times 106}{С - Ін \times к},$$

де З – запланована кількість сходів, шт./м; Н – норма висіву насіння, шт./м; С – лабораторна схожість; Ін – індекс зниження лабораторної схожості в польових умовах (польова схожість); К – коефіцієнт ростковості.

Приклад: за очікуваної польової схожості 60–65% і більше на 1 м рядка висівають 20–22 насінини з лабораторною схожістю 85–90%, за 50–55% – 22–24 насінини на 1 м рядка.

У ДГ «Шевченківське» (Київська область) за сівби з нормою висіву 20, 30 і 40 насінин на 1 м рядка вихід маточних коренеплодів становив 172, 186 і 242 тис./га, середньою масою 277, 200 і 130 г відповідно (табл. 10.9).

Таблиця 10.9. **Вихід маточників залежно від норми висіву насіння різних фракцій** (Балагура, 1991)

Фракція насіння, мм	Норма висіву, шт./м	Середня маса коренеплоду	Вихід маточників				Сумарний КВ
			50–300 г		30–600 г		
			тис./га	КВ	тис./га	КВ	
4,5–5,5	20	281	102	2,5	60	2,9	5,3
	30	201	181	4,5	42	2,0	6,6
	40	186	211	5,2	31	1,5	6,7
3,5–4,5	20	286	108	2,6	67	3,3	5,9
	30	277	130	3,8	56	2,7	6,5
	40	215	200	4,9	42	2,0	6,9

У дослідах Інституту буряків цукрових, проведених у зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу (Вінницька область) за весняної сівби з нормою висіву 15, 20 і 25 насінин на 1 м рядка, вихід маточних коренеплодів становив 112, 142 і 156 тис./га, середня маса – 284, 270 і 240 г відповідно (таблиця 10.10). Норма висіву також вплинула на рівномірність розміщення рослин у рядку. Збільшення її призводило до зменшення кількості пропусків із недопустимими інтервалами (більше 14 см). Так, за весняної сівби і за норми висіву насіння 15 шт./м, інтервалів 0–7 см, було 28%, за висіву 25 шт./га – 48%, більше 14 см –

20 і 15% відповідно. Проте найбільша кількість сходів (46%) з оптимальними інтервалами для маточних буряків була за сівби з нормою висіву насіння 20 шт./м. Коефіцієнт варіації при цьому становив: за норми висіву насіння 15, 20 і 25 шт./м відповідно 58–60, 50–52 і 56–58%. Ця закономірність варіювання інтервалів залежно від норми висіву насіння зберігалася до збирання.

Отже, найзатребуваніший тип рослин маточних буряків (розетка листків конусоподібна пряморосла, головки коренеплодів розміщені рівномірно відносно поверхні ґрунту, сам коренеплід має форму подовженого конуса) можна отримати за норми висіву насіння 20–25 шт./м.п.

Третє правило. Дотримуватися оптимальних для репродукційних і маточних посівів строків сівби. Строки сівби залежать від погодних умов, що складаються у весняний період, і вологості ґрунту. Оскільки мета – отримати коренеплоди масою 50–600 г, то маточні буряки сіють дещо пізніше фабричних, майже після завершення сівби останніх, що припадає на кінець квітня – початок травня. Ґрунтово-кліматичні умови Центрального Лісостепу, де вирощують насіння буряків цукрових висадковим способом, дають змогу проводити і літню сівбу для вирощування маточних буряків, що припадає на червень – першу декаду липня, дотримуючись правила – сіяти у вологий ґрунт. Спостереження і обліки показали, що строки сівби впливають на динаміку появи сходів. Невисока середньодобова температура весною в зоні Центрального Лісостепу дещо знижує інтенсивність появи сходів за весняної сівби, порівнюючи з літньою. Тому масова поява сходів у першому випадку відмічена на 9–11, повна – на 14–16 добу, у другому – на 6–8 і 12–14 добу після сівби.

Таблиця 10.10. **Вихід садивних коренеплодів залежно від норми висіву насіння і строків сівби** (Балан та ін., 1998)

Строк сівби	Норма висіву насіння, шт./м	Густота перед збиранням, тис./га	Середня маса кореневиду, г	Маточних коренеплодів, тис./га		
				50–300 г	301–600 г	усього
Весняна сівба	15	146	284	77	35	112
	20	198	270	112	30	142
	25	240	240	132	24	156
Літня сівба	15	171	190	139	20	154
	20	227	160	163	18	181
	25	268	136	186	12	198
$НІР_{0,05}$	–	15	–	12	12	12

Спостерігається чітка закономірність у тривалості періоду «сівба – повні сходи» між весняними (травень) і літніми (червень) строками сівби. Так, тривалість цього періоду за травневих строків сівби за роки досліджень становила 17–20, літніх – 12–14 діб (рис. 10.1).

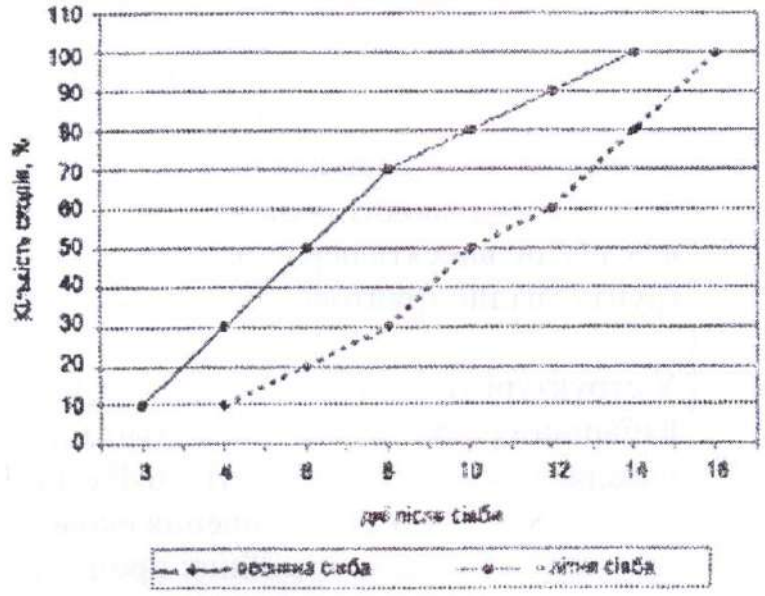


Рис. 10.1. Динаміка появи сходів залежно від строків сівби (ЧСК гібрида ІВП ЧС84, 1999–2001 рр.)

З цієї ж причини спостерігається різниця в кількості сходів, тобто польовій схожості насіння. Так, на 7-му добу після сівби кількість сходів навесні була на 0,7–1,5 шт./м менше, ніж улітку, а на 11-ту добу ця різниця становила 4–5 рослин на 1 м рядка. Ця закономірність зберіглася протягом усієї вегетації, тому густота стояння перед збиранням за весняної сівби становила 146–240 тис./га (залежно від норми висіву), за літньої – 171–268 тис./га. Загалом же найбільший вихід маточних коренеплодів за всіх норм висіву отримано саме за літньої сівби і переважно за рахунок різкого збільшення коренеплодів масою 50–300 г. Так, у дослідах Ялтушківської дослідно-селекційної станції (зона нестійкого зволоження) у середньому за три роки загальний вихід маточних коренеплодів за весняної сівби становив 179 тис./га, за літньої (перша декада липня) – 217,2 тис./га, у САТ «Погребищенське» за більш ранніх літніх строків сівби (перша декада червня) сходів було одержано на 10–12% більше, порівнюючи з весняними. При цьому вихід маточних коренеплодів становив 112 і 159 тис./га відповідно (табл. 10.11).

Перевага літнього строку сівби, порівнюючи з весняним, зумовлена не тільки підвищеним виходом маточних коренеплодів, але й тим, що при цьому є можливість уникнути другої хвилі забур'яненості посівів.

Таблиця 10.11. **Вихід маточних коренеплодів залежно від строків сівби**
(Балан та ін., 2003)

Строк сівби	Густота стояння перед збиранням, тис./га	Середня маса коренеплоду, г	Вихід коренеплодів (тис./га)		
			масою 50–300 г	масою 301–600 г	усього
	Ялтушківська дослідно-селекційна станція				
Весняний	214	235	144	35	179
Літній	296	136	216	1,2	217,2

САТ «Погребищенське»					
Весня-ний	146	284	77	35	112
Літній	171	190	134	20	159

Результати досліджень свідчать, що вихід маточних коренеплодів та їхня вирівняність взаємопов'язані з різними чинниками, а саме: строками сівби і нормою висіву насіння. За літніх строків сівби підвищується вихід маточних коренеплодів та їхня вирівняність, порівнюючи з весняною сівбою. У середньому за три роки за літніх строків сівби (червень) і норми висіву насіння 15 шт./м вихід маточних коренеплодів становив 154 тис./га, за весняних строків сівби і норми висіву 25 шт./м – 156 тис./га, тобто літні строки сівби дають змогу в 1,5 рази зменшити норму висіву насіння, не знижуючи при цьому вихід маточників та їхню вирівняність, порівнюючи з весняною сівбою. Наведені в таблиці дані свідчать також про те, що за літніх строків сівби значно зменшується фактичне відхилення густоти від заданої, порівнюючи з весняними строками сівби. Це дає змогу за меншої норми висіву в першому випадку отримати перед збиранням таку ж густоту рослин, як і в другому випадку, але з більшою нормою висіву насіння (рис. 10.2).

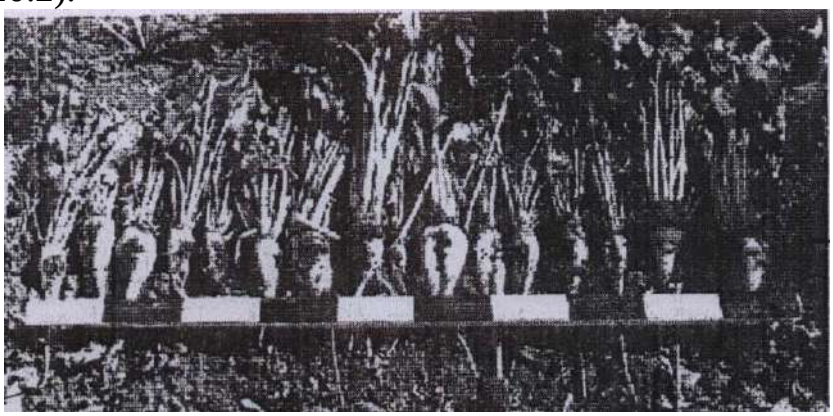


Рис. 10.2. Розміщення рослин маточних буряків перед збиранням за літньої сівби (норма висіву 4 п.о./га)

Упродовж 1999–2001 рр. у ДГ «Пархомівське» (Харківська обл.) вивчали вплив літньої сівби, у зв'язку з різною нормою висіву насіння, на кількість та якість маточників компонентів схрещування ЧС-гібрида Іванівсько-Веселоподільський ЧС 84 (Корнієнко, 2003).

Строки сівби і норма висіву насіння впливають на ступінь розвитку рослин перед збиранням. Маса коренеплоду, листків і співвідношення між ними, а також інші показники за літньої сівби не досягли значень показників за весняної сівби через різну тривалість вегетаційного періоду. Водночас маса листків у рослин літньої сівби була значно більша, ніж маса коренеплодів. Так, співвідношення маси листків і коренеплодів за весняної сівби становило в серпні 2,18, жовтні – 1,12, за літньої – відповідно 3,60 і 1,40. Це свідчить, що ростові процеси коренеплодів, вирощених за літніх строків сівби, не згасають до самого збирання, і що

вони є біологічно більш активними, ніж коренеплоди, вирощені за весняних строків сівби.

Перед збиранням маточних буряків кількість листків на одній рослині за весняних строків сівби була 24–30 шт., літніх – 22–25 шт., їхня висота становила 29–36 і 33–37 см відповідно. Діаметр головки коренеплодів за весняних строків сівби був на 0,9–1,0 см (ЧСК) більшим, ніж за літніх строків сівби. За літніх строків сівби технічна доважка коренеплодів була на 2,2–4,2 см менше, ніж за весняних.

Аналізуючи ріст і розвиток рослин залежно від норми висіву варто відзначити, що за малих норм висіву спостерігається інтенсивніший ріст як листкового апарату, так і коренеплоду. Так, коли за норми висіву насіння 3 п.о. (літня сівба) кількість листків на одній рослині становила 25 шт., висота їх становила 37 см, діаметр головки коренеплоду – 3,5 см, технічна його довжина – 22,3 см.

Стосовно розвитку рослин різних компонентів, то в загальному як за весняної, так і літньої сівби більш розвинуті були рослини ЧСК, порівнюючи із запилювачем.

Строки сівби суттєво позначились і на фракційному складі коренеплодів. Так, коли за весняних строків сівби в ЧСК коренеплодів масою 50–300 г було 48–78 тис./га, то за літніх – 103–138 тис./га, коренеплодів – 301–600 г. Тому середня маса коренеплодів перед збиранням також була більшою за весняного посіву (260–286 г) ніж за літнього (158–173 г). Отже, за літніх строків сівби основну масу коренеплодів (79%) становила фракція 50–300 г, за весняних – 54% від загальної кількості маточників, тобто за літніх строків сівби отримували хоч і дещо дрібніший, проте вирівняніший садивний матеріал (рис. 10.3).

Сумарний вихід маточників за літніх строків становив у середньому за три роки 132–176 тис./га, що на 32–49 тис./га більше, ніж за весняних, і був майже однаковим як у ЧСК, так і в ЗП (табл. 10.12).

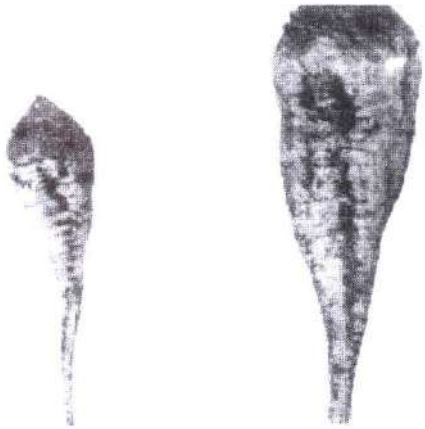


Рис. 10.3. Маточники, вирощені за літніх (зліва) і весняних (справа) строків сівби

Загалом варто відзначити, що вихід маточників у зоні проведення дослідів за весняних строків сівби становив 84%, літніх – 94% від передзбиральної густоти маточних буряків. Пояснюється такий стан значним випаданням рослин за весняних строків сівби, порівняно з літніми. Крім того, це пов’язано також і з тим, що за весняних строків сівби значний відсоток припадає на коренеплоди великих розмірів, які непридатні для висаджування машинами, особливо серед багатонасінного запилювача.

На фракційній склад коренеплодів вплинули також норми висіву насіння. Збільшення норми висіву, тобто густота стояння маточних буряків, призводило до збільшення коренеплодів дрібної фракції і зменшення крупної. Так, за весняної сівби і норми висіву насіння 3 п.о. коренеплодів масою 50–300 г було на 12 і 30 тис./га більше, ніж за норми висіву 3,5 і 4 п.о. відповідно. Аналогічну закономірність виявлено і за літніх строків сівби.

Спостерігається пряма залежність між густотою (нормою висіву) і виходом маточників. Збільшення норми висіву від 3 п.о. до 3,5 і 4 п.о. супроводжувалося збільшенням сумарного їх виходу від 100 до 117 і 127 тис./га за весняних строків сівби і від 132 до 160 і 176 тис./га за літніх відповідно. При цьому майже однаковий вихід маточників був як за весняного строку сівби, так і літнього, але за норми висіву в першому випадку 4 п.о. (середня маса коренеплодів становить 260–265 г), у другому – 3 п.о. за середньої маси коренеплодів 158–160 г.

Проведені дослідження також свідчать, що збільшення норми висіву насіння від 3,5 до 4 п.о. не призводить до значного підвищення сумарного виходу маточників, особливо за весняних строків сівби (табл. 9.12).

За даними Чернівецької дослідної станції, за висіву на 1 м рядка 14–16 насінин вихід маточників становив 70,1 тис./га, 18–20 насінин – 79,3 тис./га, 22–24 насінин – 84,0 тис./га (Даньков, 1980).

Таблиця 10.12. **Вплив строків сівби і норми висіву насіння на якість і кількість маточників** (Корнієнко, 2003)

Строк сівби	Норма висіву, п.о./га	Середня маса коренеплоду, г	Коренеплодів масою (г), тис./га		
			50–300	301–600	50–600
Весняна сівба	4	265/260	78/79	49/50	127/129
	3,5	273/271	60/61	57/56	117/117
	3	285/286	48/46	52/52	100/98
Літня сівба	4	158/160	138/138	38/39	176/177
	3,5	161/165	127/126	33/34	160/160
	3	173/175	103/102	29/31	132/133

Примітка. Чисельник – ЧСК, знаменник – ЗП.

Зібрані маточники кожного варіанта зберігались окремо в кагатах. Під час розкриття кагатів навесні з кожного варіанта відбирали три стокореневі проби для визначення якості зберігання і ступеня ураженості їх хворобами і шкідниками. Установлено, що збереженість коренеплодів, вирощених за літніх строків сівби, вища ніж за весняних. У середньому за три роки ураженість коренеплодів кагатною гниллю за весняних строків сівби становила 9–10%, за літніх – 6–7%, здорових коренеплодів було 87,8 і 95,3% відповідно.

Щодо збереженості коренеплодів окремо ЧСК і ЗП, то вона була майже однаковою в обох компонентів (табл. 10.13). За даними Іванівської ДСС, вихід маточників (у % до закладених на зберігання) становив у багатонасінної диплоїдної форми 98%, чоловічостерильної – 99% (Будовський, 1992).

Таблиця 10.13. **Збереженість маточників залежно від строків сівби**
(Корнієнко та ін., 2007)

№ вар.	Строк сівби	Роки	Коренеплодів, %				
			з ростками			уражених гниллю	здорових
			до 6 см	Більше ніж 6 см	почорнілими		
1	Весняна сівба	1999/00	50/51	37/34	18/19	10/12	86/84
		2000/00	19/20	–	4/5	6/6	90/89
		2001/02	34/34	45/46	33/34	11/13	88/86
		Середнє	34/35	27/27	18/19	9/10	88/86
2	Літня сівба	1999/00	61/60	4/6	15/14	8/9	93/91
		2000/00	41/41	–	1/1	2/3	96/95
		2001/02	46/45	12/11	30/32	8/9	97/96
		Середнє	49/49	5/6	15/16	6/7	95/94
$НІР_{0,05}$			–	–	–	–	2,1–3,8

Примітка. Чисельник – ЧСК, знаменник – ЗП.

Ці дані цілком узгоджуються з даними інших дослідників (Sekimura et al., 1986; Корнієнко, 2003; Григоренко, 1970; Сидоренко, 1980; Войналович, 1992) про те, що маточники, вирощені за літніх строків сівби, біологічно молоді і стійкіші до ураження кореневими гнилями, краще зберігаються взимку.

КВМ визначали весною (після зберігання) з розрахунку їх садіння 40,8 тис./га масою 50–300 г і 23,8 тис./га масою 301–600 г. У середньому за три роки за літніх строків сівби він становив 3,9–5,0, за весняних – 2,9–3,9. Тобто КВМ обох компонентів за літніх строків сівби збільшується майже в 1,4 рази (табл. 9.14).

Спостерігається пряма залежність між нормою висіву і КВМ, а саме: чим вища норма висіву насіння, тим більші передзбиральна густота та їх сумарний вихід, і, зрештою, більший КВМ. Так, коли за норми висіву 3 п.о. за весняної сівби сумарний КВМ становив у ЧСК 2,9, то за норми висіву 4 п.о. – 3,8. Аналогічну закономірність отримано і за літньої сівби.

Слід відзначити, що за сумарного виходу маточників, їхній КВ був майже однаковий, як за весняних строків сівби і норми висіву насіння 4 п.о., так і за літніх, але за норми 3 п.о. Збільшення норми висіву з 3,5 до 4 п.о. не призводило до підвищення КВМ (табл. 10.14).

Таблиця 10.14. **КВМ залежно від строків сівби і норми висіву насіння**
(Корнієнко та ін., 2007)

Строк сівби	Норма висіву насіння, п.о./га	Коренеплодів масою (г), тис./га		Сумарний КВ
		50–300 г	301–600 г	
Весняна сівба	4	1,7/1,7	2,1/2,2	3,8/3,9
	3,5	1,3/1,3	2,5/2,4	3,8/3,7
	3	1,3/1,2	1,6/1,8	2,9/3,0

Літня сівба	4	3,2/3,2	1,8/1,8	5,0/5,0
	3,5	2,9/2,9	1,5/1,6	4,4/4,5
	3	2,3/2,3	1,6/1,8	3,9/4,1
$НІР_{0,05}$		–	–	0,7–1,0

Примітка. Чисельник – ЧСК, знаменник – ЗП.

Отже, найзатребуваніший тип рослин маточних буряків (висота рослин – 35–37 см, діаметр головки коренеплоду – 3,5–4,5 см, його довжина – 20–24 см) та найбільшу їхню кількість можна отримати за норми висіву 3,5–4,0 п.о. за весняних і 3,0–3,5 п.о./га за літніх строків сівби. Збільшення норми висіву базисного насіння з 3,5 до 4 п.о. не призводило до значного збільшення маточників. Сумарний КВМ був майже однаковий як за весняної, так і літньої сівби, але за норми висіву 4 і 3 п.о./га відповідно.

Досліди, проведені у Правобережному Лісостепу України (Вінницька обл.), засвідчили, що за весняної сівби на кінцеву густоту маточних буряків (250 тис./га) сумарний КВМ становив 5,3, за літньої – 6,9. Збільшення норми висіву насіння з 15 до 20 і 25 шт./м супроводжувалося збільшенням КВМ відповідно з 3,6 до 4,2 і 4,4 за весняної сівби і з 4,4 до 4,9 і 5,1 – за літньої (Балан та ін., 1998).

В Інституті біоенергетичних культур і буряків цукрових НААН розроблено новий спосіб вирощування маточних буряків – весняна сівба під покрив сільськогосподарських культур (Балан та ін., 2003). Підпокривну сівбу проводять в оптимальні весняні строки маточних буряків. Покривною культурою може бути кукурудза, овес, гірчиця, сорго та ін., яка висівається одночасно з буряками цукровими в один і той самий рядок. Дослідження, проведені в САТ «Погребищенське» Погребищенського, «Жданівське» Хмільницького районів Вінницької області, засвідчили, що способи сівби передусім вплинули на динаміку появи сходів та польову схожість насіння. Так, масову появу сходів у чистих посівах зафіксовано на 9–11 добу, повну – на 14–16, у підпокривних посівах – на 7–9 і 12–14 добу після сівби відповідно. З цієї ж причини спостерігалася різниця в кількості сходів, тобто в польовій схожості насіння. На 7 добу після сівби кількість сходів у чистих посівах була на 1,0–1,5 шт.м. менша, ніж у підпокривних, а на 11 добу ця різниця становила 4–5 рослин на 1 м рядка. Загалом же в підпокривних посівах польова схожість насіння буряків цукрових була на 5–10% вищою, порівнюючи з чистим посівом. Ми пояснюємо це алелопатичною дією кореневих виділень рослин-донорів, у цьому випадку покривної культури. Крім того, рослини-донори відіграють роль культур-санітарів. Установлено, що за чергування буряків цукрових із вівсом зменшується ураженість рослин хворобами на 20–25%, і вдвічі – токсичність ґрунту, порівнюючи з монокультурою. Ці обставини сприяють забезпеченню високої густоти маточних буряків як на початок вегетації, так і перед збиранням. Так, якщо в чистих посівах перед збиранням було 162–248 тис., то в підпокривних – 77–290 тис. рослин/га.

Вихід маточних коренеплодів залежав як від норми висіву, так і способів сівби. Спостерігається пряма залежність між густотою (нормою висіву) і виходом маточних коренеплодів. Так, коли за норми висіву 3 п.о. сумарний вихід коренеплодів становив 114 тис./га, то 3,5 і 4 п.о. – 137 і 157 тис./га відповідно. Аналогічну закономірність одержано і за підпокривних посівів, де зафіксовано найбільший вихід маточних коренеплодів, передусім через різке збільшення їхньої кількості масою 50–300 г, що, як відмічалося, зумовлено більшою густотою рослин, порівнюючи з чистим посівом. Водночас майже однаковий вихід маточних коренеплодів був як у чистих посівах, так і підпокривних, але за норми висіву в першому випадку 3,4–4 п.о., у другому – 3,0–3,5 п.о./га (у САТ «Жданівське»), у САТ «Погребищенське» за чистого посіву і норми висіву 25 шт./м загальний вихід маточних коренеплодів становив 156 тис/га, за підпокривного і норми висіву 15 шт./м – 148 тис./га (табл. 10.15).

Способи сівби. Сівбу проводять механічними та пневматичними сівалками вітчизняного та іноземного виробництва із шириною міжрядь 45, 30 см, стрічкова сівба 45+22,5 см.

Глибина загортання насіння. Насіння загортають у вологий верхній шар ґрунту на глибину 2–3 см, за значного дефіциту вологи – на 3–4 см, збільшуючи водночас і норму висіву на 5–10%.

Посіви маточних буряків ЧС компонента і запилювача розміщують в одному полі, але на окремих ділянках. Спочатку сіють ЧС компонент (80% площі посіву), а потім запилювач (20% площі посіву). Ділянки розділяють незасіяною смугою розміром 4–6 рядків сівалки, а також прапорцями з різнокольорової тканини (ЧС-компонент – червона, запилювач – синя).

Таблиця 10.15. **Вихід маточних коренеплодів залежно від способів сівби і норми висіву насіння** (Балан та ін., 2003)

Строки сівби	Норма висіву насіння, шт./м	Густота перед збиранням, тис. га	Середня маса коренеплоду, г	Вихід коренеплодів (тис./га)		
				масою 50–300 г	масою 301–600 г	всього
САТ «Погребищенське» (1993–1995 рр.)						
Чистий посів	15	146	284	77	35	112
	20	198	270	112	зо	142
	25	240	240	132	24	156
Посів під покрив кукурудзи	15	153	250	117	31	148
	20	315	210	127	28	155
	25	248	А 198	140	28	168
САТ «Жданівське»(2001–2003 рр.)						
Чистий посів	3,5	162	257	73	41	114
	3,5	183	237	92	45	137
	4,0	248	311	119	39	158
Посів під покрив кукурудзи	3,0	183	232	90	44	134
	3,5	200	211	127	42	169
	4,0	290	175	150	43	193

Норма висіву насіння обох компонентів за весняної сівби 20–25, літньої – 15–20 плодів на 1 м довжини рядка.

Догляд за посівами. *Коткування посівів.* Сучасні сівалки укомплектовані спеціальними коточками, що достатньо ущільнюють ґрунт, тому потреба в додатковому післяпосівному коткуванні переважно відпадає. Однак за неякісної сівби (ґрунт крупногрудкуватий, невирівняний, нерівномірне загортання насіння) або за сухої весни та дуже розпушеного ґрунту проводять післяпосівне коткування гладенькими, водоналивними котками (СКГ-2) в агрегаті з райборонками (ЗОР-0,7) під невеликим кутом до напрямку сівби.

Досходове розпушення. Цей технологічний процес проводять на 4–5 добу після сівби широкозахватними агрегатами, укомплектованими зубовими боронами, а також культиваторами, обладнаними ротаційними робочими органами з прутковими роторами без шлейфів. За можливості досходове розпушення проводять двічі, але не пізніше як проростки досягнуть довжини 10 мм.

Післясходовий догляд за посівами складається з першого розпушування ґрунту в міжряддях (шарування), суцільного розпушування ґрунту, коригування чи формування густоти.

Перше розпушення ґрунту в міжряддях. Проводять, тільки-но будуть візуально помітні сходи в рядках. Для цього використовують культиватори з однобічними плоскорізальними лапами із шириною захвату 150 мм, що встановлюються по дві на кожне міжряддя і на глибину обробітку 3–4 см, а також ротаційними батареями, що рухаються в міжряддях і в зонах рядків. Якісніше розпушування ґрунту з мінімальними захисними зонами рядків (не більше ніж 8 см) досягається за використання культиваторів, що призначені для мілкого розпушування ґрунту в міжряддях та в захисних зонах рядків.

На дуже ущільнених і забур’янених полях застосовують культиватор з активними робочими органами фрезерного типу, у зоні дії яких знищення бур’янів досягає 100%. Швидкість руху агрегатів під час проведення першого мілкого розпушування не повинна перевищувати 4 км/год.

Суцільне розпушення ґрунту. На дуже забур’янених полях і за достатньої кількості сходів (не менше ніж 20 рослин на 1 м рядка) застосовують суцільне післясходове розпушування ґрунту. Проводять цей технологічний процес у фазі першої пари справжніх листочків боронами або райборонками, а на ущільнених ґрунтах – середніми боронами і культиваторними агрегатами, обладнаними ротаційними робочими органами. Швидкість руху агрегату 3–4 км/год. з напрямком його під кутом 25–30º до рядків або поперек, з ротаційними робочими органами – 5–6 км/год. із напрямком уздовж рядків.

Формування густоти посіву. Найбільш прогресивним і економічно вигідним способом формування густоти маточних посівів є сівба на кінцеву густоту з розрахунку 10–12 рослин на 1 м рядка. У фазі 2–3 пар справжніх листків на таких площах видаляють «двійники», а також бур’яни в зоні рядка.

Догляд за посівами після формування їхньої густоти. Розпушування ґрунту в міжряддях проводять після закінчення формування густоти посівів на глибину

8–10 см. Для цього культиватори комплектують відповідними робочими органами (лапи-долото). За потреби одночасно з розпушенням вносять мінеральні добрива.

Кількість, строки і глибину подальших розпушень встановлюють залежно від щільності ґрунту, опадів і засміченості посівів. Останнє розпушення міжрядь проводять на глибину 10–12 см за 10–12 діб до збирання маточних буряків, використовуючи лапи-долото.

Присипання бур'янів. За відсутності або слабкої дії внесених гербіцидів непоганих результатів у контролюванні бур'янів досягають присипанням їх землею в захисних зонах і рядках. Перше присипання проводять у фазі 2–3 пар справжніх листків одночасно з розпушуванням ґрунту культиваторами, де на односторонню лапу-бритву захватом 85 мм встановлюють змінні підгортачі шириною 40 мм. Глибина ходу робочого органа – 3–4 см, швидкість руху агрегату – до 4 км/год., висота ґрунтового валика – 2–3 см. Друге присипання проводять у фазі 4–5 справжніх листків у буряків підгортачами шириною 60 см, встановленими на стрілчату лапу. Швидкість руху агрегату – до 6 км/год., висота ґрунтового валика – до 5 см.

Хімічний захист від бур'янів. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків рекомендує дві системи захисту посівів буряків цукрових від бур'янів: комбіновану і посходову (Іващенко, 2001).

Комбіновану систему застосовують на полях із високим рівнем потенційної забур'яненості орного шару.

Комбінована система передбачає обов'язкове внесення в ґрунт гербіцидів, що діють у вологому ґрунті через кореневу систему, і наступні обприскування (двічі чи тричі) сходів буряків цукрових.

Посходова система доцільна на полях із низьким рівнем потенційного засмічення орного шару в господарствах із високим рівнем землеробства і за високого технічного забезпечення.

Ґрунтові препарати краще застосовувати до сівби або до появи сходів буряків цукрових. Можна використовувати такі схеми із застосуванням ґрунтових гербіцидів після висіву до появи сходів: Конкістадор, 70% в.г. – 1,0–1,5 кг/га + Нортрон 500 S – 0,8–1,0 л/га; Пірамін Стар, 46% к.с. – 2,0 л/га + Голтікс, 70% к.с. − 1,0–1,5 л/га; Тореро, 50% к.с. – 2,0 л/га + Нортрон, 500 SC – 0,6 л/га (Ременюк, 2015).

Застосовувати післясходові обприскування в комбінованій і післясходовій системах захисту розпочинають за появи сходів бур'янів.

Перше обприскування посівів по вегетуючих рослинах проводять у фазі сім'ядолей у рослин бур'янів. Рослини буряків цукрових у цей період уже утворюють розвинуті сім'ядолі (довжина сім'ядольних листочків – 2 см).

Застосовують такі препарати: Бетанал Експерт, к.е. – 1,0 л/га, або Бетанал Макс Про 209 OD – 1,25–1,5 л/га + Карібу 50, ЗП – 0,020–0,030 кг/га + ПАР – 0,2 л/га. Для умов Західного Лісостепу за наявності достатньої кількості вологи в ґрунті композицію можна підсилити додаванням Піраміну Турбо, к.с. – 2,0 л/га.

Друге внесення – орієнтовно через 6–8 днів після першого: Бетанал Макс Про 209 OD – 1,25–1,5 л/га + Карібу Екстра – 0,280 кг/га + ПАР – 0,2 л/га.

Третє внесення − орієнтовно через 10–14 днів після другого такою самою композицією (можливе додавання граміниціду, але норми внесення – такі, як проти однорічних злакових бур'янів). У разі появи на полі багаторічних злакових бур'янів граміницид слід вносити окремо або ж у поєднанні з мікроелементами. Також у третє внесення за достатнього зволоження ґрунту слід додати Голтікс 700 КС – 1,0–2,0 л/га.

Доцільно проводити послідовні обприскування гербіцидами з невисокими нормами витрати: у перше внесення – Бетанал Експерт, к.е. – 0,8 л/га або Бельведер Форте, к.с. − 0,6–0,7 л/га. Друге внесення проводять через 5–6 днів із додаванням до Бетаналу Карібу 50, ЗП − 0,020–0,030 кг/га + ПАР − 0,2 л/га. У третє та наступні внесення можна використовувати Бетанал Макс Про 209 OD − 1,25–1,5 л/га та Карібу, 50 ЗП − 0,030 кг/га. За наявності достатньої кількості вологи в ґрунті в останню гербіцидну обробку (перед змиканням міжрядь) додаємо Голтікс Голд, м.с. у нормі 1,0–1,5 л/га (Ременюк, 2015).

Хімічні методи захисту від шкідників та хвороб. Інсектициди застосовують з урахуванням передбачених чи фактичних економічних порогів щільності (шкідливості) основних шкідників буряків (Саблук та ін., 2005). Першу обробку проводять на початку появи сходів, коли небезпека пошкодження шкідниками найбільша. Потреба в першому обприскуванні найчастіше буває на крайніх смугах шириною 40–100 м, оскільки блішки й довгоносики спочатку заселяють краї посівів. За інтенсивних перельотів жуків і заселення ними всього поля його обробляють інсектицидами суцільно.

Потребу і засоби хімічного захисту від хвороб буряків цукрових встановлюють за результатами відповідних прогнозів, аналізів даних про розподіл різних видів хвороб у попередні роки, за результатами обстеження полів. На основі цього розробляється конкретна програма застосування фунгіцидів з урахуванням часу попередження періодів найбільшої шкідливості відповідних видів хвороб за періодами і фазами росту рослин.

Внесення засобів захисту рослин проводять штанговими обприскувачами із широким (15–30 м) захватом. З вітчизняних машин натепер назручнішим є ОП-2000, який переобладнано щілинними розпилювачами і відсікаючими індивідуальними клапанами та фільтрами. З іноземних машин найбільш високоякісні обприскувачі фірм «РАУ» (Німеччина), «Харді» (Данія), «Страйкуп» (США) та інші. Оптимальна норма витрати робочої рідини за внесення препаратів становить 150–250 л/га.

Збирання маточників. В умовах виробництва вихід маточних коренеплодів зазвичай зменшується через відходи під час збирання, що може бути в межах від 30–45% загальної кількості коренеплодів, визначених під час апробації репродукційних і маточних посівів.

Підготовка поля. Перед початком збирання маточників обстежують поле: видаляють цвітушні рослини, кормові та столові буряки. Особливу увагу варто

приділяти виявленню вогнищ хвороб, які через коренеплоди передаються на насінники (переноспороз, мозаїка, іржа, ризоктоніоз, вірусна жовтуха, фузаріоз, ризоманія). Усі вогнища позначаються віхами. Кагатують здорові коренеплоди з уражених ділянок в окремі кагати.

Строки збирання. Важливою умовою одержання високопродуктивних коренеплодів є своєчасне збирання маточних буряків. Як пізнє, так і, особливо, раннє збирання призводить до небажаних наслідків. За раннього збирання, що проходить переважно за високої температури, коренеплоди швидко в'януть, прив'ялюються, втрачають поживні речовини на дихання, а під час зберігання інтенсивно проростають і загнивають. Водночас збільшується кількість «упрямців».

За пізнього збирання можливе пошкодження коренеплодів заморозками. За зниження температури до мінус 5–6 °С коренеплоди, які перебувають у ґрунті, пошкоджуються (головки), а для викопаних і не закагатованих коренеплодів така температура згубна, особливо для крупних (маса 400–600 г). Це в подальшому негативно впливає на їх збереженість у траншеях та насіннєву продуктивність (табл. 10.16).

Залежно від організаційних можливостей, збирання маточників планують із таким розрахунком, щоб починати його за середньодобової температури повітря 6–8 °С. Орієнтовно оптимальним строком початку збирання маточних буряків є перша п'ятиденка жовтня. Зібрати маточні буряки потрібно в стислі строки – за 10–15 днів.

Таблиця 10.16. **Вплив строків збирання і кагатування маточних коренеплодів на їх збереження і насіннєву продуктивність** (Добротворцева, 1971)

Показник	Строк збирання і кагатування		
	05.10	15.10	25.10
Коренеплодів, придатних до садіння, %	81	86	93
Плодоносних насінників, %	73	79	88
Урожайність насіння, т/га	1,82	1,94	2,15
Схожість, %	80	81	83

На основі досліджень, проведених на Іванівській, Уладово-Люлинецькій, Ялтушківській ДСС, встановлено такі граничні строки закінчення збирання маточних буряків: у центральних районах – 15–20 жовтня, південних – 20–25 жовтня.

Окремо збирають ЧСК і ЗП. Починають збирання з ЧСК, коли зібрано половину площ, беруться за збирання ЗП. Окремо також кагатують ЧСК і ЗП. Водночас використовують сигнальні прапорці з різнокольорової тканини аналогічно сівби.

Способи збирання. Збирають маточники за допомогою тих самих комплексів, що і фабричні, але машини регулюють на підвищений зріз листкової маси – 3–4 см.

За даними Ялтушківської ДСС (Назарук, 1997), за збирання маточників роздільним способом у середньому за три роки і за загущеної сівби кількість коренеплодів зі зрізаною головкою становила 0,9%, за звичайної – 3,6%; нормально зрізаних (на 2–5 см) – 92–97 і 72–85% відповідно. Втрати коренеплодів за загущеного посіву становили 5–9%, за звичайного – 2,8–3%.

У ДГ «Пархомівське» (2001–2003 рр.) розроблено оптимальну технологію збирання маточників, що забезпечує їхні високі якісні й кількісні показники, залежно від сортових особливостей і густоти рослин (Корнієнко та ін., 2007).

Технологічний процес збирання маточників самохідними бункерними комбайнами («Franz Kleine», КСБ «Збруч») проводять таким чином: під час руху по полю система автоматично спрямовує робочі органи машини по рядках. Для зрізування листкової маси застосовується гичкозбиральний пристрій (роторний + дообрізувач; роторний + очисник + дообрізувач). Конструкція комбайна дає змогу завантажувати коренеплоди у транспорт, що рухається поруч, або в польові кагати.

Технологічний процес збирання маточних буряків комплексом машин ВАТ «Борекс» (трифазний спосіб) містив: причіпну гичкозбиральну машину БМ-6Б (активні дискові ножі для зрізування листкової маси з посівними копірами + доочисник), копач-валкоутворювач із вібраційними викопувальними робочими органами (КВЦБ-1,2) та підбирач-навантажувач АЗК-6-03.

У дослідах також використовували іншу технологію роздільного збирання маточників, за якою біологічний урожай (листкова маса і коренеплоди) збирали переважно за два проходи окремих агрегатів: 1) причіпна гичкозбиральна машина БМ-6А(Б) + начіпний двовальний очисник ОГД-6; 2) самохідна коренезбиральна машина МКК-6-02.

У середньому за три роки досліджень найбільші втрати коренеплодів у ґрунті та на поверхні були за збирання комплексом МКК-6 (21–25%), дещо менші – за збирання «Борексом» (13,5–14,1%) і значно менші за збирання самохідним комбайном. Проте травмовано коренеплодів було найменше за збирання комплексом «Борекс» (15–16%), найбільше (22–24%) – комплексом МКК-6. Загалом же втрати коренеплодів були найменшими за збирання самохідним комбайном (24–26%), дещо більші – за збирання комплексом «Борекс» (28–30%) і значно більші (46–50%) – за МКК-6. Це і зумовило відповідний вихід маточників (табл. 10.17).

Таблиця 10.17. **Якість роботи різних бурякозбиральних машин залежно від сортових особливостей маточних буряків** (Корнієнко та ін., 2007)

Показник	Franz Kleine		Борекс		МКК-6	
	Ял. одн. 64	ЧСК ІВПД 84	Ял. одн. 64	ЧСК ІВПД 84	Ял. одн. 64	ЧСК ІВПД 84
Втрати (%)						
у ґрунті	1,7	1,8	4,4	5,4	7,8	11,6
на поверхні ґрунту	4,1	4,3	9,1	8,7	13,7	13,8
Усього	5,8	6,1	13,5	14,1	21,5	25,4
Травмовано, %	18,5	19,5	15,1	16,0	22,1	24,2

Вихід маточників, тис./га	96	94	90	89	78	72
Втрати, %	24,3	25,6	28,6	30,1	43,6	49,6

У середньому за три роки з однаковими умовами вирощування не встановлено значної різниці за втратами під час збирання та виходом маточників залежно від сортових особливостей.

Водночас дослідженнями з кормовими маточними буряками встановлено, що за збирання наявними гичко-коренезбиральними машинами чистота підбору коренеплодів однонасінних сортів становила 98–99%, пошкодженість – 2–13%, у багатонасінних – 90–92 і 20–28% відповідно (Назарук, 1987).

Якість роботи різних гичко-коренезбиральних машин залежно від густоти була неоднакова. Так, за збирання репродукційних буряків самохідним комбайном не встановлено різниці щодо втрат коренеплодів залежно від різної густоти перед збиранням. У середньому за 2001–2003 рр. загальні втрати коренеплодів під час збирання становили за густоти 90–110 тис./га – 25,4%, за 130–150 тис./га – 24,8% (табл. 10.18).

Зменшення втрат коренеплодів за густоти 130–150 тис./га спостерігалося за збирання їх комплексом машин «Борекс» та МКК-6. У середньому за три роки загальні втрати коренеплодів за збирання комплексом «Борекс» за густоти 90–110 тис./га становили 30,0%, 130–150 тис./га − 25,3%; за збирання комплексом МКК-6 – 42,1 і 38,4% відповідно. Отже, зі збільшенням передзбиральної густоти репродукційних посівів утрати коренеплодів як у ґрунті, так і на поверхні зменшуються. Водночас також зменшується кількість травмованих коренеплодів із 16,9 до 13,1% за збирання комплексом «Борекс» і з 20,8 до 18% за збирання комплексом МКК-6. Тому на підвищений вихід маточників у цих варіантах вплинуло не тільки збільшення передзбиральної густоти, але й менші втрати під час збирання. Це пояснюється тим, що за підвищеної густоти маточних (репродукційних) посівів зменшується фактично середня відстань між рослинами на початок збирання, що забезпечує більш рівномірне їх розміщення як по горизонталі, так і вертикалі. Тому якість гичко-коренезбиральних машин у цьому випадку була вищою, ніж за зменшеної густоти посівів.

Таблиця 10.18. **Якість роботи різних бурякозбиральних машин залежно від густоти маточників (ЧСК ІВПД 84)** (Корнієнко та ін., 2007)

Показник	Franz Kleine		Борекс		МКК-6	
Густота, тис./га	90–110	130–150	90–110	130–150	90–110	130–150
Втрати у ґрунті, %	1,7	2,0	5,7	5,0	7,9	8,7
Втрати на поверхні ґрунту	4,0	4,3	7,4	7,2	13,4	11,7
Усього втрат, %	5,7	6,3	13,1	12,2	21,3	20,4
Травмовано, %	19,3	19,4	16,9	13,1	20,8	18,0
Вихід маточників, тис./га	72	103	68	97	60	84
Втрати, %	25,4	24,8	30,0	25,3	42,1	38,4

Результати економічної оцінки різних бурякозбиральних комплексів, узагальнювальним показником якої є сума прямих експлуатаційних втрат (реновація, капітальний та поточний ремонти, пальне та заробітна плата), свідчать, що за трифазного способу збирання комплексами «Борекс», МКК-6 зрізування гички, викопування і валкування коренеплодів значно дешевше (327,2 грн/га), порівнюючи з варіантом, коли застосовували самохідний комбайн «Franz Kleine» (558,8 грн/га). За один вирощений садивний коренеплід прямі експлуатаційні витрати під час збирання самохідним комбайном становили 5,4 копійки, «Борексом» – 3,3 і МКК – 6 копійок. Тобто в разі застосування зарубіжних машин прямі експлуатаційні витрати в 1,7 рази більші, ніж у варіанті з новими машинами вітчизняного виробництва. Якщо за витратами пального ці бурякозбиральні комплекси були майже однаковими, то за витратами праці вітчизняні комплекси суттєво поступалися зарубіжним (14,5 проти 6,7 люд.-год./га).

Отже, з погляду економічної доцільності маточні (репродукційні) буряки вигідніше збирати сучасними збиральними комплексами вітчизняного виробництва (табл. 10.20).

Таблиця 10.20. **Порівняльні технолого-економічні показники бурякозбиральних комплексів** (Корнієнко та ін., 2007)

Показник	Бурякозбиральні комплекси		
	Franz Kleine	Борекс	МКК-6
Витрати праці, люд.-год./га	6,7	14,5	15,6
Втрати пального, кг/га	31,5	33,1	35,7
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	558,8	327,2	331,3
Грн на 1 коренеплід	0,006	0,004	0,005

Кагатування та зберігання маточників. *Сортування та облік.* Вибраковують коренеплоди, уражені гнилями, переноспорозом, ризоктоніозом, раком і паршею, механічно пошкоджені, сильно підв'ялені, розгалужені, надто дрібні (менше ніж 50 г) і крупні (більше ніж 900 г) та з ознаками столових і кормових буряків. Обрізають листковий апарат на конус або лишають черешки довжиною 2–5 см.

Коренеплоди розділяють на фракції: масою 50–300 г, 301–600 і 601–900 г, які кагатують окремо.

Кількість коренеплодів кожної фракції підраховують на двометрових відрізках стандартної траншеї через кожні 20–30 м. Результати підсумовують і ділять на довжину секції та отримують кількість закагатованих коренеплодів на 1 м траншеї. Загальну кількість коренеплодів визначають за формулою:

$$К = д \times м,$$

де К – кількість коренеплодів, закладених у траншею, тис. шт.; д – довжина траншеї, м; м – середня кількість коренеплодів на 1 м траншеї.

Кількість коренеплодів, отриманих з одного гектара маточних посівів, визначають за формулою:

$$К = к \times m \times n,$$

де К – кількість коренеплодів, одержаних з 1 га посіву, тис. шт.; к – кількість коренеплодів, закладених у траншею, тис. шт.; m – кількість траншей; n – площа посіву маточних буряків.

Коефіцієнт виходу маточників вираховують за формулою:

$$К = (К1:П1) + (К2:П2) + (К3:П3),$$

де К – коефіцієнт виходу; К1 – кількість коренеплодів масою 50–300 г (за площі живлення 70 × 35 см); К2 – кількість коренеплодів масою 301–600 г (за площі живлення 70 × 60 см); К3 – кількість коренеплодів масою 601–900 г (за площі живлення 70 × 70 см); П1-П3 – кількість коренеплодів, потрібна на 1 га насінників, тис. шт.

Приклад: З 1 га маточних посівів закагатували 45 тис. коренеплодів масою 50–300 г, 40 тис. – масою 301–600 г, 5 тис. – масою 601–900 г.

КВМ становитиме: К = (45 : 40,8) + (40 : 23,8) + (56 : 20,4) = 3,05.

Тобто коренеплодами, одержаними з 1 га маточного посіву (за 100% їх збереженості), можна посадити 3,05 га насінників.

Зберігання маточників у польових умовах. Збереженість маточників зумовлюється головним чином метеорологічними чинниками осінньо-зимового періоду. Проте, незалежно від них, для успішного їх збереження потрібно чітко дотримуватися встановлених вимог технології їх кагатування та зберігання.

Оптимальна глибина траншеї для кагатування становить 60–70 см (для дрібних коренеплодів можливо 50 см), ширина – 80–90 см, довжина – 50 м.

Для попередження втрати вологи коренеплодами під час зберігання стінки і дно кагатів зволожують водою, особливо в посушливу осінь (рис. 10.4). Застосовують різні способи, наприклад, насінницькі господарства асоціації «Вінницяцукор» зволожують стінки кагатів, для чого з обох боків кагату ножем з відвалами, пристосованим до рами ТКУ-0,9, нарізують борозни на віддалі 30 см від останньої. Для одночасного зволоження кагатів всередині і подання води в одержані борозни використовують спеціальні форсунки на шлангах, що дає змогу одночасно зволожувати стінки товщиною понад 30 см.

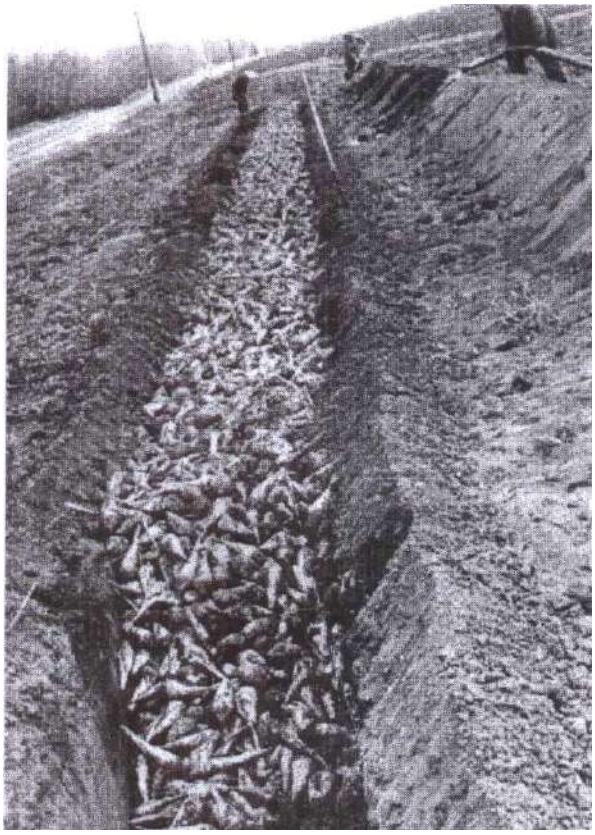


Рис. 10.4. Зволоження траншеї перед кагатуванням маточників

Для попередження ураження маточних коренеплодів хворобами стінки і дно кагатів обробляють вапняним молоком.

Проти гризунів у стінки траншей через кожні 5 м у невеличкі ніші закладають отруєні приманки із зерна і фосфід цинку. По периметру кагатного поля викопують (траншеєкопачем ТКУ-0,9) канаву завглибшки 30–40 см і розкладають отруєні приманки та снопики соломи через 10 м.

За стійкого похолодання нижче 0 °С і зниження температури у верхній частині кагату до 3–4 °С (наприкінці листопада – початку грудня) кагат укривають на висоту 80–120 см.

Маточники в процесі зберігання зазнають низки біохімічних, фізіологічних та інших змін, оскільки вони не припиняють своїх життєвих функцій.

До процесів, що відбуваються під час зберігання маточників належать: дихання, проходження стадії термоіндукції, зміна маси унаслідок втрати тургору, проростання, загнивання тощо. Тому успішне зберігання маточників може бути досягнуте, коли ці процеси чітко спрямовані, тобто перебувають в оптимумі. Для цього потрібно температуру в кагатах витримувати в межах 2–3 °С із можливим відхиленням від 1 до 6 °С, відносну вологість – приблизно 90%, уміст кисню – 12–15%, вуглекислого газу – не більше 4–5%. Крім того, потрібно витримати основне правило – коренеплід має бути в тургорному стані.

Протягом осінньо-зимового зберігання за кагатами постійно ведуть спостереження. Для цього їх розбивають на три групи: раннього, середнього і пізнього строків кагатування. У кожній групі виділяють контрольні кагати і подекадно міряють температуру, а двічі на місяць перевіряють стан збереженості маточників.

Температуру виміряють кагатним термометром, який вставляють в отвір, зроблений буром (кулька його повинна торкатися другого шару коренеплодів). Після замірювання температури (протягом 30 хв.) отвір закривають солом’яним джгутом і землею.

Більш точні дані забезпечують електричні термометри. Електродатчики встановлюють у нижній і верхній частині контрольних кагатів, а електрошнур виводять на поверхню.

Двічі на місяць пробивають колодязі по всій товщині кагату і відбирають проби з верхнього, середнього і нижнього шарів коренеплодів – по 50 шт. Визначають кількість коренеплодів із ростками до 6 см, понад 6 см, без ростків, уражених кагатною гниллю і підморожених, з почорнілими ростками.

Одним із важливих показників під час зберігання маточних коренеплодів є температура в кагатах. За стійкого потепління як восени, так і в деякі роки взимку температура в кагатах може підвищуватися до 8–10 °С. За такої температури підвищується інтенсивність біологічних і мікробіологічних процесів, що призводить до сильного проростання коренеплодів, їхнього загнивання і, зрештою, – до значної їх загибелі і зниження насіннєвої продуктивності. Застосовуються також різні способи зниження температури. Найпростіший – це частинне зняття земляного покриття. В інших випадках роблять бокове охолодження через спорядження охолоджувальних колодязів і бокових канав. Охолоджувальні колодязі викопують збоку кагатів у шаховому порядку діаметром до 1 м. Бокові канави – уздовж одної, а іноді вздовж обох сторін кагату на віддалі 25–30 см від стінок останнього, шириною – 40–45 см, а іноді й більше, і глибиною, відповідно глибині кагату.

Одним із ефективних і водночас простих способів, що сприяють поліпшенню осінньо-зимового зберігання маточників, є створення віддушин, які викопують перед укриттям кагатів, а на період зберігання заповнюють соломою і землею. Віддушини сприяють поліпшенню аерації в кагатах, водночас значно знижують вміст вуглекислого газу і збільшують запаси кисню.

До розкриття кагатів приступають за першої можливості виходу механізмів у поле (зазвичай за 2–3 дні до висаджування). Для розкриття застосовують бульдозер, який рухається під деяким кутом до довжини кагатів і з таким розрахунком, щоб над коренеплодами в кагатах залишався шар землі. Поверхню ґрунту вздовж кагатів вирівнюють автогрейдером. Коренеплоди з траншеї виймають траншеєкопачем ТКУ-0,9А і сортують на калібрувально-сортувальній машині МСК-15 (рис. 10.5). Під час сортування вибраковують загнилі, підморожені коренеплоди.

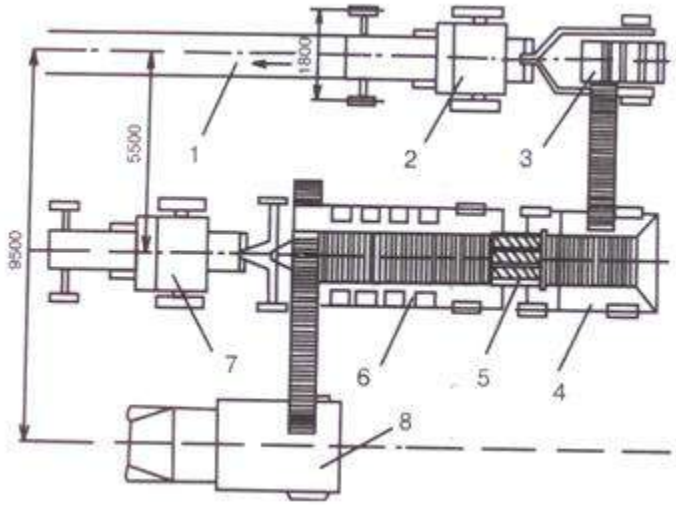


Рис. 10.5. Сортування коренеплодів на калібрувально-сортувальній машині МСК-15: 1 – траншея; 2, 7 – трактор; 3 – траншеєкопач ТКУ-0,9А; 4 – стіл калібрувальний; 5 – очисний пристрій; 6 – стіл сортувальний; 8 – автомобіль.

Сучасний рівень механізації садіння коренеплодів дає змогу значно скоротити цей процес. Застосування ТКУ-0,9А, лінії МСК-15, автосамоскидів, висадкосадильних машин ВПУ-4; ВПС-2,8; ВПС-2,8А дає змогу організувати садіння коренеплодів «із землі в землю». Щодо потреби такого садіння свідчать дані Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції (табл. 10.21).

