

**ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР**

УДК 57.084:652.631

ББК 42.1

Г 54

Рекомендовано до друку Інститутом біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (протокол № 4 від 25.03.2024 р.)

Авторський колектив:

В. М. Сінченко, М. Я. Гументик, О. М. Ганженко, В. І. Кравчук, Я. Д. Фучило,
Л. А. Правдива, А. В. Фурса, В. М. Квак, О. В. Балагура, В. А. Фурман, М. М. Харитонов,
В. М. Кателевський, С. М. Мандровська, А. М. Шувар, О. М. Атаманюк, О. І. Замойський,
Ю. А. Пастух, О. Ю. Бордусь, Г. І. Пиріг, Ю. А. Шафаренко, В. М. Гументик.

Рецензенти: Саблук В.Т. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Лопушняк В.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор;
Іваніна В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор;

Г 54 Технології вирощування біоенергетичних культур /За редакцією д. с.-г. наук, с.н.с.
М. Я. Гументика / [В.М. Сінченко, М.Я. Гументик, О.М. Ганженко, В.І Кравчук,
Я.Д. Фучило, Л.А. Правдива, А.С. Фурса, В.М. Квак, О.В. Балагура, В.А. Фурман,
М.М. Харитонов, В.М. Кателевський, С.М. Мандровська, А. М. Шувар, О.М. Атаманюк, О.І.
Замойський, О.Ю. Бордусь, Г.І Пиріг, Ю.А. Шафаренко, В.М. Гументик.]. 2024. 241 с.

ISBN 978-617-8171-78-0

Розглянуто питання агротехнічних та екологічних основ технології вирощування високопродуктивних культур на біоенергетичні цілі. На основі комплексних наукових досліджень розроблені ефективні елементи технології вирощування біомаси. Наведено вимоги до строків сівби, садіння та показників якості виконання основного, передпосівного обробітків ґрунту та догляду за посівами. Обґрунтовано особливості створення й експлуатації енергетичних плантацій. Визначено пріоритети розвитку біоенергетики в Україні на період до 2035 року.

Монографія розрахована на науковців, студентів сільськогосподарських навчальних закладів, керівників та спеціалістів сільськогосподарських підприємств, що вирощують біоенергетичні культури в якості біомаси для виробництва біопалива.

Рекомендовано для студентів денної і заочної форми навчання з підготовки фахівців спеціальності 201 «Агрономія» в аграрних вищих навчальних закладах.

УДК 57.084:652.631

ББК 42.1

ISBN 978-617-8171-78-0

© В.М.Сінченко, М.Я. Гументик, О. М. Ганженко, В.І. Кравчук,
Я.Д. Фучило, Л.А. Правдива, А.В. Фурса, В.М. Квак, О.В.Балагура,
В.А. Фурман, М.М. Харитонов, В. М. Кателевський,
С.М. Мандровська, О.М. Атаманюк, О.І. Замойський,
Ю.А. Пастух, О. М. Бордусь, Г.І Пиріг, Ю.А Шафаренко,
В. М. Гументик, 2024. © Інститут біоенергетичних культур і
цукрових буряків НААН України, 2024.

ВСТУП	7
--------------------	----------

РОЗДІЛ І. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ <i>(Гументик М. Я., д. с.-г. наук, с.н.с.)</i>	9
--	----------

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЛАНТАЦІЙ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН <i>(Фучило Я. Д., д. с.-г. наук, професор; Сінченко В. М., д. с.-г. наук, професор, член-кор НААН; Фурман В. А. к.с.-г. наук)</i>	16
2.1. Технологія вирощування енергетичних плантацій верби.....	16
2.1.1. Вибір місця під плантації енергетичної верби	16
2.1.2. Підготовка площі та основний обробіток ґрунту	17
2.1.3. Система удобрення енергетичних плантацій верби	22
2.1.4. Створення енергетичних плантацій верби.....	27
2.1.5. Догляд за енергетичними плантаціями верби	30
2.1.6. Заготівля деревної маси на енергетичних плантаціях верби	36
2.1.7. Рекультивація плантацій.....	38
2.2. Технологія вирощування енергетичних плантацій тополі	39
2.2.1. Вибір місця для створення плантацій та обробіток ґрунту	39
2.2.2. Садивний матеріал тополі	40
2.2.3. Створення плантацій тополі	41
2.2.4. Агротехнічний догляд за енергетичними плантаціями тополі..	45
Список використаних джерел	46