Таблиця 10.21. **Вплив строків виймання маточних коренеплодів із кагатів на врожайність і якість насіння** (Добротворцева, 1975)

Показник	Урожайність, т/га	Схожість, %
За 15 днів до садіння	1,68	81
За 10 днів до садіння	1,77	81
За 5 днів до садіння	1,86	82
У день садіння «із землі в землю»	1,90	83

За вирощування маточних коренеплодів компонентів схрещування ЧС-гібридів окремо сіють і збирають чоловічостерильний компонент і запилювач. Починають збирання з чоловічостерильного компонента. Коли зібрано половину площі, беруться до збирання запилювача. Кагатують їх окремо. Кагати розділяють сигнальними прапорцями (ЧС-компонент – червоний, запилювач – синій).

Зберігання маточних коренеплодів у стаціонарних сховищах. Через вищевикладене щодо зберігання маточників у тимчасових сховищах виникла потреба в розроблені нового способу їх зберігання в стаціонарних сховищах (Добротворцева, 1975; Корниенко, 1984).

Перше стаціонарне сховище для маточників буряків цукрових збудовано в 1959 р. на Бійській ДСС Алтайського краю. У результаті його використання значно скоротилися відходи маточників і підвищилась їхня насіннєва продуктивність. У 1976 р. в експлуатацію було введено експериментальне коренесховище

в Драбівському радгоспі Черкаської області. Збереженість садивного матеріалу в сезон 1980/81 р. становила 93–97%. Також встановлено, що в сховищі можна зберігати коренеплоди з черешками. Протягом 1976–1989 рр. у бурякорадгоспах, елітно-насінницьких радгоспах, дослідно-селекційних станціях введено в експлуатацію приблизно 30 коренесховищ загальною ємкістю орієнтовно 50 тис. т коренеплодів.

У 1979 р. в елітно-насінницькому радгоспі «Саливінківський» Київської області введено в експлуатацію сховище маточників буряків під пневматичною повітряно-опорною оболонкою (пневмосховище). У сезон зберігання 1981/82 рр. збереженість коренеплодів становила 88,6%, на контролі – 85,5% (Корнієнко та ін., 2007).

У 1980 р. в елітно-насінницькому радгоспі «Пархомівський» Харківської області господарчим способом побудовано дослідне коренесховище з проектною ємкістю 4 тис. т, яке складається з двох рівних частин. Корисна площа кожної частини – 1785 м^2, загальна довжина (без машинного відділення) – 85 м, ширина – 21 м (Корниенко, 1984; Корнієнко та ін., 2007).

Для термоізоляції з боків під покрівлю коренесховище обваловане ґрунтом, усередині приміщення стіни додатково утеплені.

Кожне сховище устатковане шістьма відцентровими вентиляторами, які забезпечують подання холодного повітря знадвору або охолодженого холодильними агрегатами АМ-110-2, продуктивністю 110 тис. ккал кожний. Вентиляцію коренеплодів у буртах за потреби проводять розгалуженою сіткою повітропроводів. Вентиляційна система за допомогою клапанів КПШ 1000 × 1000 забезпечує подачу до кореневої маси або в сховище тільки надвірного повітря, з підмішуванням його до повітря сховища, циркуляції повітря всередині сховища.

Для автоматичного регулювання режиму вентиляції встановлено шафи ШАУ-АВ, які контролюють температуру в діапазоні від 10 до 5 °С.

У сховищі на стелі підвішено опалювально-рециркуляційні агрегати марки СФОА-6, призначені для зняття конденсату зі стелі, а також для підігріву за потреби верхньої частини сховища.

Для систематичного видалення зі сховищ продуктів дихання коренеплодів або надлишку вологи, яка накопичується у верхній частині сховища, встановлені дахові вентилятори КЦЗ-5, продуктивністю 3500 м^3/т кожний.

Для зволоження кореневої маси до потоку повітря від вентиляторів у повітропроводи можна додавати воду. Окрім того, для контролювання температури і вологості повітря в сховищі й у масі коренеплодів встановлено гігрометри, психрометри і термометри. Задана температура повітря, що нагнітається в бурти чи всередину сховища, регулюється автоматично.

Сховища коренеплодів арочного типу не мають усередині опор, що дає змогу механізмам для завантажування і розвантажування коренеплодів, а також транспортним засобам вільно маневрувати всередині приміщення.

Восени, у період збирання маточників, коренеплоди подаються в сховища на транспортер ТЗК-30, який укладає їх у бурт заввишки 2–3 м на всю ширину

кожної половини сховища. Фактичний об'єм одного сховища – орієнтовно 2300 т коренеплодів.

Навесні, з настанням строків садіння, коренеплоди у сховищах навантажують на машини екскаватором зі спеціальним ковшем, подають на серійні сортувальні столи МСК-15 для їх передпосадкового перебирання і калібрування. З-під сортостолів ті самі машини везуть коренеплоди у поле, де завантажують у висадкосадильні машини.

Спостереження, проведені протягом 1980–1983 рр., свідчать, що вихід маточників, придатних для садіння за зберігання їх у польових траншеях, становив 86,6%, у стаціонарному сховищі – 90,6%, (в буртах) і 84,0% (у контейнерах). Найменші втрати цукру (7,74%) відмічено в буртах стаціонарного сховища (в 1,9 рази менше, ніж у траншеях), а також найменший ступінь відростання (удесятеро менший, ніж у траншеях). Це зумовило розвиток життєздатніших насінників – урожайність насіння становила 2,61 т/га (у буртах), що на 0,18 т/га більше, ніж за траншейного способу зберігання коренеплодів.

Таблиця 10.22. **Збереженість і продуктивність маточників залежно від способів їх зберігання** (Корнієнко та ін., 2007)

Роки	Польові траншеї		Стаціонарні сховища	
	маточники, придатні для садіння	урожайність насіння, т/га	маточники, придатні для садіння	урожайність насіння, т/га
1981–1985	86,4	2,43	87,5	2,81
1986–1990	89,1	2,46	90,1	2,91
1991–1995	88,4	2,54	91,6	2,87
1996–2000	85,3	2,55	93,5	2,73
2001–2005	89,0	2,13	86,6	2,93

За всі роки експлуатації стаціонарних сховищ коренеплоди в них зберігалися краще, ніж у ґрунтових у середньому на 11–12%.

Щорічно зі сховищ вони висаджувалися набагато раніше (у середньому на 7–21 день), ніж із кагатів, де ґрунт тривалий час розмерзається, стримуючи строки садіння. А раннє саджання, як відомо, підвищує врожайність насіння буряків цукрових (Балан, Доронін, 2007).

Удосконалена технологія зберігання. Багаторічна практика експлуатації сховищ у ДГ «Пархомівське» виявила потребу в удосконаленні способу зберігання маточників у них і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо режиму зберігання. Для цього з 2000 р. маточники на зберігання було закладено за двома технологіями:

1. За раніше рекомендованою і прийнятою в господарстві.

2. За вдосконаленою, суть якої така:

а) після завершення закладання коренеплодів протягом максимум 10 днів їх охолоджують за допомогою холодильників до 4–5 °С, старанно зволожують і

вкривають плівкою. Водночас вологість повітря між коренеплодами доводять до 90–95%;

б) подальше охолодження коренеплодів у разі підвищення температури понад 6 °С здійснюють шляхом подачі холодного надвірного повітря даховими вентиляторами або охолодженого з допомогою холодильників у сховище над коренеплодами;

в) за встановлення температури в масі коренеплодів 2–4 °С повністю виключають будь-який рух повітря в сховищі;

г) у разі зниження повітря до 0 °С його підігрівають за допомогою електрокалориферів.

Результати досліджень свідчать, що протягом усього періоду зберігання температура в масі коренеплодів за вдосконаленою технологією була стабільнішою і змінювалася в межах 1,5–5 °С, а з другої декади грудня і до першої декади березня вона була оптимальною: 1,1–2,0 °С. За раніше рекомендованою технологією температура в масі коренеплодів була менш і більш високою і менш стабільною (рис. 19). Отже, удосконалена технологія зберігання маточників забезпечує оптимальний температурний режим на весь період зберігання.

Коренеплоди за вдосконаленою технологією зберігаються краще, ніж за раніше рекомендованою. Це зумовлено насамперед меншим їх загниванням. Так, коли в середньому за чотири роки загнилих коренеплодів за раніше рекомендованої технології було 22,6%, то за вдосконаленої – 20,0%. За роки спостережень кількість загнилих коренеплодів змінювалася в межах від 16 до 22%, або на 4–6% менше, ніж за раніше рекомендованої.

За вдосконаленої технології спостерігалося також менше проростання коренеплодів, що зумовлено стабільнішим температурним режимом. У середньому за 2000–2004 рр. коренеплодів із ростками понад 3 см у першому випадку було 24,3%, у другому – 28,5% (табл. 10.23).

Таблиця 10.23. **Збереженість маточників залежно від технології їх зберігання в стаціонарних сховищах (2000–2004 рр.)**
(Корнієнко та ін., 2007)

Показники	Технології	
	раніше рекомендована	удосконалена
Коренеплодів (%):		
- загнилих	22,6	20,0
- з почорнілими ростками	8,6	7,5
- з ростками понад 3 см	28,5	24,3
- придатних до садіння	70,3	91,7

Отже, умови зберігання за вдосконаленої технології були кращими, ніж за раніше рекомендованої. Це зумовило більший вихід маточників, придатних для садіння. У середньому за 2000–2004 рр. їхня кількість у разі зберігання за раніше рекомендованою технологією становила 70,3%, за вдосконаленою – 91,7%, або ж на 21,4% більше (див. табл. 10.23).

Сприятливіші умови зберігання маточників у стаціонарному сховищі за вдосконаленою технологією спомагали не тільки збільшенню їх виходу, але й підвищенню насіннєвої продуктивності. У середньому за 2001–2004 рр. кількість продуктивних насінників була більшою на 9,6%, упрямців – на 0,4%, передчасно засохлих рослин – на 0,6% менше, а врожайність насіння – на 0,24 т/га більшою за вдосконаленою технологією, порівнюючи з раніше рекомендованою (табл. 10.24).

Таблиця 10.24. **Агробіологічна характеристика насінників та їхня продуктивність залежно від технологій зберігання в стаціонарному сховищі (гібрид Іванівській ЧС 33, 2000–2004 рр.)** (Корнієнко та ін., 2007)

Технологія	Упрямців, %	Передчасно засохлих	Продуктивних насінників, %	Урожайність насіння, т/га
Раніше рекомендована	1,8	3,2	81,4	1,32
Удосконалена	1,4	2,6	91,0	1,56
± до контролю	-0,4	-0,6	+9,6	+2,4

У виробництво постійно надходять нові гібриди буряків цукрових, змінюються екологічні й агротехнічні умови. Тому актуальним є оптимізація елементів технології вирощування маточників і насінників буряків цукрових за критерієм, у першому випадку – високого їх виходу, у другому – максимальної насіннєвої продуктивності материнського компонента чоловічостерильного гібрида. Саме тому нами впродовж 2008–2011 рр. вивчались особливості формування маточників і насінників буряків цукрових залежно від різних технологій їх вирощування в правобережній частині Центрального Лісостепу України (Балагура, 2016).

За контроль (базова технологія) брали варіант, де згідно з рекомендаціями проводили весняну сівбу з нормою висіву базисного насіння обох компонентів 25–30 шт./м, шириною міжрядь – 45 см, зберігання маточників у тимчасових сховищах, садили їх із площею живлення 70 × 60 см висадкосадивними машинами з конусоутворювальними робочими органами.

Удосконалена технологія мала такі елементи: літню сівбу з шириною міжрядь 22,5 см і нормою висіву базисного насіння обох компонентів 15–20 шт./м рядка; зберігання маточників у стаціонарних сховищах і контейнерах, обладнаних поліетиленовою плівкою з отворами.

Роздільне садіння компонентів схрещування проводять у першій–третій декадах березня (залежно від достигання ґрунту) 8-рядною садивною машиною: у крайні рядки (по одному з кожного боку машини) висаджують маточники ЗП, у шість середніх – ЧСК (рис. 10.6).

Густота садіння – 3–5 маточників на 1 м рядка (площа живлення – 70 × 30, 70 × 20 та 70 × 25 см відповідно), що забезпечує густоту насінників перед збиранням 30–57 тис./га.

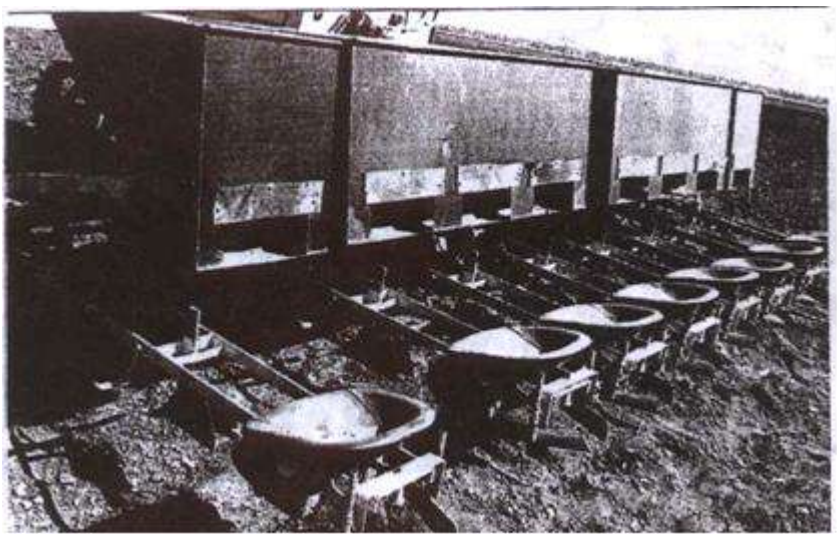


Рис. 10.6. Машина для роздільного садіння компонентів схрещування

Особливості росту та розвитку і вихід маточників. Спостереження й обліки свідчать, що ріст, розвиток і вихід маточників певною мірою залежать від технології їх вирощування. Удосконалена технологія, яка передбачає літню сівбу, насамперед вплинула на динаміку появи сходів. Невисока середньодобова температура весною в зоні ДГ «Шевченківське» дещо стримує інтенсивність появи сходів за весняної сівби, порівнюючи з літньою. Тому масова поява сходів у першому випадку зафіксована на 11–13, повна – на 15–17 добу, у другому випадку – 6–8 і 12–14 добу після сівби. Спостерігається чітка закономірність у тривалості періоду «сівба – повні сходи» між весняними (травень) і літніми (червень) строками сівби. Так, тривалість цього періоду за травневих строків сівби за роки досліджень становила 18–21, літніх – 12–14 діб.

Відомо, що запаси продуктивної вологи в 1,5-метровому шарі ґрунту перед сівбою буряків цукрових 160 мм оцінюють як добрі, менше ніж 160 мм – посередні, 80–130 мм – недостатні. У наших дослідах запаси продуктивної вологи в 1,5-метровому шарі ґрунту в середньому за три роки за весняної сівби становили 205 мм, літньої – 187,5 мм. Отже, результати дослідів за динамікою появи сходів за базовою і вдосконаленою технологіями свідчать також про те, що вологість ґрунту в межах 18–20% є достатньою для одержання оптимальних сходів маточних буряків. Навіть невелика кількість опадів (4–9 мм) значно прискорює проростання насіння.

Проте і в найсприятливіші роки (2009 р. – для вдосконаленої і 2008 р. – для базової технології) кількість сходів на одному метрі рядка була більшою за вдосконаленою технологією, порівнюючи з базовою.

Польова схожість насіння також залежала від технології вирощування. У середньому за три роки за базової технології вона становила 61%, за вдосконаленої – 66% (табл. 9.25). Кількість сходів на 7 добу після сівби була на 0,6–1,5 шт./м менша за базової технології, ніж за вдосконаленої, на 11 добу ця різниця становила 4–5 рослин на 1 м рядка. Вища польова схожість відзначена у 2010 р.: за базової технології вона становила 64%, за вдосконаленої – 68%. Це зумовлено погодними умовами року: у першому випадку ГТК становив 1,2, у другому – 1,0.

За вдосконаленої технології значно зменшується фактичне відхилення густоти стояння рослин, порівнюючи з базовою. У середньому за три роки за базовою технологією за вегетаційний період випало рослин 20,0–20,2%, удосконаленою – 8,5–11,4%. Це дає змогу за меншої норми висіву, в першому випадку, отримати перед збиранням таку ж густоту рослин, як і в другому.

Як свідчать дослідження, за вдосконаленої технології значно зменшується засміченість посівів маточних буряків у другій половині вегетації: у середньому за три роки з 65 шт./м (базова технологія) до 31,5 шт./м (удосконалена технологія) або ж у 2,1 рази менше.

Різні технології впливають на ступінь розвитку рослин перед збиранням. Маса коренеплоду, листків і співвідношення між ними, а також інші показники за вдосконаленої технології не досягли показників базової через різну тривалість вегетаційного періоду. Водночас маса листків у рослин була значно більша, ніж маса коренеплодів. Так, співвідношення маси листків і коренеплодів за базової технології становило в серпні 2,16, жовтні – 1,10, за вдосконаленої – 3,56 і 1,30 відповідно. Це свідчить, що ростові процеси в коренеплодів, вирощених за цієї технології, не згасають до самого збирання, і що вони є біологічно більш активними, ніж коренеплоди, вирощені за базової технології.

Перед збиранням маточних буряків кількість листків за базової технології була 24–30 шт., удосконаленої – 22–25 шт., їхня висота становила 29–36 і 33–37 см відповідно. Діаметр головки коренеплодів за базової технології був на 0,9–1,0 см (ЧСК) більшим, ніж за вдосконаленої, а технічна довжина коренеплодів була на 2,2–4,2 см меншою, порівнюючи з базовою технологією.

Різні технології також суттєво позначились і на фракційному складі коренеплодів. Так, коли за базової технології коренеплодів масою 50–300 г було 47–77 тис./га, то за вдосконаленої – 100–130 тис./га, масою 301–600 г – 49–52 і 29–38 тис./га відповідно. Тому середня маса коренеплодів перед збиранням у першому випадку в ЧСК становила 265 г, у другому – 137 г, вихід маточників – 118 і 253 тис./га відповідно (див. табл. 10.25).

Таблиця 10.25. **Якісний і кількісний склад маточників залежно від технології їх вирощування (середнє за 2008–2010 рр.)**

Показник	Технологія	
	базова	удосконалена
Польова схожість насіння, %	61/62*	66/67
Густота сходів, шт./м	13/14	12/13
Густота стояння перед збиранням, тис./га	231/233	558/564
Коренеплодів масою, г, тис./га: 50–300	63/64	121/121
301–600	51/51	35/35
Середня маса коренеплоду, г	265/254	137/130
Вихід маточників, тис./га	118/119	153/254

Примітка. Чисельник – ЧСК, знаменник – ЗП.

Зібрані маточники кожного варіанту зберігались окремо в кагатах і в стаціонарному сховищі. Під час розкриття кагатів весною з кожного варіанта відбирали три стокореневі проби для визначення якості зберігання і ступеня ураженості їх хворобами і шкідниками. Встановлено, що збереженість коренеплодів, вирощених за вдосконаленої технології, була вищою, ніж за базової, у середньому за три роки ураженість коренеплодів кагатною гниллю за базовою технологією становила 9–10%, удосконаленою – 6–7%, здорових коренеплодів було 85,5 і 93,3% відповідно.

Щодо збереженості коренеплодів окремо ЧСК і ЗП, то вона була майже однаковою в обох компонентів.

За даними Іванівської ДСС, вихід маточників (у % відносно закладених на зберігання) становив у багатонасінної диплоїдної форми – 98%, чоловічостерильної – 99% (Будовський, 1992).

10.4. Насінники (буряки другого року життя)

На другому році життя після садіння коренеплодів у ґрунт (висадкова культура) або після перезимівлі (безвисадкова культура) розвиток рослин триває. У рослин другого року життя розрізняють п’ять основних фаз розвитку насінників: розетка, стеблування, бутонізація, цвітіння і достигання насіння.

Ріст кореневої системи. За потепління (після садіння) одночасно відбувається відростання кореневої системи і розетки листків. У цей період дуже важливо, щоб розвиток кореневої системи дещо випереджав наростання листкової маси (розетки листків). Інакше велика листкова поверхня на початку вегетації буде випаровувати велику кількість води, а погано розвинена коренева система не встигатиме подавати її з ґрунту, що призведе до прив’ялювання коренеплодів і поганої їхньої приживаності.

Коренева система насінників має свої відмінності від буряків першого року життя. Практично відбувається її відновлення, що зумовлено збиранням і зберіганням коренеплодів. Тому характер росту (відновлення) кореневої системи зовсім інший і розвивається густа мережа мичкуватих коренів.

Згідно з даними Іванівської ДСС, у деякі періоди вегетації насінників розвиток кореневої системи відбувається так: у фазі розетки глибина проникнення досягає 15 см, стеблування – 60 см, цвітіння – 105 см, стиглості – 175 см (Селихов, 1927). Проте основна маса (70–80%) кореневої системи перебуває відносно неглибоко. Навіть за зрошення вона перебуває в шарі ґрунту глибиною 0–75 см, без зрошення і, особливо, у посушливі роки коренева система насінників перебуває в шарі ґрунту глибиною до 30–40 см.

Досліди, проведені на Білоцерківській ДСС, засвідчили, що коренева система насінників заглиблюється не одним головним стрижневим коренем, одночасно в глибину розвивається декілька корінців. За підсихання верхнього шару ґрунту наприкінці червня спостерігається інтенсивний розвиток бокових корінців на глибині 40–65 см. Добовий приріст їх становить 2,5–4 см. За опадів (липень) відновлюється ріст бокових корінців на глибині 3–12 см (табл. 10.26).

Таблиця 10.26. **Динаміка наростання кореневої системи насінників**

Дата спостереження	Доба після садіння	Проникнення, см		Бокові корінці, см	
		глибина	середньодобові прирости	довжина	середньодобові прирости
26.04	(садіння)				
6.05	10	14	2,0	10	2,2
11.05	15	24	2,0	21	2,2
17.05	20	36	2,4	35	2,8
26.05	30	58	2,4	70	3,5
1.06	35	85	5,4	74	0,4
5.06	40	92	1,4	79	1,0

Такі особливості кореневої системи насінників призводять до того, що інколи виникає розрив водного балансу рослин: через кореневу систему надходить води менше, ніж її випаровують наземні органи. Тому агротехнічні заходи за вирощування насінників мають бути спрямовані з одного боку на збереження кореневої системи, з іншого – на накопичення вологи.

Досліди з вивчення кореневої системи і міжрядних розпушувань насінників свідчать, що за розпушування ґрунту у фазі розетки бокові корінці не розміщувалися поза захисною зоною. За проведення ж другого розпушування через 10–12 діб (фаза стеблування) корінці рослин сусідніх рядків переплітalися в міжряддях, починаючи з 5–7 см від поверхні ґрунту. Тому будь-яке розпушування в цей період глибше за 6 см призводить до розриву кореневої системи насінників. Найменше пошкоджуються бокові корінці за пошарового розпушування, коли середня лапа культиватора розпушувала на глибину 8–10, 12–14, а крайні на 4–5 см.

Ріст наземних органів. Одночасно з відростанням кореневої системи насінників починається (через 10–17 діб) відростання розетки листків, а через 20–40 діб після садіння насінників – інтенсивне відростання квітконосних пагонів із листковим апаратом.

Листковий апарат насінників за своїми морфологічними ознаками дещо відрізняється від листків розетки. Листки розміщуються ярусно і в міру віддалення стають все меншими і, зрештою, переходять у прилистники, у пазухах яких розміщені групи квіток, з яких потім утворюються суплідця – клубочки в багаторостків буряків і плоди в однонасінних. Кількість листків на одному насіннику в середньому змінюється від 90 до 400 шт. і більше, а їхня асиміляційна поверхня – від 2 до 9 тис. см^2 і більше (Орловский, 1961).

Згідно з даними Л. М. Палапіної, кількість листків на одному насіннику, залежно від величини садивних коренеплодів, становила від 98 до 325, а їхня асиміляційна поверхня – від 2260 до 9830 см.

Ріст квітконосних пагонів триває протягом усієї вегетації, але найінтенсивніше він проходить у фазах стеблування і цвітіння. Середньодобові прирости довжини пагонів у цей час досягають 4–5 см за добу і більше. Висота насінників позитивно пов’язана з кількістю стебел і типом насінників. Вищою насіннєвою

продуктивністю характеризуються добре розвинені багатостеблові насінники з максимальною кількістю пагонів першого порядку, з дрібними прилистниками і щільно розміщеними клубочками-плодами. Зазвичай на одному насіннику розвивається 8–13 і більше квітконосних стебел, що виростають безпосередньо від головки коренеплоду і характеризуються верхівковим ростом (Орловский, 1961; Палапина, 1975).

Через наявність різної кількості стебел насінники характеризуються великим різновидом морфологічних типів. Нині найпоширенішою класифікацією типів насінників буряків цукрових є класифікація Білоцерківської ДСС, яка передбачає три типи насінників (рис. 10.7).

Перший тип характеризується наявністю одного головного стебла, що відходить від головки коренеплоду і переважно слабко розгалужений; другий тип (проміжний) характеризується наявністю ще декількох, менше розвинутих стебел, що відходять від головки коренеплоду; третій тип характеризується наявністю декількох стебел майже однаково розвинених, що відходять від головки коренеплоду, і відсутністю явно вираженого центрального стебла.

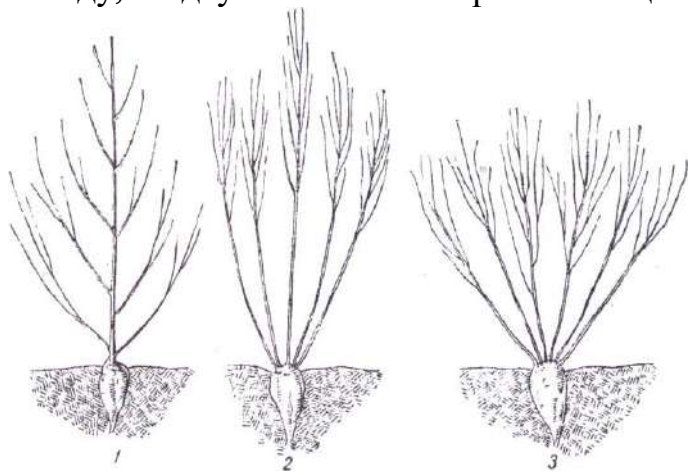


Рис. 10.7. Типи насінників за морфологічною будовою: 1 – перший тип насінника; 2 – другий тип; 3– третій тип

Однак, як відзначає академік А. Л. Мазлумов (1956), насіння з високими посівними якостями і сортовими властивостями можна одержати від насінників різних типів. Наприклад, було багато випадків, коли рекордний збір цукру в станційному випробуванні отримано від насіння, зібраного з насінників першого та третього типів.

Щодо бокових пагонів, то, по-перше, зазвичай утворюються пагони як на нижній, так і на середній частині стебел, пагонів першого й другого порядків, рідше третього; по-друге – утворення бокових пагонів взаємопов’язано з новоутворенням листків. Такий взаємозв’язок утворення пагонів із розвитком листків призводить до найбільш сприятливого їх розміщення за рясного закладання.

У зоні Правобережного Лісостепу України в середньому на одному насіннику утворюється 7–13 пагонів першого, 40–80 другого і 15–20 пагонів третього порядків (Черната, 1976).

Характер росту насінників буряків цукрових і становлення їхніх морфологічних ознак переважно має загальні закономірності для всіх зон бурякосіяння країни (табл. 10.27). Проте ріст квітконосних пагонів і наростання асиміляційної поверхні, морфологія розвитку залежать від багатьох причин: сорту (спадкові ознаки), способів вирощування, кліматичних і агротехнічних умов.

Таблиця 10.27 **Характер росту насінників у різних районах бурякосіяння**

Показник	Білоцерківська ДСС		Уладово-Люлинецька ДСС	
	посушливі роки	вологі роки	посушливі роки	вологі роки
Продуктивних насінників, %	82,6	91,5	97,9	77,6
Упрямців, %	4,0	2,8	0,2	1,7
Передчасно посохлих, %	1,4	1,7	0,6	0,7
Висота насінників, см	140	145	142	138
Кількість стебел на одному насіннику, шт.	8	10	9	8
Насінників за типом, %:				
I	25	9	15	2
II	30	32	45	16
III	45	39	40	82

За даними В. Ф. Панченка, висота насінників перед збиранням сорту Ялтушківський однонасінний становила 82–102 см, Верхняцький 038 – 98–105, тетраплоїдна – 94–105 см; кількість стебел на насіннику – 6–7 шт., 9–10 і 7–10 шт. відповідно.

У дослідах Л. М. Палапіної в сорту Первомайський церкоспоростійкий висота рослин перед збиранням становила 126 см, асиміляційна поверхня листків – 60–90 см^2, кількість стебел – 16 шт., у сорту Ялтушківський однонасінний (тетраплоїдна форма) – 118 см, 4644 см^2 і 14 шт. відповідно

Порівняльне вивчення диплоїдного і тетраплоїдного матеріалів насіннєвих еліт сорту Білоцерківський однонасінний у дослідах М. О. Неговського і З. С. Корак виявило помітне відставання в розвитку генеративних органів у насінників тетраплоїдної форми. Наприклад, кількість квітконосних пагонів у насінників диплоїдної форми від 10 до 20 шт. було 42,4%, понад 20 шт. – 11,5%, у тетраплоїдної – 27,6 і 1,2% відповідно.

Серед насінників, вирощених від коренеплодів літньо-осінніх посівів, переважно (70–80%) рослини першого типу.

Спостереження, проведені в різні роки, свідчать, що в усіх зонах у надмірно зволожені роки переважають насінники третього типу і, навпаки, у надмірно засушливі роки на насіннєвій плантації збільшується кількість (до 15–30%) насінників першого типу.

Дослідження, проведені в САТ «Самгородоцьке» Вінницької області, показали, що в середньому за три роки висота насінників гібрида Білоцерківський ЧС 57 становила 146/140 см (чисельник – ЧС компонент, знаменник – запилювач), кількість стебел – 12/11 шт., пагонів першого порядку – 71/76, другого – 43/40, третього – 23/21 шт., квіток на одному насіннику – 12,3/10,9 тис. шт. (Юхновський, 2004).

Наростання сирої маси і сухих речовин насінників. Початковий ріст і розвиток проходить головним чином завдяки використанню елементів живлення садивних коренеплодів, тому відростання розетки відбувається інтенсивніше (30–

40 діб), ніж відростання такої ж листкової маси в перший рік життя (100–120 діб).

Найінтенсивніше наростання сирої маси і сухих речовин насінників спостерігається в період стеблування – достигання. За даними Е. Н. Алєксєєвої, насінники в цей час синтезують у середньому за добу на одну рослину 4,32 г сухих речовин, тоді як буряки першого року – 2,0–2,5 г. У дослідах О. І. Снітко середньодобовий приріст зеленої наземної маси насінників у фазі розетки листків становив 9,4 г, у фазі стеблування – цвітіння – 18,3 г, у фазі достигання – 11,5 г. Автор пояснює це високою чистою продуктивністю фотосинтезу листкового апарата. Так само високу продуктивність фотосинтезу в насінників (10,6 г сухих речовин на 1 $м^2$ листків за добу) в умовах Краснодарського краю спостерігали у фазі цвітіння насінників. У період достигання насіння продуктивність фотосинтезу зменшилася до 4,5 г. Це пояснюється старінням листків, оскільки формування врожаю в цей період відбувається через переміщення раніше накопичених пластичних речовин із листків і стебел у репродуктивні органи (Григоренко, 1970).

Спостереження за динамікою наростання сирої маси і накопичення сухих речовин насінників на Ялтушківській ДСС показали, що приріст сирої і сухої наземної маси у насінників відбувається протягом усього вегетаційного періоду: у фазі розетки сира маса однієї рослини становила 32 г, достигання – 660 г, сухих речовин – 8,7 і 2,7% відповідно (Назарук, 1987).

За даними О. І. Снітко, зрошення насінників не тільки збільшує їхню наземну і суху масу в середньому майже у 2,5 рази, але й впливає на морфологію, збільшує частину насіння з 29 до 42% від загальної маси насінників у повітряно-сухому стані.

У фазі утворення квітконосних пагонів (від фази розетки до цвітіння) середньодобові прирости наземної сирої маси одного насінника досягають 18,3–80,4 г, а чиста продуктивність – до 19,7 г/$м^2$, що вдвічі більше, ніж у буряків першого року життя. Із загальної сирої маси наземної частини насінника під час збирання врожаю на частку листків припадає 25–28%, на квітконосні пагони – 44–45%, на плоди – 27–31% за вологості маси насінника 70–72% (Даньков, 1971).

Розвиток насінників. На другому році життя рослина буряків цукрових проходить такі фази розвитку: розетка, стеблування, цвітіння і достигання. Фаза розетки настає через 10–17 діб, фаза стеблування – через 20–40 діб після садіння.

Розетка листків є першим асимілювальним органом насінників, на утворення якого спочатку витрачаються елементи живлення коренеплоду, а потім продукти життєдіяльності. В міру появи листків на стеблі листки розетки поступово відмирають і до кінця вегетації їх майже не залишається.

У центрі розетки листків розташована верхівкова брунька, із якої формується найрозвинутіше (центральне) стебло, у пазухах листків розетки – пазушні бруньки, із яких розвиваються також стебла насінника. Стебло з погляду морфології є не що інше, як довгий облистяний пагін із боковими гілочками (Табенцкий, 1968).

Тривалість окремих фаз залежить, насамперед, від метеорологічних умов, що складаються в певній зоні в період вегетації. Водночас відзначається чітка взаємозалежність: у посушливі роки тривалість фаз розвитку насінника дещо менша, ніж у вологі. Наприклад, у Курській області (Льговська ДСС) у посушливому році тривалість фази розетки становила 14 діб, у вологому – 20 діб, у Вінницькій області (Уладово-Люлинецька ДСС) – 15 і 25 діб, фази стеблування – 23 і 32 та 24 і 33 доби відповідно (Орловский, 1961). Тривалість фаз взаємопов'язана також із температурою повітря. У посушливі роки зазвичай спостерігається висока температура, що сприяє прискореному проходженню фаз розвитку насінників. Спостереження, проведені на Ялтушківській ДСС, свідчать, що в ці роки спостерігається такий характер росту та розвитку насінників у першій половині вегетаційного періоду: унаслідок підвищеної середньодобової температури (на 1,5–10 °С, порівняно із середньобагаторічною) і нестачі вологи відбувається прискорене проходження фаз розетки і стеблування (через 8–10 діб після появи сходів). У таких випадках рослини утворюють 3–4 пари листків розетки і одразу ж переходять до фази стеблування, тобто в генеративну стадію, не утворивши при цьому достатню розвинуту вегетативну масу (Балан та ін., 1998).

Цвітіння насінників. Цвітіння – важливий етап росту та розвитку насінників буряків цукрових, який зазвичай розпочинається на 40–60 добу після їх садіння і має свої біологічні особливості. Буряки цукрові дуже добре пристосовані до перехресного запилення.

На одній рослині утворюється до 1 млрд пилкових зерен, на одній квітці – 15 тис., на одному пиляку – 3–4 тис. Пилок розлітається до 44 рядка (ширина міжрядь – 70 см). В 1 м^3 повітря на краю поля в період цвітіння нараховується 1,6 тис. пилкових зерен (Балков, 1999; Осадчук, 2005).

За даними Г. І. Ярмолюк та Е. І. Ширяєвої, в середньому один пиляк диплоїдів містить 29042 пилкових зерен, у тетраплоїдів – 29159. Найбільше пилку відзначено в період масового цвітіння в середній частині центрального стебла і пагонах першого порядку, а менше – наприкінці цвітіння. Наприклад, у диплоїдного сорту Білоцерківський однонасінний в одному пиляку під час масового цвітіння було 37–47 тис. пилкових зерен, наприкінці цвітіння – 22–26 тис.

З огляду на особливості морфології насінника буряків цукрових, цвітіння в ньому проходить нерівномірно і умовно поділяється на три періоди: у перший період розкриваються квітки головних стебел, а в місці виходу бокових пагонів одночасно розкриваються квітки на основних пагонах; у другому періоді розкриваються квітки, розміщені на пагонах першого порядку і в основі другого порядку; у третій період розкриваються верхівкові бутони переважно на пагонах другого порядку.

Деякі дослідники, вивчаючи цвітіння насінників, виділяють три фази: початок – квітки розкриваються тільки на верхівці головного стебла і в основі пагонів першого порядку; повне – квітки розкриваються по всій довжині пагонів першого порядку і в кожній частині пагонів другого порядку; кінець – цвітіння переміщується до верхівок пагонів другого порядку (Чарник, Зубцова, 1972).

Період цвітіння окремих насінників триває від 20 до 40 діб, цвітіння однієї квітки продовжується 6–7 годин. Тривалість періоду цвітіння є неоднаковою в різні роки і в різних зонах. За даними М. І. Орловського, в Сумській області (Іванівська ДСС) тривалість періоду становила 10–24 доби, в Алтайському краї (Бійська ДСС) – 20–46 діб. Період цвітіння насінників в основних зонах Правобережної України, центральній чорноземній зоні Росії становить 40–50 діб, у Краснодарському краї – 34–40 діб, а за даними спостережень упродовж 23 років – у середньому 38 діб із коливаннями від 27 до 43 діб (Орловский, 1961).

Тривалість фази цвітіння значно залежить від метеорологічних умов вегетаційного періоду. В усіх зонах буряківництва період цвітіння насінників збільшується у вологі роки з пониженою середньодобовою температурою. Водночас особливе значення мають водний і температурний режими саме в період цвітіння. Так, наприклад, у 1972 р. в умовах Курської області, коли кількість опадів у період цвітіння становила 77 мм і середньодобова температура – 21,2 °С, період цвітіння насінників був 140 діб, а в 1977 р., коли кількість опадів становила 213 мм і середньодобова температура – 16,2 °С – 53 доби. Аналогічна закономірність спостерігається й в інших зонах (табл. 10.28).

Таблиця 10.28. **Тривалість та умови проходження фаз росту та розвитку буряків другого року життя в різних районах бурякосіяння**

Показник	Білоцерківська ДСС		Уладово-Люлинецька ДСС	
	посушливі роки	вологі роки	посушливі роки	вологі роки
Садіння	24,04	28,04	10,04	8,04
Розетка: початок/кінець	2,05/24,05	13,05/8,06	4,05/20,05	10,04/15,04
Тривалість, діб	22	24	15	25
Середньодобова температура, °С	15,3	14,6	16,7	12,9
Опади, мм	32	121	44	79
Стеблування: початок/кінець	25,05/20,06	6,06/2,07	21,05/15,06	15,05/20,06
Тривалість, діб	26	33	24	36
Середньодобова температура, °С	20	16,1	16,7	15,4
Опади, мм	84	165	49	106
Цвітіння: початок/кінець	24,06/4,08	3,07/17,08	16,06/9,08	20,06/9,08
Тривалість, діб	39	41	45	50
Середньодобова температура, °С	20	17,5	15,8	16,9
Опади, мм	26	108	90	132
Достигання: початок/кінець	5,08/14,08	18,08/7,09	6,08/18,08	8,08/1,09
Тривалість, діб	9	20	12	25
Середньодобова температура, °С	18,3	16,3	20	15
Опади, мм	34	112	< 15	56
Збирання	15,08	8,09	19,08	2,09
Тривалість періоду розетка – збирання, діб	116	116	106	118

Метеорологічні умови в період цвітіння насінників вважаються критичними для високого врожаю та якості насіння. Згідно з повідомленнями R. K. Scott, в Ірландії, Англії, Польщі, Австрії надмірні опади під час цвітіння є основною причиною низької схожості насіння буряків цукрових. У таких умовах приймочки можуть пройти фертильну стадію тоді, коли ще виділяється мало пилку.

Тривалість фази цвітіння залежить від сортових особливостей, а також від агротехніки вирощування насінників: добрив, строків сівби маточних буряків, площі живлення тощо.

Вивчаючи характер цвітіння насінників сортів Рамонський 06 і Ялтушківський однонасінний, В. Ф. Панченко відзначав, що коли в сорту Ялтушківський однонасінний протягом перших п'яти днів розкрилося в середньому 400–600 бутонів, то в сорту Рамонський 06 – у півтора рази більше. Ця залежність зберігалась і протягом наступних днів, лише наприкінці цвітіння кількість розкритих бутонів в однонасінних буряків була дещо більшою чи дорівнювала багатонасінним. Середня кількість квіток у насінників сорту Верхняцький 038 становила 41500 шт., Рамонський 06 – 37980 і Ялтушківський однонасінний – 16840 шт. Водночас в усіх сортів простежується загальна закономірність: переважна кількість квіток (65–75%) розкривається на пагонах першого порядку. Звідси практичний висновок для селекційно-насінницької роботи: з метою повнішого перезапилення насінників за вирощування гібридного насіння потрібний добір таких компонентів, у яких збігаються періоди масового цвітіння (Панченко, 1969).

Характерною особливістю насінників тетраплоїдних буряків є більш розтягнуте цвітіння, порівнюючи з диплоїдами. За даними Д. М. Чернати, залежно від метеорологічних умов року, ця різниця становить 5–8 діб (Черната, 1976).

У дослідах Іванівської ДСС на початку цвітіння (86 діб після садіння) кількість квіток у однонасінної форми була 10%, чоловічостерильної диплоїдної – 8%, тетраплоїдної – 5% (Будовський, 1992).

У дослідах Білоцерківської ДСС (Поєхало, 1997) насіннєві рослини тетраплоїдних і диплоїдних буряків цукрових різняться і за кількістю квіток, що формуються на одній рослині, та пилкових зерен, що утворюються одним пиляком. На тетраплоїдних насінниках утворюється приблизно 6 тис. квіток, а на диплоїдних – 14 тис., кількість пилкових зерен у бутоні – у середньому 180 і 59 тис. відповідно. Отже, насінники тетраплоїдних буряків утворюють 1,08 млрд, а насінники диплоїдних – 2,226 млрд пилкових зерен. Насінники чоловічостерильного компонента за зовнішніми ознаками відрізняються від звичайних фертильних насінників переважно будовою квітки. За 3–5 діб до розкриття квітки на поперечному зрізі бутона добре видно непоказні блідо-зелені, із вдавленими всередину стінками недорозвинені пиляки. За натискання лезом бритви бутони мнуться, розріз виходить досить рваним, пилкові зерна не висипаються.

У ДП ДГ «Шевченківське» Київської області вивчали фази розвитку, тривалість міжфазних періодів, динаміку цвітіння компонентів схрещування та динаміку достигання насіння гібрида Білоцерківський ЧС 57 (Балагура, 2013). Встановлено, що, починаючи з фази стеблування, ріст і розвиток компонентів

схрещування дещо відрізняється залежно від умов їх вирощування. Зменшення площі живлення з 70 × 60 до 70 × 35 см сприяло підвищенню інтенсивності фаз розвитку насінників, особливо цвітіння і достигання. Крім того, сам початок цих фаз за площі живлення 70 × 35 см був на 2–3 доби раніше, ніж за площі живлення 70 × 60 см. Так, у 2000 р. початок фази стеблування за площі живлення 70 × 70 см відзначено 19 травня, за 70 × 35 см – 18 травня, а тривалість цієї фази становила 30–32 і 25–30 діб відповідно. Чіткішу різницю у фазах розвитку насінників залежно від площі живлення відзначено в наступних фазах. Так, початок фази цвітіння за площі живлення 70 × 60 см був 16–22 червня, 70 × 35 см – 15–18 червня, тривалість цієї фази була 36–40 і 29–34 діб відповідно.

Початок фази достигання в цьому ж році відмічено на 4 доби раніше, а тривалість її також була меншою на 4 доби за площі живлення 70 × 35 см, ніж за 70 × 60 см.

Дослідження також засвідчили, що за обох площ живлення першими у фазу цвітіння входять рослини запилювача. Так, у 2002 р. за площі живлення, що становила 70 × 60 см, початок фази цвітіння у запилювача був 18 червня, ЧС компонента – 26 червня; за площі живлення 70 × 35 см – 15 і 18 червня відповідно. У 2001 р. початок фази цвітіння за площі живлення 70 × 60 см у ЧС компонента був 9 червня, кінець – 15 липня, а тривалість − 36 діб; за площі живлення, що становила 70 × 35 см, – 7 червня, 6 липня і 30 діб відповідно. У запилювача за площі живлення 70 × 60 см початок фази цвітіння відзначено 6 червня, кінець – 6 липня (32 доби), за площі живлення 70 × 35 см – 4 червня, кінець – 29 червня (29 діб) (табл. 10.29).

Таблиця 10.29. **Фази розвитку насінників залежно від площ живлення компонентів схрещування (2002 р.)**

Фази розвитку, тривалість	Площа живлення, см			
	70 × 60		70 × 35	
	ЧСК	ЗП	ЧСК	ЗП
Строки садіння	20.04	20.04	20.04	20.04
Розетка: початок, повна	28.04/ 18.05	28.04/ 18.05	27.04/ 17.05	16.04/ 9.05
Тривалість, діб	22	22	21	23
Стеблування: початок, повне	19.05/ 21.06	16.05/ 14.06	18.05/ 14.06	15.05/ 10.06
Тривалість, діб	32	30	30	25
Цвітіння: початок, повне	22.06/ 30.07	18.06/ 14.07	18.06/ 21.07	15.06/ 13.07
Тривалість, діб	40	36	34	29
Достигання: початок, повне	1.08/ 14.08	–	27.07/ 5.08	–
Тривалість, діб	14	–	10	–
Строки збирання	15.08	15.07	10.08	13.07
Вегетаційний період, діб	110	–	49	–

Вивчення динаміки цвітіння компонентів виявило, що на початку цвітіння різниця в інтенсивності проходження цієї фази компонентами (площа живлення – 70 × 60 см) становить 5–6%, у період масового цвітіння – 10–15%, наприкінці фази вона дещо вирівнюється і становить 3–5%. Наприклад, у 2003 р., станом на 9 червня фазу цвітіння відзначено у ЧС компонента в 30% рослин, запилювача – 37% рослин, станом на 23 червня – у 50 і 70% і станом на 15 липня – у 95 і 100% рослин відповідно. За площі живлення 70 × 35 см фаза цвітіння насінників обох компонентів проходить більш інтенсивно та синхронно, хоча різниця між компонентами зберігається (аналогічно схемі садіння 70 × 60 см), особливо на початку періоду масового цвітіння.

Неспівпадіння строків цвітіння диплоїдних і тетраплоїдних рослин негативно позначається на зав'язуванні й достиганні насіння. За даними Д. М. Чернати, за площі живлення насінників 70 × 70 см на період збирання на диплоїдному компоненті побуріло 57,5–67,5% плодів, на тетраплоїдному – 38,7–48,9%. За садіння тетраплоїдних насінників на площі 70 × 35 см достигання відбувалося інтенсивніше і на період збирання кількість плодів, що побуріли, становила 53,2–58,4%.

Тривалість фази достигання, як і цвітіння, залежить від метеорологічних умов, що складаються в цей період. У роки з недостатнім зволоженням і підвищеною середньодобовою температурою тривалість фази становить 5–10 діб, у вологі роки з пониженою, порівнюючи із середньобагаторічною середньодобовою температурою, – 10–25 діб (Чарник, Зубцова, 1972).

У дослідах, проведених у САТ «Самгородецьке» Вінницької області (Юхновський, 2003), у середньому за три роки за площі живлення насінників обох компонентів 70 × 60 см тривалість фази достигання становила 17, за 70 × 35 см – 13 діб. Найтривалішим (21 доба за площі живлення 70 × 60 см і 17 діб за 70 × 35 см) достигання насіння було у 2001 р. (ГТК у цей період становив 3,8–0,7), найменш тривалим (відповідно 14 і 10 діб) – у 2000 р. (ГТК – 0,8–2,5).

Вивчаючи достигання насіння буряків цукрових, Н. Е. Зайковська встановила дві фази достигання насіння: морфологічну і фізіологічну. Морфологічна стиглість плодів також залежить від кліматичних умов і завершується за 25–30 діб. За цей час формуються всі тканини зародка, перисперма і оболонка насінини. Фізіологічна стиглість плодів залежно від кліматичних умов триває 25–30 діб. За цей період проходить інтенсивне накопичення елементів живлення в клітинах зародка (білків, жирів) та в запасній живильній тканині перисперму. Тільки після завершення фізіологічної стиглості плоди набувають здатності проростати.

Досліди з вивчення динаміки достигання насінників компонентів Білоцерківської полігібриду 2 (Корак, Неговский, 1971) засвідчили, що, по-перше, достигання насіння на насінниках компонентів відбувається неодночасно. Диплоїдний компонент випереджає достигання тетраплоїдного на 10–18%. По-друге, як у диплоїдного, так і тетраплоїдного компонентів період достигання збільшується в посушливі та скорочується у вологі роки. Наприклад, у посушливому 1973 р.

станом на 6 серпня на диплоїдному компоненті достигло 41,1% плодів, тетраплоїдному – 23,1%, у вологому 1974 р. – 9,8 і 1,6%, а сам період достигання насіння становив 18 і 23 діб, у 1974 р. – 23 і 28 діб відповідно.

Загалом вегетаційний період насінників залежно від зони вирощування змінюється несуттєво: від 106 до 123 діб в умовах Правобережного Лісостепу України і від 100 до 118 діб в умовах Лівобережного.

За даними М. Л. Орловського, вегетаційний період насінників в умовах Краснодарського краю становить 87–106 діб, у зоні діяльності Льговської ДСС (Курська область) – 86–116 діб, в умовах Казахстану – 90–96 діб.

За вирощування насінників на площі живлення 70 × 35 см їхній вегетаційний період зменшується на 5–15 діб, порівнюючи з площею живлення 70 × 60 см.

З огляду на викладене вище, зазначимо, що буряки першого і другого років життя характеризуються низкою біологічних ознак, врахування яких протягом онтогенезу рослини буде сприяти підвищенню ефективності вирощування насіння буряків цукрових.

У процесі вирощування насінників ставлять за мету максимально реалізувати потенціал вирощених і збережених у зимовий період коренеплодів та одержати якомога вищий врожай високоякісного насіння буряків цукрових.

Численні дослідження свідчать, що умови вирощування материнських рослин суттєво впливають на всі властивості та якості насіння, до того ж, більшою мірою ґрунтово-кліматичні умови, ніж агротехнічні прийоми, оскільки напруженість екологічних чинників у першому випадку вища, ніж у другому (Григоренко, 1970; Ижик, 1976; Сторона, 1966; Сторона, Боженко, 1970).

Технологічні процеси під час вирощування насінників повинні бути спрямовані на одержання врожайності насіння 1,2–2,0 т/га, вихід товарної продукції – 60–70%, схожість – не менше 75%, одноростковість – не менше 85%, чистота – не менше 94%, доброякісність – не менше 90%, вологість – не більше 14,5% (ДСТУ 4231:2003).

Коренева система буряків другого року життя має свої відмінності від буряків першого року. Практично відбувається відновлення кореневої системи, яка була втрачена за збирання маточних буряків. Проте характер цього відновлення зовсім інший: у цьому разі розвивається густа мережа мичкуватих корінців, переважно у верхніх горизонтах ґрунту. Згідно з даними Іванівської дослідно-селекційної станції, в деякі періоди вегетації насінників розвиток кореневої системи проходить так: у фазі розетки глибина проникнення досягає 15 см, стеблування – 60 см, цвітіння – 105 см, достигання – 175 см (Табенцкий, 1968). Проте основна маса (70–80%) кореневої системи перебуває порівняно неглибоко. Навіть за зрошення вона перебуває в шарі ґрунту глибиною 75 см. Без зрошення і особливо в посушливі роки коренева система насінників розміщується в шарі ґрунту глибиною до 30–40 см. Такі особливості кореневої системи насінників призводять до того, що інколи створюється розрив у водному балансі рослин: через кореневу систему надходить води менше, ніж її випаровують наземні органи. Тому агротехнічні заходи у процесі вирощування насінників мають бути спрямовані з одного боку на збереження кореневої системи, з іншого – на накопичення вологи.

Крім того, суттєвою біологічною особливістю компонентів схрещування як диплоїдних, так і триплоїдних гібридів є невирівняність насінників за морфологічними ознаками і розвитком, що значною мірою впливає на їхню пилкоутворювальну здатність.

Характер росту насінників буряків цукрових і становлення їхніх морфологічних ознак переважно мають загальні закономірності для всіх зон бурякосіяння країни. Проте ріст квітконосних пагонів і наростання асиміляційної поверхні, морфологія розвитку залежать від багатьох причин: сорту (тобто спадкові ознаки), способів вирощування, кліматичних і агротехнічних умов.

За даними В. Ф. Панченка (1969), висота насінників перед збиранням сорту Ялтушківський однонасінний становила 82–102 см, Верхняцький 038 – 98–105, тетраплоїдних – 94–105 см; кількість стебел на насіннику – 6–7 шт., 9–10 і 7–10 шт. відповідно. У дослідах Л. М. Палапіної (1975) у сорту Первомайський церкоспоростійкий висота рослин перед збиранням становила 126 см, асиміляційна поверхня листків – 6090 см^2, кількість стебел – 16 шт., у сорту Ялтушківський однонасінний тетраплоїдний – 118 см, 4644 см^2 і 14 шт. відповідно.

Порівняльне вивчення диплоїдного і тетраплоїдного матеріалів насіннєвих еліт сорту Білоцерківський однонасінний виявило значну відмінність насінників обох матеріалів за динамікою розвитку, а саме – дещо підвищену багатостебельність у насінників диплоїдної форми: кількість квітконосних пагонів від 10 до 20 шт. становила 42,4%, а більше ніж 20 шт. – 11,5%, у тетраплоїдних –27,6 і 0,5% відповідно (Корак, Неговский, 1971).

Вивчення біологічних особливостей насінників компонентів схрещування ЧС гібридів проводили багато дослідників (Добротворцева, Пантелусь, Островський, Поліщук, Борисюк, Глеваський, Черната, Гізбуллін, Заришняк, Осадчук, Балан, Доронін, Бусол та ін.). Їхні дослідження засвідчили, що характер росту та розвитку компонентів схрещування ЧС гібридів передусім залежить від того, у яких умовах формувалися компоненти, їхнє походження (диплоїд, триплоїд) тощо. Так, у процесі вивчення біологічних особливостей компонентів схрещування диплоїдного гібрида Ювілейний і триплоїдного Дружба (Островский и др., 1987) не виявлено помітної різниці в проходженні фаз розвитку насінників компонентів схрещування. Проте протягом усього періоду вегетації компонентів, особливо у фазі цвітіння, ріст рослин і розвиток листкового апарату інтенсивніше відбувалися в запилювачів, ніж у ЧС компонентів. Вивчення динаміки цвітіння насінників також показало, що запилювачі і ЧС компоненти вищеназваних гібридів характеризуються майже повною синхронністю цвітіння. В інших дослідах, проведених на безвисадкових насінниках (гібрид Ювілейний), характер цвітіння був таким самим: на початок цвітіння в ЧС компонента були відкритими 35% квіток, під час повного цвітіння – 61,8%, у запилювача – 32,3 і 59,6% відповідно (Островський, Поліщук, 1982).

На Білоцерківській ДСС за вирощування триплоїдних гібридів Білоцерківський ЧС 11, Білоцерківський ЧС 32, Олександрія сумішшю компонентів не спостерігали пригнічення рослин одного компонента рослинами іншого, оскільки

вони за габітусом (висота, кількість стебел, пагонів та ін.) майже не відрізняються. Між запилювачем і ЧС компонентом спостерігається синхронність цвітіння. Проте в окремі роки цвітіння насінників тетраплоїдного багатонасінного запилювача дещо випереджає цитоплазматичні чоловічостерильні рослини (Гізбуллін та ін., 1999).

У ДГ «Шевченківське» Тетіївського району Київської області за вирощування насіння диплоїдного гібриду Український ЧС 70 першими входили у фазу цвітіння рослини запилювача. Наприклад, у 1998 р. станом на 25 червня за площі живлення 70 × 35 см фаза цвітіння в ЧС компонента відзначена у 84,2% рослин і 88,5% у запилювача, за площі живлення 70 × 70 см – 76,8 і 78,5% відповідно (Балагура, 2013).

Середня кількість квіток у насінників запилювача також більша, ніж у насінників ЧС компонента. Наприклад, за даними Білоцерківської ДСС, у 1998 р. станом на 23 червня в насінників ЧС компонента (гібрид Білоцерківський ЧС 57) було 3,84 тис. квіток, запилювача – 5,56 тис. квіток; у період повного цвітіння – 10–12 і 13–15 тис. квіток на одній рослині відповідно (Заєць, 1999).

Аналіз росту та розвитку насінників та особливостей формування насіння залежно від погодних умов вегетаційного періоду, проведений нами впродовж 1995–2011 рр. у ДП ДГ «Шевченківське», виявив, що простежується чіткий взаємозв'язок: у посушливі роки тривалість фаз розвитку є дещо меншою, ніж у вологі. Наприклад, тривалість фази цвітіння в посушливі роки (ГТК 0,8–1,0) становила 24–30 діб, у вологі (ГТК 1,5–1,8) – 35–40 діб. Також вкрай важливе значення мають водний і температурний режими саме в період цвітіння насінників. Тривалість фази достигання також залежить від погодних умов, які спостерігаються в цей період. У роки з недостатнім зволоженням і підвищеною середньодобовою температурою її тривалість становила 11–15 діб, у вологі роки – 17–20 діб, а вегетаційного періоду насінників загалом – 94 та 106 діб відповідно. Характер росту насінників і становлення їхніх морфологічних ознак здебільшого мають загальні закономірності для всього Правобережного Центрального Лісостепу: висота насінників – 112–117 см, кількість стебел на одному насіннику – 9,3–10,5 шт., рослини представлені переважно насінниками другого та третього типу. Тобто морфологічні особливості насінників, зокрема типи рослин, є модифікаційними ознаками і загалом залежать від умов вирощування маточників, їхньої маси та умов вирощування самих насінників.

Зміни врожайності насіння протягом років досліджень (1995–2011) були досить значним – від 1,2 до 2,2 т/га. Різке зниження врожайності насіння відзначено у 2002 та 2003 рр., коли опадів було менше за норму, а середньодобова температура – навпаки вище. Особливо негативно позначилася на рості та розвитку насінників та їхній продуктивності недостатня кількість опадів у фазі їх бутонізації та цвітіння. Урожайність насіння в ці роки була в межах 1,2 т/га за густоти стояння насінників 23,3 і 23,0 тис./га відповідно.

Зниження продуктивності насінників відзначалося як за нестачі опадів, особливо в період садіння – стеблування (2002, 2003, 2007 рр.), так і за їхньої надмірної кількості, особливо в період стеблування – достигання (1996, 2001,

2006 рр.). Деяка кількісна невідповідність цим закономірностям характерна тільки для 1996 р., але тоді зафіксовано пошкодження насінників зливами (вилягання) (у липні кількість опадів становила 102 мм або понад 20% від їхньої середньобагаторічної місячної норми). Це дещо ускладнило збирання насінників, збільшило їхні втрати і позначилося на якості насіння, хоч загалом агрометеорологічні умови вегетації давали змогу отримати врожайність насіння вищу на 0,3–0,6 т/га, порівнюючи з іншими роками (табл. 10.30).

Погодні умови вегетаційного періоду насінників впливають і на якість насіння. Істотне зниження схожості насіння відзначалося в 1996, 1999, 2001 та 2009 рр. із винятковими умовами вегетації насінників, особливо в період стеблування – достигання (ГТК 0,8–1,2). У ці роки схожість змінювалася в межах 75–80%, тоді як у 2008 р. вона становила 80% (ГТК у періоди садіння – стеблування, стеблування – достигання становив 1,7 і 0,5 відповідно). Впродовж років спостережень схожість варіювалася від 75 до 88%, із них її значення в межах 75–76% було відзначено двічі (ГТК вегетаційного періоду – 1,2–1,3), у межах 80–83% – п’ять разів (ГТК – 0,8–1,2), 84–88% – вісім разів (ГТК – 1,3–1,4).

Таблиця 10.30. **Основні показники вирощування насіння буряків цукрових (ДП ДГ «Шевченківське» Тетіївського району Київської області)**

Рік	ГТК вегетаційного періоду	Густота рослин перед збиранням, тис./га	Урожайність насіння, т/га	Схожість, %
1995	1,4	23,3	1,9	88
1996	1,3	23,0	1,4	75
1997	1,4	23,8	1,8	84
1998	1,5	24,0	1,8	84
1999	1,0	40,5	1,9	80
2000	1,2	38,6	1,6	82
2001	1,2	34,5	1,5	76
2002	1,2	23,3	1,2	83
2003	0,8	23,0	1,2	82
2004	1,4	40,0	1,7	84
2005	1,5	40,5	1,8	86
2006	1,3	39,2	1,5	88
2007	1,0	23,8	1,3	86
2008	1,0	38,2	1,6	80
2009	1,1	38,3	1,8	80
2010	1,2	40,0	2,2	85
2011	0,6	39,0	1,5	84
Середнє	1,3	32,5	1,6	83
$НІР_{0,05}$	–	7,93	0,27	3,68

Упродовж 2001–2004 рр. вивчали також різноякісність насіння буряків цукрових залежно від сортових особливостей та зони (місця) вирощування. Основний показник якості насіння – схожість – істотно різнився за роками досліджень

і залежав як від зони та гідротермічних умов вирощування, так і від генотипу. У середньому за 2002–2004 рр. схожість насіння гібрида Український ЧС 70 у Криму становила 85%, у Центральному Лісостепу (Київська обл.) – 80%, гібрида Іванівсько-Веселоподільський ЧС 84 – 80% (Крим) і 86% у Східному Лісостепу (Харківська область), що пояснюється різними метеорологічними умовами, які склалися в цих регіонах у період вегетації насінників. Різноякісність насіння за розмірами також значною мірою визначалася гідротермічними умовами вегетаційного періоду. У гібрида Український ЧС 70 у зрошуваних умовах Криму в середньому за 2002–2004 рр. плодів фракції 4,5–5,5 мм було 30%, 3,5–4,5 мм – 52% та 3,0–3,5 мм – 15%, у Центральному Лісостепу – 12, 65 і 21% відповідно; у гібрида Іванівсько-Веселоподільський ЧС 84 – 32, 52 і 13% та 22, 57 і 18% відповідно, у Східному Лісостепу плодів фракції 4,5–5,5 мм було 21%, 3,5–4,5 мм – 61% і 3,0–3,5 мм – 17% (Балан, Поєхало, 1996; Балан, 2000; Корнієнко, 2003).

Упродовж 2008–2011 рр. у ДП ДГ «Шевченківське» досліджували особливості росту, розвитку і формування продуктивності насінників залежно від технологій їх вирощування.

Особливості росту та розвитку і продуктивність насінників. З агрономічного погляду оптимальна площа живлення (густота) – та, що забезпечує отримання з одиниці площі максимальної врожайності культури з високою якістю та найменшими витратами праці й засобів виробництва. За вирощування насінників компонентів схрещування ЧС гібридів площа живлення (густота) повинна забезпечувати також з одного боку синхронність їхнього росту та розвитку, з іншого – максимальну насіннєву продуктивність материнського компонента (ЧСК). Тому площа садіння має бути економічно виправданою і стимулюватися приростом урожайності насіння, оскільки від цього залежать вихід маточників і продуктивність висадкосадильних машин.

Як уже зазначалось, удосконалена технологія вирощування насіння буряків цукрових передбачає садіння маточників висадкосадивною машиною із щілиноутворювальними робочими органами з розрахунку 3–5 коренеплодів на 1 м рядка (площа живлення 70 × 20 – 70 × 30 см). Тому густота стояння насінників у фазі розетки становила 33–57 тис./га, за базової технології – 23–24 тис./га.

Ріст і розвиток насінників за різних технологій був неоднаковим. Зменшення площі живлення насінників із 70 × 60 см (базова технологія) до 70 × 30 см (удосконалена технологія) сприяло підвищенню інтенсивності фаз розвитку насінників обох компонентів, особливо цвітіння і достигання. Крім того, сам початок цих фаз за удосконаленої технології був на 2–3 доби раніше, ніж за базової. Наприклад, у 2010 р. початок фази цвітіння за базової технології в ЧС компонента відзначено 9 червня, кінець – 15 липня (тривалість – 36 діб), за удосконаленої – 7 червня і 5 липня (29 діб), у запилювача – відповідно 2 червня і 13 липня, 1 червня і 3 липня. Станом на 29–30 червня фазу цвітіння виявлено в 70% рослин ЧС компонента і 56% запилювача за базової технології і відповідно 78 і 60% – за вдосконаленої. У разі зменшення площі живлення насінників інтенсивніше проходила і фаза достигання насіння: тривалість її становила за базової технології 21 добу, за вдосконаленої – 17 діб.

Технологія вирощування насінників впливає також на їхню репродуктивну систему. У середньому за три роки кількість пагонів 1-го порядку збільшилася з 73 шт. за базової до 103 шт. за вдосконаленої, пагонів 2-го і 3-го порядків, навпаки, – зменшилася з 57 до 37 шт. і з 24 до 13 шт. на одному насіннику відповідно. Загалом в триплоїдних гібридів на насінниках запилювача за обох технологій квіток було дещо менше: 10,7–10,8 тис. на рослину в ЗП і 11,2–12,3 тис./га в ЧСК.

За вдосконаленої технології майже виростають одностебельні, пряморослі насінники з боковими пагонами першого і другого порядків, що відростають переважно від середини до верхівки центрального стебла під кутом 45–50° (рис. 10.8); за базової – розлогі рослини з багатьма стеблами, на яких досить інтенсивно розвиваються пагони другого і третього порядків.

Рис. 10.8. Архітектоніка насінників ЧСК:
1, 2) за площі живлення 70 × 20 см, 3) за площі живлення 70 × 30 см
(ДП ДГ «Шевченківське», 2010 р., гібрид Ольжич)

Ця обставина має важливе значення для механізованого збирання насінників. Наші спостереження щодо цього показали, що в разі скошування насінників кількість незрізаних стебел за інтенсивної технології була в 3,6 рази меншою, ніж за базової.

Забур'яненість насінників також залежала від технології їх вирощування. Особливо сильно пригнічувалися бур'яни за інтенсивної технології в період, коли вегетаційна маса насінників набуває максимальних розмірів. Тому кількість

бур'янів у фазі стеблування була в 1,5 рази, а за достигання – удвічі меншою, ніж за базової технології.

Урожайність насіння з одиниці площі визначається як продуктивністю одного насінника, так і більшою мірою його кількістю. Тому в наших дослідах спостерігається пряма залежність між урожайністю насіння з одиниці площі й кількістю рослин, що збереглися до збирання, та насіннєвою продуктивністю.

У середньому за три роки коефіцієнт виходу маточників збільшився з 4,2 за базової технології до 6 – за вдосконаленої, урожайність насіння – з 1,8 до 2,1 т/га, схожість – з 82 до 87% відповідно (табл. 10.31).

Науково-дослідна розробка «Спосіб вирощування насіння буряків» запатентована у 2011 р. (МПК 2011.01, №59211, Україна), результати впроваджені в господарстві у 2010–2011 рр. Урожайність насіння гібрида Ольжич становила 1,57 т/га, схожість – 92%, прототип – 1,30 т/га і 86% відповідно.

Таблиця 10.31. **Урожайність та якість насіння залежно від технології його вирощування (середнє за 2008–2011 рр.)**

Показник		Технологія	
		базова	удосконалена
Коефіцієнт виходу маточників		4,2	6,0
Густота насінників перед збиранням, тис./га		23,5	49,5
Урожайність, т/га		1,8	2,1
Схожість, %		82	87
Доброякісність, %		97	98
Маса 1000 плодів, г		12,5	12,7
Плодів, %, фракції, мм:	3,0–3,5	6	4
	3,5–4,5	47	49
	4,5–5,5	41	38
	> 5,5	6	9
Собівартість 1 т, грн		6350	6007
Рентабельність, %		301	370

Проведений аналіз агроекономічних показників вирощування насіння буряків цукрових свідчить, що є певні шляхи підвищення рівня рентабельності їх виробництва. З них назвемо головні:

1) зниження витрат на виробництво маточників буряків і забезпечення їх виходу для садіння 3–5 га насінників. Це можливо за оптимізації елементів технології вирощування, збирання і зберігання маточних коренеплодів;

2) зниження витрат на вирощування насінників буряків цукрових і забезпечення врожайності насіння не менше 1,5 т/га зі схожістю (сировини) не менше 85%. Зі шляхів оптимізації найголовнішими є поглиблення спеціалізації господарств, диференціація схеми вирощування та площі живлення компонентів схрещування, формування високопродуктивних насінників.

10.5. Пооперaційна технологія вирощування насінників

За вирощування насінників ставлять за мету максимально реалізувати потенціал продуктивності збережених у траншеях (коренесховищах) маточників, тобто одержати якомога вищий урожай високоякісного насіння, а для ЧС-гібридів – насіння з високою гетерозисною силою. Це досягається спрямованим вирощуванням насінників із врахуванням їхніх біологічних особливостей.

Розміщення в сівозміні. У зоні недостатнього зволоження найвища продуктивність насінників забезпечується в разі розміщення їх по чистому пару або після пшениці озимої, висіяної після чистого пару. У районах нестійкого зволоження насінники розміщують після пшениці озимої в ланці із зайнятими парами і багаторічними травами на один укіс. У зоні достатнього зволоження насінники розміщують після пшениці озимої, попередником якої були багаторічні трави.

Допускають такі відстані просторової ізоляції за вирощування насіння буряків цукрових різних форм: між буряками цукровими та іншими формами культурних буряків (столові, кормові, напівцукрові) – 10 км; між стерильними по пилку і фертильними – 10 км (крім ділянок гібридизації, де насінники стерильних і фертильних форм розміщують згідно з рекомендованими схемами); між багатонасінними тетраплоїдними (4х) і багатонасінними диплоїдними (2х) – 5 км; між однонасінними і багатонасінними диплоїдними (2х) – 3 км; між одно- та багатонасінними тетраплоїдними (4х) – 3 км; між різними однонасінними гібридами і сортами з однаковою плоїдністю – 1 км; між насінниками і буряками першого року життя – 1 км.

Система обробітку ґрунту. Система зяблевого і ранньовесняного обробітку ґрунту під насінники складається з таких самих технологічних операцій, як і під маточні буряки цукрові. Проте слід зазначити, що безвідвальний спосіб основного обробітку ґрунту під насінники не забезпечує високу якість садіння коренеплодів по глибині, щільність по вертикалі. За даними Уладово-Люлинецької ДСС, у варіантах із мілким та плоскорізним обробітками коренеплоди висаджували у ґрунт зі значно більшим кутом нахилу, загортали мілко, нещільно, що негативно впливало на їхні приживання, урожайність та якість.

Передсадивний обробіток ґрунту. Передсадивний обробіток ґрунту має забезпечити умови для нормальної роботи висадкосадивної машини і садіння коренеплодів на задану глибину. Тому важливе значення в підготовці ґрунту має глибина культивації, яку визначають насамперед з огляду на технічну довжину коренеплодів. В умовах достатнього зволоження за використання маточників крупних розмірів культивацію під насінники проводять на глибину 20–22 см, а середніх і дрібних – на 16–18 і 12–14 см відповідно. Як виняток за надто пухкого ґрунту й використання дрібних маточників можна обмежитися культивацією на 8–10 см. У зоні нестійкого і недостатнього зволоження для кращого забезпечення насінників вологою ґрунт восени обов’язково треба вирівнювати, а весною обмежуватись однією культивацією на глибину 8–10 см, що забезпечує, особливо в посушливі роки, потрібні умови для проведення якісного садіння коренеплодів, росту та розвитку насінників.

У дослідах, проведених у САТ «Погребищенське» (Вінницька область) вивчали три способи передсадивної культивації: 1) на глибину 8–10 см; 2) на глибину 16–18 см (Балан та ін., 2001); 3) дві культивації – перша на глибину 8–10 см, друга – на 16–18 см (Балков, 1978). Дослідженнями встановлено, що всі вони зазвичай забезпечують потрібну якість садіння маточників як за глибиною, так і вертикальністю, передбаченими рекомендаціями. Однак культивація на 16–18 см збільшує глибоке садіння. Наприклад, маточників, висаджених на глибину понад 3 см, було на 5–7% більше, порівнюючи з мілкою. Аналогічну закономірність отримано й за вертикальністю висаджених коренеплодів.

Аналіз забур'яненості посівів по варіантах свідчить про перевагу пошарової (на 14% бур'янів менше) або однієї глибокої культивації (на 12% менше), порівнюючи з однією мілкою. Особливо це спостерігається у фазі розетки насінників.

Різний передсадивний обробіток ґрунту під насінники вплинув на їхню кінцеву густоту: вищою вона була за мілкої культивації, порівняно з іншими варіантами, що пов'язано з якістю садіння маточників. Ці обставини вплинули на врожайність насіння. У середньому за три роки більша врожайність на 0,07–0,17 т/га відзначена за передсадивної культивації на 8–10 см, порівняно з пошаровою культивацією на 16–18 см, а в посушливому 1994 р. ця різниця була істотнішою – 0,07–0,27 т/га. Отже, проведення однієї передсадивної культивації на глибину 8–10 см, особливо в посушливі роки, забезпечує потрібні умови для проведення якісного садіння коренеплодів, росту та розвитку насінників, а також високу врожайність насіння, порівнюючи з однією глибокою і тим більше пошаровою у два сліди. Щоб запобігти пересушуванню ґрунту, культивацію проводять одночасно із садінням коренеплодів.

За даними дослідного господарства «Пархомівське» (Харківська область), обладнання висадкосадивних машин конусним розпушувачем для обробітку ґрунту в зоні майбутнього рядка забезпечує необхідні умови для проведення якісного садіння маточників та високу врожайність і якість насіння, особливо в посушливі роки. У середньому за три роки на фоні двох культивацій (0–12 і 14–16 см) з використанням експериментальної лапи урожайність насіння підвищилася на 0,25 т/га, схожість – на 3% (гібрид Іванівсько-Веселоподільський ЧС 84); на фоні однієї – на 0,40 т/га і 9% відповідно, порівняно з використанням виробничої лапи (табл. 10.32).

Інститутом біоенергетичних культур і буряків цукрових запропоновано новий спосіб обробітку ґрунту і садіння (Сологуб, 2003), який дає змогу відмовитися від проведення глибокої передсадивної культивації, замінивши її мілким суцільним обробітком ґрунту культиватором типу КПС-4 та утворенням садивної щілини. Для цього перед кожним садивним апаратом висадкосадивної машини пасивні долотопередні розпушувачі замінюють на напівактивні дискові щілиноутворювачі. За даними агротехнічної оцінки встановлено, що застосування такого способу передсадивного обробітку ґрунту й садіння дає змогу зменшити протяжку конусів та кількість коренеплодів, висаджених з нахилом більше ніж

45º. Це дає змогу створити сприятливі умови для приживання маточників та подальшого розвитку насінників і підвищити врожайність насіння на 0,17 т/га, а також на 1,2 ГДж/га зменшити енергоємність робіт.

Важливим агротехнічним прийомом у технології передсадивного і післясадивного обробітку ґрунту є коткування. Як показали досліди, проведені в САТ «Погребищенське» Вінницької області (Балан та ін., 2003), коткування до і після садіння насінників сприяло якісному висаджуванню коренеплодів, інтенсивному їх росту в початковий період, але водночас і активнішому проростанню бур'янів. Наприклад, маточників, посаджених на глибину 1–3 см, на контролі було 54%, за коткування до садіння – 59%, до і після садіння – 66%, вертикально посаджено – 62, 64, 68% відповідно. Ці обставини позитивно вплинули на приживання маточників, а надалі й на густоту насінників.

Таблиця 10.32. **Ефективність експериментальної лапи за садіння маточників** (Корнієнко та ін., 2007)

Показник	Дві культивації		Одна культивація	
	Лапи			
	виробнича	експериментальна	виробнича	експериментальна
Посаджено коренеплодів, %: глибиною до 1 см	12	10	10	10
1–3 см	56	70	65	72
> 3	32	20	25	18
Густота перед збиранням, тис./га	22,6	28,0	22,8	23,3
Урожайність насіння, т/га	1,23	1,48	1,32	1,72
Схожість, %	83	86	83	87
Маса 1000 плодів, г	12,4	12,8	12,5	12,8

Інтенсивніший ріст бур'янів у початковий період вегетації на фоні двох коткувань сприяв і ефективнішому знищенню основного їхнього потенціалу наступними агротехнічними прийомами. Тому перед збиранням у цьому варіанті їх було менше, порівняно з іншими варіантами досліду. Коткування взаємопов'язане з вологістю ґрунту, яка складається в період підготовки ґрунту і садіння насінників. Так, у надмірно вологому 1993 р. вологість верхніх шарів ґрунту була на рівні 20% і вище, приріст урожаю насіння за дворазового коткування був невисоким – 0,05–0,09 т/га (за $НІР_{0,05}$ – 0,14), а в посушливому 1994 р., коли вологість верхніх шарів ґрунту була 18% і нижче – 0,17–0,18 т/га (за $НІР_{0,05}$ – 0,17). Коткування до і після садіння в середньому за три роки сприяло також підвищенню схожості насіння (на 4–5%) та маси 1000 плодів (на 0,2–0,3 г). Раніше проведені досліди дали змогу теоретично обґрунтувати цей важливий агротехнічний прийом. Коткування збільшує щільність ґрунту на 0,09–0,18 г/см^3 у шарі до 5 см і на 0,07–0,25 г/см^3 у глибших шарах залежно від типу котків. За таких змін підвищується температура ґрунту на 0,5–4,7 °С, зменшується пористість на 5–

11%, збільшуються підтік вологи і вологість ґрунту в зоні розміщення коренеплодів, що забезпечує сприятливі умови не тільки для стартового росту рослин, але й подальшого росту та розвитку (Балагура, Балан, 2015).

Удобрення насінників. Насінники – одна з найвимогливіших культур щодо вмісту поживних речовин у ґрунті. За короткий вегетаційний період (90–110 діб) вони використовують азоту в 3–3,5 рази, фосфору у 3 і калію у 2–2,5 рази більше, ніж буряки першого року життя. Надходження поживних речовин у рослину поступово збільшується від фази розетки до утворення квітконосних пагонів і початку цвітіння. У період масового цвітіння надходження помітно зменшується, а в період формування насіння знову підвищується. На початку вегетації насінники більше потребують азоту і калію. Фосфорно-азотне живлення має велике значення для формування і достигання насіння, особливо в роки з холодним і дощовим літом.

На основі досліджень, проведених Інститутом біоенергетичних культур і цукрових буряків та його мережею, рекомендовано таку систему удобрення насінників: під глибоку оранку гній у кількості 30–40 т/га, азотні й фосфорно-калійні добрива з розрахунку $N_{90–100}P_{100–110}K_{100–120}$; перше підживлення насінників проводять у фазі розетки ($N_{20–30}P_{20–25}K_{20–30}$) на глибину 12–14 см і на відстані 16–18 см від коренеплоду; друге підживлення найкраще проводити в період стеблування посередині рядка на глибину 12–14 см із розрахунку $N_{10–15}P_{15}K_{10–15}$ (Заришняк, 1995; Заришняк, Гізбуллін, 1999; Заришняк та ін., 2000; Заришняк, Буряк, 2003; Заришняк, Кубряк 2005).

За даними ДГ «Корделівське» Інституту цукрових буряків (Вінницька область), позакореневе застосування комплексного мікродобрива «Реаком-Р-бурякове» (НВЦ «Реаком» м. Дніпро та ІБКіЦБ НААН) у фазах розетки, стеблування, бутонізації по 3 л/га сприяло підвищенню врожайності насіння гібрида Білоцерківський ЧС 57 на 0,59 т/га, схожості – на 10%, порівняно з варіантом без застосування мікродобрив (Буряк, 2002).

Дослідження, проведені на Уладово-Люлинецькій ДСС (Осадчук, 1998), свідчать, що застосування органічних добрив (гною та соломи пшениці озимої) у поєднанні з мінеральними туками під насінники буряків цукрових суттєво підвищує їхню продуктивність. За внесення 20 т/га гною або 4 т/га соломи в поєднанні з повним мінеральним добривом одержують майже однакову врожайність насіння – 1,15 і 1,18 т/га. Додаткове ж внесення азотних добрив (N_{60} може бути доцільним за внесення 6 т/га соломи: урожайність насіння у цьому разі становила 1,40 т/га, за внесення 60 т/га гною на фоні NPK – 1,46 т/га).

Технологія садіння маточників. Посаджені маточники порівняно легко переносять весняні приморозки і починають проростати за відносно невисокої температури. Саме невисока температура і наявність достатньої кількості вологи ранньою весною сприяють утворенню кореневої системи і кращому приживанню коренеплодів. Серед комплексу агротехнічних прийомів, які найбільше впливають на проростання коренеплодів, є строки садіння і глибина.

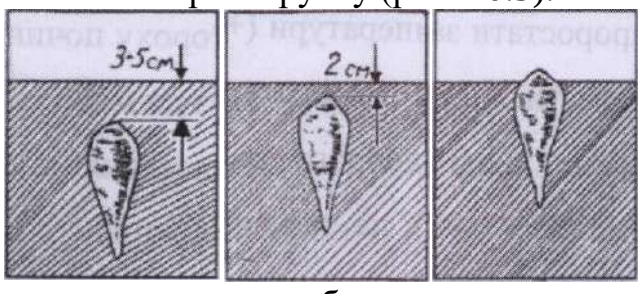
Строки садіння. З огляду на біологічні особливості насінників, короткий вегетаційний період та кореневу систему, що неглибоко проникає в ґрунт, маточники потрібно висаджувати в ранні строки, коли тільки можливо високоякісно підготувати ґрунт. Наскільки раніше висаджено маточники, настільки раніше з'являються сходи, вони краще забезпечуються вологою, повніше використовують сонячну інсоляцію, завдяки подовженню вегетаційного періоду. Окрім того, у кращих умовах проходить утворення генеративних органів, цвітіння насінників, підвищуються фертильність пилку і зав'язуваність насіння. До садіння насінників беруться, коли температура ґрунту становить понад 5 °С, а запізнення із садінням призводить до помітного зниження врожаю і якості насіння.

За даними Іванівської ДСС, запізнення із садінням призводить до зниження врожайності насіння в середньому на 21%. Садіння насінників потрібно починати, коли з'явиться можливість якісно підготувати ґрунт, і закінчувати не пізніше ніж через 7–10 днів. Так, за даними Уладово-Люлинецької ДСС, запізнення із садінням на 10 днів від початку польових робіт призводить до зниження врожайності насіння на 0,41 т/га, через 20 днів – на 0,94 т/га (табл. 10.33).

Таблиця 10.33. **Вплив строків садіння на продуктивність насінників (Уладово-Люлинецька ДСС, 1978–1981 рр.)**

Показник	Строк садіння		
	ранній	через 10 днів пізніше	через 20 днів пізніше
Продуктивних насінників, тис./га	17,0	14,8	10,8
Урожайність насіння, т/га	2,25	1,84	1,31
Схожість насіння, %	78	78	74

Глибина садіння маточників. Густота насінників певною мірою залежить від ступеня приживання висаджених маточників, що насамперед визначається глибиною їх садіння. Численні спостереження, проведені в різних зонах буряківництва, свідчать, що оптимальним вважається садіння, коли головка коренеплоду знаходиться на 2 см нижче поверхні ґрунту (рис. 10.9).



а б в

Рис. 10.9. Маточники посаджені: а) оптимально; б) мілко; в) глибоко

Глибина садіння маточників залежить насамперед від якості культивації ґрунту перед садінням та їхньої маси, водночас, як показали дослідження, проведені в ДГ «Шевченківське» (Бабьяж, 1971; Бабьяж, 1983), глибина садіння коренеплодів перебуває у зворотній залежності від їхньої маси. Так, за використання

коренеплодів масою 50–300 г глибина їх садіння малими конусами була більш рівномірною, ніж за садіння коренеплодів масою 150–800 г звичайними конусами: у першому випадку коренеплодів, головки яких перебувають нижче поверхні ґрунту від 1 до 3 см було 58%, у другому – 60%, а на глибину понад 3 см – відповідно 34 і 28% (табл. 10.34).

Таблиця 10.34. **Глибина садіння коренеплодів залежно від їхньої маси (ДГ «Шевченківське», 1981–1983 рр.)**

Маса коренеплодів, г	Коренеплодів, %, посаджених на глибину:			Приживання, %
	до 1 см	1–3 см	> 3 см	
150–800	14	60	28	96
50–300	8	58	34	98

За даними В. Я. Данькова, в зоні достатнього зволоження крупні коренеплоди доцільно висаджувати на глибину 2,5–3,5 см, середні – на 2–3 см, дрібні – на глибину 1–2 см.

Площа живлення. Для садіння використовують лише фізіологічно здорові маточники, які поділяють на фракції: дрібні (50–300 г), середні (301-600 г), крупні (601–900 г). За сортування обрізають хвостики, щоб впевнитися, чи вони цілком здорові, і видаляють почорнілі ростки.

З агрономічного погляду, оптимальна площа живлення (густота) – та, яка забезпечує отримання з одиниці площі максимальної врожайності культури з високою якістю та найменшими витратами праці й засобів виробництва.

За вирощування насінників компонентів схрещування ЧС-гібридів площа живлення (густота) має забезпечувати також, з одного боку, синхронність їхнього росту та розвитку, з іншого – максимальну насіннєву продуктивність материнського компонента (ЧСК). Тому площа живлення повинна бути економічно виправданою і стимулюватися приростом урожайності насіння, оскільки від цього залежить вихід маточників і продуктивність висадкосадильних машин. Економічно найдоцільною площею живлення за маси коренеплодів 601–900 г є 70 × 70 см, 301–600 г – 70 × 60 см, 70 × 50 см; 50–300 г – 70 × 35 см. Про те, що біологічний потенціал коренеплодів різної маси найповніше реалізується за різної площі живлення, свідчать дані науково-дослідних установ Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (табл. 10.35).

Технологія садіння. Висаджують маточники машинами ВПС-2,8 А, ВПУ-4, ВС-4Б упоперек оранки. Основний спосіб – човниковий. Якщо на одному полі працює чотири агрегати, то вони рухаються від середини поля по два, один за одним. За кожним агрегатом закріпляють одного-двох робітників, які засаджують пусті місця і збирають втрачені коренеплоди, а також пересаджують коренеплоди, посаджені мілко та доверху хвостами.

Садіння маточників ЧС-гібридів здійснюють роздільно за компонентами. Співвідношення ЧСК до ЗП уточнюють по кожному гібриду згідно з рекомендаціями селекціонерів (авторів гібридів). Для диплоїдних гібридів воно становить 4:1, триплоїдних – 3:1.

Таблиця 10.35. **Вплив маси маточників і площі живлення на врожайність і якість насіння**

Строк сівби	Маса, г	Площа живлення, см	Урожайність насіння, т/га	Схожість, %	Маса 1000 плодів, г	Плодів фракції < 3,5 мм
Ялтушківська дослідно-селекційна станція (Войналович, 1992)						
Весняний	395	70×70	2,13	80	13,7	7Д
	181	70×35	2,43	70	14,4	10,6
Літній	93	70×35	2,40	83	14,4	7,8
	58	70×35	2,50	83	14,5	7,5
	38	60×30	2,51	84	14,8	7,9
Уладово-Люлинецька дослідно-селекційна станція (Осадчук, 2005)						
Весняний	до 150	70×70	1,94	68	13,2	18,0
	151–300	70×70	2,11	76	13,6	18,2
	301–600	70×70	2,28	76	13,5	18,4
	до 150	70×35	2,32	77	13,8	16,5

Садіння маточників у співвідношенні 4:1 (16 рядків чоловічостерильного компонента і 4 рядки запилювача) здійснюють трьома агрегатами. Два з них висаджують маточники ЧСК у різних загонках майже одночасно, а третій агрегат – коренеплоди ЗП із деяким зміщенням у часі (але в той самий день) на полосах, залишених після проходу перших двох агрегатів. Ширина міжряддя між компонентами – 1,4 м. На кожну висадкосадивну машину, крім наявних на ній звичайних правого і лівого маркерів, навішують подовжений правий маркер. Останній дає змогу одержати три паралельних сліди. Один із них, одержаний від проходу диска, потрібний для направлення руху агрегата з коренеплодами ЧСК. Два інших сліди, одержаних від проходу слідоутворювача, – для забезпечення направлення руху агрегата із ЗП. Підготовка поля до садіння включає розмітку поворотних смуг і розподіл його на дві приблизно рівні частини.

Садіння маточників у загонах здійснюють в такий спосіб. Перший агрегат із маточниками ЧСК проходить по лінії, що посередині поля. Водночас встановлюють лівий звичайний і правий подовжений маркери. Другий прохід виконують по сліду від диска звичайного маркера. Перший прохід другого агрегата з коренеплодами ЧСК (з іншого краю поля) проводять по сліду від диска подовженого маркера першого агрегата. Наступні проходи здійснюють так само, як і в разі роботи першого агрегата. Після того, як перші два агрегати зроблять не менше ніж десять проходів, беруться до садіння ЗП. Кожний прохід агрегата із ЗП здійснюють після стикування внутрішніх чи зовнішніх зрізів гусениць трактора зі слідами від слідоутворювачів, залишених від проходів перших двох агрегатів.

Схема вирощування насіння ЧС-гібридів. Натепер серед найпоширеніших схем вирощування насіння диплоїдних ЧС-гібридів буряків цукрових у нашій країні є роздільне садіння компонентів схрещування в співвідношенні 4:1 (16 рядків ЧСК, 4 рядки ЗП), триплоїдних – 3:1 (12 рядків ЧСК, 4 рядки ЗП).

Відомо, що для забезпечення високого ступеня зав'язування гібридного насіння потрібна достатня кількість пилку під час цвітіння. Тим часом, як свідчать дослідження, зі збільшенням віддалі між ЧСК і ЗП знижується ступінь зав'язування насіння у диплоїдного і особливо триплоїдного гібридів. Так, за даними І. Я. Балкова, у гібрида Ювілейний за розміщення рослин ЧСК на відстані 11,9 м від ЗП (16-й ряд) ступінь зав'язування становив 81,6% проти 88,8% у рослин, розміщених на відстані 2,1 м (2-й ряд). Ці закономірності підсилюються, коли в зоні вирощування переважають односторонні вітри.

У ДГ «Пархомівське» вивчали особливості формування насіння гібрида Іванівсько-Веселоподільський ЧС 84 за різних схем садіння компонентів схрещування (Корнієнко та ін., 2007), а саме роздільне садіння компонентів схрещування у співвідношенні 4:1 (16 рядків ЧСК, 4 рядки ЗП) – контроль; роздільне садіння у співвідношенні 3,5:1 (7 рядків ЧСК, 2 рядки ЗП); садіння сумішшю коренеплодів, які вирощені у співвідношенні 5:1; садіння сумішшю коренеплодів, які вирощені у співвідношенні 4:2.

Для 3-го і 4-го варіантів маточники отримували за сівби 12-рядною сівалкою, відповідно 5 рядків ЧСК і 1 рядок ЗП та 4 рядки ЧСК і 2 рядки ЗП у 6-рядній секції. У результаті дослідження розроблено нову схему садіння компонентів схрещування у співвідношенні 3, 5:1 (7 рядків ЧСК, 2 рядки ЗП). Висадкосадивна машина в один бік висаджує 4 рядки, в інший – 3 (один оберт) маточників ЧСК, стикове міжряддя – 30 см. Відстань від 1-го рядка запилювача до 7-го рядка ЧС-компонента становить 520 см проти 630 см на контролі. Тобто, за цієї схеми садіння кількість рядків із поліпшеним запиленням збільшується понад удвічі (Патент на корисну модель МПК 2006.01, № 28319).

Спостереження за фіксацією пилку на склі розміром 10 × 10 см, розміщеному на поверхні ґрунту, показало, що якщо на першому рядку ділянки гібридизації умовно було 100% пилкових зерен, то на 4-му – 48,2%, 8-му – 23,2% (схема вирощування 16:4).

За даними І. Я. Балкова, у триплоїдного гібрида Колективний на відстані рослин ЧСК від ЗП 9,1 м (12-й ряд, схема садіння 24:8) ступінь зав'язування насіння становив 65,7%, на віддалі 2,1 м (2-й ряд) – 83,2% .

За вирощування гібридного насіння сумішшю компонентів теоретично віддаль від ЗП до ЧСК може бути в межах 0,7–2,1 м, рідше в межах 3,5–5,0 м, що значно менше, ніж за роздільного садіння. Тому кількість контактів між ЗП і ЧСК у цьому разі збільшується вчетверо за вирощування сумішшю у співвідношенні 5:1 і всемеро – за вирощування сумішшю у співвідношенні 4:2, порівняно з роздільним садінням за схемою 16 і 4. Отже, інтенсивність перезапилення між ЗП і ЧСК зростає за садіння сумішшю компонентів та роздільного за схемою 7:2, порівняно з виробничою схемою 16:4.

За вирощування гібридного насіння роздільним способом за різними схемами важливо було визначити ступінь його зав'язування, який безпосередньо залежить від якісного показника материнської форми, її стерильності. Цитоплазматична чоловіча стерильність (ЦЧС) впливає на вміст гібридів за вирощування

фабричних партій насіння. Чим вищий ступінь стерильності, тим більше зав'язується гібридного насіння і вище ефект гетерозису у фабричних посівах. Ступінь зав'язування гібридного насіння залежить також від пилкоутворювальної здатності багатонасінного запилювача (Савченко, 1980), тобто від кількості та якості життєздатного пилку, а також від гідротермічних умов, які складаються в період цвітіння насінників, що, зі свого боку, суттєво впливає на проходження процесів запилення і запліднення.

Загалом порівняння двох схем вирощування гібридного насіння дає підставу стверджувати, що за вирощування насіння за схемою 7:2 створюються кращі умови для його зав'язування, порівняно зі схемою 16:4. Так, якщо на контролі ступінь зав'язування насіння на першому рядку був 90,1% (середнє за три роки), на третьому – 90,0% і четвертому – 89,4%, то за схеми садіння 7:2 – 92,3; 92,2 та 92,6% відповідно (табл. 10.36).

Зі збільшенням відстані між ЧСК і ЗП за обох схем вирощування спостерігали тенденцію до зменшення ступеня зав'язування гібридного насіння. Так, за схеми вирощування 16:4 ступінь зав'язування в 4-му рядку (3,5 м) зменшився до 89,4%, у 8-му (6,3 м) – до 69,6% проти 90,1% у рослин, розміщених у першому рядку (0,7 м). За схеми вирощування 7:2 ступінь зав'язування в 4-му рядку зменшився до 91,8% проти 92,3% у першому.

Таблиця 10.36. **Ступінь зав'язування гібридного насіння (%) залежно від розміщення ЧСК відносно ЗП** (Корнієнко та ін., 2007)

Розміщення рядків ЧСК від ЗП	Схема вирощування							
	16:4				7:2			
	2000	2001	2002	середнє	2000	2001	2002	середнє
1-й	87,5	90,0	90,8	90,1	90,7	91,6	94,7	92,3
2-й	89,3	90,0	90,7	90,0	90,7	91,2	94,7	92,2
3-й	89,3	89,7	91,4	90,4	90,5	91,3	94,6	92,1
4-й	89,0	89,6	74,0	89,5	90,0	91,3	94,0	91,8
5-й	88,7	89,3	90,0	89,3	–	–	–	–
6-й	88,8	89,0	91,0	89,6	–	–	–	–
7-й	88,8	89,0	90,3	89,4	–	–	–	–
8-й	88,7	89,1	90,1	89,3	–	–	–	–

Загалом же варто відзначити, що кліматичні умови Лісостепу України цілком сприятливі (за виконання певних агротехнічних умов) для зав'язування гібридного насіння буряків цукрових.

Основне насінницьке завдання за вирощування ЧС-гібридів – збільшення виходу гібридного насіння, підвищення його посівних якостей, що значною мірою залежить від співвідношення компонентів схрещування. Результати досліджень свідчать, що вирощування насіння за схемою 7:2 у зоні нестійкого зволоження Східного Лісостепу України має переваги за врожайністю та якістю гібридного насіння, порівняно зі схемою 16:4 (табл. 10.37). У середньому за три роки врожайність насіння за цієї схеми вирощування підвищилася на 0,23 т/га,

схожість – на 4%, порівняно зі схемою 16:4, а, наприклад, у 2002 р. різниця в урожайності насіння становила 0,27 т/га, схожості – 5%.

Таблиця 10.37. **Урожайність та якість гібридного насіння залежно від схеми садіння компонентів схрещування** (Корнієнко та ін., 2007)

Схема садіння	Урожайність, т/га	Схожість, %	Маса 1000 плодів, г	Однонасінність, %	Кількість плодів фракції 3,0–3,5 мм, %
Роздільне садіння у співвідношенні (4:1) – контроль	1,30	88	12,3	93	21
Роздільне садіння у співвідношенні (3,5:1)	1,53	92	12,5	93	16
Садіння сумішшю коренеплодів, які вирощені у співвідношенні 5:1	1,96	96	13,0	86	10
Садіння сумішшю коренеплодів, які вирощені у співвідношенні 4:2	2,09	97	13,6	85	10

Це пояснюється насамперед підвищеним ступенем зав’язування насіння, збільшенням інтенсивності перезапилення компонентів схрещування та досконалішою технологією збирання за запропонованої схеми садіння (рис. 10.10).

Рис. 10.10. Насінники, вирощені за схемою у співвідношенні 3,5:1 (гібрид ІВПД ЧС 84): ліворуч – ЗП, праворуч – ЧСК

Заслуговує на увагу спосіб, коли базисне насіння висівають за схемою 5:1 чи 4:2, а садіння проводять сумішшю компонентів.

У цьому разі кількість контактів між компонентами та інтенсивність запилення значно збільшуються. Водночас вирощування насінників ЧС-гібридів спрощується, а вихід гібридного насіння збільшується на 35–60% із підвищеною схожістю.

У середньому за три роки за садіння сумішшю компонентів у співвідношенні 5:1 урожайність насіння підвищилася на 0,66 т/га, схожість – на 8%, у співвідношенні 4:2 відповідно на 0,79 т/га і 9%, порівняно з роздільним вирощуванням за схемою 16:4 (Корнієнко та ін., 2007).

Проте за таких способів дещо зменшується однонасінність, особливо за садіння сумішшю коренеплодів у співвідношенні 4:2. Так, якщо на контролі однонасінність насіння Іванівсько-Веселоподільського ЧС 84 становила в середньому за три роки 95%, за роздільного садіння у співвідношенні 3,5:1 – 93%, то за садіння сумішшю у співвідношенні 5:1 і 4:2 відповідно 86 і 85% (згідно з ДСТУ 4231:2003 однонасінність має бути не менше 85%).

Отже, проведені дослідження показали, що за вирощування насіння буряків цукрових гібрида Іванівсько-Веселоподільський ЧС 84 можна використовувати як роздільний, так і спосіб садіння сумішшю коренеплодів.

В умовах недостатнього зволоження Лісостепу України доцільнішим способом є вирощування гібридного насіння за схемою 7:2 (співвідношення 3,5:1), порівнюючи зі схемою 16:4 (співвідношення 4:1).

Заслуговує на увагу спосіб вирощування гібридного насіння садінням сумішшю коренеплодів, які вирощені у співвідношенні 4:2. Водночас вихід гібридного насіння збільшується на 33–35%.

За садіння сумішшю коренеплодів зменшується однонасінність, тому потрібні подальші дослідження в напрямі розроблення технології видалення багатонасінних клубочків за підготовки насіння на насіннєвих заводах.

Догляд за насінниками. *Коткування*. Для цього використовують гладкі водоналивні котки. Спостереження показали, що коткування ґрунту в посушливі роки сприяло інтенсивнішому проростанню коренеплодів, тобто утворенню розетки листків. Ефективним є коткування до і після садіння насінників, особливо в посушливі роки і коли ґрунт виходить на весну пухким. У дослідах, проведених у ВАТ «Погребищенське» (Вінницька область), у середньому за три роки приживання коренеплодів за коткування до садіння становило 90%, після садіння – 88%, до і після садіння – 94%, урожайність насіння – 1,60; 1,61 і 1,73 т/га відповідно (Балан, 1997).

Боронування. Для активного знищення бур'янів у початковий період важливе значення має боронування, яке проводять у різні строки: перше – на другий день після коткування, друге – через 5–6 днів після першого. Завдяки цьому знищується 60% бур'янів та їхніх проростків.

За появи сходів насінників (не менше 25–35%) проводять ще два-три боронування, які знищують бур'яни, розкривають розетки і розпушують ґрунт. Найкраще знаряддя для цієї операції – борони ЗБП-0,6 А, які менше витягують і травмують коренеплоди, добре розпушують ґрунт і краще копіюють поверхню поля, порівнюючи з боронами ЗОР-0,7. Вивчення цього прийому у ВАТ «Погребищенське» (Вінницька область) засвідчило, що в середньому за три роки за одного боронування кількість зміщених коренеплодів становила 4,7%, витягнутих і механічно пошкоджених – 1,0 і 0,4%, за двох – 5,3; 1,2 та 0,6% відповідно. Пода-

льше збільшення кількості боронувань не змінювало цих показників, проте зростала кількість рослин із пошкодженою розеткою листків, але це не мало негативних наслідків для продуктивності насінників. Проведені досліди дають змогу відзначити також й інші закономірності. По-перше, у роки з надмірним випаданням опадів, коли ґрунт був дещо ущільнений, кількість розхитаних та витягнутих коренеплодів була вдвічі-тричі меншою, ніж у посушливі роки. По-друге, у посушливі роки зменшилася кількість пошкоджених коренеплодів, особливо розеток листків, порівнюючи з роками з надмірною кількістю опадів.

Щодо забур'яненості посівів, то за одноразового боронування кількість бур'янів у фазі розетки була на 88%, за дворазового на 37% більше, порівнюючи з триразовим боронуванням, у фазі достигання – на 62 і 25% відповідно. За чотири- і п'ятиразових боронувань кількість бур'янів навпаки зменшилась у фазі розетки на 40 і 83%, у фазі достигання – на 25 і 38% відповідно (табл. 10.38).

Боронування насінників впливає на врожайність та якість насіння, особливо у вологі роки. Наприклад, у 1993 р. найвищу врожайність насіння отримано за п'ятиразового боронування (на 0,2 т/га вище за контроль), найменшу – за одноразового боронування (на 0,12 т/га нижче за контроль), у посушливому 1994 р. урожайність насіння в разі двох-п'яти боронувань була майже однаковою. Щодо якості насіння, то такі показники, як схожість і маса 1000 насінин підвищувались зі збільшенням кількості боронувань. Ми пояснюємо це зменшенням забур'яненості насінників і, відповідно, зменшенням насіння бур'янів в одержаному під час обмолоту вороху насіння. Отже, можна стверджувати, що ефективність боронувань збільшується, коли їх проводять багатократно.

Таблиця 10.38. **Ефективність боронувань насінників** (Балан, 1997)

Показники	Кількість боронувань					$НІР_{0,05}$
	1	2	3	4	5	
Коренеплодів, % – розхитаних	4,6	5,3	5,3	5,3	5,3	0,5
– витягнутих	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	0,5
– з пошкодженою головкою	0,4	0,6	0,6	0,7	0,6	0,3
Пошкоджено рослин, %	–	–	од	0,2	0,3	–
Кількість бур'янів: – фаза розетки, шт./м^2	66	48	35	21	6	2
%	188,5	137,7	100	60	17	–
– фаза достигання, шт./м^2	13	10	8	6	5	3
%	162,5	125,0	100	75	62	–
Густота насінників перед збиранням, тис./га	39,5	39	38,6	39	38,6	–
Урожайність насіння, т/га	1,50	1,61	1,60	1,74	1,66	0,15
Схожість, %	85	87	89	95	95	3
Маса 1000 плодів, г	12,3	12,3	12,4	12,5	12,5	0,2

Міжрядні розпушування. У період вегетації насінників проводять міжрядні розпушування, кількість яких залежить від погодних умов, забур'яненості поля, механічного складу ґрунту. Перше розпушування проводять у фазі розкриття розеток (тільки-но позначаться рядки) на глибину 5–6 см (використовуючи лапи-бритви). Щоб запобігти сильному пошкодженню кореневої системи, роблять пошарове розпушування ґрунту в міжряддях.

Для цього культиватори обладнують долотоподібними лапами і лапами-бритвами. Долото встановлюють посередині міжрядь (на центральному тримачі гряділя) на глибину 10–12 см, а лапи-бритви – на відстані 8–10 см від рядків і на глибину 5–6 см. Друге розпушування проводять одночасно зі внесенням добрив на глибину 10–12 см. Кожне наступне розпушування ґрунту проводять за потреби і глибину зменшують на 2–4 см.

Досліди, проведені у ВАТ «Погребищенське» (Вінницька область), показали, що як у посушливі роки, так і в роки з достатнім зволоженням не встановлено переваги двох розпушувань міжрядь насінників, порівнюючи з одним. У середньому за три роки врожайність насіння на контролі (без розпушення) становила 1,53 т/га, за одного розпушування – 1,66 і двох – 1,67 т/га (Балан, 1997). Бур'яни в захисних зонах знищують у ранній фазі росту сітчастими і просапними боронами, у міжряддях – спеціальними пружинними боронами або ротаційними органами.

Чеканка насінників. Характерною біологічною особливістю насінників буряків цукрових, особливо ЧС-гібридів, є їхній нерівномірний розвиток як окремих рослин, так і в ценозі. Це призводить до їх неодночасного цвітіння та достигання насіння, що в підсумку зменшує їхню врожайність та якість. Тому нагальним є питання зменшення пістрявості в рості та розвитку насіннєвих рослин. Одним із заходів спрямованого впливу на ріст і розвиток насінників є їх чеканка, мета якої – обмежити непродуктивні ростові процеси.

Протягом 1961–1963 рр. на Ялтушківській ДСС вперше в практиці насінництва однонасінних буряків цукрових було проведено досліди щодо чеканки насінників (Балан, 1965). Установлено, що кращим строком проведення чеканки є початок стеблування (висота насінників – 30–40 см). Водночас верхівку головного стебла потрібно видалити на 5 см. Урожайність насіння підвищується на 0,11–0,15 т/га, схожість – на 5–6%.

Протягом 2004–2006 рр. у ДП ДГ «Шевченківське» вивчали формування генеративних органів способом чеканки різних компонентів насінників ЧС-гібрида Український ЧС 70 та її вплив на ріст, розвиток і насіннєву продуктивність материнського компонента. Чеканку насінників на 3–5 см проводили в період масового стеблування (висота насінників – 40–50 см).

Біологічні основи чеканки насінників ЧС гібридів. Календарні строки проведення чеканки насінників залежать насамперед від строків садіння, останні ж – від метеорологічних умов весняного періоду. Протягом 2004–2006 рр. строки садіння насінників змінювалися в межах 1–7 днів, тому строки проведення чеканки були також у цих межах. Наприклад, у 2004 р. насінники були посаджені

21 квітня, чеканку провели 27 травня, у 2006 р. ці дати були відповідно 14 квітня і 20 травня.

Установлено, що у варіантах із чеканкою ріст стебел насінника обмежується, однак інтенсивніше відбувається ріст пагонів як першого, так і другого порядків. Обмеження ростових процесів настає вже через 5 діб після проведення чеканки. Так, якщо на контролі приріст взяти за 100%, то приріст головного стебла у варіантах із чеканкою в першу п'ятиденку становив 27%, на 10-ту добу – 46%, 20-ту – 70% і після чеканки – 77% від контролю. Середня висота насінників перед збиранням на контролі становила 149–166 см, у варіантах із чеканкою – 134–150 см. Кількість пагонів першого порядку внаслідок чеканки збільшилася з 35–39 до 45–48 шт., другого – з 51–52 до 61–66 шт. на одному насіннику відповідно (табл. 10.39).

Подібну закономірність відзначено й в інших дослідників. Так, за даними Ялтушківської ДСС (Балан та ін., 1998), чеканка рослин сприяла формуванню більшої кількості багатостебельних рослин. Коли на контролі (без чеканки) кількість одностебельних рослин була 21,5%, то з чеканкою 60% насінників – 6%, кількість стебел унаслідок чеканки збільшилася в середньому на 3,2 шт.

Залежно від погодних умов року, агротехніки та інших чинників компоненти схрещування проявляють різну інтенсивність росту і по-різному реагують на однакову висоту зрізу. За сприятливих умов відростання пагонів після чеканки проходить інтенсивніше (2004, 2006 рр.), і в цьому разі досягається (як побачимо далі) кращий ефект від чеканки і, навпаки, у роки, коли насінники характеризуються пониженою інтенсивністю наростання вегетативної маси (2005 р.), ефективність чеканки дещо знижується.

Таблиця 10.39. **Ріст компонентів схрещування залежно від чеканки (середнє за 2004–2006 рр.)**

Показник	Без чеканки – контроль		Чеканка*	
	ЧСК	ЗП	ЧСК	ЗП
Висота насінників перед чеканкою, см	50	46	50	45
Приріст (см): на 5-ту добу після чеканки	12	11	4	4
на 10-ту	25	25	13	12
на 20-ту	48	49	37	37
на 30-ту	68	67	53	52
Висота насінників перед збиранням, см	153	140	139	128
Пагонів (шт.): 1-го порядку	39	35	48	45
2-го порядку	53	51	66	61
3-го порядку	9	9	12	13

Примітка. Чеканка в період масового стеблування.

Спостереження за фазами розвитку насінників гібрида Український ЧС 70 по компонентах свідчать, що в усі роки досліджень інтенсивніший розвиток був у рослин запилювача, з чеканкою чи без неї. Наприклад, у 2004 р. (варіант – без

чеканки) станом на 15 травня фаза стеблування відзначена у 26% ЧСК і в 32% ЗП, станом на 27 травня – у 84 і 98% насінників відповідно; фаза бутонізації станом на 5 червня зафіксована в 32% ЧСК і 49% ЗП; фаза цвітіння на 15 червня відзначена в 29% ЧСК і 36% ЗП і станом на 26 червня – у 76 і 80% насінників відповідно. Станом на 24 липня кількість насінників, що достигли, була 84% у ЧСК і 96% у ЗП.

У варіанті з повною чеканкою ці закономірності збереглися, тобто також спостерігався інтенсивніший розвиток насінників ЗП, порівнюючи з ЧСК. Проте рослини, де проводили чеканку (у цьому разі ЧСК і ЗП), розвивалися інтенсивніше. Тому фази стеблування, бутонізації, цвітіння і достигання проходили більш дружно, порівнюючи з контролем (без чеканки). Так, коли на контролі станом на 15 травня фаза стеблування відзначена у 26% рослин ЧСК і в 32% рослин ЗП, то за повної чеканки – 30 і 36% відповідно. А кількість рослин станом на 15 червня, що були у фазі цвітіння, становила на контролі 29% у ЧСК і 36% у ЗП, станом на 26 червня – 76 і 80%, 81 і 88% відповідно (див. табл. 10.40).

Наведені вище закономірності розвитку компонентів схрещування насінників особливо підсилюються, коли проводять чеканку тільки ЧСК. Наприклад, у 2004 р. станом на 15 травня фазу стеблування відзначено у 24% насінників ЧСК і в 59% – ЗП (на контролі – без чеканки відповідно 26 і 32%), фазу цвітіння станом на 15 червня відзначено у 24% насінників ЧСК і в 67% – ЗП, станом на 26 червня – у 81 і 98% насінників відповідно. Для порівняння: на контролі станом на 15 червня кількість ЧСК у фазі цвітіння була майже однаковою, як і за чеканки (29 і 24%), а насінників ЗП майже вдвічі менше (36 і 67%), станом на 26 червня – у 76 і 80%, 81 і 98% відповідно.

Таблиця 10.40. **Фази розвитку насінників залежно від чеканки (2004 р.)**

Дата	Кількість рослин (%) у фазі стеблування	Дата	Кількість рослин (%) у фазі бутонізації	Дата	Кількість рослин (%) у фазі цвітіння	Дата	Кількість рослин (%) у фазі достигання
Без чеканки – контроль							
15.05	26/32*	5.06	32/42	15.06	29/36	10.07	17/50
19.05	41/81	8.06	54/63	17.06	43/62	15.07	47/76
27.05	84/98	10.06	73/69	19.06	48/66	19.07	76/96
		12.06	83/78	23.06	74/77	24.07	84/96
				26.06	76/80		
Чеканка – повна							
15.06	30/36	5.06	36/51	15.06	31/42	10.07	27/54
19.05	45/85	8.06	58/67	17.06	47/68	15.07	51/80
27.05	88/100	10.06	77/73	19.06	52/70	19.07	84/96
		12.06	87/88	23.06	78/81	24.07	88/100
				26.06	81/88		
Чеканка – ЧСК							
15.06	24/59	5.06	30/81	15.06	24/67	10.07	27/45

19.05	42/94	8.06	54/85	17.06	33/78	15.07	48/66
27.05	96/100	10.06	63/96	19.06	45/87	19.07	83/94
		12.06	81/100	23.06	77/98	24.07	91/94
				26.06	81/98		
Чеканка ЗП							
15.06	27/47	5.06	40/56	15.06	31/42	10.07	20/54
19.05	48/76	8.06	59/60	17.06	47/68	15.07	37/66
27.05	88/98	10.06	74/67	19.06	52/70	19.07	68/90
		12.06	80/75	23.06	78/81	24.07	86/92
				26.06	81/83		

*Чисельник – ЧСК, знаменник – ЗП.