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО <i>(Кравчук В. І. д.т. наук, професор, Квас В. М. к. с.-г. наук, Кателевський В. М. к. с.-г. наук, Замойський О.І.)</i>	53
3.1. Вибір місця під плантацію міскантусу гігантського	53
3.2. Основний обробіток ґрунту	54
3.3. Ранньовесняний обробіток ґрунту	55
3.4. Передсадильний обробіток ґрунту	56
3.5. Садіння ризомів міскантусу гігантського	57
3.6. Показники якості садивного матеріалу міскантусу гігантського ..	59
3.7. Садіння ризомів міскантусу гігантського	61
3.8. Показники якості садіння	65
3.9. Догляд за насадженнями міскантусу гігантського	65
3.10. Досходове боронування	66

3.11. Хімічний спосіб захисту рослин міскантусу гігантського від бур'янів	66
3.12. Міжрядний обробіток ґрунту	67
3.13. Збирання біомаси міскантусу гігантського	70
3.14. Збирання міскантусу гігантського з одночасним подрібненням біомаси (пряме комбайнування)	71
3.15. Роздільне комбайнування	73
3.16. Зберігання біомаси	74
3.17. Ліквідація плантації.....	75
Список використаних джерел	75

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ І ПЕРЕРОБЛЯННЯ ЦУКРОВОГО СОРГО НА БІОПАЛИВО *(Ганженко О. М., д. с.-г. наук, с.н.с., Правдива Л. А., к. с.-г. н., с.н.с. Атаманюк О.М. к.с.-г. наук)*

4.1. Біологічні особливості сорго цукрового як біоенергетичної культури.....	79
4.2. Залежність продуктивності сорго цукрового від сортових особливостей та тривалості вегетації рослин	81
4.3. Технологічні аспекти вирощування та збирання сорго цукрового на енергетичні цілі	84
4.3.1. Місце в сівозміні цукрового сорго	84
4.3.2. Основний обробіток ґрунту	85
4.3.3. Особливості застосування добрив під час вирощування сорго цукрового.....	86
4.3.4. Весняний обробіток ґрунту	90
4.3.5. Сівба насіння цукрового сорго.....	91
4.3.6. Догляд за посівами цукрового сорго	93
4.3.7. Збирання біомаси цукрового сорго	96
4.4. Перероблення біомаси цукрового сорго	100
Список використаних джерел	105

РОЗДІЛ 5. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО «СВІТЧГРАСУ» *(Гументик М. Я., д. с.-г. наук, с.н.с.; Шувар А. М. д. с.-г. наук; Мандровська С. М. к. с.-г. наук)*

5.1. Коротка історія походження та вивчення культури проса прутіподібного (<i>Panicum virgatum</i> L.)	116
5.2. Біологічні та агротехнічні особливості проса прутіподібного ..	117
5.3. Вибір ділянки	122
5.4. Обробіток ґрунту	123
5.5. Основний обробіток ґрунту.....	125

5.6. Ранньовесняний обробіток ґрунту	127
5.7. Передпосівний обробіток ґрунту	127
5.8. Підготовка насіння та сівба проса прутоподібного	129
5.9. Сівба насіння проса прутоподібного	130
5.10. Коткування посівів проса прутоподібного	134
5.11. Догляд за посівами проса прутоподібного	135
5.12. Міжрядний обробіток ґрунту	136
Список використаних джерел	146

РОЗДІЛ 6. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ПАВЛОВНІЇ

<i>(Балагура О.В. д. с.-г. наук, Бордусь О.Ю., к. с.-г. наук; Гументик В. М.)</i>	149
6.1. Стан та аналіз досліджень з технології вирощування павловнії в Україні.....	149
6.2. Біологічні особливості та систематичне положення роду <i>Paulownia</i>	154
6.3. Методи розмноження садивного матеріалу та умови створення енергетичних плантацій павловнії.....	161
6.4. Елементи технології вирощування павловнії в Україні.....	165
6.4.1. Особливості поливу рослин павловнії на плантаціях	166
6.4.2. Пасинкування пагонів на стовбурі павловнії	171
6.4.3. Технологічний зріз стовбура павловнії.....	172
6.4.4. Вимоги рослин павловнії до ґрунту, добрив та світла.	173
Список використаних джерел	176