Дещо інші закономірності отримано, коли проводили чеканку тільки ЗП. У 2004 р. станом на 12 червня фазу бутонізації відзначено у 80% насінників ЧСК і в 75% – ЗП (на контролі – 83 і 71% відповідно); фазу цвітіння станом на 15 червня відзначено в 37% насінників ЧСК і в 41% – ЗП, станом на 26 червня – у 81 і 83% насінників відповідно. А кількість насінників, що були у фазі достигання в цьому варіанті станом на 24 липня, становила 86% у ЧСК і 92% у ЗП, на контролі – 84 і 96% відповідно. Отже, за чеканки тільки ЗП розвиток обох компонентів більш вирівняний.

Вивчення динаміки цвітіння компонентів схрещування насінників гібрида Український ЧС 70 показало, що в рослин, яких піддали чеканці, вона настає на 5–7 діб пізніше. Наприклад, у 2005 р. фаза цвітіння на контролі в ЧСК настала 13 червня, у запилювача – 10 червня, у варіанті з повною чеканкою – 18 і 15 червня відповідно. Надалі у варіантах із чеканкою цвітіння насінників відбувалося синхронніше.

Динаміка цвітіння насінників залежно від чеканки компонентів схрещування у 2006 р. була подібна до попередніх років. Так, першими у фазу цвітіння входять рослини ЗП і на контролі, станом на 15 червня, фаза цвітіння відзначена в 30% рослин і в 40% у рослин ЗП. У середині цвітіння ця різниця збільшилася, проте наприкінці фази цвітіння проходило більш синхронно. Так, станом на 12 липня фазу цвітіння спостерігали в 78% рослин ЧСК і у 85% – ЗП.

Подібна закономірність, тобто різниця в цвітінні ЧСК і ЗП, підсилюється, коли проводять чеканку тільки ЧСК. Так, станом на 18 червня фаза цвітіння в цьому варіанті відзначена в 38% рослин ЧСК і в 65% – ЗП. Ця різниця зберігалася майже до кінця цвітіння. Тобто чеканкою ЧСК ми ще більше підвищуємо інтенсивність проходження в нього фази цвітіння насінників.

Як показали дослідження, прийоми обмеження росту рослин (чеканка) впливають також на інтенсивність інших фаз розвитку компонентів схрещування. Рослини, на яких проводили чеканку, розвиваються інтенсивніше, що проявляється в скороченні періоду проходження кожної фази розвитку. У середньому за 2004–2005 рр. (станом на 30 травня) кількість рослин, у яких закінчилася фаза стеблування, на контролі становила 60% у ЧСК і 64% у ЗП, у варіантах із чеканкою – 64 і 67% відповідно. Інтенсивніше проходили й інші фази

розвитку: цвітіння і достигання. Так, станом на 18 червня кількість насінників, у яких закінчилася фаза цвітіння, на контролі становила 77% у ЧСК і 82% у ЗП, у варіанті з чеканкою – 84 і 86% відповідно. Загалом тривалість фаз у варіантів із чеканкою була на 3–5 діб менша до контролю (табл. 10.41).

Таблиця 10.41. **Початок і тривалість фаз розвитку компонентів схрещування гібрида Український ЧС 70 залежно від чеканки (за 2004–2006 рр.)**

Фаза розвитку	Дата	Кількість насінників, %			
		Без чеканки – контроль		Чеканка***	
		ЧС форма	запилювач	ЧС форма	запилювач
Стеблування	21.05*	27	32	27	33
	20.06**	60	64	64	67
Тривалість, діб		30	30	27	27
Цвітіння	18.06	30	36	35	36
	19.07	77	82	84	86
Тривалість, діб		32	32	28	27
Достигання	24.06	18	-	23	-
	9.07	84	-	86	-
Тривалість, діб		16	-	13	-

*Початок. **Повна фаза. ***Чеканка ЗП у період масового стеблування.

Дослідженнями встановлено, що у варіантах із чеканкою ріст стебел насінника обмежується, однак інтенсивніше проходить ріст пагонів як першого, так і другого порядків. Спостереження показали, що обмеження ростових процесів настало вже через 5 днів після проведення чеканки. Так, якщо приріст на контролі взяти за 100%, то приріст головного стебла у варіантах із чеканкою у першу п’ятиденку становив 25%, на 10-ту добу – 43%, на 20-ту – 70% і після чеканки – 77% від контролю. Середня висота насінників перед збиранням на контролі становила 152/153 см (чисельник – ЧСК, знаменник – ЗП), у варіанті з чеканкою – 140/121 см. Кількість пагонів першого і другого порядків у результаті збільшилася з 70/71 до 79/81 шт., другого – з 39/40 до 47/46 шт. на одному насіннику відповідно. Водночас також збільшувалася кількість квіток та щільність обнасінення (кількість плодів на десятисантиметрових відрізках пагонів). Ці обставини сприяли збільшенню кількості плодів на ЧСК із 9,7 тис. на контролі до 10,5 тис. за чеканки (табл. 10.42).

Таблиця 10.42. **Репродуктивна система насінників залежно від чеканки (середнє за 2004–2006 рр.)**

Показник	Контроль – без чеканки	Чеканка		
		повна	ЧСК	ЗП
Висота насінників перед збиранням, см	152/143*	140/121	141/143	151/122
Пагонів, шт.: 1-го порядку	70/71	79/81	78/71	70/82
2-го порядку	39/40	46/47	46/40	39/44

3-го порядку	22/24	25/27	23/24	22/27
Квіток на 1 насіннику, тис. шт.	8,7/12,5	10,7/15,3	10,7/12,5	8,7/15,6
Щільність обнасінення, шт./10 см	31	32	32	32
Плодів на 1 насіннику, тис. шт.	9,7	10,5	10,4	10,6

Примітка. Чисельник – ЧСК, знаменник – ЗП

Урожайність та якість насіння. Наведені закономірності біології росту та розвитку компонентів схрещування насінників гібрида Український ЧС 70 залежно від чеканки позитивно вплинули на їхню насіннєву продуктивність. У середньому за три роки врожайність насіння у варіантах із чеканкою була на 0,41–0,58 т/га більшою, ніж на контролі (табл. 10.43).

Ефективнішою виявилася чеканка насінників тільки запилювача. У цьому разі одержали найвищу врожайність гібридного насіння: у середньому за три роки вона була на 0,28 т/га більшою, ніж на контролі. Це пояснюється тим, що в гібрида Український ЧС 70 першими зазвичай входять у фазу цвітіння рослини запилювача, тому в перші 4–5 днів перезапилення чоловічостерильних рослин майже не відбувається. Оскільки в рослин, яких піддають чеканці, фаза цвітіння настає на 3–5 днів пізніше, цим самим вирівнюються фази цвітіння обох компонентів ЧС гібрида. Перезапилення відбувається інтенсивно, що сприяє підвищенню врожайності та якості гібридного насіння.

Щодо якості насіння, то в усіх варіантах із чеканкою насінників відзначено високі показники схожості, маси 1000 плодів та більш вирівняний, ніж на контролі, насіннєвий матеріал (переважно дві фракції – 3,5–4,5 і 4,5–5,5 мм).

Таблиця 10.43. **Урожайність насіння залежно від чеканки, т/га**

№ п/п	Варіант	Рік			Середнє
		2004	2005	2006	
1	Без чеканки – контроль	1,40	1,17	1,34	1,30
2	Чеканка повна	1,57	1,38	1,52	1,49
3	Чеканка тільки ЧСК	1,50	1,26	1,48	1,41
4	Чеканка тільки ЗП	1,67	1,46	1,60	1,58
$НІР_{0,05}$		1,6	2,1	1,3	1,7

У середньому за три роки схожість насіння у варіантах із чеканкою була на 2–5% вищою, ніж на контролі. Як і за врожайністю, найвищі схожість – 85% (на контролі – 79%) та маса 1000 плодів – 14,6 г (на контролі – 13,8 г) отримано у варіанті, де проводили чеканку насінників тільки ЗП.

Вивчення фракційного складу насіння дало змогу встановити, що в усіх варіантах із чеканкою зменшувалася кількість плодів як дрібної фракції (3,0–3,5 мм), так і крупної (> 5 мм), а також збільшувалася кількість плодів основних посівних фракцій (3,5–4,5 і 4,5–5,5 мм), і не встановлено істотної різниці за кількістю фракцій між варіантами, де проводили чеканку. У середньому за три роки плодів фракції 3,0–3,5 мм на контролі було 18,6%, у варіантах із чеканкою – 8,5–

11,6%, фракції > 5 мм – 1,7 і 0,7–0,8% відповідно. А основних посівних фракцій на контролі 79,7%, у варіантах із чеканкою – 87,7–90,7% (табл. 10.44).

Таблиця 10.44 **Якість насіння залежно від чеканки**

Варіант		Рік	Схо-жість, %	Маса 1000 плодів, г	Плодів, %, фракції, мм			
					> 5,5	4,5–5,5	3,5–4,5	3,0–3,5
1	Без чеканки – контроль	2004	80	14,3	2	10	70	18
		2005	76	13,6	1	12	64	23
		2006	82	13,6	2	14	69	15
		Середнє	79	13,8	1,7	12,0	67,7	18,6
2	Чеканка повна	2004	85	15,4	1	16	75	8
		2005	80	14,3	0,5	18	69	12,5
		2006	86	14,5	0,5	19	72	8,5
		Середнє	84	14,7	0,7	17,7	72	9,6
3	Чеканка тільки ЧСК	2004	84	15,2	1	17	73	9
		2005	79	13,7	0,5	17	68	14,5
		2006	85	14,3	0,5	19	71	9,5
		Середнє	83	14,4	0,7	17,7	70	11,6
4	Чеканка тільки ЗП	2004	86	15,4	1,5	19	73	6,5
		2005	82	14,0	0,5	18	70	11,5
		2006	88	14,5	0,5	20	72	7,5
		Середнє	85	14,6	0,8	19	71,7	8,5
$НІР_{0,05}$		2004	3,5	0,3	–	–	–	–
		2005	4,2	0,4	–	–	–	–
		2006	3,3	0,3	–	–	–	–

Ефективність чеканки дещо залежить від метеорологічних умов вегетаційного періоду насінників. Так, у 2004 р., коли ГТК вегетаційного періоду становив 1,4 (зволоження характеризувалось як помірне), чеканка насінників ЗП сприяла підвищенню врожайності насіння на 0,27 т/га. У 2005 р. (ГТК – 1,5) ця різниця становила 0,29 т/га, у 2006 р. (ГТК – 1,3) – 0,26 т/га (табл. 10.44).

Для повної характеристики ефективності чеканки насінників буряків цукрових наводимо дані щодо врожайності та якості насіння, отримані в попередні роки. Так, за даними В. М. Балана, чеканка насінників наприкінці стеблування (сорт Ялтушківський однонасінний) сприяла підвищенню врожайності насіння на 0,15 т/га, маси 1000 плодів – на 0,3–0,4 г.

У подальших дослідах, проведених на Ялтушківській ДСС, чеканка 60% одностебельних насінників (сорт Ялтушківський однонасінний 30) сприяла підвищенню врожайності на 0,34 т/га, схожості – на 5%, маси 1000 плодів – на 1,0 г (Балан та ін., 1998).

За даними Уладово-Люлинецької ДСС (Балан та ін., 2001), у 1998 р. приріст урожайності гібридного насіння (гібрид Слов'янський ЧС 94) з чеканкою ЧСК становив 0,33 т/га, з чеканкою ЗП – 0,35 т/га за рівня врожайності насіння

на контролі 2,22 і 2,12 т/га відповідно ($НІР_{0,05}$ – 0,32 т/га). У середньому за три роки чеканки насінників ЧСК, коли 40% рослин були у фазі стеблування, урожайність насіння підвищилася на 0,25 т/га (14,6%). А в дослідах 2000 р. із чеканкою ЗП було отримано додатковий урожай насіння 0,31 т/га (за $НІР_{0,05}$ – 0,21) (Осадчук, 2005).

Додаткове запилення. Буряки цукрові – перехреснозапильна культура. Запилення в природних умовах відбувається за допомогою вітру і комах. Коли вітряно, велика кількість пилку не бере участі в запиленні, багато його осідає на листках або розноситься горизонтальними і вертикальними потоками повітря на велику відстань від плантації, що також зменшує вірогідність перезапилення. Додаткове запилення усуває ці недоліки, оскільки при цьому більша частина пилку перебуває в зоні розташування квіток і бере участь у процесі запилення і запліднення.

Значний внесок у дослідження процесів запилення і запліднення буряків цукрових зробила Н. Е. Зайковська. Вона встановила, що за час цвітіння квітки буряків (3–4 дні) на її рильце потрапляє 300–400 пилкових зерен. Пиляки живуть 3–4 години, а потім висихають. Запліднення відбуваються протягом 7–8 годин від початку цвітіння, але значення подальшого потрапляння пилку не знижується. Чим більше проростає пилкових трубок, тим більше вони приносять біологічно активних речовин у зародок і тканину, що його оточує, і тим більше зав'язується насіння (Зайковская, 1957; Зайковская, 1962; Зайковская, 1963).

Уперше в практиці насінництва буряків цукрових механізоване додаткове запилення було вивчено в ДП ДГ «Шевченківське» у 1989–1992 рр. (Бабьяж, 1971; Бабьяж, 1983; Балан, Балагура, 1992; Балан, 1994).

У результаті вивчення цього прийому вперше було запропоновано використання для додаткового запилення причепного штангового обприскувача ОПШ-15 (Балан, Балагура, 1992). До штанг обприскувача на всю ширину захвату прикріплюється пристосування, яке складається з мішковини у вигляді смуг завдовжки 80–100 см і завширшки 15–20 см. Під час руху трактора по запилювачу з обладнаним у такий спосіб оприскувачем смуги мішковини, дотикаючись до квітконосних пагонів, струшують із них пилок, захоплюють за собою і переносять з однієї рослини на іншу. Поряд із вільним (природним) здійснюється додаткове запилення насінників буряків цукрових. Додаткове запилення проводили в період масового цвітіння насінників у ранкові години (з 9 до 11 год.). У цей час спостерігали інтенсивне цвітіння з виділенням великої кількості пилку (рис. 10.11).

Рис. 10.11. Додаткове запилення насінників (ДП ДГ «Шевченківське»)

Висока продуктивність запропонованого агрегату дає змогу проводити цей прийом багаторазово, що значно підвищує ефективність додаткового запилення (табл. 10.45).

Таблиця 10.45. **Урожайність та якість насіння залежно від додаткового запилення** (Байдачний, Садовий, 1994)

Варіант	Урожайність насіння, т/га	Схожість, %	Маса 1000 плодів, г	Фракційний склад (%) плодів, мм			
				< 3,5	3,5–4,5	4,5–5,5	> 5
ДГ «Шевченківське» Київська область							
Без дозапилення	1,08	77	12,6	24	58	20	1
З дозапиленням	1,43	87	13,3	14	61	24	1
САТ «Погребищенське» Вінницька область							
Без дозапилення	1,38	89	10,6	23	58	18	1
З дозапиленням	1,61	95	13,4	14	60	24	2

Упродовж 2001–2003 рр. у ДП ДГ «Шевченківське» вивчали формування врожаю та якості гібридного насіння буряків цукрових залежно від різної площі живлення компонентів схрещування та додаткового запилення (гібрид Український ЧС 70).

Протягом вегетаційного періоду відзначали фази розвитку, тривалість міжфазних періодів, динаміку цвітіння компонентів схрещування та динаміку достигання гібридного насіння. Установлено, що, починаючи з фази стеблування, ріст і розвиток насінників компонентів схрещування дещо відрізняється залежно

від умов їх вирощування. Зменшення площі живлення з 70 × 60 до 70 × 35 см сприяло підвищенню інтенсивності фаз розвитку насінників, особливо цвітіння й достигання. Крім того, сам початок цих фаз за площі живлення 70 × 35 см був на 2–3 доби раніше, ніж за площі живлення 70 × 60 см. Так, у 2001 р. початок фази стеблування за площі живлення 70 × 60 см відзначено 22 травня, за 70 × 35 см – 21 травня, а тривалість цієї фази була – 28–30 і 26–27 діб відповідно. Більш чітку різницю у фазах розвитку насінників залежно від площі живлення відмічено у таких фазах. Так, початок фази цвітіння за площі живлення 70 × 60 см відзначено 21–25 червня, за 70 × 35 см – 18–21 червня, тривалість цієї фази становила 29–30 і 27–30 діб відповідно.

Початок фази достигання в цьому ж році був на 4 доби раніше, а тривалість її на 6 діб меншою за площі живлення 70 × 35 см, ніж за 70 × 60 см. Аналогічну закономірність спостерігали й в подальші роки. Вегетаційний період у насінників за площі живлення 70 × 60 см у середньому за три роки становив 119 діб, 70 × 35 см – 98 діб.

Вивчення динаміки цвітіння компонентів схрещування засвідчило, що на початку цвітіння різниця в інтенсивності проходження цієї фази компонентами (площа живлення – 70 × 60 см) становить 5–6%, у період масового цвітіння – 10–15%, наприкінці фази вона дещо вирівнюється і становить 3–5%. Наприклад, у 2001 р. станом на 25 червня фаза цвітіння в ЧСК відзначена в 30% рослин, у ЗП – 37% рослин, станом на 1 липня – у 50 і 70% і станом на 24 липня – у 95% і 100% рослин відповідно. За площі живлення 70 × 35 см фаза цвітіння в насінників обох компонентів проходить більш інтенсивно і синхронно, хоча різниця між компонентами зберігається (аналогічно схемі садіння – 70 × 60 см), особливо на початку і в період масового цвітіння.

Дещо інакше проходив розвиток насінників компонентів схрещування, коли останні висаджували за різною схемою. Так, у 2002 р. за площі живлення насінників ЧСК 70 × 35 см і ЗП 70 × 60 см початок фази стеблування в першого зафіксовано 10 травня, запилювача – 9 травня, тривалість фази становила – 35 і 34 доби відповідно. Початок фази цвітіння в ЧСК відмічено 10 червня, у ЗП – 8 червня, а повне цвітіння – 6 липня і 8 липня відповідно. Тривалість цієї фази становила 28 діб у ЧСК і 31 добу в ЗП. Тобто зменшення площі живлення насінників ЧСК прискорює розвиток останнього, порівняно з розвитком насінників ЗП, що вирощувалися за площі живлення 70 × 60 см. Аналогічну закономірність відзначено і в наступні роки.

Вивчення динаміки цвітіння насінників компонентів схрещування в разі їх вирощування за різної площі живлення дає змогу зазначити деякі закономірності. По-перше, в усі роки досліджень за однакової площі живлення насінників обох компонентів (70 × 60 і 70 × 35 см) спостерігалася різниця в динаміці цвітіння компонентів схрещування. Наприклад, у 2003 р. за площі живлення 70 × 35 см станом на 9 червня фаза цвітіння зафіксована у 20% рослин ЧСК і в 48% рослин ЗП, станом на 7 липня – у 80% і 100% відповідно. По-друге, за площі живлення насінників ЧСК 70 × 35 см, ЗП – 70 × 60 см спостерігалося майже синхронне цвітіння обох компонентів протягом усього періоду проходження цієї

фази. Так, станом на 7 червня фазу цвітіння відзначено в 38% рослин ЧСК і в 30% рослин ЗП, станом на 6 липня – 98 і 99% відповідно.

Отже, площею живлення насінників компонентів схрещування можна регулювати їхню динаміку цвітіння. У такому разі в гібрида Іванівсько-Веселоподільський ЧС 84 запилювач цвіте дещо інтенсивніше, порівняно з ЧСК, що підтверджується як нашими даними, так і даними Іванівської ДСС (Корнієнко та ін., 2007).

Відомо, що насіннєва продуктивність залежить від пилкоутворювальної здатності, повноти перезапилення, ступеня запліднення, розвитку зародка і власне насіння, що в підсумку визначає зав'язуваність і схожість. Тобто, зав'язуваність і схожість є похідні вибіркового запліднення. Останнє, своєю чергою, здійснюється за потрапляння великої кількості пилку на приймочку матки. Підрахунок кількості пилкових зерен, що перебувають в повітрі в період інтенсивного цвітіння, показав, що в центрі ділянки гібридизації в 1 $м^3$ повітря їх знаходиться 248–280 тис., по краях ділянки – 126–180 тис., зокрема життєздатних – 76–92%. Зав'язуваність насіння становила в центрі ділянки 87–95%, по краях – 76–85%. У спеціальному досліді по визначенню віддаленості поширення пилкових зерен встановлено, що в разі розміщення смугами рослин батьківської і материнської форм нестача пилку спостерігається вже в 44 ряду (31 м), де зав'язуваність і схожість насіння різко знижуються (Балков, 1990).

Спостереження за фіксацією пилку на ділянці розміром 10 × 10 см, розміщеному на поверхні ґрунту, показало, що якщо на першому рядку (схема вирощування 16:4) ділянки гібридизації (1,4 м) умовно було 100% пилкових зерен, то на четвертому (2,7 м) – 48%, восьмому (16,3 м) – 23,2%. За додаткового запилення на першому рядку кількість пилкових зерен збільшилася у 2,1 рази, у четвертому – у 1,8 рази і у восьмому – у 1,2 рази, порівнюючи з показниками без додаткового запилення.

Установлено, що в рослини, де проводили додаткове запилення, тривалість фази цвітіння була на 2–3 доби коротше, ніж без додаткового запилення. Цей прийом вплинув також на інтенсивність достигання насіння.

Початок і масове достигання насіння (відповідно 10–20 і 60–70% плодів, що побуріли) було на 4–5 діб раніше, порівнюючи з контролем. Наприклад, на 10-ту добу від початку достигання кількість плодів, що достигли, на контролі була 15%, а з дозапиленням – 20%, на 20-ту добу –50 і 60% відповідно (рис. 37).

За площі живлення насінників 70 × 35 см ця закономірність зберігається, але достигання насіння проходить завдяки впливу двох чинників (площа живлення і додаткове запилення) більш інтенсивно. Так, на 10-ту добу від початку достигання, плодів, які достигли, було 25%, на 20-ту – 70% (рис. 38). Тобто, збільшення кількості пилку за додаткового запилення призводить до збільшення здатності ступеня зав'язування плодів.

За визначення строків збирання насінників буряків цукрових важливим показником є борошнистість консистенції перисперму власне насінин. Багато дослідників (Добротворцева, 1975; Корниенко и др., 1982; Корнієнко та ін., 2007; Табенцкий, 1968; Балагура, Балан, 2015; Балан, 1965) рекомендують скошувати

насінники буряків цукрових за наявності цього показника в 50–60% плодів. У наших дослідженнях, наприклад, у 2001 р. за площі живлення насінників 70 × 35 см на контролі (без дозапилення) 60% плодів із борошнистою консистенцією перисперму власне насінини відзначено 5 серпня, що відповідало 50% побуріння плодів. У варіанті з додатковим запиленням 60% плодів із борошнистою консистенцією перисперму власне насінини зафіксовано 3 серпня, що відповідало 30% їх побуріння. Аналогічну закономірність відзначено і в інші роки.

Додаткове запилення впливає на такі елементи продуктивності насінників, як щільність обнасінення (плодів на 10 см відрізка пагона) та кількість плодів на одному насіннику. Як показали дослідження, у середньому за три роки за площі живлення насінників 70 × 60 см щільність обнасінення за додаткового запилення збільшилася з 32 (контроль) до 35 шт. плодів, за площі живлення 70 × 35 см – з 28 до 32 шт. плодів відповідно. Як результат – збільшилася загальна кількість плодів на цьому насіннику. Так, якщо без додаткового запилення за площі живлення 70 × 60см середня кількість квіток становить 10,8 тис. шт., то з додатковим запиленням – 12,0 тис. шт., за площі живлення 70 × 35 см –8,6 і 9,4 тис. шт. відповідно (табл. 10.46).

Таблиця 10.46. **Елементи продуктивності насінників залежно від додаткового запилення (2001–2002 рр.)**

Варіант				Щільність обнасінення, шт.	Плодів на одному насіннику, тис. шт.
№ п/п	Площа живлення		ДЗ		
	ЧСК	ЗП			
1	70×60	70×60	Без ДЗ	32	10,8
2	70×60	70×60	ДЗ	35	12,0
3	70×35	70×35	Без ДЗ	28	8,6
4	70×35	70×35	ДЗ	32	10,4

Зважаючи на кількість квіток на одній рослині та кількість плодів, що зав'язалися, визначили ступінь зав'язування: без додаткового запилення за площі живлення 70 × 60 см вона становить 78%, з додатковим запиленням – 89%, за площі живлення 70 × 35 см – 70 і 87% відповідно.

Продуктивність насінників залежала як від додаткового запилення, так і площі живлення насінників. У середньому за три роки за площі живлення обох компонентів 70 × 35 см вона становила 1,46 т/га, що на 0,26 т/га (на 22,6%) більше, ніж за площі живлення 70 × 60 см.

За площі живлення ЧСК 70 × 35 см, ЗП 70 × 60 см урожайність гібридного насіння в середньому за три роки становила 1,44 т/га, що на 0,25 т/га (на 19%) більше, ніж на контролі і майже така ж, як у варіанті, де площа живлення насінників обох компонентів була 70 × 35 см.

За додаткового запилення і площі живлення 70 × 60 см урожайність насіння підвищилася на 0,23 т/га, за площі живлення 70 × 35 см – на 0,26 т/га. Як бачимо, ефективність додаткового запилення майже однакова як за площі жив-

лення 70 × 60 см, так і 70 × 35 см. Більша врожайність у варіанті, де площа живлення була 70 × 35 см, обумовлена двома чинниками – площею живлення (вплив чинника – 21,6%) і додатковим запиленням (18,4%). Подібна закономірність спостерігається і за якістю насіння (табл. 10.47).

Таблиця 10.47. **Урожайність та якість насіння залежно від площі живлення і додаткового запилення (2001–2003 рр.)**

№ п/п	Площа живлення, см		Урожайність насіння, т/га	Схожість, %	Маса 1000 плодів, г	Фракційний склад (%) плодів, мм			
	ЧСК	ЗП				<3,5	3,5-4,5	4,5-5,5	>5
1	70×60	70×60	1,19	83	12,3	2,3	24,5	60,8	12,4
2	Те що і вар. 1 + ДЗ		1,42	89	13,0	3,0	27,4	59,6	10,0
3	70×35	70×35	1,46	88	12,7	0,7	26,7	62,4	10,2
4	Те що і вар. 3 + ДЗ		1,72	93	13,1	1,0	27,0	62,7	9,3
5	70×35	70×60	1,44	87	12,6	1,0	26,4	62,0	10,6
6	Те що і вар. 5 + ДЗ		1,69	93	13,0	1,0	26,8	62,3	9,9
$НІР_{0,05}$			0,17	4,2	0,3	–	–	–	–

Отже, за вирощування насіння ЧС-гібридів роздільним способом (садіння компонентів чергуючими смугами) з погляду його врожайності та якості кращою є схема, коли ЧСК вирощують за площі живлення 70 × 35 см, ЗП – за 70 × 60 см + додаткове запилення.

Збирання насінників. За вирощування насінників буряків цукрових найвідповідальнішим технологічним процесом є збирання. Під час збирання насінників втрати насіння коливаються у великому діапазоні і залежать від багатьох чинників. Назвемо з них головні: строки збирання, рівень урожаю насіння, ступінь полягання, густота, забур'яненість поля, способи збирання.

За даними В. Л. Курила, за наявної технології збирання насінників втрати насіння досягають 11–20%, а у разі опадів у цей період вони збільшуються до 50% урожаю. Втрати зумовлюються, насамперед, за рахунок осипання насіння під час скошування, неповного зрізування стебел, осипання насіння в період обмолоту валків (Курило, 1989).

На сьогодні насіння ЧС-гібридів здебільшого вирощують за схемою, яка передбачає роздільне садіння компонентів схрещування, а після закінчення цвітіння – збирання насінників запилювача на кормові цілі.

Результати вегетаційних і польових дослідів Інституту цукрових буряків, проведених протягом 1985–1988 рр. показали, що скошування рослин багатонасінного запилювача гібрида Ювілейний у період, коли цвітіння завершили 75–80% квіток, забезпечує істотний приріст урожайності гібридного насіння – на 13,4 і 4,2% відповідно, ступінь його зав'язування був на 7,3% більшим, ніж на контролі (скошування за завершення цвітіння 10% квіток). Аналогічні закономірності одержано за скошування рослин запилювача, коли завершили цвітіння 85–90% квіток. Зі скошуванням запилювача після завершення цвітіння 30–35% і 65–

70% квіток урожайність гібридного насіння була значно меншою, що пояснюється слабким забезпеченням ЧС-компонента пилком. Якщо скошування перенесли на період, коли завершать цвітіння всі 100% квіток, то в рослин ЧС-компонента поряд із добре розвинутими квітками запилюються і слабкорозвинуті, з яких формується дрібне некондиційне насіння: ступінь зав'язування його не досягає 75%, маса 1000 плодів – 5,6 г, діаметром – менше 3,0 мм.

Строки збирання. Характерною біологічною особливістю насінників буряків цукрових є неодночасне достигання плодів як на всьому полі, так і на окремих рослинах. Спочатку достигає насіння в середній частині головного стебла, потім на квітконосних пагонах першого, другого і третього порядків. Коли плоди, що сформувалися на головному стеблі й у нижній частині пагонів, уже достигли, на їхніх верхівках починають тільки розкриватися пуп'янки. Через це дуже важливим є визначення оптимального строку збирання насінників. Досліди Інституту цукрових буряків, проведені в різних зонах бурякосіяння, показали, що як раннє, так і пізнє збирання насінників призводить до зниження врожайності та якості насіння. За даними Г. П. Снєгура, за ранніх строків збирання насінників анізоплоїдних гібридів урожайність насіння зменшується на 0,4–0,7 т/га, схожість – на 12–20%, маса 1000 плодів – на 2,5–4,0 г, порівняно з оптимальним строком збирання. Дуже ранні строки збирання (за побуріння 10–20% плодів) є основною причиною низької схожості насіння (Снегур, 1972).

Дослідженнями встановлено оптимальні строки збирання насінників: для поліплоїдних гібридів – за побуріння 50–60%, для тетраплоїдів – 50%, диплоїдів – 40–60% плодів на основній масі насінників. При цьому борошнистість консистенції власне насінини в тетраплоїдів була в 61,5%, у диплоїдів – 66,7% і в полігібридів – 60,1% насіння (Козунь, 2007; Добротворцева, 1975; Корниенко и др., 1982).

Спостереження, проведені в різних зонах бурякосіяння, показують, що визначення строків збирання за кількістю побурілих плодів (зовнішня ознака) не завжди буває вірним. У роки з надмірною вологістю (часті дощі) насінники активно ростуть і плоди майже не буріють. Тому визначальним чинником для збирання насінників у таких умовах має бути консистенція перисперму власне насінини. Для цього на 20–30 рослинах беруть відрізок пагона першого порядку і розрізають на ньому плоди. Якщо власне насінина має борошнисту консистенцію (за натискання кінчиком леза на перисперм він розсипається), то таке насіння достигло і настав строк скошування насінників. Такий стан перисперму власне насінини повинен бути не менше, ніж у 50% плодів.

Для вивчення особливостей достигання насіння ЧС-гібридів на Білоцерківській ДСС був проведений дослід, який включав шість строків збирання насінників ЧСК гібрида Ювілейний (Корниенко и др., 1982). Перший строк збирання визначали, коли в центральній частині пагонів першого порядку на зрізі плода перисперм власне насінини досягав молочно-воскової стиглості, наступні п'ять проводили з інтервалами через кожні два дні на третій. Дослідження показали, що насіння буряків цукрових під час достигання знижує вміст вологи: через ко-

жні два дні втрати її становили 4,4-6,7%. Із втратою вологи і переходом перисперму власне насінини до борошнистої консистенції змінюється і колір оплодня від зеленого до світло-бурого. Побуріння плодів проходить інтенсивніше до четвертого строку збирання, а потім цей процес уповільнюється. Так, від першого до четвертого строків збирання кількість плодів, що побуріли, збільшилася на 38% із розривом між варіантами на 14–18%, у наступному розрив становив 10–12%.

Ці особливості достигання насіння потрібно враховувати у виробничій діяльності за визначення строків збирання насінників із тим, щоб більшою мірою знизити втрати насіння і забезпечити його високу якість.

Результатами досліджень встановлено, що за вирощування насіння ЧС-гібридів оптимальним строком збирання є побуріння 50–55% плодів або борошнистості перисперму власне насінини у 60% плодів і їх вологості не менше ніж 60%. За цього строку збирання в середньому за три роки одержано найвищу врожайність насіння – 1,59–1,64 т/га зі схожістю 60–65%. Водночас втрати насіння становили 0,08–0,13 т/га, тоді як за збирання за побуріння 60–70% плодів втрати досягали 1,38–1,50 т/га зі схожістю 60–62% (Корниенко и др., 1982).

За даними югославських вчених, за ранніх строків збирання схожість насіння знижувалася на 10%, водночас збільшувалася кількість дрібної фракції (3,0–3,5 мм) і зменшувалася маса 1000 плодів, а за пізніших строків – урожайність насіння зменшувалася на 35%, схожість була такою ж, як і за оптимальних строків збирання (Kovacovic, 1967; Kosovas, 1967); за даними угорських учених, за збирання насінників у період повного побуріння плодів втрати врожайності насіння досягали 40% (Marek, 1889; Magassy, 1968).

Узагальнюючи вищевикладене щодо строків збирання насінників, потрібно відзначити, що перенесення строків збирання з 10–20 до 50–60% побуріння плодів супроводжувалося підвищенням схожості насіння в сортів-популяцій із 65 до 99%, у ЧС-гібридів – з 55 до 85%. Перенесення строків збирання з 50–60% до 70–80% побуріння плодів особливим підвищенням схожості насіння не супроводжувалося, але при цьому зменшувалася на 15–20% урожайність через осипання побурілих плодів. Аналіз насіння, що осипалося, показав, що переважно це кращі за посівними якостями плоди, енергія проростання і схожість яких суттєво перевищували ці показники в насінні зібраного врожаю.

Технологія збирання. Сьогодні збирання насінників проводять зазвичай роздільним способом. Спочатку насінники скошують жатками і формують у валки, а після підсихання валків проводять підбирання і обмолот їх комбайном.

Установлено, що крім біологічних до 15% втрат урожаю насіння може *відбутися внаслідок* неякісної підготовки збиральних машин, неправильного їх регулювання. Тому завчасно перед початком збирання перевіряють якість підготовки жаток, що має виконуватися з урахуванням стану тієї маси насінників, яка буде збиратись.

Інститутом біоенергетичних культур і цукрових буряків запропоновано технологічну схему ступінчастого зрізування насінників (Курило, 2012). Суть її полягає в тому, що зрізування в зоні укладання валків проводять на висоті 30 см, а

на решті площі – у межах ширини захвату жатки на 10 см стосовно поверхні ґрунту. Укладання зрізаних стебел на високу густу стерню чотирьох рядків рослин (ширина міжрядь – 85 см) дає змогу зменшити період висихання їх у валках, знизити втрати насіння на 0,14–0,23 т/га і підвищити їх схожість на 3–8%, порівняно з традиційним скошуванням жаткою ЖРБ-4,2П.

З огляду на біологічні і фізико-механічні властивості насіння буряків цукрових обмолочувати насінники без додаткового дообладнання комбайна не можна. Установлюють мінімальну кількість обертів барабана (750–650), щілину між бичами барабана і підбарабанням на вході – 18–20 мм, на виході – 6–8 мм. Як показали дослідження, обмолот насінників барабаном, у якого бичі з резини, призводить до зменшення пошкодження насіння.

З метою запобігання забивання колосового і зернового елеваторів збільшують кількість скребнів і швидкість їхнього руху. Силу вітру і відкриття жалюзі решіт очистки регулюють залежно від стану маси, що надходить, щоб запобігти втратам насіння. Обмолочений ворох насіння доставляють на токи, де його негайно обробляють на зерноочисних машинах.

Пряме комбайнування. За роздільного способу збирання насінників, що прийнятий у господарствах, допускаються великі втрати насіння, особливо в роки з надмірними опадами. Окрім того, насіння в таких умовах проростає у валках, що в підсумку призводить не тільки до зменшення врожайності насіння, але й зниження його посівних якостей. У таких випадках доцільно застосовувати десикацію насінників і збирати їх прямим комбайнуванням. Десиканти зневоднюють рослини незалежно від атмосферних опадів: вологість насіння знижується у 6, а листя – у 8–9 разів.

Однією з важливих умов ефективного застосовування десикантів на насінниках є вибір оптимального строку обробки, від цього залежить ефект підсушування, урожайність насіння і його якість. Досліди, проведені на Білоцерківській ДСС, показали, що обприскування насінників Білоцерківського полігібрида 2 Реглоном у дозі 8 л/га за 30–40 і 40–50% побуріння плодів забезпечило оптимальне підсушування насіння, листя і стебел та пагонів. Це дало можливість застосувати пряме комбайнування і завдяки зменшенню втрат збільшити вихід кондиційного насіння (табл. 10.48).

За даними Уладово-Люлинецької ДСС (1979–1981 рр.), через чотири дні після обприскування насінників Реглоном (6 л/га) вологість насіння зменшилася на 15,4%, листків – на 29,1%, стебел – на 10,2%, пагонів – на 14,5%, тоді як на контролі ці показники становили – 6,1; 11,3; 3,7 і 4,5% відповідно. Урожайність насіння за роздільного збирання становила 2,11 т/га, прямого комбайнування – 2,15 т/га, схожість – 81 і 80%.

Виробнича перевірка ефективності прямого комбайнування під час збирання насінників була проведена в 1978–1979 рр. у насінницьких господарствах Вінницянасінняцукор (САТ Бродецьке, Жданівське, Погрибищенське, Самгородоцьке, Турбівське). У середньому за два роки врожайність насіння за розділь-

ного способу збирання становила 1,28 т/га, схожість – 78%, за прямого комбайнування (обприскування Реглоном, 6–9 л/га) – 1,39 т/га і 75% відповідно (Силаков, Балан, 1987).

Таблиця 10.48. **Урожайність та якість насіння залежно від строків обприскування насінників Реглоном** (Силаков, Балан, 1987)

Обприскування під час побуріння плодів, %	Урожайність насіння, т/га	Втрати насіння, т/га	Схожість, %	Маса 1000 плодів, г
Контроль – роздільне збирання (40–50)	1,88	0,30	73	17,6
Пряме комбайнування за 20	2,00	0,10	72	18,1
30–40	2,12	0,11	76	18,9
40–50	2,06	0,13	75	18,6
50–60	1,88	0,25	72	17,2
60–70	1,79	0,31	71	17,5

Дослідження, проведені в Західному Лісостепу, показали, що одноразова обробка насінників Реглоном (6 л/га) чи дворазова (по 4 л/га) за побуріння 65–75% плодів забезпечує підсушування рослин до межі, що дає змогу проводити пряме комбайнування. Енергія проростання і схожість насіння при цьому способі і з наступною негайною обробкою вороху на машинах ОВП-20, КЗС-20 не знижувалися порівняно із загальноприйнятими способами збирання, проте вологість вороху була дещо вищою (Мацебера, Мельник, 1987).

За даними R. Wunhe, A. Schwarze в Німеччині за побуріння 40–50% плодів насінники обробляли Копозаном, а за борошнистості перисперму в 70–80% власне насінини – Реглоном. Для підвищення ефективності обробки польової схожості насіння до Реглону додають сечовину. До збирання беруться за вологості плодів менше 20%.

Інститутом біоенергетичних культур і цукрових буряків у різних зонах бурякосіяння упродовж 1987–1991 рр. вивчався новий десикант – Баста, який ефективно використовується для підсушування рослин соняшнику, гороху, сої, вики, квасолі та ін. Результатами досліджень установлено, що використання препарату Баста на насінниках буряків цукрових не призводить до зниження врожайності та якості насіння. Оптимальною дозою препарату для десикації насінників є 1,5–2,5 л/га (Гизбуллин и др., 1987). Ялтушівська ДСС рекомендує застосувати Реглон у поєднанні з Копозаном: за побуріння 40–50% плодів проводити обприскування насінників Копозаном (2 л/га); за 70–80% – Реглоном, 6 л/га (Органіщук, 1993).

Результати останніх досліджень, проведених на Білоцерківській ДСС (Шутенко, 2016), свідчать, що десикант Раундап із підсушувальною ефективністю на насінниках буряків цукрових (гібрид Білоцерківський ЧС 57) не поступається Реглону та іншим десикантам. Обробка насінників у дозі 3–4 л/га в середньому за два роки забезпечила врожайність насіння 1,85 т/га, схожість – 89%, на контролі – 1,62 т/га і 86% відповідно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Aboudi, K., Álvarez-Gallego, C. J., and Romero-García, L. I. (2015). Semi-continuous anaerobic co-digestion of sugar beet byproduct and pig manure: effect of the organic loading rate (OLR) on process performance. Bioresour. Technol. 194, 283–290. doi: 10.1016/j.biortech.2015.07.031

Akpinar, B. A., Kantar, M., and Budak, H. (2015). Root precursors of microRNAs in wild emmer and modern wheats show major differences in response to drought stress. Funct. Integr. Genomics 15, 587–598. doi: 10.1007/s10142-015-0453-0

Andrade-Sanchez P, Gore M, Heun JT, Thorp KR, Carmo-Silva AE, French AN, Salvucci ME,White JW(2014) Development and evaluation of a field-based high throughput phenotyping platform. Funct Plant Biol 41: 68–79

Antoni Sempolowski – tworca polskiej szkoly hodowli roslin i nasiennictwa. URL: http://www.cbr.edu.pl/rme7/stronki/52.html. (Назва. з екрану)

Araus JL, Cairns JE (2014) Field high-throughput phenotyping: the new crop breeding frontier. Trends Plant Sci 19: 52–61

Archimowitch, A. 1949. "Control of pollination in the sugar beet," Botanical Review, Vol. 15, No. 9, pp. 613-628. November, 1949.

Archimowttsch, A. 1931. "The problem of inbreeding of sugar beets," Bulletin, Belaya Tzerkov Plant Breeding Sta. of the Sugar Trust, Vol. VI, part 3, pp. 1-60. Ukrainian and Russian. English Summary.

Arnaud J. F., Fenart S., Gode C. et al. Fine-scale geographical structure of genetic diversity in inland wild beet populations. Molecular Ecology. 2009. Vol.18, No. 15. P. 3201 3215. http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-294X.2009.04279.x.

Bai G, Ge Y, Hussain W, Baenziger PS, Graef G (2016) A multi-sensor system for high throughput field phenotyping in soybean and wheat breeding. Comput Electron Agric 128: 181–192

Barker J III, Zhang N, Sharon J, Steeves R, Wang X, Wei Y, Poland J (2016) Development of a field-based high-throughput mobile phenotyping plat-form. Comput Electron Agric 122: 74–85

Barnabás, B., Jäger, K., and Fehár, A. (2008). The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. Plant Cell Environ. 31, 11–38. doi: 10.1111/j.1365-3040.2007.01727.x

Baum, J. A., Bogaert, T., Clinton, W., Heck, G. R., Feldmann, P., Ilagan, O., et al. (2007). Control of coleopteraninsect pests through RNA interference. Nat. Biotechnol. 25, 1322–1326. doi: 10.1038/nbt1359

Benhamed, M., Martin-Magniette, M. L., Taconnat, L., Bitton, F., Servet, C., De Clercq, R., et al. (2008). Genome-scale Arabidopsis promoter array identifies targets of the histone acetyltransferase GCN5. Plant J. 56, 493–504. doi: 10.1111/j.1365-313X.2008.03606.x

Benoit, I., Zhou, M., Vivas Duarte, A., Downes, D. J., Todd, R. B., Kloezen, W., et al. (2015). Spatial differentiation of gene expression in Aspergillus niger colony grown for sugar beet pulputilization. Sci Rep. 5:13592. doi: 10.1038/srep13592

Berger B, Parent B, Tester M (2010) High-throughput shoot imaging to study drought responses. J Exp Bot 61: 3519–3528

Bhuiyan, N. H., Hamada, A., Yamada, N., Rai, V., Hibino, T., and Takabe, T. (2007). Regulation of betaine synthesis by precursor supply and choline monooxygenase expression in Amaranthus tricolor. J. Exp. Bot. 58, 4203–4212. doi: 10.1093/jxb/erm278

Block De M., Botterman J., Vandewiele M. et al. Engineering herbicide resistance in plants by expression of a detoxifying enzyme. The EMBO Journal. 1987. Vol.6, No. 9. P. 2513 2518.

Bradbury PJ, Zhang Z, Kroon DE, Casstevens TM, Ramdoss Y, Buckler ES (2007) TASSEL: software for association mapping of complex traits in di-verse samples. Bioinformatics 23: 2633–2635

Bräutigam, A., and Gowik, U. (2010). What can next generation sequencing do for you? Next generation sequencing as a valuable tool in plant research. Plant Biol. 12, 831–841. doi: 10.1111/j.1438-8677.2010.00373.x

Brosché, M., Vinocur, B., Alatalo, E. R., Lamminmäki, A., Teichmann, T., Ottow, E. A., et al. (2005). Gene expression and metabolite profiling of Populus euphratica growing in the Negev desert. Genome Biol. 6:R101. doi: 10.1186/gb-2005-6-12-r101

Brown PJ, RooneyWL, Franks C, Kresovich S (2008) Efficient mapping of plant height quantitative trait loci in a sorghum association population with introgressed dwarfing genes. Genetics 180: 629–637

Budak, H., and Akpinar, B. A. (2015). Plant miRNAs: biogenesis, organization and origins. Funct. Integr. Genomics 15, 523–531. doi: 10.1007/s10142-015-0451-2

Budak, H., Kantar, M., Bulut, R., and Akpinar, B. A. (2015). Stress responsive miRNAs and isomiRs in cereals. Plant Sci. 235, 1–13. doi: 10.1016/j.plantsci.2015.02.008

Busemeyer L, Mentrup D, Möller K, Wunder E, Alheit K, Hahn V, Maurer HP, Reif JC, Würschum T, Müller J, et al (2013) BreedVision: a multi-sensor platform for non-destructive field-based phenotyping in plant breeding. Sensors (Basel) 13: 2830–2847

Campbell MT, Knecht AC, Berger B, Brien CJ, Wang D, Walia H (2015) Integrating image-based phenomics and association analysis to dissect the genetic architecture of temporal salinity responses in rice. Plant Physiol 168: 1476–1489

Capuano, E., Boerrigter-Eenling, R., van der Veer, G., and van Ruth, S. M. (2013). Analytical authentication of organic products: an overview of markers. J. Sci. Food Agric. 93, 12–28. doi: 10.1002/jsfa.5914

Casa AM, Pressoir G, Brown PJ, Mitchell SE, Rooney WL, Tuinstra MR, Franks CD, Kresovich S (2008) Community resources and strategies for associa-tion mapping in sorghum. Crop Sci 48: 30–40

Catusse, J., Strub, J. M., Job, C., Dorsselaer, A., and Job, D. (2008). Proteome-wide characterization of sugarbeet seed vigor and its tissue specific expression. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 105, 10262–10267. doi: 10.1073/pnas.0800585105

Chang, C., Yu, D., Jiao, J., Jing, S., Schulze-Lefert, P., and Shen, Q. H. (2013). Barley MLA immune receptors directly interfere with antagonistically acting transcription factors to initiate disease resistance signaling. Plant Cell 25, 1158–1173. doi: 10.1105/tpc.113.109942

Chen D, Neumann K, Friedel S, Kilian B, Chen M, Altmann T, Klukas C (2014) Dissecting the phenotypic components of crop plant growth and drought responses based on high-throughput image analysis. Plant Cell 26: 4636–4655

Chen S., Hofius D., Sonnewald U., Börnke F. Temporal and spatial control of gene silencing in transgenic plants by inducible expression of double-stranded RNA. Plant J. 2003. Vol. 36, No. 5. P. 731 740.

Chen, T., Li, Z., Yin, X., Hu, F., and Hu, C. (2016). Discrimination of genetically modified sugar beets based on terahertz spectroscopy. Spectrochim. Acta A Mol. Biomol. Spectrosc. 153, 586–590. doi: 10.1016/j.saa.2015.09.028

Chernow, Ron. Washington, A Life. New York: Penguin Books, 2010.

Comar A, Burger P, de Solan B, Baret F, Daumard F, Hanocq J (2012) A semi-automatic system for high throughput phenotyping wheat cultivars in field conditions: description and first results. Funct Plant Biol 39: 914–924

Condon P., Scott R. (1973). Sugar beet for seed in England. ADAS Quarterly Review. N9. P. 10-23.

Crain JJ, Wei Y, Barker J III, Thompson SM, Alderman PD, Reynolds M, Zhang N, Poland J (2016) Development and deployment of a portable field phe-notyping platform. Crop Sci 56: 965–975

Culee A. (1990). Was kann der Landwitz tun, um die Auslaut probleme seiner Zuckerrtibensaat zu verringen. Dt-Zuckerruben. Ztg. № 3. 26.jg. S. 14-15.

Curaba, J., Singh, M. B., and Bhalla, P. L. (2014). miRNAs in the crosstalk between phytohormone signalling pathways. J. Exp. Bot. 65, 1425–1438. doi: 10.1093/jxb/eru002

Ćurčić Ž., Taški-Ajduković K., Nagl N. Relationship between hybrid performance and genetic variation in self-fertile and self-sterile sugar beet pollinators as estimated by SSR markers. Euphytica. 2017. T. 213, № 5. C. 108.

Dalke, L., Filutowicz, A., and Pawelska-Koziuska, K. (1971). Results of investigations on hybrids between tetraploid monogerm sugar beet and Beta corolliftora 2n-36. Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl. 6, 3–7.

Dalmay, T. (2006). Short RNAs in environmental adaptation. Proc. Biol. Sci. 273, 1579–1585. doi: 10.1098/rspb.2006.3516

Della-Cioppa G., Bauer S. C., Klein B. K. et al. Translocation of the precursor of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase into chloroplasts of higher plants in vitro. Proc. Nati. Acad. Sci. USA. 1986. Vol. 83. P. 6873 6877.

Desplanque B., Viard F., Bernard J. et al. The linkage disequilibrium between chloroplast DNA and mitochondrial DNA haplotypes in Beta vulgaris ssp. maritima (L.): the usefulness of both genomes for population genetic studies. Molecular Ecology. 2000. Vol. 9. P. 141-154.

Dhar, B. R., Elbeshbishy, E., Hafez, H., and Lee, H. S. (2015). Hydrogen production from sugar beet juice using an integrated biohydrogen process of dark fermentation and microbial electrolysis cell. Bioresour Technol. 198, 223–230. doi: 10.1016/j.biortech.2015.08.048

Dohm, J. C., Minoche, A. E., Holtgräwe, D., Capella-Gutiérrez, S., Zakrzewski, F., Tafer, H., et al. (2014). The genome of the recently domesticated crop plant sugar beet (Beta vulgaris). Nature 505, 546–549. doi: 10.1038/nature12817

Dunajska-Ordak, K., Skorupa-Kłaput, M., Kurnik, K., Tretyn, A., and Tyburski, J. (2014). Cloning and expression analysis of a gene encoding for ascorbate peroxidase and responsive to salt stress in Beet (Beta vulgaris). Plant Mol. Biol. Rep. 32, 162–175. doi: 10.1007/s11105-013-0636-6

Eebedinsky, B. 1923. "Methods of sugarbeet selection at the Ivanovka Breeding Station," Bulletin of Breeding and Seed Improvement, Sugar Trust, No. 5, pp 25- 54,

Ellis, Joseph J. His Excellency, George Washington. New York: Vintage Books, 2004.

Elshire RJ, Glaubitz JC, Sun Q, Poland JA, Kawamoto K, Buckler ES, Mitchell SE (2011) A robust, simple genotyping-by-sequencing (GBS) approach for high diversity species. PLoS ONE 6: e19379

Ergen, N. Z., and Budak, H. (2009). Sequencing over 13 000 expressed sequence tags from six subtractive cDNA libraries of wild and modern wheats following slow drought stress. Plant Cell Environ. 32, 220–236. doi: 10.1111/j.1365-3040.2008.01915.x

Fahlgren N, Feldman M, Gehan MA, Wilson MS, Shyu C, Bryant DW, Hill ST, McEntee CJ, Warnasooriya SN, Kumar I, et al (2015) A versatile pheno-typing system and analytics platform reveals diverse temporal responses to wa-ter availability in Setaria. Mol Plant 8: 1520–1535

Fang X., Gu S., Xu Z. et al. Construction of a binary BAC library for an apomictic monosomic addition line of Beta corolliflora in sugar beet and identification of the clones derived from the alien chromosome. Theor. Appl. Genet. 2004. Vol. 108. P. 1420-1425.

Fang, X., Gu, S., Xu, Z., Chen, F., Guo, D., Zhang, H. B., et al. (2004). Construction of a binary BAC library for an apomictic monosomic addition line of Beta corolliflora in sugar beet and identification of the clones derived from the alien chromosome. Theor. Appl. Genet. 108, 1420–1425. doi: 10.1007/s00122-003-1566-8

Fedorovitch, L. 1940. "Mass, group and individual methods of selection," Beet Culture, Vol. I, pp. 693-716.

Feltus FA, Hart GE, Schertz KF, Casa AM, Kresovich S, Abraham S, Klein PE, Brown PJ, Paterson AH (2006) Alignment of genetic maps and QTLs between inter- and intra-specific sorghum populations. Theor Appl Genet 112: 1295–1305

Fénart S., Arnaud J. F., De Cauwer I., Cuguen J. Nuclear and cytoplasmic genetic diversity in weed beet and sugar beet accessions compared to wild relatives: new insights into the genetic relationships within the Beta vulgaris complex species. Theoretical and Applied Genetics. 2008. Vol. 116, No. 8. P. 1063 1077. http://dx.doi.org/10.1007/s00122-008-0735-1.

Fernandez-Garcia, N., Hernandez, M., Casado-vela, J., Bru, R., Elortza, F., Hedden, P., et al. (2011). Changes to the proteome and targeted metabolites of xylemsapin Brassica oleracea in response to salt stress. Plant Cell Environ. 34, 821–836. doi: 10.1111/j.1365-3040.2011.02285.x

Fernie, A. R., Trethewey, R. N., Krotzky, A. J., and Willmitzer, L. (2004). Metabolite profiling: from diagnostics to systems biology. Nat. Rev. Mol. Cell Biol. 5, 763–769. doi: 10.1038/nrm1451

Filutowicz, A., and Dalke, L. (1976). Interspecific hybrids in the Corollinae section Genus Beta. Hod. Rosl. Aklim. Nas. 20, 1–17.

Filutowiez A. (1961). Rola wilkosci i kszaitu owocu borakow cukrowech odmian jednonasinnech Lkiplodalnech i tetra-ploidanech Bivelenyn instytutu Hodowli I aklimat. Roslin. № 3. S. 20-23.

Fischler MA, Bolles RC (1981) Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography. Commun ACM 24: 381–395

Fitzgerald, T. L., Waters, D. L. E., and Henry, R. J. (2009). Betaine aldehyde dehydrogenase in plants. Plant Biol. 11, 119–130. doi: 10.1111/j.1438-8677.2008.00161.x

Flavell R. B. Inactivation of gene expression in plants as a consequence of specific sequence duplication. Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1994. Vol. 91. P. 3490 3496.

Fraley R. T., Rogers S. G., Horsch R. B. et al. Expression of bacterial genes in plant cells. Proc Natl Acad Sci U S A. 1983. Vol. 80, No. 15. P. 4803 4807.

Friesen T. L., Weiland J. J., Aasheim M. L. et al. Identification of a SCAR marker associated with Bm, the beet mosaic virus resistance gene, on chromosome 1 of sugar beet. Plant Breed. 2006. Vol. 125, No. 2. P. 167–172.

Furbank RT, Tester M (2011) Phenomics: technologies to relieve the phe-notyping bottleneck. Trends Plant Sci 16: 635–644

Furner I. J., Sheikh M. A., Collett C. E. Gene silencing and homology-dependent gene silencing in Arabidopsis: genetic modifiers and DNA methylation. Genetics. 1998. Vol. 149. P. 651–662.

Ge Y, Bai G, Stoerger V, Schnable JC (2016) Temporal dynamics of maize plant growth, water use, and leaf water content using automated high throughput RGB and hyperspectral imaging. Comput Electron Agric 127: 625–632

Gendloff E. H., Bowen B., Buchhoilz W. G. Quantitation of chloramphenico; acetyl transferase in transgenic tobacco plants by ELISA and correlation with gene copy number. Plant Mol. Biol. 1990. Vol. 14. P. 575 583.