РОЗДІЛ 7 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР НА МАРГІНАЛЬНИХ ЗЕМЛЯХ У СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

<i>(Харитонов М. М., д. с.-г. наук, професор; Гументик М.Я., д. с.-г. наук, с.н.с.; Пиріг Г. І., к. е. наук)</i>	180
7.1. Оцінка продуктивного потенціалу сортів міскантусу при вирощуванні на еродованих ґрунтах	180
7.2. Характеристика природно-кліматичних умов в районі розташування Покровського стаціонару рекультивації порушених земель ДДАЕУ	185
7.3. Оцінка продуктивного потенціалу міскантусу при вирощуванні на гірських породах	187
7.4. Оцінка продуктивного потенціалу проса прутоподібного при вирощуванні на гірських породах.....	193
7.5. Оцінка продуктивного потенціалу сортів цукрового сорго при вирощуванні на гірських породах.....	197

7.6. Оцінка продуктивного потенціалу тополі при вирощуванні на техноземі.....	198
Список використаних джерел	204

РОЗДІЛ 8 ПРІОРИТЕТИ РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ В

УКРАЇНІ (<i>Фурса А. В. к. е. наук, с .н. с.; Шафаренко Ю. А., Пастух Ю. А. к.е. наук</i>).....	206
Список використаних джерел	215

ТЕРМІНИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ	217
--	------------

<i>Додаток 1</i>	<i>223</i>
------------------------	------------

<i>Додаток 2</i>	<i>228</i>
------------------------	------------

<i>Додаток 3</i>	<i>233</i>
------------------------	------------

<i>Додаток 4</i>	<i>238</i>
------------------------	------------

<i>Додаток 5</i>	<i>240</i>
------------------------	------------

ВСТУП

З початку промислової революції, менш ніж за три століття, людство використало більше половини викопного палива, яке нагромаджувалось в надрах землі протягом сотень мільйонів років. Розуміння про обмеженість цього ресурсу спричинило швидкі зміни у підходах до його використання і пошуку відповідної альтернативи. Додатковий імпульс у пошуку нових рішень в галузі використання енергії зумовили глобальні зміни клімату та їх негативний вплив на біосферу. Тому, більшість розвинутих країн надають пріоритет пошуку та використанню нових відновлювальних джерел енергії, серед яких значне місце займає біопаливо для виробництва якого використовується біомаса цілого ряду біоенергетичних культур.

Україна багата земельними ресурсами, серед яких значну частину становлять низькопродуктивні та деградовані ґрунти, що підлягають рекультивації і які можливо залучити до вирощування таких культур. Потреба в локальних джерелах теплової та електричної енергії, одержаної від переробки місцевих видів палива має зростаючу тенденцію, обумовлену економічними факторами розвитку країни. Наступною проблемою, що склалася на ринку виробництва біопалива в Україні, є те, що виробники відчують нестачу якісної сировини для переробних підприємств у певні періоди року. Для стабільного завантаження виробничих потужностей біопаливних заводів та забезпечення сировиною твердопаливних котелень в сільській місцевості необхідна відповідна кількість біомаси. Отже, вирощування біомаси високопродуктивних біоенергетичних культур та використання біопалива дозволять поповнити енергобаланс сільських підприємств і регіонів, що значною мірою знизить енергетичну залежність від імпортованого викопного палива.

Дану проблему можливо вирішити завдяки створенню енергетичних плантацій високопродуктивних культур з високою врожайністю біомаси. Серед широкого спектру культур, які є сировиною для виробництва біопалива, значна увага приділяється

спеціальним високопродуктивним енергетичним культурам, які є новими для українських сільгоспвиробників. Таким, як енергетична верба, тополя, павловнія, міскантус, просо прутоподібне, цукрове сорго, біомаса яких є найбільш придатною сировиною для виробництва твердих видів біопалива. Особливої уваги заслуговують багаторічні злакові культури, які здатні нагромаджувати значні обсяги біомаси за рахунок фотосинтезу, що відбувається впродовж тривалого періоду – від ранньої весни до пізньої осені.