Gheysen G., Montagu M., Zambryski P. Integration of Agrobacterium tumefaciens transfer DNA (T-DNA) involves rearrangements of target plant DNA sequences. Proc. Natl Acad. Sci. USA. 1987. Vol. 84. P. 6169 6173.

Gidner S., Lennefors B. L., Nilsson N. O. et al. QTL mapping of BNYVV resistance from the WB41 source in sugar beet. Genome. 2005. Vol. 48, No. 2. C. 279 285.

Goodwill, S. 1940. "Selective breeding work with sugar beets at the station of Lgov," Beet Culture, Vol. I, pp. 882-902.

Gou, X., He, K., Yang, H., Yuan, T., Lin, H., Clouse, S. D., et al. (2010). Genome-wide cloning and sequence analysis of leucine-rich repeat receptor-like protein kinase genes in Arabidopsis thaliana. BMC Genomics 11:19. doi: 10.1186/1471-2164-11-19

Granier C, Aguirrezabal L, Chenu K, Cookson SJ, Dauzat M, Hamard P, Thioux JJ, Rolland G, Bouchier-Combaud S, Lebaudy A, et al (2006) PHENOP-SIS, an automated platform for reproducible phenotyping of plant responses to soil water deficit in Arabidopsis thaliana permitted the identification of an acces-sion with low sensitivity to soil water deficit. New Phytol 169: 623–635

Grimmer M. K., Trybush S., Hanley S. et al. An anchored linkage map for sugar beet based on AFLP, SNP and RAPD markers and QTL mapping of a new source of resistance to Beet necrotic yellow vein virus. Theor. Appl. Gen. 2007. Vol. 114, No. 7. P. 1151-1160.

Grimmer, M. K., Trybush, S., Hanley, S., Francis, S. A., Karp, A. Asher, M. J. C., et al. (2007). An anchored linkage map for sugar beet based on AFLP, SNP and RAPD markers and QTL mapping of a new source of resistance to Beet necrotic yellow vein virus. Theor. Appl. Genet. 114, 1151–1160. doi: 10.1007/s00122-007-0507-3

Grinko, J. 1940. "Inbreeding in sugar beets," Beet Culture, Vol. I, pp. 727-741.

Grover A. Sharma P. C. Development and use of molecular markers: past and present. Critical reviews in biotechnology. 2016. Vol. 36, No. 2. P. 290 302.

Guo, D., Wang, G., Kang, C., Jia, S., and Liu, L. (1994). Studies on the interspecific crossing of cultivated sugar beet and Beta corolliflora Zoss. China Sugarbeet 3, 2–7.

Hagihara, E., Itchoda, N., Habu, Y., Iida, S., Mikami, T., and Kubo, T. (2005). Molecular mapping of a fertility restorer gene for Owen cytoplasmic male sterility in sugar beet. Theor. Appl. Genet. 111, 250–255. doi: 10.1007/s00122-005-2010-z

Hain R., Stabel P., Chernilofsky A. P. et al. Uptake, integration, expression and genetic transmission of a selectable chimeric gene by plant protoplasts. Mol. Gen. Genet. 1985. Vol. 199. P. 161 168.

Hajheidari, M., Abdollahian-Noghabi, M., Askari, H., Heidari, M., Sadeghian, S. Y., Ober, E. S., et al. (2005). Proteome analysis of sugar beet leaves under drought stress. Proteomics 5, 950–960. doi: 10.1002/pmic.200401101

Han, J., Tan, C., Wang, Y., Yang, S., and Tan, D. (2015). Betanin reduces the accumulation and cross-links of collagen in high-fructose-fed rat heart through inhibiting non-enzymatic glycation. Chem. Biol. Interact. 5, 37–44. doi: 10.1016/j.cbi.2014.12.032

Herrera-Estrella L., Depicker A., Van Montagu M., Schell J. Expression of chimaeric genes transferred into plant cells using a Ti-plasmid-derived vector. Nature. 1983. Vol. 203. P. 209–213.

HGCA Wheat disease management guide 2012 http://www.hgca.com

Hibino, T., Meng, Y. L., Kawamitsu, Y., Uehara, N., Matsuda, N., Tanaka, Y., et al. (2001). Molecular cloning and functional characterization of two kinds of betaine-aldehyde dehydrogenase in betaine-accumulating mangrove Avicennia marina (Forsk). Plant Mol. Biol. 45, 353–363. doi: 10.1023/A:1006497113323

Hilley J, Truong S, Olson S, Morishige D, Mullet J (2016) Identification of Dw1, a regulator of sorghum stem internode length. PLoS ONE 11: e0151271 Hirschmüller H (2008) Stereo processing by semiglobal matching and mutual in-formation. IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell 30: 328–341

Himisch J. (1958). Dir KeirnfenTgkeit der Zupkerruben saatgutes ihre Bedeuting und dir sie berinsflussender Factoren 7 Zeitschr. Fur die Zuckerindustie. №2. P. 28-31.

Hirschmüller H, Scharstein D (2007) Evaluation of cost functions for ste-reo matching. 2007 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recogni-tion, Minneapolis, MN, doi/10.1109/CVPR.2007.383248

Hohmann U. A, Jacobs G., Telgmann A., Gaafar R. M. Bacterial artificial chromosome (BAC) library of sugar beet and a physical map of the region encompassing the bolting gene B. Molecular Genetics and Genomics. 2003. Vol. 269, No. 1. P. 126 136.

Holtschulte, B. (2000). "Cercospora beticola-worldwide distribution and incidence," in Cercospora Beticola Sacc. Biology, Agronomic Influence and Control Measures in Sugar Beet, eds M. J. C. Asher, B. Holtschulte M. M. Richard, F. Rosso, G. Steinrücken, and R. Beckers (Belgium: International Institute for Beet Research), 5–16.

Horsch R. B., Fraley R. T., Rogers S. G. et al. Inheritance of functional foreign genes in plants. Science. 1984. Vol. 223, No. 4635. P. 496 499.

Hudkowa O., Voplakai K. (1981). Viiv vysokych dabek hnogin na zezim drasliku v pude. Rostl. Vyroda. 27. 3. S. 289-296.

Hurd E.A. (1964). Root study of three wheat varieties and their resistance to drought and damage by soil cracking. Can. J. Peant Sci. № 3. 44 p.

Ibrahim, S. E., Schubert, A., Pillen, K., and Léon, J. (2012). Comparison of QTLs for drought tolerance traits between two advanced backcross populations of spring wheat. Int. Acad. J. 2, 216–227.

Iglesias V. A., Moscone E. A. Molecular and cytogenetic analyses of stably and unstably expressed transgene loci in tobacco. The Plant Cell. 1997. Vol. 9. P. 1251 1264.

Janmohammadi, M., Zolla, L., and Rinalducci, S. (2015). Low temperature tolerance in plants: changes at the protein level. Phytochemistry 117, 76–89. doi: 10.1016/j.phytochem.2015.06.003

Jansen M, Gilmer F, Biskup B, Nagel KA, Rascher U, Fischbach A, Bri-em S, Dreissen G, Tittmann S, Braun S, et al (2009) Simultaneous phenotyping of leaf growth and chlorophyll fluorescence via GROWSCREEN FLUORO al-lows detection of stress tolerance in Arabidopsis thaliana and other rosette plants. Funct Plant Biol 36: 902–914

Jia, X., Sun, C., Zuo, Y., Li, G., Li, G., Ren, L., et al. (2016). Integrating transcriptomics and metabolomics to characterise the response of Astragalus membranaceus Bge. var. mongolicus (Bge) to progressive drought stress. BMC Genomics 17:188. doi: 10.1186/s12864-016-2554-0

Jones J. D. G., Gilbert D. E., Grady K. L., R.A. Jorgensen T-DNA structure and gene expression in petunia plants transformed by Agrobacterium tumefaciens C58 derivatives. Mol. Gen. Genet. 1987. Vol. 207. P. 478 485.

Jorge, T. F., Rodrigues, J. A., Caldana, C., Schmidt, R., van Dongen, J. T., Thomas-Oates, J., et al. (2015). Mass spectrometry-based plant metabolomics: metabolite responses to abiotic stress. Mass Spectrom. Rev. doi: 10.1002/mas.21449. [Epub ahead of print].

Kay R., Chan A., Daly M., McPherson J. Duplication of CaMV 35S Promoter Sequences Creates a Strong Enhancer for Plant Genes. Science. 1987. Vol. 236, No. 4806. P. 1299 1302.

Kazimierczak, R., Hallmann, E., Lipowski, J., Drela, N., Kowalik, A., Püssa, T., et al. (2014). Beetroot (Beta vulgaris L.) and naturally fermented beetroot juices from organic and conventional production: metabolomics, antioxidant levels and anticancer activity. J. Sci. Food Agric. 94, 2618–2629. doi: 10.1002/jsfa.6722

Kipp S, Mistele B, Baresel P, Schmidhalter U (2014) High-throughput phenotyping early plant vigour of winter wheat. Eur J Agron 52: 271–278

Klein RR, Mullet JE, Jordan DR, Miller FR, Rooney WE, Menz MA, Franks CD, Klein PE (2008) The effect of tropical sorghum conversion and in-bred development on genome diversity as revealed by high resolution genotyping. Plant Genome (Suppl 1) 48: S12–S26

Kloos, D. U., Oltmanns, H., Dock, C., Stahl, D., and Hehl, R. (2002). Isolation and molecular analysis of six taproot expressed genes from sugar beet. J. Exp. Bot. 53, 1533–1534. doi: 10.1093/jexbot/53.373.1533

Koncz C., Schell J. The promoter of Ti-DNA gene 5 controls the tissue-specific expression of chimaeric genes carried by a novel type of Agrobacterium binary vector. Mol. Gen. Genet. 1986. Vol. 204. P. 383 396.

Kreps, J. A., Wu, Y. J., Chang, H. S., Zhu, T., Wang, X., and Harper, J. F. (2002). Transcriptome changes for Arabidopsis in response to salt, osmotic, and cold stress. Plant Physiol. 130, 2129–2141. doi: 10.1104/pp.008532

Kridl J. C., Goodman R. M. Transcriptional regulatory sequences from plant viruses. BioEssays. 1986. Vol. 4. P. 4 8.

Kujala, T. S., Loponen, J. M., Klika, K. D., and Pihlaja, K. (2000). Phenolics and betacyanins in red beetroot (Beta vulgaris) root: distribution and effect of cold storage on the content of total phenolics and three individual compounds. J. Agric. Food Chem. 48, 5338–5342. doi: 10.1021/jf000523q

Lake, V., Olsson, U., Willows, R. D., and Hansson, M. (2004). ATPase activity of magnesium chelatase subunit I is required to maintain subunit D in vivo. Eur. J. Biochem. 271, 2182–2188. doi: 10.1111/j.1432-1033.2004.04143.x

Laurent V., Devaux P., Thiel T. et al. Comparative effectiveness of sugar beet microsatellite markers isolated from genomic libraries and GenBank ESTs to map the sugar beet genome. Theoretical and applied genetics. 2007. Vol. 115, No. 6. P. 793 805.

Lee, B., Henderson, D. A., and Zhu, J. (2005). The Arabidopsis cold-responsive transcriptome and its regulation by ICE1. Plant Cell 17, 3155–3175. doi: 10.1105/tpc.105.035568

Lehr, A., Kirsch, M., Viereck, R., Schiemann, J., and Rausch, T. (1999). cDNA and genomic cloning of sugar beet V-type H+-ATPase subunit A and c isoforms: evidence for coordinate expression during plant development and coordinate induction in response to high salinity. Plant Mol. Biol. 39, 463–475. doi: 10.1023/A:1006158310891

Lein, J. C., Asbach, K., Tian, Y., Schulte, D., Li, C., Koch, G., et al. (2007). Resistance gene analogues are clustered on chromosome 3 of sugar beet and cosegregate with QTL for Rhizomania resistance. Genome 50, 61–71. doi: 10.1139/G06-131

Lennefors B.-L. Molecular breeding for resistance to rhizomania in sugar beets: Dissertation Doktors der Agrarwissenschaften. Britt-Louise Lennefors: Uppsala, 2006. 41 p.

Li, H., Cao, H., Wang, Y., Pang, Q., Ma, C., and Chen, S. (2009). Proteomic analysis of sugar beet apomictic monosomic addition line M14. J. Proteomics 73, 297–308. doi: 10.1016/j.jprot.2009.09.012

Li, H., Pan, Y., Zhang, Y., Wu, C., Ma, C., Yu, B., et al. (2015). Salt stress response of membrane proteome of sugar beet monosomic addition line M14. J. Proteomics 127(Pt A), 18–33. doi: 10.1016/j.jprot.2015.03.025

Li, J. L., Cui, J., and Cheng, D. Y. (2015). Computational identification and characterization of conserved miRNAs and their target genes in beet (Beta vulgaris). Genet. Mol. Res. 14, 9103–9108. doi: 10.4238/2015

Li, Q., Zhao, P., Li, J., Zhang, C., Wang, L., and Ren, Z. (2014). Genome-wide analysis of the WD-repeat protein family in cucumber and Arabidopsis. Mol. Genet. Genomics 289, 103–124. doi: 10.1007/s00438-013-0789-x

Library of Congress. George Washington Papers, American Memory, Manuscript Division.

Licausi, F., Ohme-Takagi, M., and Perata, P. (2013). APETALA2/Ethylene Responsive Factor (AP2/ERF) transcription factors: mediators of stress responses and developmental programs. New Phytol. 199, 639–649. doi: 10.1111/nph.12291

Lin H.-Y., Chiang J.-W., Yang-Chin Shin D. Detection of Genetically Modified Soybeans by PCR method and Immunoassay Kit. J. Food and Drug Analys. 2001. Vol. 9, No. 3. P. 160 166.

Lin H.-Y., Chiueh L.-C., Yang-Chin Shin D. Detection of Genetically modified soybeans and maize by the Polymerase Chain Reaction. J. Food and Drug Analys. 2000. Vol. 8, No. 3. P. 200 207.

Liu H.-Y. Sears J. L., Lewellen R. T. Occurrence of resistance-breaking Beet necrotic yellow vein virus of sugar beet. Plant Disease. 2005. Vol. 89, No. 5. P. 464 468.

Liu, H., and Stone, S. L. (2013). Cytoplasmic degradation of the Arabidopsis transcription factor abscisic acid insensitive 5 is mediated by the RING-type E3 ligase KEEP ON GOING. J. Biol. Chem. 288, 20267–20279. doi: 10.1074/jbc.M113.465369

Liu, H., Wang, Q., Yu, M., Zhang, Y., Wu, Y., and Zhang, H. (2008). Transgenic salt-tolerant sugar beet (Beta vulgaris L) constitutively expressing an Arabidopsis thaliana vacuolar Na/H antiporter gene, AtNHX3, accumulates more soluble sugar but less salt in storage roots. Plant Cell Environ. 31, 1325–1334. doi: 10.1111/j.1365-3040.2008.01838.x.

Liu, L., Li, Y., Li, S., Hu, N., He, Y., Pong, R., et al. (2012). Comparison of next-generation sequencing systems. J. Biomed. Biotechnol. 2012:251364. doi: 10.1155/2012/251364

Liu, Z., Li, Y., Cao, H., and Ren, D. (2015). Comparative phospho-proteomics analysis of salt-responsive phosphoproteins regulated by the MKK9-MPK6 cascade in Arabidopsis. Plant Sci. 241, 138–150. doi: 10.1016/j.plantsci.2015.10.005

Llave, C., Xie, Z., Kasschau, K. D., and Carrington, J. C. (2002). Cleavage of Scarecrow-like mRNA targets directed by a class of Arabidopsis miRNA. Science 297, 2053–2056. doi: 10.1126/science.1076311

Luan, Y., Cui, J., Zhai, J., Li, J., Han, L., and Meng, J. (2015). High-throughput sequencing reveals differential expression of miRNAs in tomato inoculated with Phytophthora infestans. Planta 241, 1405–1416. doi: 10.1007/s00425-015-2267-7

Lukyanov, S. A., Rebrikov, D., and Buzdin, A. A. (2007). "Suppression subtractive hybridization," in Nucleic Acids Hybridization Modern Applications eds A. A. Buzdin and S. A. Lukyanov (Berlin: Springer), 53–84.

Ma, C., Wang, Y., Wang, Y., Wang, L., Chen, S., and Li, H. (2011). Identification of a sugar beet BvM14-MADS box gene through differential gene expression analysis of monosomic addition line M14. J. Plant Physiol. 168, 1980–1986. doi: 10.1016/j.jplph.2011.05.027

Mangus DL, Sharda A, Zhang N (2016) Development and evaluation of thermal infrared imaging system for high spatial and temporal resolution crop water stress monitoring of corn within a greenhouse. Comput Electron Agric 121: 149–159

Mantilla Perez MB, Zhao J, Yin Y, Hu J, Salas Fernandez MG (2014) As-sociation mapping of brassinosteroid candidate genes and plant architecture in a diverse panel of Sorghum bicolor. Theor Appl Genet 127:2645–2662

Mardis, E. R. (2008). The impact of next-generation sequencing technology on genetics. Trends Genet. 24, 133–141. doi: 10.1016/j.tig.2007.12.007

Matzke M. A., Matzke A. J. M. Epigenetic silencing of plant transgenes as a consequence of diverse cellular defence responses. Cel. and Mol. Life Sci. 1998. Vol. 54. P. 94 103.

Mazlumov, A. 1950. Selective breeding of sugar beets. Moscow, pp. 1-176.

McBride K. E., Summerfelt K. R. Improved binary vectors for Agrobacterium-mediated plant transformation. Plant Mol. Biol. 1990. Vol. 14. P. 269 276.

McCormick RF, Truong SK, Mullet JE (2016) 3D sorghum reconstruc-tions from depth images identify QTL regulating shoot architecture. Plant Physiol 172: 823–834

McGrath J. M. Trebbi D., Fenwick A. et al. An open-source first-generation molecular genetic map from a sugarbeet× table beet cross and its extension to physical mapping. Crop Science. 2007. Vol. 47, No. Supplement_1. P. 27 44.

Merica B., Kermana K., Marrazzab G. et al. Disposable genosensor, a new tool for the detection of NOS-terminator, a genetic element present in GMOs. Food Control. 2004. Vol. 15. P. 621–626.

Meyer P. Transcriptional transgene silencing and chromatin components. Plant Molecular Biology. 2000. Vol. 43. P. 221 234.

Mikołajczyk-Bator, K., Błaszczyk, A., Czyzniejewski, M., and Kachlicki, P. (2016). Characterisation and identification of triterpene saponins in the rootsof red beets (Beta vulgaris L) using two HPLC–MS systems. Food Chem. 192, 979–990. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.07.111

Mishra, K. B., Iannacone, R., Petrozza, A., Mishra, A., Armentano, N., La Vecchia, G., et al. (2012). Engineered drought tolerance in tomato plants is reflected in chlorophyll fluorescence emission. Plant Sci. 182, 79–86. doi: 10.1016/j.plantsci.2011.03.022

Mitchell, D. S., Laramy, S. E., Teresa, J. D. R., Frederick, P. B., Blair, D. S., and Tiffany, M. H. M. (2014). Transcriptional response of soybean to thiamethoxam seed treatment in the presence and absence of drought stress. BMC Genomics 15:1055. doi: 10.1186/1471-2164-15-1055

Moliterni, V. M., Paris, R., Onofri, C., Orrù, L., Cattivelli, L., Pacifico, D., et al. (2015). Early transcriptional changes in Beta vulgaris in response to low temperature. Planta 242, 187–201. doi: 10.1007/s00425-015-2299-z.

Montes JM, Technow F, Dhillon BS, Mauch F, Melchinger AE (2011) High-throughput non-destructive biomass determination during early plant de-velopment in maize under field conditions. Field Crops Res 121: 268–273

Moody, L. A., Saidi, Y., Smiles, E. J., Bradshaw, S. J., Meddings, M., Winn, P. J., et al. (2012). ARABIDILLO gene homologues in basal land plants: species-specific gene duplication and likely functional redundancy. Planta 236, 1927–1941. doi: 10.1007/s00425-012-1742-7

Moreno, D. A., Garcia-Viguera, C., Gil, J., and Gil-Izquierdo, A. (2008). Betalains in the era of global agri-food science, technology and nutritional health. Phytochem. Rev. 7, 261–280. doi: 10.1007/s11101-007-9084-y

Morris GP, Rhodes DH, Brenton Z, Ramu P, Thayil VM, Deshpande S, Hash CT, Acharya C, Mitchell SE, Buckler ES, et al (2013) Dissecting genome-wide association signals for loss-of-function phenotypes in sorghum flavonoid pigmentation traits. G3 (Bethesda) 3: 2085–2094

Munns R. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, cell & environment. 2002. Vol. 25, No. 2. P. 239 250.

Munns, R., and Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol. 59, 651–681. doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911

Muthukumar B., Joyce B. L., Elless M. P., Stewart C. N. Stable transformation of ferns using spores as targets: Pteris vittata and Ceratopteris thalictroides. Plant physiology. 2013. Vol. 163, No. 2. P. 648 658.

Nacry P., Camilleri C., Courtial B. et al. Major chromosomal rearrangement induced by T-DNA transformation in Arabidopsis. Genetics. 1998. Vol. 149. P. 641 650.

Nagaraja Reddy R, Madhusudhana R, Murali Mohan S, Chakravarthi DV, Mehtre SP, Seetharama N, Patil JV (2013) Mapping QTL for grain yield and other agronomic traits in post-rainy sorghum [Sorghum bicolor (L.) Moench]. Theor Appl Genet 126: 1921–1939

Neilson EH, Edwards AM, Blomstedt CK, Berger B, Møller BL, Gleadow RM (2015) Utilization of a high-throughput shoot imaging system to examine the dynamic phenotypic responses of a C4 cereal crop plant to nitrogen and water deficiency over time. J Exp Bot 66: 1817–1832

Nelissen H, Moloney M, Inzé D (2014) Translational research: from pot to plot. Plant Biotechnol J 12: 277–285

Nelson, Craig. Thomas Paine: Enlightenment, Revolution, and the Birth of Modern Nations. New York: Viking, 2006.

Nogler, G. A. (1984). "Gametophytic apomixis," in Embryology of Angiosperms, ed B. M. Johri (Berlin: Springer), 475–518.

Noli E., Haldemann C. Proceedings of the ISTA/FAO workshop. Part I. Methods for GMO detection. Izmir, 2007. 63 p.

Oksman-Caldentay, K. M., and Saito, K. (2005). Integrating genomics and metabolomics for engineering plant metabolic pathways. Curr. Opin. Biotechnol. 16, 174–179. doi: 10.1016/j.copbio.2005.02.007

Orlovsky, N. 1947. "Progress of selective breeding work on sugar beets in the USSR," Agrobiology, No. 6, pp. 92-109.

Ozias-Akins, P. (2006). Apomixis: developmental characteristicsand genetics. Crit. Rev. Plant Sci. 25, 199–214. doi: 10.1080/07352680600563926

Pauli D, Andrade-Sanchez P, Carmo-Silva AE, Gazave E, French AN, Heun J, Hunsaker DJ, Lipka AE, Setter TL, Strand RJ, et al (2016) Field-based high-throughput plant phenotyping reveals the temporal patterns of quantitative trait loci associated with stress-responsive traits in cotton. G3 (Bethesda) 6: 865–879

Pazskowski J. Direct gene transfer into plants. EMBO J. 1984. Vol. 3. P. 2717 2722.

Pinhero, R., Pazhekattu, R., Marangoni, A. G., Liu, Q., and Yada, R. Y. (2011). Alleviation of low temperature sweetening in potato by expressing Arabidopsis pyruvate decarboxylase gene and stress-inducible rd29A: a preliminary study. Physiol. Mol. Biol. Plants 17, 105–114. doi: 10.1007/s12298-011-0056-8

Poorter H, Fiorani F, Pieruschka R, Wojciechowski T, van der Putten WH, Kleyer M, Schurr U, Postma J (2016) Pampered inside, pestered outside? Differences and similarities between plants growing in controlled conditions and in the field. New Phytol 212: 838–855

Prols F., Meyer P. The methylation patterns of chromosomal integration regions influence gene activity of transferred DNA in Petunia hybrida. Plant J. 1992. Vol. 2. P. 465 475.

Pummer, S., Dantzler, W. H., Lien, Y. H., Moeckel, G. W., Völker, K., and Silbernagl, S. (2000). Reabsorption of betaine in Henle's loops of rat kidney in vivo. Am. J. Physiol. Renal. Physiol. 278, 434–439.

Puthoff, D. P., and Smigocki, A. C. (2007). Insect feeding-induced differential expression of Beta vulgaris root genes and their regulation by defense-associated signals. Plant Cell Rep. 26, 71–84. doi: 10.1007/s00299-006-0201-yAN

Quinby JR, Karper RE (1954) Inheritance of height in sorghum. Agron J 46:211–216

Richards C. M., Brownson M., Mitchell S. E. et al. Polymorphic microsatellite markers for inferring diversity in wild and domesticated sugar beet (Beta vulgaris). Molecular Ecology Notes. 2004. Vol. 4, No. 2. P. 243 245.

Rusu RB (2010) Semantic 3D object maps for everyday manipulation in human living environments. Künstliche Intelligenz 24: 345–348

Rusu RB, Cousins S (2011) 3D Is Here: Point Cloud Library (PCL). 2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Shanghai, doi/10.1109/ICRA.2011.5980567

Saad, A. S. I., Li, X., Li, H. P., Huang, T., Gao, C. S., Guo, M. W., et al. (2013). A rice stress-responsive NAC gene enhances tolerance of transgenic wheat to drought and salt stresses. Plant Sci. 203–204, 33–40. doi: 10.1016/j.plantsci.2012.12.016

Sahebi, M., Hanafi, M. M., Azizi, P., Hakim, A., Ashkani, S., and Abiri, R. (2015). Suppression subtractive hybridization versus next-generation sequencing in plant genetic engineering: challenges and perspectives. Mol. Biotechnol. 57, 880–903. doi: 10.1007/s12033-015-9884-z

Sanger M. Characteristics of a strong promoter for the virus of the mosaic of norichika lumpy. Comparison 35S promoter for mosaic virus cauliflower and promoter manopen synthase. Plant Mol. Biol. 1990. Vol. 14. P. 433 440.

Sanger, F., Nicklen, S., and Coulson, A. R. (1977). DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 74, 5463–5467. doi: 10.1073/pnas.74.12.5463

Savitskaya, H. 1940. "The species Beta vulgaris L. as a self-sterile plant; method of obtaining seed by selling of self-sterile plants," Beet Culture, Vol. I, pp. 501-515.

Savitsky V. F., Savitsky H. I. Weight of fruits in self-fertile, male-sterile and self-sterile diploid, tetraploid monogerm Beta vulgaris L. Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Technol. 1965. Vol. 13. P. 621–644.

Savitsky, V. 1939. Experiment with sugarbeet selection by the rate of root and leaf formation; collection of scientific investigations of the Ail-Union Institute for Scientific Research of the Sugar Industry. Kiev.

Savitsky, V. 1940. "The hybrid method, diallel and saturation crosses," Beet Culture, Vol. 1, pp. 741-751..

Scholten O. E. Characterisatiion and inheeritance of resistance to beet necrotic yellow vein virus in Beta. Weinheim: New, 1997. 100 p.

Schuster, S. C. (2008). Next-generation sequencing transforms today's biology. Nat. Methods 5, 16–18. doi: 10.1038/nmeth1156

Schütte G. Transgenic herbicide resistant plants Hamburg, 2000. 34 p.

Setiawan, A., Koch, G., Barnes, S. R., and Jung, C. (2000). Mapping quantitative trait loci (QTLs) for resistance to Cercospora leaf spot disease (Cercospora beticola Sacc) in sugar beet (Beta vulgaris L.). Theor. Appl. Genet. 100, 1176–1182. doi: 10.1007/s001220051421

Shan, Q., Wang, Y., Li, J., Zhang, Y., Chen, K., Liang, Z., et al. (2013). Targeted genome modification of crop plants using a CRISPR-Cas system. Nat. Biotechnol. 31, 686–688. doi: 10.1038/nbt.2650
Shelekhov, N. 1940. "Peculiarities encountered in selection for decrease of harmful nitrogen content of sugar beets grown in Kuban," Beet Culture, Vol. 1, pp. 902- 913.
Shevchenko, V. 1940. "Selection for resistance to fungus diseases," Beet Culture, Vol. I, pp. 781-794, Russian.
Shinozaki, K., and Yamaguchi, S. K. (2007). Gene networks involved in drought stress response and tolerance. J. Exp. Bot. 58, 221–227. doi: 10.1093/jxb/erl164
Silva-Sanchez, C., Li, H., and Chen, S. (2015). Recent advances and challenges in plant phosphoproteomics. Proteomics 15, 1127–1141. doi: 10.1002/pmic.201400410
Simko I., Eujayl I., van Hintum T. J. L. Empirical evaluation of DArT, SNP, and SSR marker-systems for genotyping, clustering, and assigning sugar beet hybrid varieties into populations. Plant science. 2012. Vol. 184. P. 54 62.
Smulders M. J. M., Esselink G. D., Everaert I. et al. Characterisation of sugar beet (Beta vulgaris L. ssp. vulgaris) varieties using microsatellite markers. BMC Genetics. 2010. Vol. 11, No. 41. P. 1 11.
Souza A., Mendes B., Filho F. Gene silencing concepts, applications, and perspectives in woody plants. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.). 2007. Vol. 64, No. 6. P. 645 656.
Stadermann, K. B., Weisshaar, B., and Holtgräwe, D. (2015). SMRT sequencing only de novo assembly of the sugar beet (Beta vulgaris) chloroplast genome. BMC Bioinformatics 16:295. doi: 10.1186/s12859-015-0726-6
Stintzing, F. C., and Carle, R. (2007). Betalains-emerging prospects for food scientists. Trends Food Sci. Technol. 18, 514–525. doi: 10.1016/j.tifs.2007.04.012
Storey JD, Tibshirani R (2003) Statistical significance for genomewide studies. Proc Natl Acad Sci USA 100: 9440–9445
Stroud H., Ding B., Simon S. A. et al. Plants regenerated from tissue culture contain stable epigenome changes in rice. Elife. 2013. Vol. 2, P. e00354.
Sukumaran S, Xiang W, Bean SR, Pedersen JF, Kresovich S, Tuinstra MR, Tesso TT, Hamblin MT, Yu J (2012) Association mapping for grain quality in a diverse sorghum collection. Plant Genome 5: 126–135
Sun, S., Yu, J. P., Chen, F., Zhao, T. J., Fang, X. H., Li, Y. Q., et al. (2008). TINY, a dehydration-responsive element (DRE)-binding protein-like transcription factor connecting the DRE- and ethylene-responsive element-mediated signaling pathways in Arabidopsis. J. Biol. Chem. 283, 6261–6271. doi: 10.1074/jbc.M706800200
Sunkar, R., Chinnusamy, V., Zhu, J., and Zhu, J. K. (2007). Small RNAs as big players in plant abiotic stress responses and nutrient deprivation. Trends Plant Sci. 12, 301–309. doi: 10.1016/j.tplants.2007.05.001
Svensgaard J, Roitsch T, Christensen S (2014) Development of a mobile multispectral imaging platform for precise field phenotyping. Agronomy (Basel) 4: 322–336
Svitashev S. K., Somers D. A. Characterization of transgene loci in plants using FISH: a picture is worth a thousand words. Tissue and Organ Culture. 2002. Vol. 69. P. 205 214.
Taguchi, K., Kubo, T., Takahashi, H., and Abe, H. (2011). Identification and precise mapping of resistant QTLs of Cercospora leaf spot resistance in sugar beet (Beta vulgaris L). G3 (Bethesda) 1, 283–291. doi: 10.1534/g3.111.000513
Taguchi, K., Okazaki, K., Takahashi, H., Kubo, T., and Mikami, T. (2010). Molecular mapping of a gene conferring resistance to Aphanomyces root rot (black root) in sugar beet (Beta vulgaris L). Euphytica 173, 409–418. doi: 10.1007/s10681-010-0153-8
Takabe, T., Rai, V., and Hibino, T. (2006). “Metabolic engineering of glycinebetaine,” in Abiotic Stresss Tolerance in Plants, eds A. K. Rai and T. Takabe (Berlin: Springer), 137–151.
Taški-Ajduković K., Nagl N., Ćurčić Ž., Zorić M. Estimation of genetic diversity and relationship in sugar beet pollinators based on SSR markers. Electronic Journal of Biotechnology. 2017. Vol. 27. P. 1 7.
Teklewold A., Becker H. C. Comparison of phenotypic and molecular distances to predict heterosis and F 1 performance in Ethiopian mustard (Brassica carinata A. Braun). Theoretical and applied genetics. 2006. Vol. 112, No. 4. P. 752 759.
Topping J. F., Lindsey K. Insertional mutagenesis and promoter trapping in plants for the isolation of genes and the study of development. Transgenic Res. 1995. Vol. 4, No. 5. P. 291 305.
Torres, M. A., and Dangl, J. L. (2005). Functions of the respiratory burst oxidase in biotic interactions, abiotic stress and development. Curr. Opin. Plant Biol. 8, 397–403. doi: 10.1016/j.pbi.2005.05.014
Touzet P., Hueber N., Bürkholz A. et al. Genetic analysis of male fertility restoration in wild cytoplasmic male sterility G of beet. Theoretical and Applied Genetics. 2004. Vol. 109, No. 1. P. 240 247.
Tzu-Ming P. Current status and Detection of Genetically Modified Organism. J. Food and Drug Analys. 2002. Vol. 10, No. 4. P. 229 241.
Upadhyaya HD,Wang YH, Sharma S, Singh S (2012) Association map-ping of height and maturity across five environments using the sorghum mini core collection. Genome 55: 471–479
Varietal plant breeding stations o i'the sugar trust; Collection of papers, 1923. Kiev.
Viard F., Arnaud J. F., Delescluse M., Cuguen J. Tracing back seed and pollen flow within the crop–wild Beta vulgaris complex: genetic distinctiveness vs. hot spots of hybridization over a regional scale. Molecular Ecology. 2004. Vol. 13, No. 6. P. 1357 1364. http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-294X.2004.02150.x.

Viard F., Bernard J., Desplanque B. Crop-weed interactions in the Beta vulgaris complex at a local scale: allelic diversity and gene flow within sugar beet fields. Theor. Appl. Gen. 2002. Vol. 104, No. 4. P. 688 679.

Virlet N, Sabermanesh K, Sadeghi-Tehran P, Hawkesford MJ (2017) Field scanalizer: an automated robotic field phenotyping platform for detailed crop monitoring. Funct Plant Biol 44: 143–153

Vlachonasios, K. E., Thomashow, M. F., and Triezenberg, S. J. (2003). Disruption mutations of ADA2b and GCN5 transcriptional adaptor genes dramatically affect Arabidopsis growth, development and gene expression. Plant Cell 15, 626–638. doi: 10.1105/tpc.007922

Voitkevich, I. 1922. Methods of individual selection practiced at the Central Breeding Station in selective breeding work with sugar beets. Kiev.

Wakeel, A., Asif, A. R., Pitann, B., and Schubert, S. (2011). Proteome analysis of sugar beet (Beta vulgaris L) elucidatas constitutive adaptation during the first phase of salt stress. J. Plant Physiol. 168, 519–526. doi: 10.1016/j.jplph.2010.08.016

Waldron C., Murphy E. B., Roberts J. L. Resistance to hygromycin B. Plant Mol. Biol. 1985. No. 5. P. 103 108.

Wang M.-B., Waterhouse P. M. High-efficiency of a p-glucuronidase gene in rice is correlated with repetitive transgene structure but is independent of DNA methylation. Plant Mol. Biol. 2000. Vol. 43. P. 67 82.

Wang, Y. N., Tang, L., Hou, Y., Wang, P., Yang, H., and Wei, C. L. (2016). Differential transcriptome analysis of leaves of tea plant (Camellia sinensis) provides comprehensive insights into the defense responses to Ectropis oblique attack using RNA-Seq. Funct. Integr. Genomics. doi: 10.1007/s10142-016-0491-2. [Epub ahead of print].

Wang, Y., Zhan, Y., Wu, C., Gong, S., Zhu, N., Chen, S., et al. (2012). Cloning of a cystatin gene from sugar beet M14 that can enhance plant salt tolerance. Plant Sci. 191–192, 93–99. doi: 10.1016/j.plantsci.2012.05.001

White JW, Andrade-Sanchez P, Gore MA, Bronson KF, Coffelt TA, Con-ley MM, Feldmann KA, French AN, Heun JT, Hunsaker DJ, et al (2012) Field-based phenomics for plant genetics research. Field Crops Res 133: 101–112

Wu H., Awan F. S., Vilarinho A., Zeng Q. et al. Transgene integration complexity and expression stability following biolistic or Agrobacterium-mediated transformation of sugarcane. In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant. 2015. Vol. 51, No. 6. P. 603 611.

Wu, C., Ma, C., Pan, Y., Gong, S., Zhao, C., Chen, S., et al. (2013). Sugar beet M14 glyoxalase I gene can enhance plant tolerance to abiotic stresses. J. Plant Res. 26, 415–425. doi: 10.1007/s10265-012-0532-4

Wybraniec, S. (2005). Formation of decarboxylated betacyanins in heated red beet (Betavulgaris L) root juice analysed by LC–MS/MS. J. Agric. Food Chem. 53, 3483–3487. doi: 10.1021/jf048088d

Wybraniec, S., Stalica, P., Spórna, A., Nemzer, B., Pietrzkowski, Z., and Michałowski, T. (2011). Antioxidant activity of betanidin: electrochemical study in aqueous media. J. Agric. Food Chem. 59, 12163–12170. doi: 10.1021/jf2024769

Wybraniec, S., Starzak, K., Skopi'nska, A., Nemzer, B., Pietrzkowski, Z., and Michałowski, T. (2013). Studies on nonenzymatic oxidation mechanisms in neobe-tanin, betanin, and decarboxylated betanins. J. Agric. Food Chem. 61, 6465–6476. doi: 10.1021/jf400818s

Xu, J., Lan, H., Fang, H., Huang, X., Zhang, H., and Huang, J. (2015). Quantitative proteomic analysis of the rice (Oryza sativa L) salt response. PLoS ONE 10:e0120978. doi: 10.1371/journal.pone.0120978

Yamada, N., Promden, W., Yamane, K., Tamagake, H., Hibino, T., Tanaka, Y., et al. (2009). Preferential accumulation of betaine uncoupled to choline monooxygenase in young leaves of sugar beet–importance of long-distance translocation of betaine under normal and salt-stressed conditions. J. Plant Physiol. 166, 2058–2070. doi: 10.1016/j.jplph.2009.06.016

Yamaguchi M, Fujimoto H, Hirano K, Araki-Nakamura S, Ohmae-Shinohara K, Fujii A, Tsunashima M, Song XJ, Ito Y, Nagae R, et al (2016) Sor-ghum Dw1, an agronomically important gene for lodging resistance, encodes a novel protein involved in cell proliferation. Sci Rep 6: 28366

Yang W, Guo Z, Huang C, Duan L, Chen G, Jiang N, Fang W, Feng H, Xie W, Lian X, et al (2014) Combining high-throughput phenotyping and ge-nome-wide association studies to reveal natural genetic variation in rice. Nat Commun 5: 5087

Yang, L., Ma, C., Wang, L., Chen, S., and Li, H. (2012). Salt stress induced proteome and transcriptome changes in sugar beet monosomic addition line M14. J. Plant Physiol. 169, 839–850. doi: 10.1016/j.jplph.2012.01.023

Yang, L., Zhang, Y., Zhu, N., Koh, J., Ma, C., Pan, Y., et al. (2013). Proteomic analysis of salt tolerance in sugar beet monosomic addition line M14. J. Proteome Res. 12, 4931–4950. doi: 10.1021/pr400177m

Yardanov I., Velikova V., Tsonev T. Plant responses to drought and stress tolerance. Bulg J Plant Physiol. 2003. (Special Issue). P. 187 206

Yin, F., Gao, J., Liu, M., Qin, C., Zhang, W., Yang, A., et al. (2014). Genome-wide analysis of water-stress-responsive microRNA expression profile in tobacco roots. Funct. Integr. Genomics 14, 319–332. doi: 10.1007/s10142-014-0365-4

Yolcu, S., Ozdemir, F., Güler, A., and Bor, M. (2016). Histone acetylation influences the transcriptional activation of POX in Beta vulgaris L. and Beta maritima L. under salt stress. Plant Physiol. Biochem. 100, 37–46. doi: 10.1016/j.plaphy.2015.12.019

Yoshimura A., Nakata A., Kuro-o M. et al. Molecular cytogenetic characterization and chromosomal distribution of the satellite DNA in the genome of Oxya hyla intricata (Orthoptera: Catantopidae). Cytogenet Genome Res. 2006. Vol. 112. P. 160 165.
Zalensky, E. 1919. "The beet in Western Russia and in Poland; historical review and selective breeding work on sugar beets," Materials for the Study of Natural Resources for Production in Russia, No. 26, Petrograd, pp. 1-103.
Zare B., Niazi A., Sattari R., Aghelpasand H. et al. Resistance against rhizomania disease via RNA silencing in sugar beet. Plant pathology. 2015. Vol. 64, No. 1. P. 35 42.
Zhang D, Kong W, Robertson J, Goff VH, Epps E, Kerr A, Mills G, Cromwell J, Lugin Y, Phillips C, et al (2015) Genetic analysis of inflorescence and plant height components in sorghum (Panicoidae) and comparative genetics with rice (Oryzoidae). BMC Plant Biol 15: 107
Zhang Z, Ersoz E, Lai CQ, Todhunter RJ, Tiwari HK, Gore MA, Brad-bury PJ, Yu J, Arnett DK, Ordovas JM, et al (2010) Mixed linear model ap-proach adapted for genome-wide association studies. Nat Genet 42: 355–360
Zhang, Y., Lai, J., Sun, S., Li, Y., Liu, Y., Liang, L., et al. (2008). Comparison analysis of transcripts from the halophyte Thellungiella halophila. J. Integr. Plant Biol. 50, 1327–1335. doi: 10.1111/j.1744-7909.2008.00740.x
Zhao J, Mantilla Perez MB, Hu J, Salas Fernandez MG (2016) Ge-nomewide association study for nine plant architecture traits in Sorghum. Plant Genome 9: 1–14
Zhao L.-P., Liu Z., Chen L. Generation and characterization of 24 novel EST derived microsatellites from tea plant (Camellia sinensis) and cross-species amplification in its closely related species and varieties. Conservation Genetics. 2008. Vol. 9, No. 5. P. 1327 1331.
Zhu, H., Bi, Y. D., Yu, L. J., Guo, D. D., and Wang, B. C. (2009). Comparative proteomic analysis of apomictic monosomic addition line of Beta corolliflora and Beta vulgaris L. in sugar beet. Mol. Biol. Rep. 36, 2093–2098. doi: 10.1007/s11033-008-9421-2
Zou G, Zhai G, Feng Q, Yan S, Wang A, Zhao Q, Shao J, Zhang Z, Zou J, Han B, et al (2012) Identification of QTL for eight agronomically important traits using an ultra-high-density map based on SNPs generated from high-throughput sequencing in sorghum under contrasting photoperiods. J Exp Bot 63: 5454–5462
Абрамов Е.И. (1964). Комплексная механизация свекловичного семеноводства. Сахарная свекла. № 9. С. 10-11.
Абрахам Й., Абрахам Ч., Аридт Р., Гердес Г. (1987). Интенсивная технология выращивания сахарной свеклы. Пер. с нем. М. Агропромиздат. С. 32-42.
Абугалиев И.А. (1976). Селекция и семеноводство сахарной свеклы. Изд. «Кайнар» Алма-Ата. 304 с.
Агиенко В.И., Бабич А.А., Гуленко А.Г. и др. (1982). Научные основы ведения сельского хозяйства зоны Лесостепи УССР в системе агропромышленного комплекса. Под редакцией Зубца М.В., Сторожука А.А., Зубенко В.Ф. К. Урожай. 384 с.
Адаменко Ф.И. (1947). Значение высокой агротехники в свекловичном семеноводстве. Сахарная промышленность. № 3. С. 8-9.
Адаменко Ф.И. (1949). Мероприятия по улучшению качества посадочного материала и повышение урожая свекловичных семян. Сахарная промышленность. № 3. 35-39.
Адаменко Ф.И. (1950). Влияние условий воспитания маточной свеклы на урожай корней, семенную их продуктивность и последующий урожай фабричной свеклы. Тр. ВНИС. Т. 32. К.
Адаменко Ф.И. (1951). Выращивание семян сахарной свеклы. Свекловодство. Киев-Харьков. Сельхозиздат. Т.2. С.496-509.
Александер Л., Мидлтон Х. (1955). Почва, как физическая система. Пер. с англ. Изд-во иностр. литературы. С. 40-41.
Александров В.В. (1937). Дарвиновский отбор по семенам, по их биологическим качествам. Селекция и семеноводство. № 8-9.
Алексеев Я. И., Хотяинцева Т. В., Боровская С. В. и др. 35S промотор вируса норичника (P-FMV) – новая мишень для анализа на содержание генетически модифицированных организмов. Известия ТСХА. 2011. Вып. 6. С. 156 161.
Алексеева Е.Н. (1946). Влияние высоких доз минеральных удобрений на рост, питание и продуктивность свекловичных высадков. Труды Рамонской опытно-селекционной станции. Т. 4. Воронеж.
Алексеева Е.Н. (1956). Об удобрении высадков сахарной свеклы. Бюллетень научно-технической информации. К. ВНИС. Вып. 2. С. 48-52.
Алексеева Е.Н. (1964). Состав свекловичных семян на разно удобренных фонах. Тр. ВНИС. Т. 25. 1940. Вып. 2.
Алехин Н.В. (1963). Теория и технология выделения биологически наиболее ценных семян пшеницы и овса. Автореферат докторской диссертации. Москва. ТСХА.
Алиев С.Д. (1970). Изучение биологии сахарной свеклы в целях получения двух урожаев семян за одно лето. Ученые записи Азербайджанского СХИ. Кировобад. №4. С.70-75.
Алиев С.Д. (1974). Безвысадочное многолетнее возделывание семян. Сахарная свекла. № 1.
Амбросимов Л.Н. (1969). Исследование процессов дифференциации пахотного слоя по биологической активности в регулируемых условиях. Теоретические вопросы обработки почв. Ленинград. Вып. 2. С. 233-239.
Апухтина Л.Г. (1965). Разработка способов уборки и хранения маточных корней сахарной свеклы в условиях Воронежской и Курской областей. Научные труды Курского СХИ Воронеж. Т. 3.

Аркуша В.Е. (1973). Зависимость урожая полевых культур от фаз и соотношения минеральных удобрений на черноземах реградированных юга Лесостепи УССР. Агрохимия. №1. С. 21-24.
Архангельский Н.С. (1968). Изучение биотипов семенников свеклы. Доклад ТСХА. Вып. 142.
Архимович А.З. (1923). О наиболее продуктивном типе куста высадков сахарной свеклы. «Бюллетень ССУ». № 6.
Астапов С.В., Донов С.И. (1959). Методы изучения водно-физических свойств почвы и грунтов. М. АН СССР. 270 с. В кн. «Почвенная съемка».
Бабьяж И.А. (1980). Оценка стерильности семенников. Сахарная свекла. № 12. С. 33-34.
Базавлук В.Ю. (1946). Наследственная разнородность тканей у сахарной свеклы. Агробиология. № 1.
Байдачний М.П. (1996). Вивчення прийомів підвищення виходу маточних коренеплодів цукрових буряків. Основні висновки науково-досліднихробіт за 1994 рік. К.: ІЦБ. С 17-21.
Балагура О.В (1999). Удосконалення вирощування насіння цукрових буряків. Цукрові буряки. № 4. С. 17-18.
Балагура О.В, Литвиненко А.П. (1998). Как улучшить выращивание базисных и фабричных семян МС гибридов. Сахарная свекла. №3. С. 14-15.
Балагура О.В. (1991). Как влиять на выход посадочных корнеплодов. Сахарная свекла. № 2. С.29-30.
Балагура О.В. (1994). Агротехнические приемы выращивания репродукционной сахарной свеклы и базисных семян в зоне неустойчивого увлажнения Лесостепи Украины: автореф.дис. канд.с.-х.наук: специальность 06.01.05 «Селекция и семеноводство. К. 24 с.
Балагура О.В. (1999). Удосконалення вирощування насіння цукрових буряків. Цукрові буряки. №4. С. 17-18.
Балагура О.В. (2004). Продуктивність насінників ЧС гібридів залежно від технологій вирощування. Цукрові буряки. №6. С. 16-17.
Балагура О.В. (2012). Інтенсивна технологія вирощування насіння ЧС гібридів цукрових буряків. Цукрові буряки. №5. С.14-15.
Балагура О.В. (2013). Вплив метеорологічних факторів на якість і кількість маточників буряків цукрових. Агробіологія: Зб.наук.праць. Біла Церква: БНАУ. Вип.11 (104). С.68-71.
Балагура О.В. (2013). Особливості формування продуктивності цукрових буряків залежно від передпосівної підготовки насіння. Вісник ХНАУ. №9. С.143-149.
Балагура О.В. (2013). Особливості цвітіння компонентів схрещування ЧС гібридів цукрових буряків залежно від умов їх вирощування. Збірник наукових праць Уманського НУС. Умань. Вип. 83. 172-176.
Балагура О.В. (2013). Продуктивність посівів цукрових буряків залежно від генотипу і строків сівби. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Зб. наук. праць. К. ФОП Корзун Ю.Д. Вип. 17. Т. ІІ. С.189-192.
Балагура О.В. (2013). Реалізація селекційно-генетичного потенціалу цукрових буряків у правобережній частині Центрального Лісостепу України. Агробіологія. Зб.наук.праць. Біла Церква: БНАУ. Вип. 10 (100). С.94-96.
Балагура О.В. (2014). Биологические особенности и продуктивность семенников МС гибридов сахарной свеклы при различных условиях их выращивания. Сахарная свекла. №7. С.14-17.
Балагура О.В. (2014). Особенности выращивания гибридных семян сахарной свеклы. Сахар. №3. С.22-24.
Балагура О.В. (2014). Різноякісність насіння цукрових буряків залежно від генотипу та умов вирощування. Цукрові буряки. №1(97). С. 10-11.
Балагура О.В., Зорін І.Л. (2013). Агроекономічна ефективність вирощування насіння цукрових буряків. Цукрові буряки. №2. С.8-10.
Балагура О.В., Левшаков Л.В. (2013). Разнокачественность семян сахарной свеклы и ее значение. Вестник Курской государственной с.-х.академии.. №9. С.52-54.
Балагура О.В., Литвиненко А.П. (1998). Как улучшить выращивание базисных и фабричных семян МС гибридов. Сахарная свекла. №3. С. 14-15.
Балан М.В., Байдачний М.А., Садовий І.П. (1994). Додаткове запилення насінників. Висновки НДР за 1993 р. К. ІЦБ УААН. С. 72- 76.
Балан В.Г., Поехало Н.Б. (1996). Разнокачественность семян современных сортов и МС гибридов сахарной свеклы и ее значения. ІІ Научные труды ИСС УААН. К. ИСС. С. 66-63.
Балан В.И., Вербицкий В.Л. (1972). Выращивать хорошие семена. // Сахарная свекла. № 2. С. 28 30.
Балан В.М. (1971). Насінництву цукрових буряків комплексну механізацію. Хлібороб України. №10. С. 29-30.
Балан В.М. Мудрик В.І. (1977). Вплив калібрування на продуктивні властивості насіння цукрових буряків. Вісник сільськогосподарської науки. №2. С.25-29.
Балан В.М., Байдачний М.П., Садовий І.П. Додаткове запилення насінників. Висновки НДР за 1993 рік. К. ІЦБ УААН. 1994. С.72-76.
Балан В.М., Балагура О.В. (1992). Механізоване дозапилювання насінників цукрових буряків. Удосконалення прийомів насінництва цукрових буряків. К. ІЦБ УААН. С. 175-178.
Балан В.М., Балагура О.В. (2013). Агробіологічні основи підвищення польової схожості насіння цукрових буряків. Цукрові буряки. №3. С.14-17.
Балан В.М., Балагура О.В., Осадчук В.Д., Файдюк В.В. (2001). Особливості вирощування гібридного насіння. Цукрові буряки. № 4. С. 7-8.

Балан В.М., Балагура О.В., Осадчук О.Д. (2013). Додаткове запилення як фактор підвищення врожайності і якості насіння цукрових буряків. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Зб. наук. праць. К. ФОП Корзун Д.Ю. Вип. 18. С.14-20.
Балан В.М., Доронін В.А. (2007). Генетичний потенціал ЧС гібридів. Насінництво. №6. С. 20-21.
Балан В.М., Мудрик В.І. (1978). Урожай і якість насіння цукрових буряків у залежності від величини маточніх коренеплодів і площі живлення. Вісник сільськогосподарської науки. № 10. С. 89-93.
Балан В.М., Назарук В.М., Гізбуллін Н.Г., Орбаніщук М.М. (1998). Удосконалення насінництва цукрових буряків. Збірник наукових праць ІЦБ. К. Аграрна наука. с.107-116.
Балан В.М., Поєхало М.Б. (1996). Різноякісність насіння сучасних сортів - популяцій і ЧС-гібридів цукрових буряків і її значення. Основні висновки науково-дослідних робіт за 1994 р. К. ІЦБ,. С. 60-63.
Балан В.М., Сілаков М.І., Садовий І.П., Бевз М.М. (2000). Пам'ятка буряковода. Погребище. ІЦБ «Асоціація «Вінниця цукор». 72 с.
Балан В.Н, Байдачный Г.И., Садовый И.П. Дополнительное опыление сахарной свеклы. Научные труды ОСС УААН. К. ИСС. ТУУ. С. 72-76.
Балан В.Н. (1965). Чеканка высадков односемянной сахарной свеклы и сроки ее проведения / Тезисы докладов научно-производственной конференции молодых ученых и агрономов-свекловодов. Труды ВНИС, Киев. С. 169-171.
Балан В.Н. (1966). Некоторые вопросы семеноводства односемянной сахарной свеклы. Основные выводи научно-исследовательских работ за 1961-1964 гг. Труды ВНИС. Киев.
Балан В.Н. (1968). Улучшающий негативный отбор свеклы на высадках. Сахарная свекла. № 6.
Балан В.Н. (1970). Некоторые морфолого-биологические особенности и продуктивность семенников односемянной сахарной свеклы. Вестник с/х науки. № 8.
Балан В.Н. (1971). Эффективность калибрования семян односемянной сахарной свеклы для маточных посевов. Кн. Агротехника выращивания семян сахарной свеклы. Киев. ВНИС.
Балан В.Н. (1972). Эффективность улучшающих отборов на высадках односемянной диплоидной и полиплоидной сахарной свеклы. В кн. Селекция, генетика, агротехника сахарной свеклы. Киев. ВНИС,.
Балан В.Н. (1974). Семеноводство сахарной свеклы в Югославии. Сахарная свекла. №10.
Балан В.Н. (1977). Морфолого-биологические особенности и продуктивность различных биотипов семенников при репродуцировании сортов односемянной свеклы. В кн. Селекция, агротехника и защита односемянной свеклы от вредителей и болезней. Киев. ВНИС.
Балан В.Н. (1979). Повышение продуктивности сортов односемянной сахарной свеклы в процессе семеноводческой работы. Повышение сахарности и технологических качеств сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 140-143.
Балан В.Н. (1979). Улучшающие отборы на семенниках односемянной диплоидной и полиплоидной сахарной свеклы (Обзорная информация). М. ВНИТЭИ сельхоз.
Балан В.Н. (1979). Эффективность калибрования семян при репродуцировании сортов сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 1.
Балан В.Н. (1984). Биологические и агротехнические основы выращивания семян сахарной свеклы безвысадочным способом. Автореф. дис. д-ра с.-х. наук. Спец. 06.01.05 «Селекция и семеноводство». К. 39 с.
Балан В.Н. (1986). Биологические особенности созревания семян и срокиуборки семенников свеклы. Вестник сельскохозяйственной науки. №9. С. 60-65.
Балан В.Н. (1994). Зимостойкость безвысадочных семенников. Сахарная свекла. №4. С. 16-18.
Балан В.Н. Разнокачественность семян сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2000. № 1. С. 15-17.
Балан В.Н., Батыров Х.Ф. (1977). Норма высева семян Ялтушковская односемянная при безвысадочном выращивании семян. Тр. Ташкентского СХИ. В. 75. Ташкент.
Балан В.Н., Бусол И.В. (1986). Качество безвысадочных семян. Сахарная свекла. № 11. С. 39-42.
Балан В.Н., Вербицкий В.Л. (1972). Выращивать хорошие семена. Сахарная свекла. №2. С. 28-30.
Балан В.Н., Гольченко Ю.В., Поехало Б.И. Механизация уборки маточной свеклы. Основные выводы НИР ВНИС за 1970 г. К., 1972. С. 130-132.
Балан В.Н., Гончарук А.В. (1977). Безвисадкові насінники. Хлібороб України. № 6.
Балан В.Н., Загородний А.Н. (1985). Дополнительное опыление. Сахарная свекла Л. № 6. С. 35-36.
Балан В.Н., Корниенко В.Л. (1984). Лучшие сроки уборки семенников. Сахарная свекла. №7. С.36-37.
Балан В.Н., Кулик А.Г. (2002). Что посеешь - то и пожнешь // Сахарная свекла. №4. С. 8-9.
Балан В.Н., Мудрык В.И. (1969). Семеноводство Ялтушковских односемянных сортов. Сахарная свекла. № 11. С. 31-32.
Балан В.Н., Мудрык В.И. (1977). Эффективность улучшающих отборов при репродуцировании односемянных сортов. Сахарная свекла. № 12.
Балан В.Н., Мудрык В.И. Некоторые вопросы семеноводства односемянной сахарной свеклы // Основные выводы НИР за 1961-1964 гг. - К.: ВНИС. 1966.-.С. 87-91.
Балан В.Н., Мудрык В.И. Семеноводство Ялтушковских односемянных сортов. Сахарная свекла. 1969. № 11. С.31-32.

Балан В.Н., Назарук В.Г., Гизбулин Н.Г, Органищук Н.Н. (1998). Усовершенствование семеноводства сахарной свеклы. Сборник научных трудов ИСС УААН. ИСС. С. 107-116.
Балан В.Н., Садовый И.П. Продуктивность семенников и различные приемы обработки почвы. Сахарная свекла. 1997. № 1. С. 18-20.
Балан В.Н., Султанский А.А. (1985). Прогрессивный способ выращивания семян сахарной свеклы. К. Урожай. 95 с.
Балан В.Н., Фалатюк Е.И. (1978). Эффективность минерального питания при выращивании семян сахарной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Балан В.Н., Шевчук В.К., Мудрык В.И. (1978). Урожай и качество семян сахарной свеклы в зависимости от величины маточных корней и площади питания семенников. Вісник с.-г. науки. № 4.
Балков И.Я., Балков В.И. (1999). Особенности семеноводства гибридов. Сахарная свекла. № 11. С. 16-17.
Бамбура А.М. (1972). Изучение некоторых биоморфологических особенностей высадков полиплоидной сахарной свеклы под влиянием минеральных удобрений. Тр. ВНИС. К.
Барабаш А.Ю., Повар Ф.В., Несмиян И.Н. (1973). Безвисадковий спосіб вирощування насіння коренеплодів і кормової капусти. Вісник с/г науки. № 3.
Барабаш П.Л. (1973). Контейнери для зберігання маточних буряків. Механізація с/г. №2.
Барсуков Л.Н., Задавская К.М. (1953). Изменение условий плодородия в различных прослойках пахотного слоя в зависимости от обработки. Почвоведение. №12. С. 18-27.
Барштейн Л.А., Шкаредний І.С., Якименко В.М. (1999). Періодичність глибокої оранки поля. Цукрові буряки. № 4. С. 12-14.
Барштейн Л.А., Шкаредний І.С., Якименко В.М. (2002). Сівозміни, обробіток ґрунту та удобрення в зонах бурякосіяння. Наукові праці ІЦБ НААНУ. К. Тенар. 488 с.
Барштейн Л.А., Шкаредний І.С., Якименко В.М., Ондрехівський А.Ф. (2000). Вплив сівозміни, обробітку ґрунту та добрив на врожайність і якість цукрових буряків та використання ними елементів живлення. Збірник наук. праць ІЦБ НААНУ. К. Аграрна наука. Вип. 2. С. 33- 39.
Барштейн Л.А., Шкаредный И.С., Кожуховский Н.И. Экологические аспекты интенсивных систем земледелия в свеклосеющих районах. Экологические проблемы интенсификации земледелия. К. ВНИС. 1991. С. 3-10.
Барштейн Л.А., Волянский А.В. (1994). Свекловичный пояс Украины. Новости свекловодства. №1. С. 2.
Барштейн Л.А., Шкаредный И.С. (1991). Свекловичные севообороты во временных и альтернативных системах земледелия. Технические культуры: селекция, технология, переработка. М. Агропромиздат. С. 37-43.
Бевз М.М. (2000). Продуктивність цукрових буряків залежно від сортових особливостей. Цукрові буряки. № 6. С. 8-9.
Бевз М.М. (2001). Біологічні особливості і продуктивність насіння цукрових буряків залежно від його розміру, сортових відмін та умов пророщування. Автореф. дис. кандидата с.-г.наук. 06.01.05. Інститут цукрових буряків УААН. К. С. 18.
Бей А.А. (1984). Почвозащитная технология на склоновых землях Украины. Земледелие. №4. С. 25-26.
Белкот В.З. (1998). Вплив захисно-стимуллючих речовин при пошаровому їх нанесенні під час дражування насіння на ріст і продуктивність цукрових буряків:автореф.дис. на здобуття наук.ступеня канд. с.-г. наук. Спеціальність 06.01.09 «Рослинництво». К. 17 с.
Белозерских М.П., Горечин А.С. (1975). О десикации семенников. Сахарная свекла. № 7.
Белозерских М.П., Павленко Ю.Е., Балкова Е.Н. (1970). Итоги исследований по семеноводству сахарной свеклы за 1967 г. Сахарная свекла в РСФСР. Воронеж. ВНИИСС. С. 181-190.
Белоус В.Е. (1965). Влияние обильного опыления на развитие и продуктивность потомства у сахарной свеклы. Новое в свекловодстве. Киев. ВНИС. С. 276-282.
Беляева А.В. (1966). Влияние минеральных удобрений на динамику сахаров семенной сахарной свеклы при безвысадочной культуре. Известия АН Кирг.ССР. Фрунзе. №2.
Бережко С.Т. (1976). Новый этап в координации селекционных работ в странах СЭВ. Сахарная свекла. № 7.
Бережко С.Т. (1976). Совещание селекционеров по вопросам создания новых сортов и гибридов сахарной свеклы. Международный с/х ж-л. № 4.
Бисовецкий Т.Я., Пинчук П.Д., Макаров А.М. (1970). Удобрение и урожай свекловичных семян. Сахарная свекла. № 9.
Білєра Н. (2017) Що обрати – «коктейль» чи монокомпонентне мікродобриво? Агроном. №1. С.30-32.
Блажевич Л.Ю. (2005). Формування продуктивності тритикале ярого залежно від елементів технології вирощування в Лісостепу України. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук. Спец. 06.01.09 «Рослинництво». К. 20 с.
Блажевский В.К. (1968). Влияние способов обработки почвы на урожай и качество зерна озимой пшеницы. Земледелие. К. Урожай. Вып. 14. С. 62-68.
Блюмкин Б.Б. (1978). Безвысадочное семеноводство - путь к высоким урожаям семян хорошего качества. Сахарная свекла. № 4.

Бобер А.Ф., Марков В.В. (1999). Конкурентна здатність різних сортів люцерни і ступінь їх придатності до вирощування під покривом злакової культури. Вісник аграрної науки. № 11. С. 24-27.
Бобро М.А., Корнієнко С.І. та ін. Технологія вирощування цукрових буряків. Харків. Магда. 2002. 16 с.
Богачёва Н. Н., Федулова Т. П., Налбандян А. А. и др. Генетическая изменчивость родительских форм гетерозисных гибридов сахарной свёклы на основе молекулярных маркеров. Сахар. 2017. № 9. С. 16 21.
Богданов С.М. (1987). К вопросу о технических приемах свекловичной культуры. Сельское хозяйство и лесоводство.
Бойко В.Г. (1992). Влияние различных способов основной обработки почвы на продуктивность сахарной свеклы в севооборотах разной структуры в центральной части правобережной Лесостепи Украины. Автореф. дис. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.01 «Общее земледелие». К. 23 с.
Бойко Л.И., Буденный М.П. (1986). Действие поверхностных видов обработки почвы на урожай и качество зерна озимой пшеницы. Агрохимия и почвоведение. К. Урожай. Вып. 49. С. 42-46.
Бойко П.І., Коваленко Н.П., Панасюк М.Г. та ін. (2004). Сівозмінний фактор у боротьбі з бур'янами. К. Колодіт. С. 78-83.
Боковой В.И. (1972). Влияние калибрования семян сахарной свеклы на их всхожесть и продуктивность. Селекция, генетика, агротехника, механизация и экономика сахарной свеклы. К. ВНИС. 21 с.
Болелова З.А. (1959). О природных и продуктивных качествах семян крупных клубочков. Бюллетень научно-технической информации. К. ВНИС. С. 17.
Болелова З.А. (1959). Продуктивность семян сахарной свеклы в зависимости от местоположения их на материнском растении. Тр. ВНИС. К.
Болелова З.А. (1966). Об изменчивости посевных качеств тетраплоидных семян сахарной свеклы в зависимости от расположения их на семеннике. Тезисы докладов на научно-производственной конференции молодых ученых и агрономов-семеноводов. К. ВНИС. С. 18-19.
Болелова З.А. (1967). Биологические особенности семян и их значение в повышении продуктивности полиплоидной и диплоидной сахарной свеклы: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.05 «Селекция и семеноводство». К. 19 с.
Болелова З.А., Гродзинская Г.С. (1971). Влияние ингибирующих веществ околоплодника на энергию прорастания семян полиплоидной сахарной свеклы. Основные выводы научно-исследовательских работ ВНИС за 1969 г. К. ч.1. С. 87-92.
Болелова З.О. (1963). Продуктивність та спадкові якості насіння цукрових буряків залежно від розташування їх на материнській рослині. Фізіолого-біохімічні основи підвищення продуктивності рослин. К. Держсільгоспвидав УРСР. С.36-37.
Бондаренко В.И., Федорова Н.А., Пикуш Г.Р. и др. (1985). Рекомендации по уходу за озимыми культурами. К. Урожай. 40 с.
Бондарчук А.А. (1988). Разработка элементов технологии производства сахарной свеклы гибрида Уладовский МС 5, созданного на основе с цитоплазматической мужской стерильности: автореф. дис. на соискание научной степени кан.с.-х. наук: специальность 06.01.09 «Растениеводство». К. 20 с.
Борисюк В.А. (1989). Перспектива использования физиолого-биохимических показателей в селекции сахарной свеклы. Сборник научных трудов ВНИС. К. ВНИС. С. 3-19.
Борисюк В.А., Кляченко В.И., Синченко В.Н. (1986). Морфологические и технологические показатели корнеплодов. Сахарная свекла. №2. С. 29-31.
Борисюк П.Г. (2011). 2010: Здобутки й втрати на плантаціях цукрових буряків України. Цукрові буряки. № 3. С. 4-5.
Борисюк П.Г., Бондар В.С. (2002). Проблеми та пріоритети бурякоцукрової галузі. Цукор України. № 6. С. 2-5.
Борівський А.Ф. (2011). Удосконалені заходи догляду за насінниками цукрових буряків в умовах нестійкого зволоження Лісостепу України: автореф.дис.канд. с.-г. наук: спеціальність 06.01.09 «Рослинництво». К.,. 20 с.
Бормотов В.Е. (1961). Полиплоидия и гетерозис в селекции сахарной свеклы. Гетерозис. АН БССР. Минск.
Боршківський Н.Г., Орлов С.Д. (1994). Перспектива збільшення продуктивності, фізичних і посівних якостей насіння у ліній запилювачів О-типу і їх ЧС аналогів роздільноплідних цукрових буряків. Висновки науково-дослідницьких робіт за 1993 рік. К. ІЦБ. с.6-13.
Бровкина Е.А., Горная В.Я. (1948). Использование сахарной свеклой необменно-поглощенного почвой калия. Тр. ВНИС. К. т.30.
Бугай С.М. (1962). Рослинництво. К. Держсільгоспвидав. 424 с.
Бугай С.М., Горак Н.А. (1970). Сорт і агротехніка. К. Урожай. 72 с.
Будовский Г.Д., Передни И.Ф. (1997). Изучение полевой всхожести семян материнских растений разных форм сахарной свеклы. Резервы повышения продуктивности культур зерно-свекольного севооборота. К. ИСС УААН. С. 32-38.
Будовский Н.Д. (1992). Изучение билогических особенностей различных форм сахарной свеклы с целью разработки методики их оценки по элементам семенной продуктивности: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.01 «Селекция и семеноводство». К. 19 с.

Будовський М.Д., Чередніченко І.Ф. (1997). Вивчення польової схожості насіння материнських рослин різних форм цукрових буряків. Наукові праці ІЦБ НААНУ. К. ІЦБ. С. 32-38.
Будьонний Ю.В., Стрельцова І.Б. (1992). Розподіл поживних речовин в орному шарі чорнозему типового за різних обробітків ґрунту. Агрохімія і ґрунтознавство. К. Урожай. С. 67-71.
Бузанов И.Ф. (1944). Безвысадочный способ выращивания семян сахарной свеклы. Пищевая промышленность СССР. М. Пищепромиздат. Вып. 9. С. 61-64.
Бузанов И.Ф. (1949). Безвысадочный способ выращивания семян сахарной свеклы в СССР. Пищевая промышленность. № 9.
Бузанов И.Ф. (1960). Агробиологические свойства сахарной свеклы. К. УАСХИ. С. 220-229.
Бузанов И.Ф. (1961). Задачи научно-исследовательской работы в области семеноводства. Достижения науки и передовой опыт по семеноводству. Москва.
Бузанов И.Ф., Дронова Г.В. (1964). Некоторые особенности роста растений односемянной свеклы в зависимости от крупности фракций семян. Тр. ВНИС. К.
Бурденюк-Тарасевич Л.А. (1996). Система оцінок в селекції пшениці озимої на зимостійкість на Білоцерківській селекційній станції. Наукові праці ІЦБ НААНУ. К. ІЦБ. С. 131-136.
Бурденюк-Тарасевич Л.А. (1999). Генетичні аспекти показника тривалості післязбирального дозрівання пшениці озимої. Аграрний вісник Причорномор'я. Одеса. Вип.3. С. 232-235.
Бурденюк-Тарасевич Л.А. (2001). Методи селекції сортів пшениці озимої з підвищеною адаптивністю до умов Лісостепу і Полісся України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво». К. 44 с.
Бурденюк-Тарасевич Л.А. (2004). Результати використання чорнобильських радіомутацій в пшениці озимої як джерел цінних властивостей при гібридизації. Збірник наукових праць ІЦБ НААНУ. К. ІЦБ. Вип. 7. С. 27-38.
Бурденюк-Тарасевич Л.А. (2006). Сорти пшениці озимої Білоцерківської селекції. Каталог. Біла Церква. БЦДСС. 8 с.
Бурденюк-Тарасевич Л.А. (2008). Сорти пшениці м'якої озимої Білоцерківської селекції. Каталог. Біла Церква. БЦДСС. 20 с.
Буряк И.И. (2002). Эффективность позакорневого внесения минеральных удобрений под маточники сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 4. С. 10-11.
Бусол Н.В., Каркузаки Л.А., Мацибера А.Г. (1982). Совершенствование приемов послеуборочной обработки семян сахарной свеклы. Пути повышения эффективности производства семян сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 100-104.
Буткевич Л.Б. (1955). Сортовые особенности семян сахарной свеклы в связи с условиями их выращивания. Вопросы агротехники и селекции сахарной свеклы. Сельхозгиз.
Бутусов В.А. (1963). Повышать коэффициент выхода корней маточных. Сахарная свекла. № 3.
Бутусов В.А. (1964). Зависимость качества семян сахарной свеклы от величины корней семенников. Вопросы производства и использования сахарной свеклы на Кубани. Труды Кубанского с.-х. института. Вып.8/36. Краснодар. С. 11-118.
Бутусов В.А. (1967). Зависимость урожая и качества семян сахарной свеклы от величины маточных корней и сроков их выращивания. Автореф.дис. канд. с.-х. наук: 06.01.05. Краснодарский с.-х. институт. Краснодар. С. 30.
Вавилов Н.И. (1937). Пути советской селекции. Сборник «Спорные вопросы генетики и селекции». Изд. ВАСХНИЛ.
Вавилов Н.И. (1966). Критический обзор современного состояния генетической теории селекции растений и животных. Избранные сочинения. М.
Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. (1986). Методы исследования физических свойств почв. М. Агропромиздат. 416 с.
Валід Ібрагім Хусейн Абу Ахмадік. Формування врожайності соняшнику, гороху і кукурудзи залежно від прийомів догляду за посівами в умовах Північного Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К. 2003. 20 с.
Ванин Д.Е. (1985). Влияние основной обработки на урожайность и засоренность посевов. Земледелие. № 9. С. 7-10.
Варшавский Б.Я. (1956). Особенности питания сахарной свеклы при квадратном и квадратно-гнездовом способах возделывания. Сахарная свекла. № 6.
Варшавский Б.Я. (1959). Квадратно-гнездовой способ возделывания сахарной свеклы. Вестник с/х. науки. № 4.
Варшавский Б.Я. (1966). Повышение урожайности и сахаристости сахарной свеклы. К. Урожай. 270 с.
Васильев Л.В. (1937). К изучению стадийности у свеклы. Труды ВНИС. Пищепромиздат.
Вахній С.П. (2000). П'ять стратегічних програм білоцерківців. Біла Церква. Аграрні вісті БДАУ. № 1. С. 4-5.
Вахній С.П. (2007). Продуктивність культур плодозмінної сівозміни залежно від основного обробітку ґрунту. Цукрові буряки. № 4. С. 16-17.
Вахній С.П. (2007). Продуктивність плодозмінної сівозміни за різних рівнів удобрення. Біла Церква. Збірник наук. праць БДАУ. Вип. 15. С. 110-112.

Вахній С.П. (2009). Вплив сортових особливостей пшениці озимої на її продуктивність. Біла Церква. С. 114-117. Агробіологія. Збірник наук.праць БДАУ. Вип. 1 (64).
Вахній С.П. (2009). Моніторинг агрофітоценозів бурякового поля. Цукрові буряки. № 4. С. 10-13.
Вахній С.П. (2009). Продуктивність пшениці озимої залежно від умов вегетації у Центральному Лісостепу. Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААНУ». К. ВД «ЕКМО». Вип. 3. С. 63-73.
Вахній С.П., Мартинюк І.В., Козак Л.А., Примак І.Д. (2001). Кормовим бурякам - енергозберігаючу технологію. Біла Церква. С. 31-33. Аграрні вісті БДАУ. №4.
Вахній С.П., Примак І.Д. (2001). Підвищення продуктивності багаторічних трав. Біла Церква. С. 15-19. Аграрні вісті БДАУ. № 2-3.
Вахній С.П., Примак І.Д., Мартинюк І.В. та ін. (2004). Раціональне використання соломи в екологічному землеробстві. Аграрні вісті БДАУ. № 4. С. 13-16.
Вахній С.П., Примак І.Д., Шемігон О.В., Ліва Т.В. (2000). Обгрунтування необхідності зменшення площі ріллі в агроландшафтах Київщини. Аграрні вісті. Біла Церква. № 2. С. 4-7.
Вахній С.П., Скалига О.С. (2004). Зміна деяких властивостей чорнозему типового та врожайність культур за різних систем обробітку ґрунту в плодозмінній сівозміні Центрального Лісостепу України. Біла Церква. С. 26-31. Вісник БДАУ. Вип.30.
Вахній С.П., Скалига О.С. (2005). Зміна агрофізичних властивостей ґрунту й урожайності зерна ячменю залежно від систем обробітку ґрунту в плодозмінній сівозміні Центрального Лісостепу України. Наук. праці Полтавської державної аграрної академії. Полтава. Т. 4 (23). С. 167-170.
Вахній С.П., Сорока В.І., Мартинюк І.В. та ін. (1999). Підвищення продуктивності кормових сівозмін на незрошуваних землях Лісостепу України (рекомендації). Біла Церква. 34 с.
Вахній С.П., Урсулов В.Ф., Карпенко В.Г. та ін. (2000). До питання про забруднення чорноземів типових важкими металами навколо м. Біла Церква. Біла Церква. С. 233-237. Вісник БДАУ. Вип. 10.
Вербицкий В.Л. (1966). Механизированное формирование насаждения маточной свеклы. Сахарная свекла. № 11.
Вербицкий В.Л. (1971). Выращивание репродукционной сахарной свеклы в условиях Шевченковского элитно-семеноводческого совхоза. Тр. ВНИС. К.
Веселовский И.В., Гречка В.В., Задорожний В.С. (1992). Обработка почвы и урожайность. Земледелие. № 4. С.26-27.
Витвицкий В.И., Солодовникова В.Ф. (1966). Опытное выращивание семян безвысадочных способом. Сахарная свекла. № 6.
Витко А.М. (1961). Влияние основного удобрения на урожай семян. Сахарная свекла. № 9.
Вітчизняні високопродуктивні конкурентноспроможні ЧС гібриди цукрових буряків. (2008). Каталог. К. ІЦБ НААН. 13 с.
Вітчизняні високопродуктивні однонасінні ЧС гібриди цукрових буряків. Каталог. К. ІЦБ НААН. 2007. 11 с.
Власюк П.А. (1945). Сочетание минеральных и органических удобрений для повышения урожая и качества сахарной свеклы. Доклады АН УССР.
Власюк П.А. (1950). Эффективность применения гранулированных удобрений под сельскохозяйственные культуры. Доклады ВАСХНИЛ. Вып. 7.
Власюк П.А., Проценко Д.Ф., Гурилева М.А. Зимостойкость озимых на Украине. К. Госсельхозиздат. 1959. 70 с.
Власюк П.А., Шматько И.Р. (1959). Вплив умов живлення на фізіологічні процеси і продуктивність висадків цукрових буряків. Доповіді АН УРСР. № 4.
Войтовик М.В. (1998). Продуктивність багаторічних трав та сумішок однорічних культур залежно від рівня азотного живлення та строків сівби на чорноземі вилугуваному Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К. 18 с.
Волкова Н. Е. Молекулярні маркери в генетиці, селекції та насінництві бобових культур (огляд). Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту-Національного центру насіннезнавства та сортовивчення. 2015. № 26. С. 99 106.
Володась А.А. (1969). Безвисадочный способ выращивания семян сахарней свеклы. В кн.: Научные основы повышения урожайности с/х. культур в Гродненской области. Сб. научных трудов Гродненского с/х. института. В.5.
Володась А.А. (1972). Безвысадочный способ выращивания семян сахарной свеклы в западных районах Белоруссии. Тр. ВНИС. К.
Волошук І.С. (2002). Конюшина гібридна сорту Придністровська. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Міжвид. темат. наук. зб. Вип. 44. С. 19-20.
Волощук І.С. (2004). Вплив норми висіву і способів посіву на врожайність насіння конюшини гібридної. Міжвид. темат. наук. зб. Вип. 46. С. 9-15.
Волянский А.В., Оноприенко В.Т., Мандровская Н.Г. и др. (1984). Программирование полевой всхожести семян. Сахарная свекла. № 1. С. 5-6.
Волянский А.В., Оноприенко В.Т., Шаповал Н.П. (1977). Сроки сева в зависимости от типа и влажности почвы. Сахарная свекла. № 3. 12 с.
Воробьев С.А., Скоблина В.И., Четверня А.М. (1988). Специализация севооборотов в интенсивном земледелии. Обзоры информ. М. ВНИИТЭИагропром ВАСХНИЛ. 63 с.

Ворона Л.І., Кочик Г.М., Сторожук В.А. (2006). Забур'яненість посівів ячменю ярого залежно від технології вирощування. Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААНУ». К. Вип. 1-2. С. 23-26.
Воропаев В.Н. (1970). Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от сорта и некоторых примов его агротехники в условиях Тамбовской области: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: специальность 538 «Растениеводство». Воронеж. 24 с.
Вундерлих К.Х. (1995). Посевной материал точного высева. Сахарная свекла. № 2. С. 19-20.
Гагарин Г. Історія селекції сільськогосподарських культур в Україні. Наукові Записки Укр технічно-господ. інту. Мюнхен, 1967. С. 107–150.
Гаквская И.Г. (1952). О различиях растений выращенных из генетически разнокачественных тканей корня сахарной свеклы. Агробиология. № 1.
Гарячих А.С. (1985). Продуктивность гибрида на стерильной основе. Научные основы повышения урожайности и технологических качеств сахарной свеклы. Воронеж. С. 34-37.
Гельмер О. Ф. Автобіографія. Архів музею ІДСС.
Генкель П.А. (1956). Диагностика засухоустойчивости культурных растений и способы ее повышения. Изд. АН СССР.
Генкель П.А., Кушниренко С.В. (1966). Холодостойкость растений и термические способы ее повышения. Изд. «Наука» М.
Генусов А.З., Горбунова Б.В., Климберг Н.В. (1960). Почвенно-климатическое районирование Узбекистана в сельскохозяйственных целях. Труды Ташкентского института почвоведения.
Гизбулин Н.Г., Глеваский В.И., Чемерис Л.М. (1999). Выращивание семян триплоидных гибридов. Сахарная свекла. № 2. С. 10-11.
Гизбуллин Н.Г. (1975). Размещение производства семян сахарной свеклы на Украине. Тр. ВНИС. К.
Гизбуллин Н.Г. (1987). Густота насаждения маточной свеклы и семенников, приёмы её формирования. Семеноводство сахарной свеклы. К. Урожай. С. 42-58.
Гизбуллин Н.Г. (1987). Пути повышения коэффициента размножения семян и снижения затрат труда на их выращивания. Новые приемы в семеноводстве сахарной свеклы. С. 40-52.
Гизбуллин Н.Г. и др. (1987). Пути повышения коэффициента размножения семян и снижение затрат труда на их выращивание. Новые приёмы в семеноводстве сахарной свеклы. К. С. 40-52.
Гизбуллин Н.Г., Балан В.Н. (1974).Место репродукции семян и их продуктивность. Сахарная свекла. № 6. С. 32-34.
Гизбуллин Н.Г., Глеваський В.И., Чемерис Л.Н., Гафшевський В.Л. (1999). Выращивание семян триплоидных гибридов. Сахарная свекла. №4. С. 11-12.
Гизбуллин Н.Г., Кобко О.В. (1979). Посев маточной свеклы калиброванными семенами. Сахарная свекла. № 4.
Гизбуллин Н.Г., Мацебера А.Г. (1986). Проблемы повышения качества семян. Сахарная свекла. № 6. С.41-43.
Гизбуллин Н.Г., Нагорный Г.М. (1983). Выращивание семян загущенным способом. Сахарная свекла. № 5. С. 29-31.
Гизбуллин Н.Г., Ткаченко В.Д., Кобко О.В. (1975). Условие выращивания семян и их всхожесть. Сахарная свекла. № 6.
Гиммельфарб Е.А. (1959). За высокий урожай семян сахарной свеклы. Сахарная промышленность. № 2.
Гізбуллін Н.Г. (1980). Продуктивність насіння цукрових буряків залежно від рівня репродукції насіння // Вісник сільськогосподарської науки. № 5. С. 16-18.
Гізбуллін Н.Г., Глеваський В.І., Чемерис Л.М. (1999). Вирощування насіння триплоїдних гібридів. Цукрові буряки. №2. С. 10-11.
Гізбуллін Н.Г., Кириченко І.Г., Тарасюк В.К. (1999). Розвиток досліджень з насінництва цукрових буряків на Верхняцькій дослідно-селекційні станції. Збірник наукових праць. К. ІЦБ УААН. С. 46-56.
Гізбуллін Н.Г., Козій В.С., Пастух М.О. (1992). Десикант Баста - на насінниках цукрових буряків. Удосконалення прийомів насінництва цукрових буряків. С. 53-57.
Гізбуллін Н.Г., Осадчук В.Д., Глеваський В.І., Борисов Д.В. (2001). Формування габітусу рослин насінників. Цукрові буряки. № 1. С. 17.
Гізбуллін Н.Г., Тараблін О.Є., Оголенко І.С. (1999). Як підвищити коефіцієнт розмноження насіння. Цукрові буряки. № 1. С. 8-9.
Гізбуллін Н.Г., Черната Д.М., Осипчук М.І. (1992). Прийоми вирощування фабричного насіння поліплоїдних і триплоїдних гібридів цукрових буряків. Удосконалення прийомів насінництва цукрових буряків. С. 46-53.
Глеваский И.В. (1991). Основы оптимизации агротехнических свойств формирования урожая корнеплодов сахарной свеклы: автореф. дис. д-ра с.-х. наук: спец. 06.01.09 «Растениеводство». К. 50 с.
Глеваский И.В., Кравченко А.А., Поехало Б.И., Бондарчук А.А. (1993). Основы свекловодства. К. Урожай. 229с.
Глеваський В.І., Черната Д.М. (1998). Насіннєва продуктивність триплоїдних гібридів цукрових буряків залежно від способу вирощування насінників. Наукові основи виробництва цукрових буряків та інших культур бурякової сівозміни в сучасних економічних та екологічних умовах. К.ІЦБ УААН. С. 87-92.
Голев И.Ф. (1963). О методике селекции, семеноводства и сортоиспытания односемянной свеклы. Сахарная свекла. № 6

Головко А. Э., Довженко А. А., Глеба Ю. Ю. Генетическая трансформация сахарной свеклы: эволюция взглядов и методических подходов. Цитология и генетика. 2005. Т. 39, № 3. С. 30 36.
Гольченко Ю.В. (1974). Ефективність міжрядних розпушень висадків цукрових буряків. С/х информация. К. № 8.
Гомаа А.М. Изучение свойств трансгенных растений рапса (Brassica napus L.) со встроенным геном OSMYB4: автореф. дис. … канд. биол. наук: спец. 03.01.05 «Физиология и биохимия растений». Москва, Российская Федерация, 2011. 25 с.
Гомоляко С.Е. (1959). Разнокачественность плодов односемянной сахарной свеклы. Тр. ВНИС. Т. 34. К.
Гомоляко С.Е., Засимович В.П., Оканенко А.С. (1957). Физиологические и анатомические особенности сахарной свеклы при безвысадочной культуре семян. Тр. ВНИС. Т. 35. К.
Гончаренко И.С. (1987). Эффективность семян элиты районированных сортов и гибридов при загущённой посадке семенников. Достижение и перспективы в селекции сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 146-149.
Гораш О.С. (2008). Управління продукційним процесом пивоварного ячменю: автореф. дис. д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К. 44 с.
Горбачова О.Ю., Лапко П.Г. (1981). Вплив тривалого застосування плоскорізного обробітку і добрив на фосфатний режим чорноземів. Вісник с.-г. науки. № 7. С. 5-10.
Гордиенко В.П. (1980). Условия, определяющие минимализацию обработки почвы. Земледелие. № 2. С. 18-20.
Гордягин А.Я. (1922). Растениеводство ТР. Географическое описание ТА ССР. Казань,. С. 31-37.
Горелов Е.П. и др. (1978). Выращивание семян сахарной свеклы безвысадочным способом. Селекция и семеноводство. № 3.
Горлов Е.П., Батыров Х.Ф. (1977). Двухстороннее использование сахарной свеклы. Тр. Ташкентского СХИ. Вып. 6 (82). Ташкент.
Горная В.Я. (1964). Сроки и способы внесения основного удобрения под сахарную свеклу в районах неустойчивого увлажнения СССР. Тр. ВНИС. К.
Горобець А.В. (1999). Вплив агротехнічних факторів на польову схожість насіння. Цукрові буряки. № 2. С. 10-12.
Городецкий О.С. (1996). Формирование урожая сахарной свеклы в зависимости от интенсивнисти весенне-летнего возделывания почвы и сортовых особенностей на разных фонах удобрения в условиях правобережья Лесостепи. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. К. С. 22.
Городецький О.С. (1996). Формування врожаю цукрових буряків залежно від інтенсивності весняно-літнього обробітку ґрунту та сортових особливостей на різних фонах удобрення в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К. 22 с.
Городній М.Г., Устименко О.С., Максименко І.П., Гудзь В.П. (1969). Коренева система і врожай пшениці озимої. К. Урожай. С. 130-135 (У кн. «Пшениця озима»).
Горохова З.Н., Шеляг-Сосонко Ю.Р. (1961). Визначник бур'янів Чернівецької області. Чернівці. 233 с.
Греков М.А., Тонкаль Е.А., Емец Г.М. и др. (1969). Агроклиматическая и почвенная характеристика районов свеклосеяния. Под ред. И.Ф. Бузанова. Севообороты в свеклосеющих районах. М. Колос. 248 с.
Гриб С.И., Сидорович О.Н. (1972). Изучение приемов безвысадочного семеноводства сахарной свеклы в условиях БССР. Тр. ВНИС. К.
Григора І.М., Соломаха В.Ф. (2000). Основи фітоценології. К. Фітоцентр. 239 с.
Григоренко Т.Ф. (1969). Зависимость урожая и качества семян от различной водообеспеченности маточной свеклы и семенников. Тр. ВНИС. К.
Григорьев М.А. и др. (1939). Влияние удобрений на урожай свеклосемян в засушливых условиях 1938 г. "Научные записки по сахарной промышленности". №2-3.
Гринберг С.А. (1956). Летние посевы маточной свеклы как фактор улучшения семеноводства сахарной свеклы в Краснодарском крае. Биология. № 22.
Гринів С.М. (2010). Удосконалення основних агротехнічних прийомів вирощування цукрових буряків сучасних гібридів у лівобережній частині Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К. 20 с.
Гринько Т. Ф. К методике скрещивания сахарной свеклы. Бюлетень ІДСС Цукротресту. 1927. Ч. 2. С. 62–70.
Гринько Т.Ф. (1950). Итоги основных научно-исследовательских работ по селекции сахарной свеклы. Труды Верхнячской станции. К.
Грицай А.Д., Коломиец Н.В. (1981). Дифференциация пахотного слоя в зависимости от обработки. Земледелие. № 8. С. 15-17.
Грицык Н.С., Кравцов Ю.Ф., Добросоткова В.Д. Льговско-Верхнячские МС-гибриды. Сахарная свекла. 1993. № 2. С. 18-23.
Грищенко О.М. Врожайність і якість цукрових буряків при сівбі інкрустованим насінням: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К. 2003. 19 с.
Гродзінський А.М. (1973). Основи хімічної взаємодії рослин. К. Наукова думка. 206 с.
Громик І. Ю. Уладівсько-Люлинецька селекційна станція Цукротресту СРСР. Архів УВАН у Нью-Йорку. Ф. 14836. С. 4–5.

Грюнер М.Н. (1927). Способ штеклингов. Семеноводство важнейших хлебных растений и сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 215-221.
Губанов Я.В. (1975). Формирование урожая сахарной свеклы в Краснодарском крае в зависимости от условий выращивания. Краснодар.
Гудвил С.В. (1948). Работы по селекции сахарной свеклы на Льговской селекционной станции. Тр. ВНИС. К.
Гудвил С.В. (1950). Влияние подкормки высадков на последующую продуктивность сахарной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Гудилина А.Н. (1951). Особенности роста свекловичных высадков и поступления в них питательных веществ по различным фонам агротехники в условиях Алтайского края. Автореферат диссертации Бийск.
Гужов Ю.Л., Гуляев Г.В. (1978). Перевод семеноводства на промышленную основу. Изд. «Знание». М.
Гуляев Г.В. (1971). Теоретические основы первичного семеноводства зерновых культур. Тр. ВАСХНИЛ. М.
Гуляев Г.В. (1972). Селекция и семеноводство полевых культур. Изд. «Колос». М.
Гуревич А. А., Баранова Е. Н. Создание генно-инженерной конструкции с геном холиноксидазы для улучшения экспрессии в растениях. Доклады РАСХН. 2008. № 3. С. 7 8.
Давиденко М.П., Мусієнко Ю.В., Сидоренко О.С. (1981). Вирощування маточних цукрових буряків без проривки рослин при літній сівбі // Вісник сільськогосподарської науки. № 5. С. 25-26.
Давиденко Н.П. (1982). Эффективность выращивания маточной сахарной свеклы в летних загущенных посевах. Пути повышения эффективности производства семян сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 26-33.
Давиденко Н.П., Сидоренко А.С. (1975). Производство семян сахарной свеклы с использованием мелких корнеплодов массой 10-30 г, выращенных в летних загущенных посевах. Совершенствование технологических приёмов в семеноводстве сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 44-47.
Даниленко Л. А. Промислова династія Харитоненців на початку ХХ століття. Матеріали другої Сумської обласної наукової історико-краєзнавчої конференції. Суми, 1994. С. 91–93.
Данник С.Е. (1939). Влияние величины и веса семян на рост, развитие и урожай сельскохозяйственных растений. Советская агрономия. № 4. С. 46.
Даньков В.М., Мацебера А.Г. (1998). Сахарная свекла. Ужгород: Карпаты. С. 244.
Даньков В.Я. (1977). Уплотнённая посадка высадков сахарной свеклы в зоне достаточного увлажнения Лесостепи УССР. Селекция, агротехника и защита односемянной сахарной свеклы от вредителей и болезней. К. ВНИС. С. 110.
Даньков В.Я. (1979). Биологические особенности и продуктивность коренеплодов сахарной свеклы в связи с их размерами и площади питания семенников в зоне достаточного увлажнения УССР: Автореф. дис. канд.с.-х. Наук. 06.01.05. Всесоюзный НИИ сах. св. К. 20 с.
Даньков В.Я. (1980). Вплив величини маточних коренеплодів, якості садіння та площі живлення насінників на їх морфологічні особливості і продуктивність. Вісник сільськогосподарської науки. № 10. С. 20-24.
Даньков В.Я. (1980). Как увеличить густоту насаждения семенников. Механизация сельского хозяйства. № 3. С .25.
Даньков В.Я. (1990). Агротехнические основы повышения эффективности семеноводства сахарной свеклы в зоне достаточного увлажнения Украины. Автореф. дис. д-ра с.-х. наук: 06.01.05. Всесоюзный НИИ сах. св. К. 42 с.
Даньков В.Я., Мацебера А.Г. (1988). Цукрові буряки. Ужгород. Карпати. 46 с.
Дарвин Ч. (1939). Действие перекрестного опыления и самоопыления. М. Сельхозиздат. 339 с.
Дарвин Ч. (1963). Происхождение видов. М. Сельхозгиз. 287 с.
Дейнеко Е.В. Изучение экспрессии гетерологичных и собственных генов у трансгенных растений: на примере Nicotiana tabacum L.: дис. … доктора биол. наук: спец. 03.00.15 «Генетика». – Новосибирск, 2004. 198 с.
Демешко К.М., Черячукін М.І. (1991). Ефективність основного обробітку ґрунту в Кіровоградській області. Степове землеробство. К. Урожай. Вип. 25. С. 43-48.
Демиденко П.М. (1963). Передовые приемы ведения земледелия в степной зоне Украины. Днепропетровск. Промінь. 140 с.
Демидко М.П. (1971). Экономическая эффективность выращивания семян сахарной свеклы безвысадочным способом. Автореферат диссертации. Харьков.
Демченко П.К. (1961). Короткі підсумки по вивченню системи обробітку ґрунту в бурякових сівозмінах. К. С. 11-26. У кн. «60 років Черкаської державної с.-г. дослідної станції».
Демченко Ф. К., Мартынович Н. И., Добровольский И. Н. Пути повышения сахаристости свеклы. Сахарная свекла. 1959. № 5. С. 24–26.
Денисьевский В.С. (1949). О некоторых особенностях отдельных сортов сахарной свеклы Н.З. Белоцерковского СХИ. Т. 2. В. 1.
Денисюк Д.Я. (1964). Влияние удобрений на урожай и качество сахарной свеклы в севообороте. Труды Белоцерковской опытной станции. К.
Динник А.В. (1996). Продуктивність бобових й злакових культур при застосуванні добрив в умовах центрального Полісся України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К. 22 с.

Дідур І.М. (2008). Оптимізація моделей технологій вирощування гороху на зерно в умовах правобережного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. Вінниця. Вип. 63. С. 251-257.
Дмитренко В.П., Круківська А.В. (2005). Основи мезомаштабного агрокліматичного районування території на засадах математико-картографічного методу. Наук. праці УкрНДГМІ. Вип. 254. С.135-152.
Добротворцева А.В. (1959). Некоторые итоги полевых опытов по хранению маточных корней сахарной свеклы. Тр. ВНИС. Т. 38. К.
Добротворцева А.В. (1962). Агротехника выращивания сахарной свеклы на семена. М. Сельхозиздат. 208 с.
Добротворцева А.В. (1962). Новое в семеноводстве сахарной свеклы. Селекция и семеноводство. № 1.
Добротворцева А.В. (1965). Итоги исследований по агротехнике семеноводства сахарной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Добротворцева А.В. (1965). О калибровке высадочных корней для машинной посадки. Сахарная свекла. № 10.
Добротворцева А.В. (1967). О площади питания высадков сахарной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Добротворцева А.В. (1968). Площадь питания семенников. Сахарная свекла. № 4.
Добротворцева А.В. (1971). Влияние качества маточных корнеплодов и условий их выращивания на урожай и продуктивность семян. Агротехника выращивания семян сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 82-106.
Добротворцева А.В. (1973). Перспективы выращивания семян сахарной свеклы безвысадочным способом. Труды ВАСХНИЛ. М.
Добротворцева А.В. (1975). Выращивание сахарной свеклы на семена. М. Колос. 244 с.
Добротворцева А.В. (1977). Влияние способов формирования густоты насаждения маточной свеклы на ее продуктивность. Сахарная свекла. № 3.
Добротворцева А.В., Горенко Н.С., Пантелусь Н.Н. (1982). Продуктивность маточной сахарной свеклы в связи с густотой растений. Пути повышения эффективности производства семян сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 14-26.
Добротворцева А.В., Даньков В.Я. (1978). Агробиологические особенности и продуктивность семенников сахарной свеклы в связи с площадью их питания и размерами маточных корнеплодов. Резервы повышения урожайности и качества сахарной свеклы и других культур свекловичного оборота в зоне достаточного увлажнения. К. ВНИС. С. 125-130.
Добротворцева А.В., Назарук В.М. (1986). Густота насаждения и качества уборки. Сахарна свекла. № 8. С. 44-45.
Добротворцева А.В., Пантелусь Н.Н. (1983). Фракционный состав маточных корнеплодов при загущенном их выращивании в Лесостепной зоне УССР. Сборник научных трудов. К. ВНИС. С. 73-79.
Добротворцева А.В., Пастух Н.Н. (1984). Выращивание маточной свеклы и семенников загущеным способом. Сахарная свекла. № 3. С. 31-32.
Добротворцева А.В., Пшцева З.М. (1965). Влияние величины посадочного корня и сроков уборки высадков односемянной свеклы на урожай и качество семян. Новое в семеноводстве. К. ВНИС. С. 312-316.
Добротворцева А.В., Сисецкий Е.В. (1968). О площади питания для мелких высадочных корней. Основные выводы научно-исследовательских работ по сахарной свекле за 1966 г. К. ВНИС. С. 182-185.
Добротворцева О.В. (1981). Вплив густоти насадження насіннєвих цукрових буряків на якість і продуктивність маточних коренеплодів. Вісник сільськогосподарської науки. № 4. С. 20-22.
Довбах А.П. (1954). Качество посевных семян и урожай яровой пшеницы и ячменя в Полесье УССР. Земледелие. № 4.
Довбах А.П. (1974). Теоретическое обоснование изменения свойств семян в процессе семеноводства. Научные труды Украинской с-х академии. К.
Долгов С.И., Кузнецова И.В. (1969). Структура черноземных почв и основные особенности их механической обработки. Курская государственная с.-х. оп. ст. Сб. науч.тр. Курск. Т. 3. С. 50-52.
Долгов С.И., Модина С.А. (1968). О некоторых закономерностях зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от плотности почвы. Теоретические вопросы обработки почв. Д. Гидрометеоиздат. Вып. 2. С. 54-65.
Доля В.С. (1962). Гнездовое удобрение под высадки. Сахарная свекла. № 6.
Доля В.С. (1964). Значение удобрений в повышении урожая и улучшения качества семян сахарной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Доля В.С. (1966). Влияние минеральных удобрений и влажности почвы на формирование урожая семян. Сахарная свекла и их качество. Тр. ВНИС. К.
Доля В.С. (1972). Теория и практика применения регуляторов роста и минеральных удобрений в семеноводстве сахарной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Доля В.С. (1975). Биологические основы повышения всхожести семян сахарной свеклы. Труды ВНИС. К.
Доля В.С. и др. (1978). Опыт получения высоких урожаев семян. Сахарная свекла. №8.
Доля В.С., Голубовский Р.А. (1971). Роль доз, форм и способов внесения удобрений в повышении урожая и улучшения качества семян сахарной свеклы. Семеноводство сахарной свеклы. Изд. «Колос» М.
Доля В.С., Забарный М.М. (1965). Влияние условий питания маточной свеклы на продуктивность фабричной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Доля В.С., Островский Л.Л. (1975). Применение десикантов при уборке семенников сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 8.

Дорогобид А.В., Шакалов Э.Н., Балков И.Я. (1998). Основной показатель семеноводства. Сахарная свекла. № 6 С. 17-18.
Доронин В.А., Бусол Н.В., Марченко С.И. (2004). Подготовка семян сахарной свеклы на современном семенном заводе. Сахарная свекла. №1. С. 31-32.
Доронін В.А. (1998). Удосконалення технології інкрустування і дражування насіння. Цукрові буряки. №6. С. 19-20.
Доронін В.А., Бусол М.В., Мусієнко А.А. і ін. (1997). Підсумки та перспективи досліджень з насіннєзнавства цукрових буряків. Збірник наукових праць. К. Аграрна наука. С. 108-121.
Доронін В.А., Карпук Л.М., Кравченко Ю.М. (2007). Передпосівна підготовка насіння, як спосіб покращення його якості та продуктивних властивостей цукрових буряків. Матеріали І Всеукраїнської спеціалізованої конференції «Хелатні мікродобрива - 2007». К. НВЦ «Реаком». С. 24.
Доронін В.А., Карпук Л.М., Черната Д.М. (2008). Продуктивність цукрових буряків залежно від способів підготовки насіння. Цукрові буряки. № 1. С. 8-10.
Доронін В.А., Марченко С.І. (2003). Підготовка насіння цукрових буряків для дражування. Цукрові буряки. № 6. С. 6-7.
Дорохов Ю.Л. «Умолкание» генов у растений. Молекулярная биология. 2007. Т. 41, № 4. С. 579 592.
Доспехов Б.А. (1979). Методика полевого опыта. М. Колос. 416 с.
Дохман И.Г. (1973). История геоботаники в России. М. Наука. С. 37-44.
Дояренко А.Г. (1966). Факторы жизни растений. М. Колос. 280 с.
Дробницкий Г.К. (1956). Некоторые вопросы агротехники семеноводства. Сахарная свекла. № 8. С. 26-30.
Дронова Г.В. (1964). Биологические особенности семян односемянной свеклы и пути повышения посевных качеств при их фракционировании. Тезисы докладов на научно-производственный конференции молодых ученых и агрономов-семеноводов. К. ВНИС. С. 19-21.
Дронова Г.В. (1965). Биолого-физиологические особенности плодов и семян сахарной свеклы различной крупности. Тезисы докладов научно-производственной конференции. К. ВНИС. С. 17-18.
Дубовий Ю.П., Галашевський В.Л., Ондреховський А.Ф. та ін. (2006). Продуктивність цукрових буряків при різних фонах удобрення в Правобережному Лісостепу України. Цукрові буряки. №5. С. 8-9.
Душечкин А.И. (1911). Ход поступления главнейших питательных веществ в сахарную свеклу в связи с ходом ее роста. Вестник сахарной промышленности. К.
Ендрижиевская А.А. (1964). Влияние удобрений на урожайность и качество семян односемянной сахарной свеклы. Труды Украинской с-х академии. К.
Епринцев А. П., Попов В. Н., Федорин Д. Н. Идентификация и исследование экспрессии генов. Воронеж, 2008. 64 с.
Ермишин А. П., Аношенко Б. Ю., Писарчик А. В. Обзор по высвобождению генно-инженерных организмов в окружающую среду в Республике Беларусь. Экспертное заключение. Институт генетики и цитологии НАН Беларуси. Минск, 1999.
Ерохина В.Р. (1969). Приемы агротехники выращивания семян сахарной свеклы в условиях орошаемого свеклосеяния Казахстана. Автореферат диссертации. Алма-Ата.
Есин Е.А., Сидоренко В.М. (1975). О размере высадочных корнеплодов сахарной свеклы. Селекция и семеноводство. № 1. С. 79.
Ефремов А.Е. (1963). Пути улучшения семенников и повышения продуктивности семян односемянной сахарной свеклы. Автореферат диссертации. Воронеж.
Ефремов А.Е. (1965). Эффективность калибровки семян односемянной сахарной свеклы. Труды Льговской опытной станции. Вып. 1.
Ефремов А.Е. (1969). О наследовании односемянности у сахарной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Ефремов А.Е. (1974). Негативный отбор на семенниках. Сахарная свекла. № 2.
Ещенко А.В. (2001). Реакция семенников биологических форм сахарной свеклы на гербициды. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. К. С. 16.
Єгоров О.В. (2006). Продуктивність картоплі в короткоротаційних сівозмінах і відтворення родючості ґрунту за різних систем удобрення в Лівобережному Поліссі: автореф. дис. канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01 «Загальне землеробство». К. 18 с.
Єфремова Г.В. (2007). Вплив підсівання бобових трав на продуктивність лучних угідь у північному Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.12. «Кормовиробництво і луківництво». К. 22 с.
Жагалов С.И. (1930). Введение в селекцию сельскохозяйственных растений. М.
Жарков Ю.В. (1965). Способ механизированного прореживания маточной свеклы в зависимости от густоты всходов. Тр. ВНИС. К.
Жарков Ю.В. (1968). Об эффективности разных норм высева и способов прореживания. Сахарная свекла. № 12.
Жарков Ю.В. (1971). Формирование насаждения маточной сахарной свеклы в зоне неустойчивого увлажнения. В кн.: Семеноводство сахарной свеклы. Изд. «Колос». М.
Жарков Ю.В. (1975). Морфологическая характеристика безвысадочных семенников сахарной свеклы перед уборкой урожая. Труды ВНИС. К.

Жарков Ю.В., Алиев С.Д. (1976). Способы сева и густоты насаждения безвысадочных семенников в Азербайджане. Сахарная свекла. № 7.
Жарков Ю.В., Непейвода В.П. (1977). Сроки посева маточной свеклы на Кубани. Сахарная свекла.№ 8.
Жемела Г.П. (1973). Якість зерна пшениці озимої. К. Урожай. 170 с.
Жигайло М.И. (1960). Особенности цветения и нормирования семян односемянной сахарной свеклы. В кн. Односемянная сахарная свекла. М.
Жмака Б.Е., Силаков Н.И. (1997). Сорта зарубежной селекции в Винницкой области. Сахарная свекла. № 3. С. 16-17.
Жукова Л.М. (1980). Влияние систематического применения удобрений на физико-химические свойства различных почв. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность культур севооборота. Сб. трудов. М. Колос. С. 40-41.
Журавлев Н.Д. (1930). Семенной материал и его качество. Сельхозгиз. М. Л.
Забарный М.М. (1971). Влияние основного удобрения на урожай и качество семян. В кн. Семеноводство сахарной свеклы. М. Колос.
Забарный М.М. (1971). Механизированное формирование густоты насаждения маточной свеклы в зоне недостаточного увлажнения. Труды ВНИС. К.
Забаштанский С.А., Мосиенко М.И. (1978). Эффективность удобрения и углубления пахотного слоя почвы под сахарную свеклу на черноземах. Сахарная свекла. № 8. С. 23-24.
Задлер В.В. (1952). Очистка, сортировка и хранение семян сахарной свеклы. Свекловодство. К. Сельхозгиз. С. 114-116.
Задлер В.В. (1950). Об основании соотношения между признаками соплодий сахарной свеклы и их продуктивностью. Труды ВНИС. К.
Задонцев А.И., Бондаренко В.И. (1965). Факторы, влияющие на зимостойкость озимой пшеницы. Международный с.-х. журнал. №4. С. 17-20.
Задонцев А.И., Калюжный А.И. (1965). Особенности созревания озимой пшеницы в центральной Лесостепи УССР и лучшие сроки ее уборки. Вестник с.-х. науки. № 9. С. 31-35.
Заев П.П. (1957). К вопросу о безотвальной обработке почвы. Почвоведение. №1. С. 15-25.
Заєць О.С. (1999). Біологічні особливості компонентів ЧС гібридів цукрових буряків при різних умовах їх вирощування. Вчимося господарювати. Київ-Чабани. Ін-т землеробства УААН. С. 177-178.
Зайковская Н. Э. Цитоплазматическая мужская стерильность сахарной свеклы. Укр. ботан. журнал. 1963. Т. XX. С. 20–32.
Зайковская Н. Э., Макогон А. М. Цитологическое изучение полиплоидной сахарной свеклы. Полиплоидия и селекция. Москва–Ленинград : Наука, 1965. С. 208–210.
Зайковская Н. Э., Ярмолюк Г. И., Болелова З. А. Особенности апомиксиса в анеуплоидных форм сахарной свеклы. Докл. ВАСХНИЛ. 1978. № 9. С. 11–13.
Зайковская Н.Э. (1962). Развитие и всхожесть семян сахарной свеклы. Вестник сельскохозяйственной науки. № 8.
Зайковская Н.Э. (1968). Биология цветения сахарной свеклы. Биология и селекция сахарной свеклы. С. 137-200.
Зайковская Н.Э. (1968). Цитолого-эмбриологическое изучение опыления и оплодотворения сахарной свеклы. Пути повышения продуктивности односемянной сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 104-117.
Зайковская Н.Э., Ширяева Э.И. (1968). Данные к изучению пыльцы диплоидной и тетраплоидной Белоцерковской односемянной сахарной свеклы. Основные выводы НИР по сахарной свекле за 1966 год. К. ВНИС. С. 85-89.
Запольская А.Г., Щедрик Р.Я. (2001). Динамика болезней сахарной свеклы в Украине. Сахарная свекла. №3. С.-13.
Запольська Н.М. (2000). Хвороби кореневої системи цукрових буряків та шляхи зниження втрат урожаю від них у зоні Центрального Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.11 «Фітопатологія». К. 17 с.
Заришняк А.С. (1989). Накопление сухих веществ и Сахаров,сохранность и продуктивность безвысадочных семенников в зимний период. Приемы повышения продуктивности фабричной сахарной свеклы исеменников. С. 51-61.
Заришняк А.С. (1995). Удобрение и продуктивность семенников. Сахарная свекла. № 1. С. 8-10.
Заришняк А.С. (1996). Способи вирощування і оптимізація живлення насінників цукрових буряків як фактори підвищення їх продуктивності: автореф. дис. д-ра с.-г. наук: спец.: 06.01.09 «Рослинництво». К. 52 с.
Заришняк А.С. (1999). Удобрення цукрових буряків за специфічних умов. Цукрові буряки. № 2. С. 15.
Заришняк А.С., Бондаренко В.М., Дернова Г.В. (2002). Ефективне використання добрив за умови їх дефіциту. Цукрові буряки. № 4 (16). С.4-5.
Заришняк А.С., Буряк І.І. (2003). Позакореневе підживлення мікроелементами і якість насіння. Цукрові буряки. № 2. С. 10-11.
Заришняк А.С., Гізбуллін Н.Г. (1999). Органічні добрива на насінниках. Цукрові буряки. № 6 (12). С. 14-15.