У зв'язку з підвищеним попитом на рослинну сировину виникає нагальна проблема розширення промислових площ під біоенергетичними культурами для виробництва біопалива, а також необхідність розробки ефективних технологій їх вирощування і переробки біосировини на біопаливо. Вирішенню цих проблем і присвячена дана публікація.

РОЗДІЛ І. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ

(Гументик М. Я. д. с.-г. наук, с.н.с.)

Нестримне підвищення вартості енергоресурсів, нафти, вугілля та природного газу веде до зростання тарифів на електроенергію і підвищення вартості комунальних послуг. Переважна кількість існуючих муніципальних котелень працює поки що на природному газі, ціна якого значно вище тарифу, який встановлений для населення, а збитки підприємствам покриваються за рахунок бюджетних субвенцій. Сотні сільських населених пунктів, сільськогосподарських підприємств та фермерських господарств ще недостатньо забезпечені електричною та тепловою енергією. Істотно також, збільшується частка енергоресурсів в собівартості промислових товарів, сільськогосподарської сировини та продукції.

Для вирішення даних проблем експертами та науковцями ведеться активний пошук ефективного використання альтернативних поновлюваних джерел енергії. Однією з найперспективніших складових відновлювальної енергетики стає біоенергетика, заснована на використанні енергії біомаси, споживання якої не призводить до підсилення глобального парникового ефекту. У зв'язку з цим необхідний розвиток всіх можливих напрямів біоенергетики з урахуванням наявних природних ресурсів у різних регіонах. Однак при цьому повинна здійснюватись різнобічна ефективна техніко-економічна оцінка переваг та недоліків різних технологій виробництва біомаси, переробляння її на біопаливо і подальшого його використання. В умовах постійного подорожчання викопних видів палива, які є основними для теплопостачання переважної більшості об'єктів бюджетної сфери в Україні, надзвичайно актуального значення набуло питання диференційованого вибору енергетичного обладнання та використання місцевих видів енергоресурсів в сільській місцевості. Це пов'язано не тільки з наростаючим дефіцитом вуглецевої сировини, ай з проблемами екології, оскільки згоряння палива супроводжується викидами в

атмосферу значної кількості шкідливих речовин: оксидів азоту, вуглецю, сірки та ін.

З огляду на те, що розвиток місцевої комунальної енергетики вимагає значних витрат, темпи зростання тарифів на електроенергію і вартість Гкал теплової енергії будуть збільшуватися, незважаючи на її ручне регулювання та стримування. Прогнози стверджують, що до 2025 року очікується дефіцит енергопотужностей практично по всій території України. У той же час, у зв'язку з поліпшенням економічної ситуації в країні, простежується стійка тенденція до збільшення виробництва і споживання енергії. Поряд з цим, в аграрно-промисловому комплексі, лісовій та деревообробній галузі існує та кожен рік накопичується значний потенціал відходів різноманітної органічної сировини: заготівля і обробка деревини (неліквідна деревина, вершки, сучки, пні, обрізки, тирса, стружка), в сільському господарстві - солома зернових культур, полова, стебла, качани кукурудзи, лушпиння та стебла соняшника, відходи переробки льону та інша органічна сировина, які на даний час не достатньо ефективно використовуються, але можуть бути використані для виробництва теплової та електричної енергії. Швидке погіршення екологічної ситуації через накопичення відходів в різних галузях промисловості, сільському господарстві, комунальному секторі, в тому числі на стаціонарних і несанкціонованих звалищах, вимагає рішучого впровадження перспективних методів утилізації відходів. В Україні на разі необхідно використовувати технології з низьким техногенним навантаженням на навколишнє середовище, тому що існуючі технології мають на нього значний негативний вплив.

В науково технічному центрі «БІОЕНЕРГІЯ» м. Борщів, Тернопільської області протягом 20 років проводяться комплексні дослідження з вирощування спеціальних високопродуктивних біоенергетичних культур для виробництва енергії та використання найбільш ефективних способів переробки органічної сировини для отримання різних видів енергії. Серед них найбільш поширеними є багаторічні високопродуктивні культури: міскантус, енергетична верба, павловнія, просо прутоподібне, які вегетують на енергетичних

плантаціях 15-20 років. Підготовка ґрунту для їх вирощування не вимагає великих енергетичних витрат, урожай збирають восени, взимку або навесні з використанням звичайної збиральної та спеціалізованої сільськогосподарської техніки.