Заришняк А.С., Гізбуллін Н.Г., Галашевський В.Л. і ін. (2000). Застосування добрив при вирощуванні насіння цукрових буряків. Рекомендації. К. Аграрна наука. 16 с.
Заришняк А.С., Руцька С.Л., Колібабчук Т.В. (2002). Добрива, врожайність та винос елементів живлення. Цукрові буряки. № 1(25). С. 6-7.
Засимович В.П. (1935). Вес и качество семян сахарной свеклы в разных цветках клубочка. Научные записки по сахарной промышленности. № 4-5.
Засимович З.П. (1952). Зависимость урожайности и сахаристости биологических типов в сортах сахарной свеклы от динамики их облиственности. Селекция и семеноводство. № 9.
Захарченко В.М. (1969). Влияние отдельных агротехнических приемов на перезимовку сахарной свеклы при безвысадочной культуре семян, в условиях Кубани. Труды ВНИС. К.
Захарченко В.М. (1972). Бороздковый посев маточной свеклы при безвысадочном способе ее выращивания. Труды Северо-Кавказского филиала ВНИС. Краснодар.
Зелинский А.А., Пилипченко И.Б. (1977). Совершенствовать организацию труда. Сахарная свекла. № 12.
Зиневич Л.Л., Корнейчук Н.С., Циков В.С. и др. Под ред. А.Г. Денисенко, В.М. Крутя. (1986). Рабочая тетрадь агронома по интенсивным технологиям возделывания яровых зерновых культур. К. Урожай. 160 с.
Зосимович В.П. (1957). Дополнительное опыление семенников. Сахарная свекла. № 6. С.37.
Зосимович В.П. (1960). Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы. Семеноводство сахарной свеклы. К. УАСХН. С. 9-18.
Зосимович В.П. (1960). Стерильность пыльцы и селекция на гетерозис у сахарной свеклы. Вестник сельскохозяйственной науки. № 5. С. 40.
Зосимович В.П. (1977). Увеличение модификационного ксероморфизма тетраплоидов сахарной свеклы путем загущенных весенних и летних посевов. Экспериментальная генетика растений. К. ВНИС. С. 90-87.
Зубенко В.Ф. (1968). Эффективна ли бесплужная обработка почвы в зерносвекловичных севооборотах. Земледелие. № 5. С. 19-21.
Зубенко В.Ф., Балков И.Я., Макогон А.М. (1973). Семеноводство сахарной свеклы в ГДР. Сахарная свекла. № 1. С. 31.
Зубенко В.Ф., Барштейн Л.А. (1986). Научные основы свекловичных севооборотов. Сахарная свекла. № 3. С. 16-20.
Зубенко В.Ф., Ондреховский А.Ф. (1984). Севообороты, удобрения и засоренность посевов. Земледелие. № 9. С. 46-47.
Зубенко В.Ф., Роїк М.В., Іващенко О.Л. і ін. (2007). Буряківництво. Під ред. В.Ф. Зубенка. (друге вид.). К. Альфастевія ЛТД. 486 с.
Зубенко В.Ф., Якименко В.Н. (1989). Агроэкономическое обоснование методов обработки почвы. Земледелие. № 11. С. 42-46.
Зубков П.Д., Ярошенко Л.А. (1967). Безвысадочный способ выращивания семян. Сахарная свекла. № 2.
Зуев Г.Г., Курило В.Л., Гументик М.Я. (2000). Применение технических мероприятий на уборке сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 4. С. 14-15.
Зуєв М.М., Гументик М.Я. (1999). Шляхи зменшення втрат врожаю при збиранні. Цукрові буряки. № 5. С. 13-14.
Иванов Н.Н. (1946). Метод физиологии и биохимии растений. М.
Иванов П.К. (1971). Яровая пшеница. М. Колос. 230 с.
Іващенко А.А. (1986). Пороги вредоносности сорняков и обоснование оптимальных сроков их уничтожения при возделывании сахарной свеклы: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.01. «Общее земледелие». К. 24 с.
Іващенко А.А., Матушкин С.И. (1986). Опасные конкуренты. Сахарная свекла. № 1. С. 8-10.
Іващенко Т.С. (1963). Отбор семян по удельному весу. Сахарная свекла. № 3.
Ивушкин И.П. (1968). Прогноз урожая слабых и изреженных посевов озимой пшеницы. Зерновые и масличные культуры. № 3. С. 12-15.
Ижик Н.К. (1976). Полевая всхожесть семян. К. Урожай.
Измаильский А.А. (1949). Как высохла наша степь. Избр. сочинения. М. Наука. С. 61-64.
Ильевич С. В. Очерки истории свеклосахарного производства в Украине: люди, события, факты / под ред. Н. В. Роика. Нежин : Аспект-Полиграф, 2007. 142 с.
Іванюк В.Я. (2003). Вплив заходів обробітку ґрунту й удобрення на будову орного шару та актуальну і потенційну забур'яненість конюшини лучної. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Вип. 95. С. 28-34.
Іванюк В.Я. (2006). Продуктивність культур ланки зерно-просапної сівозміни залежно від способів основного обробітку ґрунту та рівнів удобрення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 16 с.
Іващенко О.О., Кунюк В.Д. (2001). Найуразливіша ланка технології. Цукрові буряки. № 6 (24). С. 10.
Ільченко В.А. (1976). Поверхневий та безполицевий обробіток ґрунту в сівозміні. Вісник с.-г. науки. № 10. С. 20-23.
Калайда Д.И. (1957). Приемы повышения качества семян. Сахарная свекла. № 3.

Календарь Р. Н., Глазко В. И. Типы молекулярно-генетических маркеров и их применение. Физиология и биохимия культурных растений. 2002. Т. 34, № 4. С. 279-296.
Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Поліщук М.І. (2015). Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця. 448 с.
Камінська В.В. (1994). Особливості формування високопродуктивних агрофітоценозів пшениці озимої на темносірому опідзоленому ґрунті північного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 26 с.
Камінський В.Ф., Мартинюк О.М. (2005). Особливості інтенсивної технології вирощування гороху. Зб. наук. праць Інституту землеробства НААНУ. К. Вип. 3. С. 79-82.
Караеров П.Г. (1959). Безвысадочное семеноводство сахарной свеклы. Сахарная промышленность. № 3.
Караеров П.Г., Шутейко И.А. (1962). Безвысадочный способ выращивания семян сахарной свеклы. М.
Каражбей С.П. (2002). Продуктивність ґрунтозахисної сівозміни залежно від обробітку ґрунту та системи удобрення. Зб. наук. праць ІЗ НААНУ. К. Фітосоціоцентр. Вип. 1. С. 16-19.
Каразан В.Н., Павленко Ю.Е. (1979). Опыт выращивания семян в Молдавии. Сахарная свекла. № 9. С. 33-36.
Карбовский С.Р. (1958). Наш опыт выращивания семян сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 4. С. 30-32.
Карбовский С.Р. (1976). Агротехника высоких и устойчивых урожаев семян сахарной свеклы. К. Урожай.
Каркузаки Л.А. (1971). Уборка и хранение маточной сахарной свеклы в условиях Курской области. В кн. Семеноводство сахарной свеклы. Изд. «Колос». М.
Карпенко В.Г., Примак І.Д., Вахній СП. та ін. (1998). Продуктивність і енергетичний аналіз ланки кормової сівозміни. Біла Церква. Вісник БДАУ. Вип. 4-4.2. С. 33-35.
Карпенко И.Ф. (1973). Формирование насаждения маточной сахарной свеклы в зоне недостаточного увлажнении Лесостепи УССР. Автореферат диссертации. К.
Карпенко И.Ф., Федоренко В.П. (1977). Приемы механизированного формирования густоты насаждения маточной свеклы. Сахарная свекла. № 5.
Карпенко П.В. (1932). Формы высадков сахарной свеклы и их продуктивность. Труды Первомайской опытно-селекционной станции. В. IV. К.
Карпенко П.В. (1949). Цветение сахарной свеклы в связи с формами высадков, способами их изоляции и условиями погоды. Записки Воронежского СХИ. Т. 22. В. 1.
Карпенко П.В. (1953). Семеноводство сахарной свеклы. М. Сельхозиздат. 230 с.
Карпенко П.В. (1960). Резервы повышения урожайности свекловичных семян. Сахарная промышленность. М. № 5. С. 62-66.
Карпук JLM. (2008). Посівні якості та продуктивні властивості насіння цукрових буряків залежно від способів його підготовки: автореф.дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.14 «Насінництво». К. 20 с.
Картель Н.А. Взаимодействие чужеродного генетического материала (ДНК) с геномом высших растений. Минск, 1983. 340 с.
Касьянчук А.Д. (1956). Квадратное размещение растений сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 1.
Каталог. Сорти і гібриди цукрових буряків. (2005). Інститут цукрових буряків НААН. К. 7 с.
Кверчи М., Маретти М., Маццара М. Анализ образцов пищевых продуктов на присутствие генетически модифицированных организмов. Сессия 9. Качественная детекция кукурузы MON810, кукурузы Bt-176 и сои RoudupReady® методом ПЦР. Люксембург: Бюро официальных изданий ЕЭС, 2007. 32 с.
Кирилюк В.П. (2003). Ефективність систем обробітку чорноземів опідзолених у ланці зерно-просапної сівозміни правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». В.П. Кирилюк. К. 22 с.
Кищенко Е. М. Генетическая инженерия сахарной свеклы: проблемы и достижения. Біотехнологія. 2010. Т. 3, № 6. С. 22 35.
Кищенко Е. Н., Комарницкий И. К., Кучук Н. В. Получение трансгенных растений сахарной свеклы (Beta vulgaris L.) с помощью Agrobacterium rhizogenes. Цитология и генетика. 2005. Т. 39, № 1. С. 9 13.
Кіщенко О. М. Отримання трансгенних рослин цукрового буряку та вивчення експресії перенесених генів: дис. … канд. біол. наук: 03.00.20. К., 2006. 150 с.
Кіщенко О. М., Комарницький І. К., Глеба Ю. Ю., Кучук М. В. Отримання трансгенних рослин цукрового буряку (Beta vulgaris L.) ліній О-типу за допомогою Agrobacterium tumefaciens. Цитология и генетика. 2004. Т. 38, № 5. С. 3 8.
Клыша А.И., Дем А.А. (1963). Опыт выращивания семян в Крымской области. Сахарная свекла. № 1.
Клявир И.Ю. (1938). Районирование ширины междурядий посева сахарной свеклы в Правобережной зоне свеклосеяния Украины. Труды Мироновской опытной станции.
Кляченко О.Л. (2001). Продуктивність і якість сортів та гібридів цукрових буряків. Цукрові буряки. № 2. С. 14-15.
Кобко О.В. (1979). Агробиологические особенности растений маточной сахарной свеклы в начальне фазы роста в зависимости от величины семян. Резервы повышения урожайности сахарной свеклы. К. ВНИС. С.20.

Кобко О.В. (1979). Продуктивность маточной свеклы в зависимости от фракции семян. Повышение эффективности приемов возделывания сахарной свеклы в богарных и орошаемых условиях земледелия. К. ВНИС. С.40.
Ковтун Ю.І. (1963). Одна з причин нерівномірного росту коренеплодів цукрових буряків. Вісник с.-г. науки. № 8. С. 49-50.
Козар С.Ф. (2000). Біологічні елементи технології вирощування пшениці озимої, ячменю ярого і вівса в умовах Полісся України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 16 с.
Козловский А.И. (1962). Выращивание семян по способу штеклингов. Сахарная свекла. № 12. С. 19-21.
Козловский А.И. (1969). Влияние приемов и условий выращивания на наследственные свойства семян сахарной свеклы. В кн. Земледелие и растениеводство в БССР. М.
Козловский Н.И. (1964). О сорте сахарная округлая. Сахарная свекла. №8.
Колесник В. Семполовський Лев Людвигович. Відомі поляки в історії Вінниччини : біографічний довідник. Вінниця : ВМГО «Розвиток», 2007. С. 673–676.
Колібабчук Т.В. (2006). Продуктивність культур зерно-бурякової сівозміни залежно від системи удобрення в Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 20 с.
Коломиец О.К. (1956). Односемянная сахарная свекла. Сахарная свекла. № 7.
Коломиец О.К. (1958). Итоги работ по селекции односемянной свеклы. Труды Белоцерковской опытной станции. К.
Коломиец А.П., Мусиенко Ю.В. (1973). Вопросы кинетиюфорнеплода сахарной свеклы и физико-химического обоснования его морфологии и продуктивности. Вестник с.-х. науки. № 8. С. 18-24.
Коломієць О.П. (1998). Оптимізація обробітків ґрунтів Лісостепу: наукові і прикладні аспекти. Вісник аграрної науки. № 1. С. 12-16.
Коломієць О.П., Секулер І.А., Гончарук Г.С. (1998). Мінімалізація обробітку ґрунту та догляд за посівами як основа сучасної технології. ІЦБ НААНУ. К. С. 160-164.
Колоша И.А., Волжская У.К., Ендрижиевская А.А. (1965). Улучшение посевных качеств семян (плодов) одноростковой сахарной свеклы в связи с регулированием условий питания высадков. В кн. Роль удобрений и других факторов в повышении урожайности с.-х. культур. К.
Комплексний атлас Київської області. Картографія. (2009). 80 с.
Кондо И.Н. (1970). Устойчивость виноградного растения к морозу, засухе и почвенному засолению. Кишинев.
Коновалов Ю.Б. (1981). Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя. М. Колос. 175 с.
Кононюк Г.В. (1997). Вплив технологій вирощування на продуктивність та якість зерна озимого тритикале в умовах північного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 23 с.
Корак З.С. (1961). О связи продуктивности и степени односемянности у современных сортов сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 5.
Корак З.С. (1972). Некоторые причины пониженной всхожести семян тетраплоидной сахарной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Корак З.С., Неговский Н.А. (1971). Некоторые причины пониженной всхожести семян диплоидной и тетраплоидной односемянной сахарной свеклы. Основные выводы НИР ВНИС по сахарной свекле за 1959 год. К. ВНИС. С. 9-18.
Корженко Н.П. (1960). Влияние высоты земляного укрытия на сохранность корней маточной свеклы. Сахарная свекла. № 1.
Корженко Н.П. (1972). О некоторых биологических факторах полевого хранения маточных корней сахарной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Корженко Н.П. (1974). Принудительное вентилирование маточных корней в кагатах. Сахарная свекла. № 1.
Корженко Н.П. (1978). В Крымской области можно выращивать семена безвысадочным способом. Сахарная свекла. № 7.
Корнейчук А.В. (1990). Формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы при интенсивной технологии в условиях правобережной Лесостепи УССР: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09. «Растениеводство». К. 22 с.
Корниенко В.Л. (1978). Методические указания по определению сроков уборки семенников сахарной свеклы. К.
Корниенко А.В., Макогон А.М., Боршковский А.Г. и др. (1982). Особенности семеноводства гибрида Юбилейный. Сахарная свекла. № 11. С. 34-35.
Корниенко А.В., Макогон А.М., Орлов С.Д., Манько А.Е. и др. (1990). Селекция и семеноводство гибридов сахарной свеклы на основе ЦМС. Методические рекомендации. М. ВАСХНИЛ. 80 с.
Корниенко В.Л. (1976). Влияние сроков уборки семенников полиплоидной сахарной свеклы на урожай и качество семян: автореф. дис.канд. с.-х. наук: спец. 06.01.05 «Селекция и семеноводство». К. 25 с.
Корниенко В.Л. (1976). Состояние спелости полиплоидных семян, а зависимости от сроков уборки семенников. Сахарная свекла. № 7.

Корниенко В.Л., Корбут Я.П., Бидуля К.Г. (1982). Опыт ускоренного внедрения новых сортов и гибридов сахарной свеклы в производство. Пути повышения эффективности производства семян сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 99-101.
Корниенко И.М. (1962). Влияние крупности корней односемянной сахарной свеклы на их семя продуктивность и последующий урожай корней фабричной свеклы. Сборник научных работ Белоцерковской опытноселекционной станции. Вып. 2. К. С. 107-113.
Корниенко И.М. (1964). О некоторых приемах, влияющих на увеличение урожайности и улучшения породных качеств свеклосемян в процессе семеноводства. Труды Белоцерковской опытной станции. Белая Церковь.
Корнієнко С.І. (2003). Літня сівба маточних цукрових буряків. Цукрові буряки. № 4. С. 6-7.
Корнієнко С.І. (2003). Удосконалення технології перед садильного обробтіку грунту при вирощуванні насінників цукрових буряків. Збірник наукових праць. К. ІЦБ УААН. Вип.5. С. 177-180.
Корнієнко С.І., Балан В.М., Петриченко С.М. (2007). Виробництво насіння цукрових буряків у Східному Лісостепу України. К. Нічлава. 160 с.
Корнієнко С.І., Федоряка М.Ф., Корнієнко О.С. (2001). Зберігання маточних буряків у стаціонарних сховищах. Цукрові буряки. № 4. С. 14-15.
Корнійчук А.В., Тарабрін О.Є.. Балан В.М. (1999). Вигідна культура для Криму. Цукрові буряки. № 4. С. 14-15.
Короташ В.И. (1987). Приемы повышения коэффициента размножения сахарной свеклы и снижение затрат труда на их выращивание в условиях Молдавии: Автореф. дис. канд.с.-х. наук: 06.01.05. Всесоюзный НИИ сах. св. К. 25с.
Корчемний В.П. (1996). Вплив різних видів і сортів бобових трав та мінеральних азотних добрив на продуктивність низинних лук Полісся України. Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.12. «Кормовиробництво і луківництво». К. 20 с.
Коршунова А.Ф., Чумаков А.С., Щекочихина Р.И. (1976). Защита пшеницы от корневых гнилей. Л. Колос. 170 с.
Костычев П.А. (1877). Влияние качества семян наурожай. Сельское хозяйство и лесоводство. Часть 74. 37 с.
Котоврасов И.П., Кузьменко А.С., Примак И.Д. (1984). Влияние удобрений и обработки почвы на ее плодородие. Земледелие. № 6. С. 48-49.
Котоврасов И.П., Кузьменко А.С., Примак И.Д. (1986). Изменение показателей плодородия и продуктивности кормового севооборота в зависимости от глубины обработки и удобрений. Корма и кормопроизводство. К. Урожай. Вып. 22. С. 13-17.
Котт С.А. (1961). Сорные растения и борьба с ними. М. Колос. 366 с.
Котуков Г.Н. (1929). Морфология свеклы второго года развития. Труды ЦИНСа.
Котуков Г.Н. (1958). Об использовании некоторых признаков сахарной свеклы второго года жизни в селекции. Труды по триплоидной ботанике, генетике и селекции. 31. № 3.
Кочик Г.М. (2005). Ефективність агротехнічних заходів боротьби з бур'янами в посівах сільськогосподарських культур: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 22 с.
Кравцов Ю.Ф., Чернышев А.Т., Добросотскова В.Д. (1991). Особенности возделывания Льговских МС гибридов. Сахарная свекла. № 10. С. 9-11.
Красильников Е.А. (1972). Влияние орошения и условий питания на продуктивность семенников полиплоидной сахарной свеклы в условиях Краснодарского края. Труда ВНИС. К.
Красильников Е.А. (1974). Влияние некоторых агротехнических приемов на урожай и качество полиплоидных семян сахарной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Красочкин В.Т. (1960). Свекла. Г.-Л. Госиздательство с.-х. литератур. С 463.
Крижко В.М., Ганженко О.М., Зиков П.Ю. (2003). Агротехнічна оцінка висадкосадильної машини з дисковими щілино утворювачами. Цукрові буряки. № 5. С. 20-22.
Крижко В.М., Зиков П.Ю., Ганженко О.М. Удосконалення процесу і засобів садіння маточних коренеплодів. Цукрові буряки. 2003. № 1. С. 19.
Кружилин А.С. (1958). Яровизация изолированных почек двулетних растений в сахарных растворах. АН СССР. Т. 21.
Кружилин А.С., Шведская З.М. (1966). Биология двухлетних растений. М. Наука. 327 с.
Круть В.М. (1976). Эффективность почвозащитной обработки и перспективы ее совершенствования. Бюллетень ВНИИ кукурузы. № 41-42. С. 20-25.
Круть В.М. (1980). Минимализация обработки почвы под озимую пшеницу. Вестник с.-х. науки. № 4. С. 32-36.
Круть В.М., Танчик С.П. (2002). До питання застосування безполицевого обробітку ґрунту під зернові культури. Науковий вісник Національного аграрного університету. К. Вип. 47. С. 13-18.
Куделька Ф.О. (1905). О влиянии величины семян на урожай и качество свеклы. Вестник сахарной промышленности.
Кузнецов В. В. Возможные биологические риски при использовании генетически модифицированных сельскохозяйственных культур. Вестник ДВО РАН. 2005. № 3. С. 40 54.
Кузнецов И.Н. (1964). Некоторые вопросы улучшения семеноводства. Селекция и семеноводство. № 4. С.31-32.
Кулешов Н.Н. (1963). Агрономическое семеноведение. М. Сельхозиздат. 304 с.

Кулик А.Г. (1963). Инфологические особенности калибрования семян односемянной сахарной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Кулик А.Г. (1963). Морфологические особенности калиброваных семян односемянной сахарной свеклы. Тезисы докладов научно-производственной конференции молодых ученых и агрономов-свекловодов. К. ВНИС. С. 17-18.
Кулик А.Г. (1964). К вопросу методики определения продуктивных свойств семян сахарной свеклы в лабораторных условиях. Вопросы семеноводства, семеноведение и контрольно-семенные дела. К. Урожай. С.27-28.
Кулик Г.А. (1995). Підвищення ефективності передпосівної обробки насіння цукрових буряків захисно-стимулюючими речовинами: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К. 21 с.
Куликовская М.П. (1971). Влияние величины корней на качество машинной посадки свекловичных высадков. Сборник научно-исследовательских работ Ивановской опытно-селекционный станции. К. ВНИС. С. 86-88.
Кулуев Б. Р., Михайлова Е. В., Чемерис А. В. Перенос трансгенов ARGOS-LIKE и AtEXPA10 в нетрансгенные формы табака и фенотипические проявления их конститутивной экспрессии. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17, № 1. С. 81 88.
Куничак Г.І. (1997). Вплив технологій основного обробітку на родючість дерново-підзолистого поверхнево оглеєного ґрунту та продуктивність бур'янів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 20 с.
Куперман Ф.М. (1968). Морфофизиология растений. М. Высшая школа. 222 с.
Кураш В.П., Жатов В.Г. (1993). Деякі особливості сортової агротехніки нових сортів ячменю. Шляхи підвищення продуктивності і якості с.-г. продукції. Суми. С. 86-88.
Курило В.Л. (1989). Разработка способов снижения потерь семян при механизированной уборке семенников: автореф. дисс. к. с.-х. наук: спец. 06.01.14 «Технические культуры». К. 18 с.
Курило В.Л. (2002). Агротехнічні основи процесів механізованого вирощування насіння цукрових буряків: автореф. дис. д-ра с.-г. наук: спец 06.01.09 «Рослинництво». К. 35 с.
Курило В.Л., Зуєв М.М., Ткач О.В. Застосування технічних засобів на передпосівному обробітку і сівбі. Цукрові буряки. 2000. № 3. С. 14-15.
Куценко В.С. (1993). Оптимізація агрофітоценозів картопляного поля при машинній технології вирощування: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 36 с.
Кушнір В.В. (1998). Вплив методів програмування врожаю культур зерно-бурякової сівозміни на їх ріст, розвиток та продуктивність: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво» К.- 16 с.
Кушнір П.М. (1990). Чи треба протруювати насіння. Агроном України. №12. С.51-55.
Лавриненко А.П. (1963). Высокая агротехника повышает продуктивность семян. Сахарная свекла. № 9.
Ламан А.А., Янушевич Б.Н., Хмурец К.И. (1987). Потенциал продуктивности хлебных злаков. Минск: Наука и техника. 90 с.
Лебединский В.Т., Лободин О.К. (1929). Влияние величины клубочков на проявление полезных признаков у сортов сахарной свеклы разных направлений. Тр. ЦИНС. К. Вып. 3. С.30.
Лебединський Б. М. Методика селекции сахарной свеклы на Ивановской селекционной станции. Труды ИОСС. К.З. Сахаротрест, 1923. Вып. 10. 23 с.
Левицкий Г. А. Исследование морфологии хромосом. Труды Всесоюзного съезда по генетике, селекции, семеноводству. Ленинград, 1930. Т. 2. С. 87–105.
Левицкий Г. А. К вопросу о материальной основе наследственности. Соц. реконструкция сельск. хоз-ва. 1936. № 12. С. 151–152.
Левицкий Г. А. Карио- и генотипические изменения в процессе эволюции. Труды по прикл. бот. и сел. 1926. Т. 15, № 5. С. 3–28.
Левицкий Г. А. Морфология хромосом и понятие «кариотипа» в систематике. Труды по прикл. бот. ген. и сел. 1931. Т. 27, № 1. С. 187–240.
Левицкий Г. А. О цитологическом методе в системематике. Труды Всесоюзного съезда по генетике, селекции, семеноводству. 1930. Т. 2. С. 343.
Левченко А.Г. (1993). Удосконалення заходів впливу на ріст безвисадкових насінників цукрових буряків, що забезпечують підвищення їх насіннєвої продуктивності: Автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.05. Інститут цукрових буряків УААН. К. С. 20.
Лейбович А.С., Будовский Н.Д., Гизбуллин Н.Г. и др. (1993). Экономически выгодная схема выращивания семян. Сахарная свекла. № 3. С. 17-18.
Лейбович А.С., Кулік О.Г., Борисов А.В. (2005). Вивчення ЧС ліній та запилювачів-компонентів гібридів цукрових буряків за програмою «Бетаінтеркрос». Зб. наук, праць. К. ІЦБ. С. 46-55.
Лещинский Г.А. (1960). В защиту мелких свекловичных семян. Земледелие. № 7. С.21-22.

Либерштейн И.И. (1967). Применение гербицидов в системе мероприятий по борьбе с сорняками полевых культур. Вопросы земледелия и агротехники полевых культур Молдавии. Кишинев. Картя Молдавеняске. С. 101-114.
Лигум С.Т. (1965). Последействие основного удобрения сахарной свеклы на урожай последующих культур и плодородие почвы в севообороте. Тр. ВНИС. К.
Листопадов И.Н. (1982). Производство зерна в интенсивных севооборотах. М. Россельхозиздат. 72 с.
Литвак І.П., Бобер А.Ф. (1993). До питання про створення пасовищної люцерни. Нижні ворота. 90 с. (Матеріали конференції молодих вчених і спеціалістів).
Лихолит В.С. (1940). Наши опыты с изучением влияния отбора крупних клубочков свеклы на урожай. Свекловичное полеводство. № 4. С.28-29.
Лихочвор В.В. (2004). Агробіологічні основи формування врожаю пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 42 с.
Личикаки В.М. (1974). Перезимовка озимых хлебов. М. Колос. 240 с.
Личук Г.І. (1996). Вплив способів основного обробітку дерново- підзолистого супіщаного ґрунту на його родючість та урожай пшениці озимої: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 25 с.
Лінник М.К., Бацула О.О. Проблема органічних добрив. Вісник аграрної науки. 1998. № 6. С. 10-12.
Літвінов А.В. (2004). Вплив рівня інтенсифікації технологій вирощування польових культур у сівозміні на родючість темно-сірого опідзоленого ґрунту та врожайність гороху: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 21 с.
Лонгден П.С. (1986). Влияние среды выращивания семян на качество семян сахарной свеклы. Пер. с анг. Доклад на 49 зимнем конгресе. рюсель. 12-13 февраля. 16 с.
Лоосалу Я.Ю. (1962). О площади питания семенников сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 4. С. 28-30.
Лоосалу Я.Ю. (1966). О площадях питания при выращивании маточных корней и семян сахарной свеклы для условий прибалтийских республик. За высокие и устойчивые урожаи сахарной свеклы и других сельскохозяйственных культур. К. ВНИС. С. 245-250.
Лопырев М.И. (1998). Ландшафтное земледелие и землеустройство. Земледелие.. № 10. С. 25-30.
Лосалу Я.Ю. (1961). Перспективы выращивания мелких маточных корней сахарной свеклы. Сахарная промышленность. № 6.
Лосалу Я.Ю. (1968). Об использовании мелких маточных корней в семеноводстве сахарной свеклы. Труды Эстонского НИИ земледелия. Талин.
Лукащук Л.Я. (2005). Оптимізація способів обробітку ґрунту та системи удобрення під озиму пшеницю в Західному Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 18 с.
Лук'янець В.Л. (2003). Оптимізація структури с.-г. угідь і попередників пшениці озимої для Черкаської області при переході села до ринкових відносин: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 18 с.
Лымарь А.О. (1989). Повышение продуктивности технических и других культур, воспроизводство плодородия почвы в интенсивных орошаемых севооборотах юга Украины: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра с.-х. наук: спец. 06.01.04. «Технические культуры». К. 60 с.
Любанский С.Р. (1899). Влияние величины посевного материала на урожай и сахаристость сахарной свеклы. Земледельческая газета. № 51.
Любчич О.Г. (2002). Напрями використання та особливості технології вирощування проса. Зб. наук. праць Інституту землеробства НААНУ. К. Фітосоціоцентр. Вип. 34. С. 139-143.
Магдаченко Ф.А. (1936). Два опыта в массовом производстве свекловичных семян в условиях свеклосовхоза. Советский сахар. № 2. С. 65-66.
Мазлумов А.Л. (1956). Обеспечим колхозные и совхозные поля лучними семенами сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 3. С.13-15.
Мазлумов А.Л. (1965). Почему в процессе семеноводства могут снижаться сахаристость и продуктивность сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 2. С. 10-12.
Мазлумов А.Л. (1970). Селекция сахарной свеклы. М. Колос. 207 с.
Мазур Г.А. (1993). Екологічні проблеми розширеного відтворення родючості дерново-підзолистих ґрунтів Полісся. Екологія Полісся: проблеми, сучасність, майбутнє. Харків-Луцьк. С. 16-17.
Майстер О.А. (1998). Порівняльна продуктивність озимих зернових культур залежно від моделей технологій їх вирощування в умовах Північного Лісостепу України. Вісник Держ. агроекол. академії. № 2. С. 124-127.
Майсурян Н.А. (1966). Биология сельскохозяйственных растений – теоретическая основа растениеводства. Сельскохозяйственная биология. № 1. С.42.
Макаров И.П. (1984). Эффективность минимализации обработки почв. Актуальные проблемы земледелия. М. Колос. С. 86-89.

Макаров И.П., Пупонин А.И., Рассадин А.Я. и др. (1993). Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в зональных системах земледелия (рекомендации). М. Российская академия с.-х. наук. С. 62-67.
Макогон А.М., Корниенко А.В., Сливченко А.М., Орлов С.Д. (1989). Селекционно-семеноводческие методы улучшения и поддержание компонентов гибридов сахарной свеклы на основе ЦМС. Труды ВНИС. К. ВНИС. С. 200-204.
Макодзеба И.А. (1956). Глубокая вспашка - мощное средство борьбы с сорной растительностью. В кн. «Глубокая вспашка черноземных почв». М. С. 46-61.
Макрушин Н.М. (1999). Архитектоника растений как фактор фитоклимата посева и его продуктивность. Науч. тр. Крым. гос. аграрн. ун-та. Симферополь. С. 165-172.
Максимов Н.А. (1952). Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. М. Изд. АН СССР. Т. 1-2. 280 с.
Максимович А.Е. (1951). Биохимические процессы при проростании свекловичных семян. Свекловодство. К. Госсельхозиздат. 207 с.
Максимович А.Е. (1957). Биохимические процессы при прорастании семян сахарной свеклы. Труды ВНИС. К. Госсельхозиздат. С. 135-140.
Максимович А.Е. (1957). О роли околоплодника свекловичного клубочка в проростании семени и в питании ростка. Труды ВНИС. К. Т.35. С. 40.
Максимчук Л.П. (1928). Значение крупности зерна некоторых сельскохозяйственных культур в семеннопосевном отношении. Труды Верхнячской сортоводной станции. К. Вып. 11. С. 48-51.
Малиенко М.П. (1939). О влиянии величины корня на свеклопродуктивность у свекловичных высадков. Сахар. № 2. С. 32-33.
Малий В.П. (1994). Люцерна в Західному Лісостепу України. К. Вища школа. 112 с.
Малієнко А.М. (1997). Наукові основи обробітку дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів Полісся України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 48 с.
Малієнко А.М., Мазуренко А.В., Тищук А.В. (1994). Способи обробітку ґрунту, польова схожість і врожайність кормових буряків на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах. Вісник аграрної науки. № 4. С. 44-48.
Малышев Н.Е. (1976). Отзывчивость разных сортов озимой пшеницы на удобрение. Химия в сельском хозяйстве. № 3. С. 15-18.
Малярчук М.П., Ковтун В.П. (1998). Вплив систем основного обробітку ґрунту в зерно-просапній сівозміні на вміст рухомого фосфору. Зрошуване землеробство. К. Вип. 41. С. 22-27.
Мандровская Н.Г. (1988). Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от обработки и удобрений при возделывании ее на эродированных землях Правобережной Лесостепи УССР: автореф. дис. на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук: спец. 06.01.04. «Технические культуры». К. 26 с.
Манько А.С., Сливченко А.М. (2002). Особливості вирощування маточних коренеплодів та насіння ЧС гібридів. Цукрові буряки. № 2. 11 с.
Манько О.А. (2007). Особливості та динаміка розвитку церкоспорозу в Черкаській області. Цукрові буряки. № 6. С. 4-6.
Манько Ю.П., Луцюк І.О., Примак І.Д., Вахній С.П. та ін. (2000). Рекомендації з методики визначення забур'яненості полів, засміченості ґрунту і органічних добрив насінням бур'янів. Біла Церква. 30 с.
Манько Ю.П., Майборський І.І. (1998). Системи основного обробітку грунту в польовій сівозміні Лісостепу та їх вплив на забур'яненість полів і продуктивність ріллі. Землеробство. К. Аграрна наука. Вип. 72. С. 47-54.
Маркес Р. (1997). Полевая всхожесть и густота насаждения. Сахарная свекла. № 4. С. 22-23.
Марков В.В. (1999). Агресивність покривних злакових культур до люцерни та використання її в селекції і насінництві. Зб. наук. праць ІЗНААНУ. К.: Нора-прінт. Вип. 3. С. 114-117.
Мартиненко О. І. Методи молекулярної біотехнології: лаб. Практикум. К.: Видавничий дім «Академперіодика», 2010. 232 с.
Мартинюк І.В., Примак І.Д., Вахній С.П. та ін. (2002). На варті родючості грунту. Аграрні вісті. Біла Церква. № 3. С. 4-6.
Мартинюк І.В., Сорока В.І., Примак І.Д., Вахній С.П. та ін. Рекомендації щодо технології вирощування однонасінних кормових буряків. Біла Церква. 2002. 24 с.
Мартинюк О.М. (2008). Продуктивність гороху, люпину білого та сої залежно від елементів технологій вирощування в Західному Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 21 с.
Мартынович А.А., Булаева О.Н. (1981). Минимальная обработка почвы и действие ее на урожай. Сахарная свекла. № 3. С. 29-30.
Марченко С.І. (2005). Біологічні особливості та продуктивність дражованого і інкрустованого насіння ЧС гібридів цукрових буряків залежно від прийомів його підготовки: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.14 «Насінництво». К. 20 с.
Матушкин С.И. (1983). Эффективность способов основной обработки почвы. Сахарная свекла. № 8. С. 30-32.
Матушкин С.И., Новикова Л.С., Панченко В.Ф. и др. (1988). Совершенствование способов. Сахарная свекла. № 5. С.31-32.

Мацебера А.Г., Куянов В.В., Феофилов С.Л. (2003). Рынок семян сахарной свеклы Украины. Харьков. ОКО. 112с.
Мацебера А.Г., Мельник А.И. (1987). Интенсивные технологии высококачественных семян. Сахарная свекла. №6. С. 26.
Мацебера А.Г., Мельник А.И., Куянов В.В. (1991). Проблемы семенных заводов. Сахарная свекла. № 5. С. 20-21.
Мацебера А.Г., Ткаченко Б.Ф., Сременюк В.В. (1998). Складові високоякісного насіння. Цукрові буряки. №3. С. 7-8.
Медведовський О.К., Іващенко П.І. (1988). Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К. Урожай. 205 с.
Мельниченко А.С. (1972). Площадь питания тетраплоидной маточной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Мельничук А.Н. (1957). Лущение стерни - важный прием повышения урожайности сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 7. С. 42-44.
Мельничук А.Н. (1960). Зяблевая обработка почвы под сахарную свеклу. Сахарная свекла. № 9. С. 23-26.
Методика исследований по сахарной свекле. Составители: Барштейн Л.А., Гизбуллин Н.Г. (1986). К. ВНИС. 292 с.
Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений (1986). К. Урожай. 116 с.
Методика суцільного грунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України. За ред. Созінова О.О. і Прістера Б.С. (1994). К. 162 с.
Методические указания по определению степени завязывания семян сахарной свеклы в процессе селекции и семеноводства. (1980). К. ВНИС. 9 с.
Методы стационарного изучения почв. (1977). М. Наука. 295 с.
Минеев В.И. (1988). Воспроизводство почвенного плодородия агрохимическими средствами и охрана почв от техногенного загрязнения. Вестник с.-х. науки. № 6. С. 95-97.
Мироненко А.М., Сатаров А.М. (1972). Селекция сортов озимой пшеницы с высоким качеством зерна. Повышение качества зерна пшеницы. М. Колос. 210 с.
Митрополенко А.И. (1987). Повреждение и гибель узла кущения у растений озимой пшеницы в связи с условиями зимовки. Доклады ВАСХНИЛ. № 3. С. 10-13.
Мишустин Е.Н. (1972). Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М. Наука. 342 с.
Моргун Ф.Т. (1981). Обработка почвы и урожай. М. Колос. 288 с.
Моргун Ф.Т. Шикула И., Татарико А. (1988). Почвозащитное земледелие. К. Урожай. 256 с.
Мороз И.Х. (1985). Разработка агротехнических приемов повышения полевой всхожести семян сахарной свеклы в Лесостепной зоне Правобережной Украины: автореф.дис. на соискание учен.степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.14 «Технические культуры». К. 24 с.
Мороз О.В., Горобець А.М., Герасименко В.В., Цвей Я.П. (2006). Продуктивність пшениці озимої в різних сівозмінах Східного Лісостепу України. Цукрові буряки. № 5. С. 10-11.
Мороз О.В., Пастух М.О., Горобець А.І., Герасименко В.В. (2008). Погода, волога, добрива і врожай цукрових буряків. Цукрові буряки. № 5. С. 18-19.
Мотренко С.М. (2009). Фізико-механічні та біологічні властивості дражованого насіння цукрових буряків залежно від маси дражувальної оболонки: автореф.дис. на здобуття наук.ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.14 «Насінництво». К. 20 с.
Мотрук І.Н. (2001). Кормові буряки: біологія, технологія. К. Урожай. 230 с.
Мотырев К.Е. (1962). Влияние крупности семян односемянной сахарнойевеклы на урожай, сахаристость и семенную продуктивность маточных корней при выращивании их на разной площади. Сборник научных работ Белоцерковской станции. Вып. 2. С.37-39.
Мудрик В.Т., Балан В.Н. (1977). Роль величины корнеплода при вырашивании семян сахарной свеклы. Селекция, агротехника и защита односеменной сахарной свеклы от вредителей и болезней. К. ВНИС. С. 99.
Муратов В.Ф. (1992). Совершенствование систем и способов основной обработки почвы под сахарную свеклу и в свекловичном севообороте северовосточной Лесостепи Украины: автореф. дис. на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук: спец. 06.01.01. «Общее земледелие». К. 18 с.
Мусиенко А.А. (1960). Семена односемянной сахарной свеклы. Семеноводство сахарной свеклы. К. Изд. УАСХН. С. 161- 165.
Мусиенко А.А. (1963). Улучшить посевные качества семян односемянной сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 3. С.23-24.
Мусиенко А.А. (1965). Изменчивость семян сахарной свеклы по размерам и ее производственное значение. Наука и передовой опыт производству. К. ВНИС. С. 36-38.
Мусиенко А.А. (1965). Размер семян и урожай. Сахарная свекла. № 12. С. 24-26.
Мусиенко А.А. (1968). Значение некоторых морфологических особенностей и физико-механических свойств семян сахарной свеклы: автореф. дис. на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук: спец. 06.01.05. «Селекция и семеноводство». К. 27 с.
Мусиенко А.А., Гизбуллин Н.Г., Мацебера А.Г., Черната Д.М. (1990). Размер посевных фракций семян и их продуктивность. Сахарная свекла. № 3. С. 15-16.

Мусієнко А.А., Корнієнко В.Л., Кузнечикова В.М. і ін. (1992). До питання про число і розмір посівних фракцій, каліброваного насіння цукрових буряків. Удосконалення прийомів насінництва цукрових буряків. К. ЩБ. С.128-135.
Мухин В.Д. Дражирование семян сельскохозяйственных культур. (1971). М. Колос. 196 с.
Мяснянкин А.С. (1991). Агротехнические основы возделывания сахарной свеклы в условиях северо-западной зоны ЦЧП: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра с.-х. наук: спец. 06.01.09. «Растениеводство». К. 40 с.
Нагорний В.І. (1993). Підвищення посівних якостей і продуктивності соняшника шляхом передпосівного покриття насіння плівкоутворювачем в умовах північно-східного Лісостепу: автореф.дис. на здобуття наук.ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09«Рослинництво». К. 24 с.
Нагорний Г.М., Гизбулін Н.Г. (1984). Урожайність і якість насіння залежно від маси корнеплодів і площі живлення насінників цукрових буряків у центральному Лісостепу України. Вісник сільськогосподарської науки. № 6. С. 19-22.
Назарук В.М. (1987). Сохранность и продуктивность корнеплодов маточной свеклы в связи с загущенным их выращиванием и механизированной уборкой в зоне неустойчивого увлажнения Лесостепи УССР: автореф.дис. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.05 «Селекция и семеноводство». К. 20 с.
Наливайко С.Е. (2000). Совершенствование технологии. Сахарная свекла. № 4-5. С. 17-18.
Нарциссов В.П. (1980). Итоги исследований по вопросам обработки почв, проведенных кафедрой общего земледелия Горьковского СХИ. Труды Горьковского СХИ. Горький. Т. 142. С. 3-15.
Нарциссов В.П. (1984). Теоретические основы земледелия. Актуальные проблемы земледелия. М. Колос. С. 98-107.
Неговский Н.А. (1957). Стадийное развитие и выведение высокопродуктивных не цветушных сортов сахарной свеклы. Изд. АН СССР.
Неговский Н.А. (1966). Гибридизация в селекции и семеноводстве сахарной свеклы. Сельскохозяйственная биология. Т.1 № 1. С. 17-20.
Неговский Н.А., Болелова З.А., Корак З.С. (1971). Повышать качество семян полиплоидных сортов. Сахарная свекла. № 8.
Неговский Н.А., Корак З.С. (1971). Особенности биологии развития растений диплоидных и тетраплоидных сортов односемянной сахарной свеклы. Вопросы генетики, селекции и цитологии сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 90-93.
Неговский Н.А., Ткаченко А.А. (1959). О биологических особенностях развития высадок в качестве семян односемянной сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 2. С. 36-37.
Неговский Н.А., Ткаченко А.А. (1969). О биологических особенностях развития высадок и качества семян сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 2.
Нероба В.М. (2002). Продуктивність люцерно-злакових травосумішок залежно від їх складу і удобрення на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.12. «Кормовиробництво і луківництво». Вінниця. 17 с.
Неровский Я.А. (1976). Современное состояние селекции сахарной свеклы в СССР и пути ее улучшения. Тр. ВНИС. К.
Нечипоренко А.А. (1966). Биологические основы высоких урожаев сахарной свеклы. Алма-Ата. Кайнар. 350 с.
Нечипоренко В.Н. (1982). Производство сахара, селекция и семеноводство сахарной свеклы. М. ВНИИТЭИСХ. 75 с.
Нечипоренко В.Н., Пономарев В.И. (1978). Повышение качества семян сахарной свеклы за рубежом. Сахарная свекла. № 12. С. 17.
Нечипорович А.А. (1954). Особенности формирования и работы фотосинтетического аппарата растений в посевах в связи с проблемой повышения урожайности. Физиология растений. № 2. С. 37-42.
Нечипорович А.А. (1956). Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. Изд. АН СССР.
Никитенко Г.Ф. (1968). Биологические основы семеноводства зерновых культур. Колос. М.
Никитенко Г.Ф., Тарасенко Г.Ф. (1971). Новое в методике и технике выращивания элиты зерновых культур. Тр. ВАСХНИЛ. Колос.
Никифоренко Л.И. (1970). Влияние удобрений на плодородие почвы и урожай культур в звене зерносвекловичного севооборота Лесостепи Украины: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.533. «Агрохимия». К. 23 с.
Ничипоренко В.Н., Пономарев В.И. (1978). Повышение качества семян сахарной свеклы. Сельское хозяйство за рубежем. № 12. К. 17 с.
Ничипорович А.А. (1963). О путях повышения продуктивности фотосинтеза. М. Изд. АН СССР. 305 с.
Нікіфоренко Л.І. (1980). Проблема родючості грунту в умовах інтенсивного землеробства. Вісник с.-г. науки. № 7. С. 8.
Новак Т.В., Редько В.В., Корчинський А.А. (1993). Українсько-російсько-англійський словник термінів з генетики і селекції. За редакцією О.О. Созінова. К. УкрІНТЕІ. 76 с.
Новикова Л.С. (1962). Полупаровая обработка зяби. Сахарная свекла. № 8. С. 23-25.

Новикова Л.С., Мельничук А.А. (1964). Способы зяблевой обработки почвы под сахарную свеклу. К. Труды ВНИС. С. 64-68.
Новохацький М.Л. (2000). Зміна біометричних показників посівів сої залежно від попередників, сорту та норми висіву насіння. Вісник Білоцерківського ДАУ. Біла Церква. Вип. 10. С. 198-209.
Носко Б.С., Патика В.П., Татаріко О.Г. та ін. (1999). Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва: Рекомендації по підвищенню ефективності родючості ґрунтів за рахунок місцевих сировинних ресурсів, біологізації землеробства та оптимального використання мінеральних добрив. За ред. Б.С. Носка. К. Аграрна наука. 110 с.
Оболенский А.В. (1968). Загущенная посадка высадков. Сахарная свекла. № 4. С. 29.
Оражій С.В., Вахній С.П. Залежність забур'яненості посівів гороху і засміченості насінням бур'янів від глибини і способів обробітку та рівня удобрення. Вісник БДАУ. №. 5 С. 204-207.
Овсянников В.П. (1966). Влияние условий взращивания маточной свеклы на ее продуктивность. Тр. ВНИС. К.
Овчаров К.Е. (1962). Жизнь семян и урожай. М. С. 37-40.
Овчаров К.Е., Кизилова Е.Г. (1966). Разнокачественность семян и продуктивность растений. М. Колос. 160 с.
Одрехівський А.Ф., Дубовий Ю.В., Цвей Я.П. (2005). Продуктивність цукрових буряків у різних сівозмінах. Цукрові буряки. № 3. С. 6-8.
Озеранский Л.А., Грицай А.Д., Якименко В.М. (1986). Урожайность культур и баланс элементов питания в свекловичном севообороте при разных дозах и способах обработки почвы. Вестник с.-х. науки. № 11. С. 50-59.
Оканенко А.С. (1957). Особенности сахаронакопления у различных форм и перспективы дальнейшего повышения сахаристости свеклы. Труды ВНИС. К. Госсельхозиздат. Т. 35. С. 60-62.
Оканенко А.С. (1967). Особенности сахаронакопления у различных форм и сортов свеклы и перспективы дальнейшего повышения сахаристости свеклы. Тр. ВНИС. К.
Оканенко А.С., Товарницкий В.И. (1940). Динамика и превращение углеводов, азотистых и минеральных веществ у свеклы второго года. «Свекловодство». Т.1. К.
Окрушко С.С. (1993). Особливості формування ценозів бур'янів у посівах основних польових культур зони Полісся України залежно від способів основного обробітку ґрунту: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. с.-г.наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 21 с.
Омельченко Л.И. (1965). Односемянность и азотное питание свеклы. Сахарная свекла. № 11.
Оноприенко В.Т., Волянский А.В. (1979). Влияние агрометеорологических условий на сахаристость сахарной свеклы. Сб. трудов ВНИС. К. С. 123-126.
Органищук М.И., Роик Н.В. (1986). Прогнозирование полевой всхожести семян. Сахарная свекла. № 1. С. 34.
Орехова В.А., Мостовая Р.Н. (1991). Как обойтись без пестицидов. Сахарная свекла. № 1. С. 20-22.
Орешкин М.В. (2004). Совершенствование технологического процесса обработки черноземных почв почвозащитными орудиями: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 05.20.01. «Технология и средства механизации сельского хозяйства». Воронеж. 19 с.
Орлов В.М. (1988). Новые возделывания культур позднего посева. Земледелие. № 2. С. 23-24.
Орлов С.А. (1999). Селекционно-генетические исследования по созданию, поддержанию и улучшению гибридов сахарной свеклы на ЦМС основе. Автореф. дис. д-ра с.-х. наук: 06.01.05. Веер. НИИ сах. св. и сахара. Рамонь. 31 с.
Орловский Н. И. Старейший селекционер нашей страны (к 90-летию со дня рождения Л. Л. Семполовского). Бюл. науч.-техн. инфор. ВНИС. Киев, 1958. Вып. 6. С. 106–109.
Орловский Н. И. Этапы развития отечественной селекции сахарной свеклы. Киев, 1973. 23 с.
Орловский Н.И. (1961). Основы биологии сахарной свеклы. К. Госсельхозиздат. 323 с.
Орловский Н.И. (1964). Достижения и ближайшие задачи селекции сахарной свеклы. Резервы повышения урожайности и улучшения качества сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 6-10.
Орловский Н.И. (1966). Повышение качества и урожая семян сахарной свеклы селекционными путями. Достижения науки производству. К. С. 1-13.
Орловский Н.И. (1973). Этапы развития отечественной селекции сахарной свеклы. К. ВНИС. 158 с.
Орловский Н.И., Ефремов А.Е. (1963). Пути улучшения качества семян односемянной сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 6. С.12-18.
Орловський М.І. (2009). Продуктивність цукрових буряків залежно від використання альтернативних органічних добрив і кристалону в Лісостепу України: автореф.дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». К. 20 с.
Осадчук В.А. (1999). Залежність врожаю і якості насіння від строків і кратності запилювань. Цукрові буряки. № 4. С. 16-17.
Островский Л.Л. (2012). Потенциал продуктивности гибридов сахарной свеклі украинской селекции. Агроном. № 1. С. 64- 66.
Островский Л.Л., Доронин В.А. (1985). Схемы выращивания гибридных семян. Сахарная свекла. № 5. С.12-13.
Островский Л.Л., Доронин В.А. (1989). Влияние схем посадки компонентов на урожай и качество гибридных семян. Приемы повышения продуктивности фабричной сахарной свеклы и семенников. К. ВНИС. С. 46-50.

Островский Л.Л., Доронин В.А. (1990). Особенности выращивания гибридных семян безвысадочным способом. Тезисы докладов конференции молодых ученых и специалистов. К. УНИИЗ. С. 61.
Островский Л.Л., Доронин В.А., Кириченко И.Г., Полищук В.И., Черната Д.М. (1988). Способы выращивания гибридных семян. Сахарная свекла. № 1. С. 48-51.
Островский Л.Л., Доронин В.А., Полищук В.И. (1990). Особенности семеноводства гетерозисных гибридов на стерильной основе. Сахарная свекла. № 5. С. 28-30.
Островский Л.Л., Кириченко И.Г., Гресь Е.И. (1987). Приемы повышения урожая и качества гибридных семян. Новые приемы в свекловодстве сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 16-21.
Островский Л.Л., Полищук В.И. (1982). Биологические особенности компонентов и семеноводство гибридов сахарной свеклы, созданных на основе ЦМС. Пути повышения эффективности производства семян сахарной свеклы. - К. ВНИС. С. 52-59.
Островський Л.Л., Доронін В.А., Поліщук В.І. (1992). Прийоми насінництва чоловічостерильних гібридів. Удосконалення прийомів насінництва цукрових буряків. К. ІЦБ УААН. С. 34-45.
Островський Л.Л., Доронін В.А., Поліщук В.І., Черната Д.М., Кириченко І.Г., Пастух М.О. (1992). Прийоми насінництва чоловічостерильних гібридів. Удосконалення прийомів насінництва цукрових буряків. К. ЩБ. УААН. С. 30-36.
Островський Л.Л., Черната Д.М., Доронін В.А. (1992). Врожай і якість базисного насіння в залежності від схем розміщення компонентів. Удосконалення прийомів насінництва цукрових буряків. К. ЩБ УААН. С. 105.
Оточко К.П. и др. (1987). Эффективность загущенного выращивания маточной свеклы. Сахарная свекла. № 2. С. 32-33.
Павленко В., Полушкін О. (2003). Сучасні технології вирощування цукрових буряків на базі удосконаленої системи машин. Цукрові буряки. № 4. С. 5-6.
Павленко Ю.Е. (1960). Влияние дополнительного опыления на урожайность и породные качества семян. Сахарная промышленность. № 6. С. 68.
Павленко Ю.Е. (1965). Влияние сроков дополнительного опыления на урожай свекловичных семян. Труды ВНИС. К. ВНИС. С. 98-101.
Павленко Ю.Е. (1972). Площадь питания диплоидной и тетраплоидной сахарной свеклы при выращивании семян сахарной свеклы в условиях ЦЧП. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. Воронеж. 20 с.
Павленко Ю.Е., Чернавский Н.П. (1968). Влияние площади питания и величины высадков корнеплодов на семяпродуктивность и последующий урожай корнеплодов фабричной свеклы. Основные выводы научно-исследовательских работ по сахарной свекле. К. ВНИС. С. 195-198.
Павловська Т.В. (1997). Вплив сівозміни, глибини і способів обробітку ґрунту та доз добрив на забур'яненість і врожайність цукрових буряків. Вісник БДАУ. Біла Церква. Вип. 3. С. 81-84.
Павловська Т.В. (1999). Особливості змін ценозу бур'янів у польових сівозмінах правобережного Лісостепу України в зв'язку з тривалим застосуванням різних систем обробітку ґрунту і удобрення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 22 с.
Палапина Л.М. (1975). Исследование приемов агротехники выращивания семян сахарной свеклы Первомайского Поли 10 в Краснодарском крае: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.05 «Селекция и семеноводство». К. 24 с.
Панасюк Я.Я., Квітко Г.П. (1980). Вплив основних агротехнічних прийомів на продуктивність ячменю ярого в Лісостепу України. Вісник с.-г. науки. № 3. С. 20-22.
Панченко В., Кабанець В., Муратов В. (2001). Ресурсо- та енергозберігаюча технологія вирощування цукрових буряків в умовах нестійкої зволоженості. К. ПІК. «Ей-Бі-Сі». 83 с.
Панченко В.Ф. (1969). Влияние соотношения скрещивания компонентов на качество и продуктивность гибридных семян сахарной свеклы. Автореферат диссертации. К.
Панченко В.Ф. (1980). Влияние климатических факторов на рост и продуктивность сахарной свеклы. Приемы улучшения технологических качеств сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 155- 164.
Панченко В.Ф. (1996). Програмування врожаїв цукрових буряків. К. 118 с.
Пастух Н.А. (1980). Сроки проведения десикации семенников сахарной свеклы реглоном. Резервы повышения урожайности и качества сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 81-87.
Пастушенко В.О. Сівозміни на Україні. К. Урожай. 318 с.
Пащенко В.Ф., Корнієнко С.І., Федоряка М.Ф. (2001). Про сівбу цукрових буряків. Цукрові буряки. № 3. С. 18-19.
Педос В.П., Чемерис Л.М. (1994). Сприятливість різних форм цукрових буряків до церкоспорозу в зоні нестійкого зволоження Лісостепу України. Висновки НДР за 1993 р. ІЦБ НААНУ. К. С. 62-68.
Петренко В.П., Бажов И.Я., Макогон А.М. (1981). Всхожесть семян гибридов односемянной сахарной свеклы, полученных на стерильной основе в зависимости от пыльцеобразной способности линий-опылителей. Труды 4-го съезда генетиков и селекционеров Украины. К. С. 157-158.
Петриченко В.Ф., Романенко М.М. (2002). Агроекологічна оцінка та продуктивність гібридів цукрових буряків в умовах Центрального Лісостепу України. Збірн. наук. праць ВДАУ. Вінниця. Вип. 13. С. 3-8.

Петруха О.И., Пожар З.А. и др. (1981). Система мероприятий по защите сахарной свеклы от вредителей, болезней и сорняков по зонам УССР. К. Урожай. 36 с.
Пинчук В.Д. (1940). Созревание и особенности развития раннеспелых форм сахарной свеклы. Научные записки по сахарной промышленности. № 4.
Пиркін В.І. (2009). Бурякове виробництво в умовах кризи. Цукрові буряки. № 3. С.4-5.
Писаренко В.М., Дудка С.Л., Кравець О.Ф. та ін. (1987). Причини зниження польової схожості насіння ячменю та пшениці озимої в Степу України. Вісн. с.-г. науки. № 3. С. 13-17.
Пискунова А.С. (1956). Влияние удобрений маточной свеклы на урожай свекловичных семян и их продуктивность. Тр. ВНМС. К. Х. Т. 32.
Підоплічко М.М., Топоровська Ю.І. (1969). Про внутрішньокореневу мікрофлору цукрових буряків. Мікробіологічний журнал. XXXI. Вип. 5. С. 18-20.
Повар Ф.В. (1965). Безвысадочный способ выращивания семян сахарной свеклы в западных районах УССР. Тр. ВНИС. К.
Повар Ф.В. (1966). О зимовке маточной свеклы при безвысадочной культуре. Сахарная свекла. № 7.
Погребняк С.П., Ермантраут Е.Р., Волоха Г.П. и др. (2000). Наш выбор − отечественная технология. Сахарная свекла. № 1. С. 13-14.
Подгорная Л.Г. (1990). Предшественники зерновых культур и продуктивность севооборотов в северной степи УССР: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.01. «Общее земледелие». К. 18 с.
Подоба Л.В. (1994). Продуктивність сортів ячменю ярого при бактеризації насіння асоціативними азотофіксаторами та біостимуляції алелопатично активним екстрактом в умовах Східного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.05. «Селекція і насінництво». К. 24 с.
Поехало Б.И., Балан В.Н. (1977). Агротехнические меры в борьбе с сорняками. «Земледелие». № 10.
Поехало М.Б. (1993). Різноякісність насіння сучасних сортів та гібридів цукрових буряків та їх значення. Зб. наукових праць ІЦБ НААНУ. К. С. 43-45.
Пожар З.А. (1986). Комплексная защита плантаций. Сахарная свекла. № 1. С. 35-36.
Покотило О.В., Ситніков С.О., Пилипенко П.П. та ін. (2008). Комплексна програма розвитку сільського господарства Київської області у 2008-2010 рр. та на період до 2015 року. Чабани: ННЦ «Інститут землеробства НААНУ». 264 с.
Полтарыкин Л.А., Пинкова Л.М., Тесля А.С. (1985). Всхожесть семян гибридов на стерильной основе. Сахарная свекла. № 1. С. 34-35.
Полянский З.Д., Хренников Е.В. (1931). Культура семян сахарной свеклы. Пищепромиздат. М.-Л.
Пономарьов П. Х. Генетично модифікована продовольча сировина і харчові продукти вироблені з неї. Київ, 2009. 126 с.
Попов А.В. (1952). Сортоулучшение сахарной свеклы в процессе селекции. Селекция и семеноводство. № 6.
Попов А.В. (1962). О возникновении односемянных форм у многосемянной сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 11.
Попов Ф.А. (1969). Обработка почв под полевые культуры. К. Урожай. 263 с.
Пресняков П.В. (1950). Влияние приемов возделывания маточной свеклы на урожай и продуктивные качества семян. Тр. ВНИС. К.-Х. Т. 32.
Примак І.Д., Вахній С.П. (2000). П'ять стратегічних програм білоцерківців. Аграрні вісті. Біла Церква. № 1. С. 4-5.
Примак І.Д. (1993). Агротехнічні основи і шляхи удосконалення механічного обробітку ґрунту при різних рівнях удобрення в кормових сівозмінах Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 52 с.
Примак І.Д., Вахній С.П. (1998). Особливості механічного обробітку ґрунту в плодозмінній сівозміні Центрального Лісостепу. Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААНУ». К. Нора-прінт. С. 63-66.
Примак І.Д., Вахній С.П. (1999). Мінімалізація обробітку ґрунту під покривні посіви люцерни в Лісостепу України. Зб. наук, праць ННЦ «Інститут землеробства НААНУ». К. Нора-прінт. Вип. 3. С. 30-37.
Примак І.Д., Вахній С.П. (1999). Ферментативна активність чорнозему типового залежно від інтенсивності механічного обробітку в плодозмінній сівозміні. Зб. наук. праць ІЗ НААНУ. К. Вип. 3 С. 28-30.
Примак І.Д., Вахній С.П. (2000). Обробіток ґрунту в плодозмінній сівозміні Лісостепу України. Аграрні вісті. Біла Церква. № 2. С. 25.
Примак І.Д., Вахній С.П. (2001). Вплив інтенсивності механічного обробітку ґрунту на мікробіологічні процеси в ґрунті. Вісник БДАУ. Біла Церква. Вип. 15. С. 127-133.
Примак І.Д., Вахній С.П. (2001). Підвищення продуктивності багаторічних трав. Аграрні вісті. Біла Церква. № 2-3. С. 15-19.
Примак І.Д., Вахній С.П., Боканча А.П. (2000). Зміна мікробіологічних процесів у чорноземі типовому залежно від інтенсивності механічного обробітку ґрунту і удобрення. Зб. наук. праць ІЗ НААНУ. К. Вип. 2. С. 147-154.

Примак І.Д., Вахній С.П., Бомба М.Я. та ін. (2001). Ерозія і дефляція ґрунтів та заходи боротьби з ними. Біла Церква. 391 с.
Примак І.Д., Вахній С.П., Войтовик М.В. та ін. (2001). До питання розробки агрофізичної моделі родючості чорнозему типового. Вісник БДАУ. Біла Церква.. Вип. 20. С. 87-96.
Примак І.Д., Вахній С.П., Войтовик М.В. та ін. (2004). Мінімалізація зяблевого механічного обробітку ґрунту в плодозмінній сівозміні Центрального Лісостепу України. Аграрний вісник Причорномор'я. Одеса. Вип. 26. ч. 1. С. 72-77.
Примак І.Д., Вахній С.П., Гудзь В.П. та ін. (1999). Ущільнені посіви. Біла Церква. БДАУ. 108 с.
Примак І.Д., Вахній С.П., Карпенко В.Г. та ін. (1998). Зміна біологічної активності ґрунту і продуктивності плодозмінної сівозміни залежно від інтенсивності механічного обробітку. Вісник БДАУ. Біла Церква. Вип. 9. ч. 2. С. 84-92.
Примак І.Д., Вахній С.П., Карпенко В.Г. та ін. (2001). Підвищення ефективності польового травосіяння. Тваринництво України. № 3. С. 7-9.
Примак І.Д., Вахній С.П., Карпенко В.Г. та ін. (2002). Розробка і вдосконалення мінімального основного обробітку ґрунту в польовій плодозмінній сівозміні. Вісник БДАУ. Біла Церква. Вип. 24. С. 176- 183.
Примак І.Д., Вахній С.П., Карпенко В.Г. та ін. (2003). Зміна продуктивності плодозмінних сівозмін залежно від інтенсивності основного обробітку ґрунту в Центральному Лісостепу. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Луганськ. Луганський НАУ. С. 309-313.
Примак І.Д., Вахній С.П., Карпенко В.Г. та ін. (2003). Продуктивність плодозмінних сівозмін агроландшафтів Центрального Лісостепу України залежно від інтенсивності основного обробітку ґрунту. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Дніпропетровськ. ДДАУ. С. 29-31.
Примак І.Д., Вахній С.П., Карпенко В.Г. та ін. (2004). Агротехнічні та екологічні основи підвищення продуктивності сівозмін в Центральному Лісостепу. Аграрні вісті. БДАУ. № 3. С. 18-21.
Примак І.Д., Вахній С.П., Карпенко В.Г. та ін. (2005). Мінімалізація механічного обробітку ґрунту в п'ятипільних польових сівозмінах Центрального Лісостепу України. Наукові праці. Полтава. Полтавська державна аграрна академія. Т. 4 (23). С. 150-155.
Примак І.Д., Вахній С.П., Карпенко В.Г., Войтовик М.В. та ін. (2003). Мікробіологічні процеси у чорноземі типовому залежно від інтенсивності основного обробітку його в плодозмінній сівозміні Центрального Лісостепу України. Зб. наук. праць УДАУ. Умань. С. 207-211.
Примак І.Д., Вахній С.П., Оображій С.В. (2004). Мінімалізація основного обробітку ґрунту в зерно- просапній сівозміні Центрального Лісостепу України. Вісник БДАУ. Біла Церква. Вип. 30. С. 147-154.
Примак І.Д., Вахній С.П., Оображій С.В. та ін. (1998). Залежність зміни агрофізичних властивостей ґрунту і продуктивності кукурудзи на силос від обробітку й удобрення. Вісник БДАУ; вип. 4-4.2. Біла Церква. С. 69-73.
Примак І.Д., Вахній С.П., Оображій С.В. та ін. (2004). Вплив зяблевого обробітку ґрунту на мікробіологічні процеси в чорноземі типовому і продуктивність зерно-просапної сівозміни в Центральному Лісостепу України. Аграрні вісті. Біла Церква. № 3. С. 18-21.
Примак І.Д., Вергунов В.А., Рошко В.Г. та ін. (2004). Системи землеробства: історія їх розвитку і наукові основи. Підручник. За ред. І.Д. Примака. Біла Церква. С. 308-329, 348-366, 381-397.
Примак І.Д., Мартинюк І.В., Вахній С.П. та ін. (2002). На варті родючості ґрунту. Аграрні вісті. Біла Церква. № 3. С. 4-6.
Примак І.Д., Мартинюк І.В., Вахній С.П. та ін. (2003). Ресурсозберігаючі системи механічного обробітку ґрунту в сівозмінах Лісостепу України. Аграрні вісті. Біла Церква. № 2. С. 3-5.
Примак І.Д., Рошко В.Г., Гудзь В.П. та ін. (2002). Механічний обробіток ґрунту в землеробстві. За ред. І.Д. Примака. 320 с.
Примак І.Д., Рошко В.Г., Демидась Г.І. та ін. (2003). Раціональні сівозміни в сучасному землеробстві. За ред. І.Д. Примака. Біла Церква. 384 с.
Примак І.Д., Сатир Л.М., Вахній С.П. (2000). Обробіток ґрунту під озиму пшеницю після багаторічних трав у Центральному Лісостепу України. Вісник БДАУ. Біла Церква. Вип. 10. С. 226- 232.
Примак І.Д., Урсулов В.Ф., Карпенко В.Г., Оображій С.В., Вахній С.П. та ін. (2000). До питання забруднення чорноземів типових важкими металами навколо міста Біла Церква. Вісник БДАУ. Біла Церква. Вип. 10. С. 233-237.
Примак І.Д., Урсулов В.Ф., Оображій С.В., Вахній С.П. (1998). Механічний обробіток ґрунту і удобрення в кормових сівозмінах Лісостепу України. Вісник Білоцерків. держ. аграр. ун-ту. Біла Церква. Вип. 7. ч. 2. С. 72-83.
Присяжнюк О. І., Сонець Т. Д., Половинчук О. Ю., Коровко І. І. (2016). Комплексна оцінка сучасних гібридів цукрових буряків. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. праць. Київ, Вип. 24. С. 18–27.
Присяжнюк О.І. (2006). Підвищення продуктивності гороху в умовах центральної підзони Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 20 с.
Проценко О.О., Паламарчук В.І. (1986). Весняний обробіток грунту. Довідник буряковода. К. Урожай. С. 39-47.
Прянишников Д.Н. (1952). Агрохимия. Сельхозиздат. 480 с.

Прянишников Д.Н. (1952). Избранные сочинения. М. Сельхозгоз. Т. 1. 692 с.
Пузий Я.С. (1957). Безвысадочный способ получения свекловичных семян в условиях Краснодарского края. Сахарная промышленность. № 7.
Пшеница. Коллектив авторов. Ред. колегия: Ремесло В.Н., Кузьменко М.В., Созинов А.А. и др. К. Урожай. 1977. 428 с.
П'ятківський М.К. (1998). Строки сівби та продуктивність цукрових буряків. Цукрові буряки. № 3. С. 13-14.
Пятковский Н.К., Ходаковский П.П., Шудренко П.В. (1989). Продуктивность свеклы при различных способах выращивания. Сахарная свекла. № 4. С. 43-44.
Ракитина З.Г. (1968). Гибель озимой пшеницы под ледяной коркой. М. Колос. 140 с.
Ралдугина Г. Н., Горелова С. В., Кожемякин А. В. Стабильность и наследование трансгенов в растених рапса. Физиология растений. 2000. Т. 47, № 3. С. 437 445.
Рарог Г.П. (1987). Системы обработки почвы при интенсивной технологии возделывания сахарной свеклы в Лесостепи Украины: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра с.-х. наук: спец. 06.01.01. «Общее земледелие». К. 37 с.
Рассел Э. (1955). Почвенные условия и рост растений. М. Изд. иностранной литер. 624 с.
Ревут И.Б. (1972). Физика почв. М. Колос. 368 с.
Ревут И.Б. (1975). Научные основы минимальной обработки почвы. Земледелие. № 2. С. 17-23.
Ременюк С.О. (2015). Як захистити цукрові буряки в умовах мінливої весни? Пропозиція.. №5. С. 84-86
Ремесло В.Н., Ковтун И.И. (1968). Зимостойкость и продуктивность озимой пшеницы. Междунар. с.-х. журнал. № 6. С. 21-25.
Роик Н.В., Корнеева Г.А., Кулик А.Г. (2002). Селекция сахарной свеклы: этапы творения. Сахарная свекла. № 5. С. 4-5.
Роик Н.В., Мазуренко А.Г., Корниенко С.И. (2002). Колесная технология производства сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 6. С. 11-12.
Роїк М. В. Проблеми становлення й розвитку вітчизняної селекції цукрових буряків. Цукрові буряки. 2008. № 6. С. 8–11.
Роїк М. В., Присяжнюк О. І., Коровко І. І., Дячинська О. М. (2017). Параметри екологічної пластичності та стабільності гібридів вітчизняної селекції буряків цукрових. Сільське господарство та лісівництво. Вип. 7, Т. 2. С. 25–32.
Роїк М.В. (2001). Буряки. К. XXI вік. 320 с.
Роїк М.В., Гізбуллін Н.Г., Черната Д.М. (2001). Прискорити розмноження насіння ЧС гібридів. Цукрові буряки. № 5. С. 13.
Роїк М.В., Іващенко О.О., Пиркін В.І. і ін. (2010). Високоефективна технологія виробництва цукрових буряків. К. ІБКіЦБ НААН. 166 с.
Роїк М.В., Корнєєва М.О., Ермантраут Е.Р. (1998). Сортовипробування ЧС гібридів Ялтушківської дослідно-селекційної станції. Цукрові буряки. № 6. С. 13-14.
Роїк М.В., Корнєєва М.О., Кулік О.Г. (2002). Селекція цукрових буряків: етапи творення. Цукрові буряки. № 5. С. 4-5.
Роїк М.В., Лейбович А.С., Кулик О.Г. Гібрид цукрових буряків нового покоління. Цукрові буряки. 2005. № 3. С. 16-17.
Роїк М.В., Мазуренко А.М., Корнієнко С.І. (2002). Колійна технологія виробництва цукрових буряків. Цукрові буряки. № 6. С. 11- 12.
Роїк М.В., Манько О.А. (2000). Взаємозв'язок між стійкістю до ризоманії і до інших хвороб цукрових буряків. Зб. наук, праць. К. ІЦБ НААНУ. Вип. 3. С. 11-16.
Роїк М.В., Нурмухаммедов А.К. (2002). Сучасний стан захворюваності цукрових буряків та шлях її контролювання. Цукрові буряки. № 4. С. 12-13.
Роїк М.В., Яковець В.А. (2000). Розробка методу діагностики стійкості коренеплодів до гнилей. Цукрові буряки. № 3 (15). С. 4-5.
Роїк М.В., Яковець В.А., Литвинюк В.В. та ін. (2004). Конкурентоздатні вітчизняні гібриди. Цукрові буряки. № 3. С. 18-20.
Роїк М.В., Яковець В.А., Яковець Г.В. (2001). Стійкість селекційних матеріалів до коренеїду. Цукрові буряки. № 3 (21). С. 13-14.
Рубин Б.А. (1977). Осенняя обработка зяби под сахарную свеклу. Сахарная свекла. № 8. С. 12-14.
Рубін С.С. (1972). Шляхи збільшення виробництва зерна пшениці озимої в правобережному Лісостепу України. Вісн. с.-г. науки. № 12. С. 37-43.
Рубін С.С. (1976). Загальне землеробство. К. Вища школа. 432 с.
Руководство к разведению семян и улучшению возделываемых растений / сост. А. Л. Семполовский. Санкт-Петербург, 1897. 200 с.
Рябушко П.Д. (1962). Значение дополнительного опыления высадков односеменной сахарной свеклы // Основные выводы НИИ работ ВНИС за 1959-1960 гг. К. ВНИС. С. 119-121.
Саблук В.Т. (2002). Шкідники сходів цукрових буряків. К. Світ. 184 с.

Саблук В.Т., Грищенко О.М. (2002). Формування агроценозу і продуктивності цукрових буряків при інкрустації насіння інсектицидами. Збірник наук. праць ІЦБ УААН. К. С. 198-203.
Саблук В.Т., Пшеничук Р.Ф., Береговой Д.К. и др. (1988). Инструкция по обработке семян сахарной свеклы фураданом, адифуром, дайфураном и требования безопасности. М. Госагропром. С. 1-21.
Саблук В.Т., Шендрик Р.Я., Запольська Н.М. (2005). Шкідники та хвороби цукрових буряків. К. Колообіг. 448 с.
Савченко К.А., Семененко Б.П., Балан В.Н., Погосьян А.Х. (1982). Семеноводство сахарной свеклы в США. Сахарная свекла. № 9. С. 38-40.
Савченко Н.И. (1988). Спорообразовательная способность андроцея и производство гибридных семян с.-х. культур. К. Наукова думка. 155 с.
Савчук О.І. (2006). Вплив біологічних чинників на продуктивність сівозміни та родючість дерново-підзолистого супіщаного ґрунту: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 18 с.
Сайко В.Ф. (1987). Увеличение производства зерна озимой пшеницы и совершенствование интенсивных технологий ее возделывания. Вестн. с.-х. науки. № 8. С. 44-51.
Сайко В.Ф., Глянцев А.Ф., Федорова А.А. и др. (1977). Озимая пшеница в Лесостепи. Пшеница. К. Урожай. С. 270-300.
Сайко В.Ф., Грицай А.Д., Сокоренко Н.В. (1989). Интенсивные технологии возделывания зерновых колосовых культур. Научн. основы устойчивого ведения зернового х-ва. К. Урожай. С. 189-222.
Сайко В.Ф., Малиенко А.М., Мазур Г.А. и др. (1986). Устойчивость земледелия - проблемы и пути решения. Под ред. В.Ф. Сайко. К. Урожай. 206 с.
Сайко В.Ф., Малієнко А.М. (2007). Системи обробітку ґрунту в Україні. К. ВД ЕКМО. 44 с.
Сайко В.Ф., Яновский И.В., Малиенко А.М. и др. (1989). Научные основы устойчивого ведения зернового хозяйства. Под редакцией В.Ф. Сайка. К. Урожай. 312 с.
Саналатий А. В., Солоденко А. Е., Сиволап Ю. М. Идентификация генотипов подсолнечника украинской селекции при помощи SSRP-анализа. Цитология и генетика. 2006. № 4. С. 37 43.
Сахно Л. А., Гочева Е. А., Комарницкий И. К., Кучук Н. В. Стабильная экспрессия беспромоторного гена bar в трансформированных растениях рапса. Цитология и генетика. 2008. Т. 42, № 1. С. 21 28.
Светов В.Г., Мащенко С.С. (1989). Обработка почвы и пораженность болезнями. Сахарная свекла. № 4. С. 44-45.
Свиридов В.Д., Никитаев С.А. (1988). Осеннее выравнивание зяби. Сахарная свекла. № 5. С. 34-36.
Свирщевская А. М., Малышев С. В., Щербина О. М. и др. Микросателлитный анализ линейного материала сахарной свеклы. Генетика и биотехнология XXI века. Фундаментальные и прикладные аспекты: материалы: Международной научной конференции. Минск, 2008. С. 160-162.
Сдобников С.С. (1988). Обработка почвы, условия питания растений и использование удобрений в интенсивном земледелии. Параметры плодородия основных типов. М. Агропромиздат. С. 44-56.
Севообороты в свеклосеющих районах. (1969). Сб. научн. трудов, под ред. Бузанова И.Ф., Грекова М.А., Мартыновича Н.Н. и др.]. М. Колос. 248 с.
Секулер И.Л. (1988). Агротехническое обоснование оптимальной густоты и допустимой неравномерности размещения растений при механизированном возделывании сахарной свеклы: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра с.-х. наук: спец. 06.01.14. «Технические культуры» У И.Л. Секулер. К. 37 с.
Селихов В.В. (1927). Развитие корневой системы сахарной свеклы на втором году ее жизни. Бюллетень Ивановской опытной станции. № 2. С. 10-12.
Селянинов Г.Т. (1925). О сельскохозяйственной оценке климатов. Тр. по с.-х. метеорологии. М.-Л. Сельхозиз. Т. 20. С. 120-131.
Семенова З.П. (1953). Влияние условий маточной свеклы и высадков на продуктивность семян и последующий урожай корней фабричной свеклы: Автореф. дис. кандидата с.-х. наук: 06.01.05. Ворон. с. х. ин-т. Воронеж. 18 с.
Семенова З.П. (1959). Влияние площади питания высадков сахарной свеклы на урожай и качество семян. Записки Воронежского СХИ. Воронеж.ЧГХХПІ. Вып. І. С. 123-127.
Семеноводство сахарной свеклы в Венгрии. (1974). Сельское хозяйство за рубежем. № 3. С. 43-46.
Семеноводство сахарной свеклы. (1960). ВНИС. К. Изд. УАСХН. 271 с.
Семполовский Л. Л. Исторический очерк Уладовско-Люлинецкой селекционной станции. Труды Уладовско-Люлинецкой селекционной станции. 1888–1928 гг. Киев : Изд-во ССУ Союзсахара, 1930. Вып. 1. С. 5–13.
Семполовский Л. Л. Селекция – это упорный труд. Сахарная свекла. 1957. № 11. С. 21–25.
Семполовский Л. Л. Селекция сахарной свеклы на Уладово-Люлинецкой опытно-селекционной станции в отношении устойчивости против грибных заболеваний. Свекловодство. Т. 1. Биология, генетика и селекция сахарной свеклы / отв. ред. М. П. Панасюк. Киев : Сельхозгиз УССР, 1940. С. 872–878.
Семполовский Л. Л. Уладовская сортоводная станция. Сортоводные станции Сахаротреста / ССУ Сахаротреста. Киев, 1923. С. 329–333.

Сербенюк В.О. (2009). Вплив плантажної оранки та удобрення на родючість осушуваних торфо-глейових ґрунтів і продуктивність багаторічної травосумішки в Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.12. «Сільськогосподарські меліорації». К. 20 с.
Сербии С.С. (1955). Роль величины проростка сахарной свеклы в обеспечении високого урожая. Вопросы и селекция сахарной свеклы. К. Сельхозиздат. С. 24-26.
Сидоренко А.С. (1980). Исследование и разработка способов выращивания маточной свеклы при лежнем посеве в центральной правобережной Лесостепи УССР: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.05 «Селекция и семеноводство». К. 22 с.
Сидоренко В.М., Пастух Н.А. (1986). Фракция семян и урожай. Сахарная свекла. № 3. 42 с.
Сидоров М.И. (1989). И плуг, и плоскорез. Земледелие. № 6. С. 21-25.
Сидоров М.И. (1992). Как относиться к системе земледелия И.Е. Овсинского. Земледелие. № 7-8. С. 44-45.
Силаков Н.И. (1977). О площади питания семенников и величине маточных корней сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 3. С. 313.
Силаков Н.И. (1977). Формирование насаждения сахарной свеклы при выращивании семян в зоне достаточного увлажнения УССР. Автореф. дис. канд. с. - х. наук. 06.01.05. Всесоюзн. сах. св. К. 20 с.
Силаков Н.И., Балан В.Н. (1987). Прогрессивная технология выращивания свекловичных семян. Одесса. Маяк. 142 с.
Силаков Н.И., Добротворцева А.В. (1977). Изучение приемов насаждения сахарной свеклы при выращивании семян в зоне достаточного увлажнения. Селекция, агротехника и защита односемянной сахарной свеклы от вредителей и болезней. К. ВНИС. С. 103.
Сингаевская В.И. (1956). Значение разнокачественности семян сахарной свеклы в развитии корнееда. Бюллетень научно-технической информации ВНИС. К. Вып. 2. С. 16-17.
Синягин И.И. (1972). О продуктивности растений при очень малых и больших площадях питания. Доклады ВАСХНИЛ. № 12.
Сисецкий Е.В. (1963). Выращивание маточной свеклы по способу штеклингов. Пути получения высоких урожаев сахарной свеклы, зерновых и зернобобовых культур. К. ВНИС. С. 77-81.
Сисецкий Е.В. (1964). Безвысадочный способ выращивания семян сахарной свеклы. Вісник сільськогосподарської науки. № 8.
Сисецкий Е.В. (1964). Больше маточных корней при меньших затратах. Сахарная свекла. № 4.
Сисецкий Е.В. (1970). Определения площади питания для мелких корней высадков сахарной свеклы. Пути повышения урожаев сахарной свеклы, зернобобовых и многолетних трав. К. ВНИС. С. 126-128.
Сисецкий Е.В. (1971). Некоторые агротехнические особенности семеноводства полиплоидной сахарной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Сисецкий Е.В. (1971). Формирование насаждений маточной сахарной свеклы в зоне устойчивого увлажнения. В кн. Семеноводство сахарной свеклы. «Колос». М.
Система земледелия для Киевской области. (1983). Ответств. за выпуск Настенко В.Ф., Ситник А.Н. К. Областные упр. с.х. Укр НИИЗ. 200 с.
Сінченко В.М. (2010). Цукрові буряки: історія, сорти і гібриди, технологія, виробництво. К. ІЦБ НААН України. 186 с.
Сірий А.І., Сірий А.А. (1988). Жива речовина ґрунту як фактор його родючості. Відтворення родючості ґрунтів в ґрунтозахисному землеробстві. К. ПФ «Оранта». С. 259-265.
Скрябін Ю.М. (1993). Вплив агротехнічних факторів на забур'яненість посівів та конкурентну здатність пшениці озимої. Наукові основи ведення с.г. України в сучасних умовах. К. ІЗ НААНУ. 4.2. 76 с.
Слезкин П.Р. (1923). Культура сахарной свеклы. Спутник свекловода. К.
Сливченко А.М., Моргун А.В., Яценко А.О. і ін. (2004). Що сіяти виробникам сировини. Цукрові буряки. № 2. С. 6-7.
Сливченко О. А. Генетично модифіковані толерантні до фосфінотрицину цукрові буряки як нова форма вихідного матеріалу для селекції: автореф. дис. … канд. с.-г. наук: спец. 06.01.05. «Селекція та насінництво». К., 2001. 19 с.
Смаглий А.Ф., Бульбатко Г.В. (1986). Отзывчивость свеклы на питание и обработки почвы. Сахарная свекла. № 2. С. 32-33.
Смірних В.М. (1997). Біологічне обґрунтування прийомів захисту сходів цукрових буряків від шкідників в умовах Центрального Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.00.22. «Ентомологія». К. 24 с.
Снегур Г.П. (1972). Изучение влияния способов посева, сроков и способов уборки семенников полиплоидных гибридов сахарной свеклы. Селекция, генетика, агротехника, механизация и экономика сахарной свеклы. К. С. 38-40.
Снегур Г.П. (1973). Улучшающий отбор на семенниках полиплоидных сортов. Сахарная свекла. № 12.
Снегур Г.П. (1975). Особенности семеноводства полиплоидных гибридов сахарной свеклы. Тр. ВНИС. К.
Снегур Г.П., Трофименко М.С., Пинчук П.Д. (1972). Сроки уборки семенников полигибридов сахарной свеклы. Селекция и семеноводство. № 5. С. 67-69.
Снытко А.И. (1978). Формирование урожая сахарной свеклы в западной Сибири. Новосибирск. Наука. 231 с.

Соколов Н.С. (1935). Общее земледелие. Учебное пособие для сельскохозяйственных вузов. М. Сельхозгиз. 665 с.
Сологуб О.М. (2003). Формування продуктивності сої залежно від рівнів інтенсивності технологій в умовах північного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. Вінниця. Вип. 51. С. 110-114.
Сологуб Ю.М. (2002). Критерий оценки маточных посевов сахарной свеклы. Сборник научных трудов ВДАУ. Винница. Вып. 13. С. 9-12.
Сонець Т. Д., Присяжнюк О. І., Гринів С. М., Коровко І. І. (2016). Оцінка екологічної стабільності та пластичності нових гібридів цукрових буряків. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ, Вип. 2. С. 148–159.
Сорока В.І., Мартинюк І.В., Примак І.Д., Вахній С.П. та ін. (2000). Технологія вирощування с.-г. культур у проміжних посівах Лісостепу України. Рекомендації. Біла Церква. 37 с.
Сорти і гібриди Веселоподільської ДСС ІЦБ НААНУ: каталог-довідник. (2008). Авт.-упорядн. Матвієць В. та ін. К. 12 с.
Сорти пшениці м'якої озимої Білоцерківської селекції: каталог- довідник. (2008). Авт.-упорядн. Л.А. Бурденюк-Тарасевич. Біла Церква. 20 с.
Станков Н.З. (1964). Корневая система полевых культур. М. Колос. 280 с.
Степаненко Г.С. (1973). Методы выведения сортов сахарной свеклы для условий Киргизии. Автореферат диссертации. К.
Степанов В.Н., Лукьянчук В.И. (1947). Семеноводство зерновых культур в колхозах Сельхозгиз. М.
Сторожик Л.І. (2002). Вплив інсектицидів на розвиток рослин. Цукрові буряки. № 3. С. 14-15.
Сторожик Л.І., Грищенко О.М. (2010). Посівні якості однорісткового насіння цукрових буряків, обробленого захисно-стимулюючими речовинами. Зб. наук. праць. К.: ІЦБ УААН. Вип. 11. С. 338-342.
Сторожук В.В. (2004). Продуктивність ячменю ярого за різних технологій вирощування в Поліссі. Зб. наук. праць Інституту землеробства НААНУ. К. Спецвипуск. С. 104-107.
Сторожук В.В. (2005). Продуктивність ячменю ярого за різних рівнів удобрення в Поліссі. Зб. наук. праць Інституту землеробства НААНУ. К. Вип. 3. С. 70-74.
Сторона И.Г. (1966). Общее семеноведение полевых культур. Изд. «Колос». М.
Строна И.Г. (1964). Разнокачественность семян полевых культур и ее значение в семеноводческой практике. Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. М. Наука. С. 101-102.
Строна И.Г. (1966). Общее семеноведение полевых культур. М. Колос. 325 с.
Строна И.Г., Убоженко А.Р. (1970). Значение крупности семян в семеноводстве. Селекция и семеноводство. № 1. С. 10-12.
Ступаков В.П. (1977). Справочник по сорнякам. К. Урожай. 152 с.
Сукачев В.Н. (1925). Экспериментальная фитосоциология и ее задачи. Ленинград. Уч. записки Ленинградского СХИ. Т. II. С. 31-34.
Султанский А.А., Корниенко В.А. (1975). Урожай семян полиплоидных гибридов в зависимости от сроков уборки семенников. Совершенствование приемов в семеноводстве сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 99-101.
Султанский А.А., Лободин О.К., Корниенко В.Л. (1987). Выращивание семян суперэлиты и элиты в южных орошаемыъ районах Украины. Новые приемы в семеноводстве сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 65-72.
Султанский А.А., Федоряка М.Ф. (1982). Эффективность семян сахарной свеклы при внедрении прогрессивных приемов в совхозе «Пархомовский». Пути повышения эффективности производства семян сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 93-99.
Сусидко П.И., Федько И.А. (1980). Агротехническое обоснование мер борьбы с основными вредителями озимой пшеницы. Повышение продуктивности озимой пшеницы. Днепропетровск. С. 137-144.
Сущевич А.В. (1966). Влияние площади питания, удобрений, чеканки и пинцировки на рост, развитие и продуктивность семенников сахарной свеклы. Вестник Академии наук БССР. № 3.
Табенцкий А.А. (1968). Анатомия и морфология сахарной свеклы. Биология и селекция сахарной свеклы. М. Колос. С. 69-133.
Тарасов Н.А. (1990). Рост и формирование продуктивности орошаемой озимой пшеницы при комплексном применении элементов интенсивной технологии ее возделывания в северной Степи УССР: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09. «Растениеводство». К. 17 с.
Татарико А.Г. (1986). Почвозащитное земледелие на склоновых землях Лесостепной зоны Украины: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра с.-х. наук: спец. 06.01.01. «Общее земледелие». К. 45 с.
Татарико А.Г. (1990). Эффективность контурно-мелиоративного земледелия. Земледелие. № 7. С. 27-30.
Татарико А.П., Кончаков А.В., Миронов Г.И. и др. (1987). Альтернативы контурно-мелиоративной системе земледелия нет. Земледелие. №8. С. 44-47.
Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. (1979). Практикум по микробиологии. М. Колос. 216 с.
Тилик А.И. (1987). Продуктивность семенников сахарной свеклы в зависимости от способов зяблевой обработки почвы в зоне достаточного увлажнения Лесостепи Украины: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.05 «Селекция и семеноводство». К. 23 с.
Тимирязев К.А. (1938). Жизнь растений. М. Сельхозгиз. С.183.

Тимошенко С.М. (1984). Разработка элементов сортовой агротехники выращивания сахарной свеклы на примере гибрида Юбилейный для условий Левобережной Лесостепи УССР: автореф.дис. на соискание учен.степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.14 «Технические культуры». К. 20 с.
Тимошенко С.М., Шаповал Н.П. (1983). Влияние размера фракции семян гибрида «Юбилейный» на полевую всхожесть. Вестник сельскохозяйственной науки. № 6. С. 32-33.
Тимощук О.С. (1995). Порівняльна ефективність моделей інтенсивної і альтернативної технології вирощування пшениці озимої в умовах північного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук. Спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 24 с.
Тищенко Е. Н., Моргун Б. В. Экспрессия трансгенов, проблемы и стратеги для практического применения. Физиология и биохимия культурних растений. 2004. Т. 36, № 4. С. 279 291.
Тітенко А.О. (2004). Продуктивність ячменю ярого залежно від способу обробітку ґрунту та використання проміжної культури. Землеробство: міжвід. наук. тем. зб. К. ЕКМО. Вип. 76. С. 47-51.
Ткалич И.Д. (1989). Биологические и технологические основы возделывания озимой пшеницы с промежуточными культурами на орошаемых землях Степи Украины: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра с.-х. наук: спец. 06.01.09. «Растениеводство». К. 33 с.
Ткаченко А.Н., Зубенко В.Ф., Загородний Г.Д. и др. (1990). Агрономическая тетрадь по интенсивным технологиям производства сахарной свеклы. Под ред. А.Н. Ткаченко, В.Ф. Зубенко. 2-е изд. К. Урожай. 168 с.
Ткаченко О.Г., Роик М.В. (1988). Украинская интенсивная технология выращивания сахарной свеклы. К. Академпресс. С. 190.
Тржембинский М. (1912). Безплоидные и многолетние высадки сахарной свеклы. Вестник сахарной промышленности. № 3. С. 21-25.
Трибель С.О. (2006). Стійкі сорти: проблеми і перспективи. Насінництво. № 4. С. 18-20.
Тригуб А.А. (1996). Люцерна в свекловичном севообороте. Сахарная свекла. № 10. С. 17-18.
Трофименко М.С. (1967). Выращивание маточной свеклы способом штеклингов. Сахарная свекла. № 5. С. 17-18.
Трунова Т.И. (1969). Лабораторные методы определения морозостойкости озимых культур. В кн. Методы определения морозо- и зимостойкости озимых культур. М. Колос. С. 170-178.
Туманов И.И. (1967). Исследования зимостойкости растений. Сельскохозяйственная биология. Т. 2. Вып. 5. С. 61-67.
Уліч О.Л. (2001). Агробіологічні властивості нових сортів пшениці озимої. Вісник с.-г. науки. № 7. С. 23-26.
Уліч О.Л. (2005). Зимостійкість сучасних сортів пшениці озимої. Вісник с.-г. науки. № 5. С. 86-90.
Умрихін Н.Л. (2009). Оптимізація елементів технології вирощування цукрових буряків в умовах північного Степу України: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 18 с.
Устименко А.С., Данильчук П.В., Гвоздиковская А.Т. (1975). Корневые системы и продуктивность с.-х. растений. К. Урожай. 180 с.
Федоренко В.П. (1998). Ентомокомплекс на цукрових буряках. К. Аграрна наука. 170 с.
Федоров О.І., Снігур Г.П., Кулик Г.К. (1961). Вирощування та використання гібридного насіння цукрових буряків. К. Сільгоспвидавництво. С. 30-45.
Федоров А.И. (1962). Выращивание маточной свеклы способом штеклингов. Сахарная свекла. № 1. С. 23-26.
Федоров А.И. (1962). Сорта и гибриды сахарной свеклы, основные приемы их поддержания и улучшения. Агротехника выращивания сахарной свеклы на семена. Сельхозиздат. М.
Федоров А.И., Балан В.Н. (1970). Особенности роста и развития высадков односемянной сахарной свеклы, выращенной на разных фонах удобрения. Труды ВНИС. К.
Федоров А.И., Балан В.Н. (1971). Агротехническая эффективность фона питания при выращивании маточной свеклы и семенников односемянной диплоидной й полиплоидной сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 47-53.
Федоров А.И., Балан В.Н. (1971). Значение фона питания в семеноводстве односемянной сахарной свеклы. Труды ВНИС. К.
Федоров А.И., Балан В.Н. (1972). К вопросу проведения улучшающих отборов на высадках односемянной сахарной свеклы в производственных условиях. Тр. ВНИС. К.
Федорова Н.А. (1972). Зимостійкість і врожайність пшениці озимої. К. Урожай.
Федорова Н.А. (1972). І стратегія і тактика. Хлібороб України. № 9. С. 20-21.
Федорова Н.А., Головащук Ж.Т., Соколенко М.В. (1973). Вплив агротехнічних заходів на підвищення якості пшениці озимої сорту Миронівська 808 в зоні Полісся та в районах достатнього зволоження Лісостепу України. Вісн. с.-г. науки. № 6. С. 31-38.
Федулова Т. П. Геномная идентификация линий и гибридов сахарной свеклы на ЦМС-основе с помощью RAPD-маркеров. Інститут цукрових буряків УААН: Зб. наук. пр. 2010. Вип. 11. С. 120 125.
Федулова Т. П. Федорин Д. Н., Богомолов М. А. и др. Молекулярно-генетическая оценка перспективных сортообразцов свёклы рода BETA. Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2017. № 4. С. 82.
Федулова Т. П., Богомолов М. А., Федорин Д. Н. Применение метода микросателлитных маркеров для изучения генетического разнообразия свеклы рода Beta. Сахарная свекла. 2017а. № 4. С. 19 22.

Филимонов В.А., Бамбура А.М., Бехтярский Р.Н. и др. (1981). Справочник свекловода. Одесса. Маяк. 144 с.
Фисюнов А.В. (1984). Сорные растения. М. Колос. 320 с.
Фисюнов А.В., Турчин В., Матюха Л. и др. (1973). Борьба с сорняками в посевах озимых. Земледелие. № 9. С. 31-35.
Флягіна В.М. (1973). Врожай і якість сортів пшениці озимої. Дніпропетровськ. Промінь. 120 с.
Франкфурт С.П. (1912). Важнейшие результаты опытов по культуре сахарной свеклы за 1901-1910 гг. К.
Фурманець М.Г. (2007). Вплив попередників і добрив на продуктивність пшениці озимої в короткоротаційних сівозмінах Західного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 20 с.
Ханган А.С. (1964). Пути повышения продуктивности односемянной сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 2.
Ханган А.С. и др. (1976). Безвысадочный способ выращивания семян сахарной свеклы в Молдавии. Сельское хозяйство Молдавии. № 6.
Харечко-Савицкая Е. И. К проблеме перекрестного опыления. Киев, 1929. 103 с.
Харечко-Савицкая Е. И. Свекловодство. Киев : Изд-во колхоз. и совхоз. лит. 1940. Т. 1. С. 453–550.
Хебер У. (1964). Биохимические и физиологические аспекты морозоустойчивости растений. В кн. Клетка и температура среды. «Наука». М. Л.
Хелемский М.З. (1964). Технологические особенности односемянной сахарной свеклы. Труды ВНИС. К.
Хильницький О.М. (1998). Ефективність способів основного обробітку грунту під цукрові буряки в правобережній частині Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 18 с.
Хильницький О.М., Земляний О.І., Кузь В.В. (2002). Причини недобору врожаю пшениці озимої в Правобережному Лісостепу. Цукрові буряки. № 1. С. 8-9.
Хильницький О.М., Пятківський М.К., Юрчак В.П. (2002). Горох у бурякових сівозмінах. Цукрові буряки. № 3. С. 13-14.
Хлесткина Е. К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 17, № 4/2. С. 1044 1054.
Хомяк П.В. (2007). Оптимізація обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах із соняшником у Південному Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 20 с.
Храпійчук П.П., Бобер А.Ф., Храпійчук І.П. (2003). Вирощування багаторічних бобових культур на насіння в зоні Полісся України. Вісник ДАУ. Житомир. № 2. С. 66-74.
Храпійчук П.П., Храпійчук І.П. (2004). Бобові культури в землеробстві Полісся України. Вісник ДАУ. Житомир. № 2. С. 34-36.
Хрулев А.В. (1999). Продуктивность зерновых и пропашных культур в зависимости от технологии двухъярусной плоскорезной обработки почвы в Центрально-черноземной зоне. Сб. научн. трудов ВНИИСС. Рамонь. С. 45-49.
Хуан Б., Дуань Я., Сун Б. И, Л. и др. Характеристика и изучение экспрессии гена гидроксилазы коричной кислоты, участвующей в биосинтезе розмариновой кислоты у Salvia miltiorrhiza. Физиология растений. 2008. Т. 55, № 3. С. 431 440.
Хучуа К.Н. (1957). Влияние сроков сева маточной свеклы на урожай семян. Сахарная свекла. № 6. С. 41-44.
Хучуа К.Н. (1959). Влияние черного пара на урожай и качество маточной свеклы, свекловичных семян и фабричной свеклы. Труды ВНИС. К.
Хучуа К.Н. (1960). Влияние условий выращивания маточной свеклы на урожай семян и их породные свойства. Агробиология. № 1.
Хучуа К.Н. (1962). Основное удобрение семенников сахарной свеклы. Сахарная свекла. № 8.
Хучуа К.Н. (1965). Летний посев маточной свеклы как фактор повышения качества семян и их продуктивности в условиях Алтайского края. Наука и передовой опыт - производству. К. ВНИС. С. 80-84.
Хучуа К.Н. (1971). Летние посевы односемянной маточной сахарнойсвеклы в условиях орошаемого и неорошаемого земледелия. Агротехника выращивания семян сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 106-116.
Хучуа К.Н. (1972). Удобрение маточной свеклы. Сахарная свекла. № 1
Хучуа К.Н., Каркузаки Л.И. (1968). Влияние размера высадочных корней на семена. Сахарная свекла. № 4. С. 28.
Хучуа К.Н., Куликовская М.П. (1971). Влияние переопыления высадков сахарной свеклы от крупных и мелких корней на урожай и их продуктивность. Агротехника выращивания семян сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 179-184.
Цандур М.О. (2009). Агроекологічні основи вирощування озимих зернових культур у Південному Степу України: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 40 с.
Цвей Я.П. (2007). Біоенергетична оцінка короткоротаційних сівозмін. Цукрові буряки. № 2. С. 15-17.
Цвей Я.П., Горобець А.М. (2006). Продуктивність короткоротаційних сівозмін у Лісостепу України. Цукрові буряки. № 6. С. 10-11.
Цвей Я.П., Касянчук Ф.П. (2004). Використання пожнивної культури гірчиці при вирощуванні цукрових буряків. Цукрові буряки. № 3. С. 14-15.

Цвей Я.П., Недашківський О.І., Горобець Н.А. (2003). Продуктивність цукрових буряків у короткоротаційних сівозмінах. Цукрові буряки.. № 6. С. 10-12.
Цехмейструк М.Г. (2001). Урожай і якість зерна вівса залежно від технології вирощування в умовах Північного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 18 с.
Цигода В.С. (1998). Ефективність добрив залежно від розміщення цукрових буряків у сівозміні. Зб. наук. пр. Уманської с.-г. академії. Умань. С. 42-46.
Цигода В.С. (1999). Водопроникність ґрунту залежно від системи удобрення в польовій сівозміні і глибини оранки. Зб. наук. пр. Уманської с.-г. академії. Умань. С. 159-162.
Циков В.С., Льоринець Ф.А. (1997). Ефективність основного обробітку ґрунту в зерно-просапній сівозміні. Вісн. аграр. науки. № 10. С. 19-22.
Чайка А.М. (1998). Результата вивчення вихідного матеріалу з селекції пшениці озимої на Білоцерківській ДСС. К. ІЦБ НААНУ. С. 104-110.
Чарник Э.В., Зубцова А.В. (1972). Скороспелость тетраплоидных семенников и ее сопряженность с утилитарными признаками маточних корнеплодов. Тр. СКФ ВНИС. Краснодар. С. 41-44.
Часовенная А.А. (1975). Основы агрофитоценологии. Л. Изд-во ЛГУ. 186 с.
Чекалин Н. М., Тищенко В. Н., Баташова М. Е. Генетика как теоретическая основа селекции сельскохозяйственных культур: Методы получения генетически модифицированных растений. Селекция и генетика отдельных культур. Полтава, 2009. 175 с.
Чекалин Н. М., Тищенко В. Н., Баташова М. Е.Генетика как теоретическая основа селекции сельскохозяйственных культур: Методы получения генетически модифицированных растений. Селекция и генетика отдельных культур. URL: http://agromage.com/stat_id.php?id=451.
Черкашин М.В. (1998). Эффективность различных приемов. Сахарная свекла. № 5. С. 33-34.
Чернавский Н.П. (1975). Оптимальная густота насаждения маточной свеклы в ЦЧО. Сахарная свекла. № 2. С. 35-36.
Черната Д.М. (1976). Особенности развития тетраплоидных семенников при различной площади питания. Сахарная свекла. № 11. С. 21-22.
Чернишев О.Т., Островський Л.JL, Моторикіна Т.О. (1992). Способи вирощування насіння Льговського гібрида ЧС 6. Удосконалення прийомів насінництва цукрових буряків. К. ІЦБУААН. С. 35-39.
Чернышев А.Т. (1999). Агротехнические основы интенсивной технологии производства семян сахарной свеклы в условиях ЦЧВ России. Автореф. дис. д-ра с.-х. наук: 06.01.05. Всерос. НИИ сах. св. и сахара. Рамонь. С. 37.
Чернышев А.Т., Островский Л.Л., Моторина Г.А. (1992). Способы выращивания семян Льговского гібрида ЧС 6. Усовершенствование примов семеноводства сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 35-39.
Чернышев В.А., Вальгауз Э.Г. (1972). Эффективность различных систем обработки почвы в севообороте. Теоретические вопросы обработки почв. Л. С. 124-126.
Чесалин Г.А. (1975). Сорные растения и борьба с ними. М. Колос. 180 с.
Чуданов И.А. (1997). Минимализация обработки черноземов. Земледелие. № 4. С. 15-18.
Чуйко А.М. (1995). Продуктивність культур ланки зерно-бурякової сівозміни з багаторічними травами при довготривалому використанні добрив у західних областях України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 24 с.
Шаповал А.П. (1984). Влияние удобрений, способов обработки и предшественников на урожай сахарной свеклы в условиях Левобережной Лесостепи. Агрохимия. № 9. С. 53-58.
Шапошников И.И. (1934). Культура высадков сахарной свеклы. Харьков. Сельхозиздат. С. 33-35.
Шатилов И.С. (1975). Методика исследований при постановке балансовых полевых опытов В кн. Программирование урожаев с.-х. культур. М. Колос. С. 57-68.
Шатилов И.С. (1990). Экология и программирование урожайности. Вестн. с.-х. науки. № 4. С. 37-45.
Швайко К. П. Уладово-Люлинецкая опытно-селекционная станция. Хронологический справочник 1888–1978. [Б. м.], 1978. 40 с.
Шевченко А.Г. (1975). Площадь питания семенников сахарной свеклы в условиях Краснодарского края. Совершенствование технологических приемов в семеноводстве сахарной свеклы. К. ВНИС. С. 142-144.
Шевченко А.Г. (1980). Оптимизация системы технологических приёмов безвысадочного семеноводства гетерозисных гибридов сахарной свеклы: Автореф. дис. д-ра с.-х. наук: 06.01.05. Всерос. НИИ сахар. св. и сахара. Рамонь. 46 с.
Шевченко А.Г., Добротворцева А.В. (1982). Биолого-морфологические особенности и продуктивность семенников сахарной свеклы в связи с площадью питания и размерами корнеплодов. Селекцця и агротехника на Северном Кавказе. К. ВНИС. 62 с.
Шевченко А.Г., Палапина Л.М. (1986). Продуктивность маточной свеклы и семенников и густота насаждения. Сахарная свекла. № 4. С. 35-36.
Шевченко І.П., Коломієць С.С. (1998). Динаміка вертикального вологообміну ґрунтів при різних способах їх обробітку у системі контурно-меліоративного землеробства. Вісн. аграр. науки. № 6. С. 5-9.

Шевчук Е.А., Поехало Б.И. (1983). Теоретические предпосылки загущенного выращивания маточной свеклы и семенников. Повышение продуктивности односемянной сахарной свеклы в условиях Правобережья УССР. К. ВНИС. С. 69-73.
Шибаев М.П., Гавва И.А., Коломиец А.П. (1977). Особенности свекловодства США. Обзорная информация. М. 64 с.
Шикула Н.К. (1983). Земледелие без плуга. Земледелие. № 11. С. 51-56.
Шикула Н.К., Гнатенко А.Ф. Закономерности изменения элементов плодородия под влиянием почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Генезис и плодородие земледельческих почв. Горький: Изд-во ГСХИ. 1983. С. 73-75.
Шикула Н.К., Назаренко Г.В. (1990). Минимальная обработка черноземов и воспро-изводство их плодородия. М. Агропромиздат. 320 с.
Шиманская Н.К. (1984). Минимальная обработка почвы. Сахарная свекла. № 7. С. 19-20.
Шкаредний І.С. (2001). Творче застосування сівозміни. Цукрові буряки. № 3. С. 17-18.
Шкаредний І.С. (2002). Сумісність культур - основа правильної сівозміни. Цукрові буряки. № 1. С. 10-11.
Шкаредный И.С., Горобец А.Н., Горобец А.А. (2000). Севооборот и удобрения против засухи. Сахарная свекла. № 4-5. С. 16-17.
Шкаровский П.И., Витриковский П.И. (1983). Удобрения под планируемый урожай. Сахарная свекла. № 1. С. 22-23.
Шляхтуров Д.С. (2008). Урожайність квасолі звичайної залежно від технології вирощування і погодних умов. Зб. наук. праць ННЦ «ІЗ НААНУ». К. Вип. 3-4. С. 85-89.
Шматько И.Г. (1958). Применение органоминеральной смеси под свекловысадки. Бюллетень по физиологии растений. № 4.
Шматько И.Г. (1959). Ефективність органомінеральних сумішей добрив при внесенні їх під висадки цукрових буряків. Вісник сільськогосподарської науки. № 6.
Шматько І.Г. (1974). Посухостійкість і врожай пшениці озимої. К. Урожай. 210 с.
Шморгун О.В. (2000). Оптимізація умов формування високопродуктивних посівів ячменю ярого в зоні північного Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 20 с.
Шпак М.В. (1992). Отзывчивость сахарной свеклы на изменение доз удобрений и густоты насаждения в звеньях севооборота: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09. «Растениеводство». К. 18 с.
Штайко Д.А., Нонь А.К., Роговой Ю.Н. (1967). Безвысадочный способ выращивания семян сахарной свеклы в орошаемых условиях. В сб. Орошаемое земледелие. К. В. 2.
Шубенко Н.П. (2002). Зв'язок урожайності ячменю з метеорологічними умовами вегетаційного періоду. Н.П. Шубенко. Науково-технічний бюлетень МІП. К. Аграрна наука. Вип. 2. С. 127-141.
Шутейко И.А. (1962). Сроки посева маточной свеклы безвысадочной культуры. Сахарная свекла. № 5.
Шутенко І.О. (2005). Збирання насінників цукрових буряків із застосуванням нових десикантів. Зб. наук. праць. К. ІЦБ. С. 353-360.
Щербакова В.И. (1981). Минимальная обработка пара. Земледелие. № 3. С. 22-23.
Юла В.М. (1998). Особливості технології вирощування ярої твердої і м'якої пшениці в умовах Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 20 с.
Юрченко А.І. (2009). Оптимізація елементів технології вирощування високоякісного насіння пшениці озимої в умовах Центрального Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.14. «Насінництво». К. 20 с.
Юрьев В.Я., Строна И.Г. (1961). Пути улучшения качества семян. Селекция и семеноводство. № 3.
Юхновский А.И. (2004). Формирование урожая и качества семян сахарной свеклы зависимо от приемов выращивания компонентов МС гибридов. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. К. С-18.
Яворский А.Г. (1973). Биологические основы повышения эффективности агротехнических и химических приемов в борьбе с сорняками в условиях Полесья Украины: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра с.-х. наук: спец. 06.01.01. «Общее земледелие». К. 45 с.
Яворский А.Г. (1988). Дифференциация обработки почвы в Лесостепи Украины. Земледелие. № 3. С. 8-10.
Якименко В.М. (1996). Баланс елементів живлення та зміна родючості ґрунту під впливом зерно-бурякових сівозмін, обробітку ґрунту та добрив. Основні висновки науково-дослідних робіт за 1994 рік. К. ІЦБ НААНУ. Вип. 2. С. 13-20.
Якименко В.М., Барштейн Л.А., Одрехівський А.Ф. (1999). Ефективність системи удобрення. Цукрові буряки. № 4. С. 8-9.
Якименко В.М., Барштейн Л.А., Шкаредний І.С. та ін. (2000). Вплив умов вирощування сільськогосподарських культур на їх урожайність та використання елементів живлення. Зб. наук. праць ІЦБ НААНУ. К. Аграрна наука. Вип. 2. С. 58-65.
Якименко В.Н. (1990). Обоснование способов основной обработки почвы в севооборотах с сахарной свеклой Лесостепи Украины: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра с.-х. наук: 06.01.01. «Общее земледелие». К. 45 с.

Якименко И.А. (1960). Механизация трудоемких процессов в свекловичном семеноводство. Сахарная промышленность. № 8.
Якименко И.А. (1969). Площадь питания семенников сахарной свеклы в Центральной Черноземной зоне. М. С. 206-208.
Якименко И.А. (1971). Площадь питания семенников сахарной свеклы в Центральной Черноземной полосе. Площадь питания и нормы высева зерновых, технических и кормовых культур. М. Колос. С. 206-208.
Якименко И.А. (1982). Семеноводство сахарной свеклы. М. Россельхозиздат. С. 143.
Яковлев Н.Н. (1966). Климат и зимостойкость озимой пшеницы Л. Гидрометиздат. 185 с.
Якусик М.М., Заришняк А.С. (2003). Вплив форм фосфорних добрив на продуктивність цукрових буряків. Цукрові буряки. № 6. С. 13-14.
Якушкин И.В. (1930). Максимальное удобрение, как способ повышения сбора свекловичных семян. Отчет по опытному полю за 1927/28 гг. Рамонская сортоводная и опытная станция. Выпуск 26.
Янішевський С.Б. (1998). Визначення оптимальних умов реалізації біологічного потенціалу тритикале в Поліссі України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09. «Рослинництво». К. 21с.
Ярошевский П.Е. (1965). Особенности развития корневой системы сахарной свеклы. Сахарная свекла. №7.
Ярошевский П.О. (1931). Комплексно-биологическое изучение свеклы на пути к применению в практике селекции и агротехнике. Научные записки из сахарной промышленности. К. ВНИС. Т. XIV. С. 47-58.
Ятчук В.Я. (2010). Вплив основного обробітку сірого лісового ґрунту на його родючість та продуктивність культур сівозміни в Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 21 с.
Яценко В.Г. (1963). Способы зяблевой обработки почвы под сахарную свеклу. Сахарная свекла. № 7. С. 33-35.
Яценко В.Г. (1972). Возделывание сахарной свеклы в РСФСР. М. Россельхозиздат. 232 с.
Яценко В.Г. (2008). Вплив ґрунтозахисних технологій на протиерозійну стійкість та родючість чорнозему типового сильнозмитого: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. «Загальне землеробство». К. 22 с.

МОНОГРАФІЯ

БУРЯКИ ЦУКРОВІ – СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ

Монографія розглянута та схвалена до друку Вченою радою Українського інституту експертизи сортів рослин

(протокол № 24 від 29.12.2022)

Рецензенти: **Д.Б. Рахметов**, д-р с.-г. наук, професор, заступник директора з наукової роботи (іннов. розвиток), Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка;

А.В. Мельник, д-р с.-г. наук, професор, Сумський національний аграрний університет, професор кафедри садово-паркового та лісового господарства;

Н.В. Новицька, д-р с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва, Національний університет біоресурсів і природокористування.

Формат 64х90/… Папір офсетний.
Друк цифровий. Гарнітура…….. Умов. друк арк. …. Обл. вид. арк……
Наклад 30 прим. Зам. №….
Віддруковано з оригіналів замовника.
ТОВ «ТВОРИ»
21027 м. Вінниця, вул Келецька, 51а, прим. 143
Тел.: (0432) 603-000, 69-67-69
e-mail:info@tvoru.com.ua
http:// www.tvoru.com.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК №6188 від 18.05.2018 р.