Одними із перспективних та економічно обґрунтованих для спалювання органічної сировини є газогенераторні печі, теплогенератори та твердопаливні піролізні котли, що працюють за принципом піролізу та газифікації з можливістю отримання дешевої теплової енергії. Отримане тепло використовується в комунальному та сільському господарстві у різному технологічному промисловому устаткуванні, системах опалення, гарячого водопостачання промислово-виробничих приміщень і господарських споруд, в сушильних камерах, теплицях тощо. Використання біомаси та органічних відходів в звичайних енергетичних установках та твердопаливних котлах прямого спалювання призводить до ускладнення конструкцій подачі, топкових пристроїв і збільшення їх габаритів, що пов'язано з низькою жаростійкістю металевих труб, та їх швидким виходом з експлуатації. Труднощів, що виникають при спалюванні целюлозної сировини, можна уникнути за рахунок термічної переробки біомаси в газоподібний енергоносіє. Йдеться про отримання синтез-газу в процесі газифікації біомаси та органічних відходів.

Використання нових технологій та енергетичного обладнання при переробці 1 кг біомаси дає можливість отримати 1,5-2,0 м³ синтез-газу, який можна використати для отримання теплової та електричної енергії. За оцінкою експертів та науковців, близько 50% споживаної енергії в Україні можуть бути заміщені шляхом використання паливних відходів в комунальному господарстві та с.-г виробництві, а ще 50% за рахунок спеціально вирощеної біомаси біоенергетичних культур.

Газифікація органічної сировини - це отримання синтез-газу під впливом високих температур, каталізаторів та інших фізичних, хімічних і біологічних впливів. Синтез-газ можна ефективно спалювати в газових пальниках при хорошій організації процесу

горіння; а також використовувати в топках для спалювання газоподібного палива в котельних агрегатах і установках. Значною перевагою синтез-газу в порівнянні з твердим паливом є можливість використання його в газових турбінах для вироблення електричної та теплової енергії. Газифікація найчастіше проводиться у великих промислових газогенераторах в киплячому шарі при нестачі окислювача. Конструкції установок для газифікації різних видів палив відрізняються, але не принципово. Основним процесом при газифікації є піроліз – це хімічний процес розкладання органічної складної сполуки на простіші складові під впливом високих температур (500 – 850° С) і під час відсутності окислювача. Піроліз у присутності водяної пари називають гідропіролізом. В результаті піролізу можуть бути виділені тверді, рідкі та газоподібні продукти при нормальних умовах речовини, згідно узагальненої формули: БМ + тепло = С (вуглиста речовина) + смоли + СО + СО₂ + Н₂ + Н₂О + СН₄ + С_nН_m. Газоподібні продукти піролізу являють собою газ, що містить СН₄, СО, Н₂, Q_{нр} = 10-15 МДж/м³, вихід до 70% від маси сухої сировини при високотемпературному швидкому піролізі. ККД піролізу становить 80-90%. Всі розглянуті процеси отримання синтез газу з органічної сировини можна розділити за такими стадіями: попередня підготовка біомас, спалювання через утворення синтез-газу; отримання високопотенційної теплової енергії.

Економічно ефективним обладнанням для спалювання біомаси є газогенераторна піч з водяним теплообмінником моделі СУП-ВТ 80М, потужністю 80-100 кВт виробником якої є ТОВ «Сіона». Вона призначена для утилізації промислових побутових відходів та спалювання паливної тріски і подрібненої біомаси біоенергетичних культур. Тепло, яке виділяється, може бути використане для сушіння деревини, опалення житлових, промислових, адміністративно-побутових приміщень, бань, гаражів та майстерень, торгових та спортивних залів, складських приміщень і т.д. об'ємом до 2000 м³ (за умови теплоізоляції приміщень та встановлення печі за межами цих приміщень, або в спеціально обладнаних приміщеннях – котельнях). В утилізаторній печі використовується принцип

піролізного спалювання “Ласіона”, що дозволяє досягти майже 100% згорання сировини, не викидаючи в атмосферу летючих речовин, навіть при вологості до 70%. Газогенераторна піч для спалювання твердого палива містить завантажувальну камеру з жаростійким реактором у вигляді усіченого конуса, меншою частиною спрямованою в низ з скрізними каналами, що зв'язують оточуючий канал подачі повітря для первинного окислення палива з надколосниковим простором, центральну вертикально-спрямовану вниз камеру-канал допалювання піролізного газу та частинок не догорілого палива, пов'язану з автономною дозуючою камерою подачі повітря для забезпечення рівномірної газифікації палива. Для захисту металевих частин від перегріву застосовується високотемпературна керамічна футерівка. Носієм теплової енергії можуть бути повітря та вода. Використання пропонованої печі в сільському господарстві, зокрема на зерносушарках, зменшує витрати та собівартість сушіння більше як в три рази.

Альтернативні технології вирощування та перероблення біомаси дозволяють створити нові виробництва і робочі місця в сільській місцевості, при чому значно збільшити податкові надходження в місцеві бюджети. Використання в якості палива сільськогосподарських відходів дозволить, окрім отримання дешевої енергії, знизити витрати на їх утилізацію. Вивільнення грошей, призначених на закупівлю і на доставку енергоносіїв, надасть можливість перерозподілу статей бюджету на користь соціальної сфери.

Газифікація біомаси та органічних відходів є ефективною та привабливою тим, що дозволяє отримувати екологічно чисте паливо та енергоносії з низькою собівартістю. Але на формування кон'юнктури національного ринку обладнання для термохімічної конверсії біомаси на даний час впливають три основні чинники:

- динаміка подорожчання традиційних викопних видів палива.
- інвестиційна криза, наслідком якої є відсутність на національному ринку іноземних виробників біогазових та газогенераторних установок;

- динаміка розвитку ринку біопалива, яка ініціює швидке зростання попиту на установки і обладнання для виробництва біопалива.

Висновок. У структурі собівартості виробництва продукції енергетична складова має переважне значення. Тому з урахуванням різкого подорожчання і дефіциту висококалорійних енергоносіїв на основі викопних палив виникла необхідність створення технологій і устаткування для отримання теплової та електричної енергії з поновлюваних і місцевих видів палива (відходи с/г виробництва, промислові відходи, біомаса спеціально вирощених біоенергетичних культур), вартість яких зараз приблизно в 4-6 разів нижче вартості нафтопродуктів.

Виробництво енергії з біомаси може бути конкурентно спроможним вже сьогодні, навіть при закупівлях іноземного обладнання. За певних умов, таких як низька вартість сировини, виробництво якісного генераторного (синтез-газу) з відходів біомаси буде більш рентабельним, ніж виробництво традиційних енергоносіїв, вартість яких динамічно зростає. Також ефективним обладнанням нового покоління для виробництва енергії є газові мікротурбіни, які працюють на низькокалорійних піролізних газах різного компонентного складу і які не потребують значного очищення, та на біогазі з мінімальними викидами в атмосферу NO_x -9 мг/м^3 , CO -46 мг/м^3 . Виробниками мікротурбін пропонується широкий діапазон потужностей від 15-100 кВт до 2-10 МВт, що надає можливість встановлювати генератори електричної енергії безпосередньо споживачу без великих газосховищ.

Широке застосування нових технологій в біоенергетиці може замінити в Україні четверту частину споживаного природного газу, так як біометан можна використовувати для вироблення теплової і електричної енергії та забезпечення ЖКГ дешевим паливом.

З огляду на те, що розвиток комунальної енергетики вимагає значних витрат, темпи зростання тарифів на електроенергію і вартість Гкал теплової енергії будуть збільшуватися, з іншого боку в силу ряду об'єктивних причин близько половини території України

не може бути забезпечена централізованим енергопостачанням. Існуючі котельні і міні-ТЕЦ працюють на привізному дорогому паливі, що збільшує собівартість виробленої енергії значно вище тарифу, що встановлюється для населення, а збиток покривається за рахунок бюджетних субвенцій.

Біоенергетика в її сьогоднішньому стані поки не є безальтернативною заміною вуглеводневій енергетиці на найближчу перспективу, однак, уже зараз вона може стати важливим елементом для стримування дефіциту на вуглеводневу сировину та запорукою енергобезпеки споживачів.