



АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ У ПІДВИЩЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОЗАЛЕЖНОСТІ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ



**PSAA**  
POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY



АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА  
ЕНЕРГІЇ У ПІДВИЩЕННІ  
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА  
ЕНЕРГОЗАЛЕЖНОСТІ  
СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ



ПОЛТАВА 2019

**Полтавська державна аграрна академія**

**АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ  
У ПІДВИЩЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ  
ТА ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ  
СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ**

Колективна монографія

За редакцією І. О. Яснолоб,  
Т. О. Чайки, О. О. Горба

**Полтава – 2019**

УДК 620.92

А 58

*Рецензенти:*

**В. В. Гамаюнова**, д-р с.-г. наук, проф., завідувач кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету

**В. В. Писаренко**, д-р екон. наук, проф., завідувач кафедри маркетингу Полтавської державної аграрної академії

**М. М. Харитонов**, д-р с.-г. наук, проф., професор кафедри загального землеробства та ґрунтознавства Дніпровського державного аграрно-економічного університету

*Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Полтавської державної аграрної академії (протокол № 1 від 24.09.2019 р.)*

А 58 Альтернативні джерела енергії у підвищенні енергоефективності та енергонезалежності сільських територій : колективна монографія ; за ред. І. О. Яснолоб, Т. О. Чайки, О. О. Горба. Полтава : Видавництво ПП «Астрая», 2019. 276 с.

ISBN 978-617-7669-40-0

У колективній монографії з позицій міждисциплінарного підходу викладено результати досліджень сучасного стану використання альтернативних джерел енергії в умовах розвитку сільських територій. Наведено економічні, соціальні та правові проблеми використання альтернативних джерел енергії. Розглянуто питання щодо агроекологічних особливостей та перспектив використання альтернативних джерел енергії в сучасних умовах. Визначено проблеми та перспективи технологічних і технічних рішень в галузі альтернативної енергетики. Досліджено напрями вдосконалення використання альтернативних джерел енергії в умовах розвитку сільських територій. Розкрито використання вітчизняного і зарубіжного досвіду у підвищенні енергоефективності та енергонезалежності сільських територій.

Колективна монографія є частиною науково-дослідних тем Полтавської державної аграрної академії «Концепція розвитку енергоефективних і енергонезалежних сільських територій задля зміцнення конкурентоспроможності національної економіки» (номер державної реєстрації 0119U100028 від 10.01.2019 р.) та «Розробка оптимальних енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу відновлюваних джерел енергії в умовах Лісостепу України» Полтавської державної аграрної академії (номер державної реєстрації 0117U000397 від 10.02.2017 р.).

Розраховано на науковців, викладачів, керівників і спеціалістів органів державного управління, фахівців агроформувань, аспірантів, студентів і всіх, хто цікавиться питаннями використання альтернативних джерел енергії в умовах сільських територій.

**УДК 620.92**

*Автори вміщених матеріалів висловлюють власну думку, яка не завжди збігається з позицією редакції. За зміст матеріалів відповідальність несуть автори.*

ISBN 978-617-7669-40-0

© Колектив авторів, 2019.

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	6
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ	9
1.1. Торфові ресурси Волинської області як перспективна місцева енергетична сировина ( <i>Ільїна О. В., Громик О. М.</i> )	9
1.2. Рівень формування врожайності пшениці озимої як альтернативного джерела енергії в конкурентних сумішах ( <i>Костогриз К. П.</i> )	17
1.3. Підвищення продуктивності пшениці озимої під впливом сівозмін, фонів удобрення та обробітку ґрунту ( <i>Перепелиця А. А., Левченко Л. М., Шандиба В. О.</i> )	23
1.4. Біоенергетичний потенціал Полтавської області ( <i>Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю.</i> )	29
1.5. Державне регулювання конкурентоспроможного виробництва біопалив: світовий досвід та дороговкази для України ( <i>Ходаківська О. В., Климчук О. В.</i> )	47
РОЗДІЛ 2. ЕКОНОМІЧНІ, СОЦІАЛЬНІ ТА ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	58
2.1. Діяльність податкових органів в сфері адміністрування податків: зарубіжний досвід для України ( <i>Безкровний О. В., Арестов О. О., Гончар М. О.</i> )	58
2.2. Концептуальні засади соціально-економічного розвитку сільських територій ( <i>Яснолоб І. О., Радіонова Я. В., Зоря О. П., Дем'яненко Н. В.</i> )	64
РОЗДІЛ 3. АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В СУЧАСНИХ УМОВАХ	72
3.1. Оцінка агрокліматичних умов вирощування та фотосинтетичної продуктивності біоенергетичної культури міскантус в контексті очікуваних змін клімату ( <i>Вольвач О. В., Волошина О. В., Жигайло О. Л.</i> )	72
3.2. Роль відновлюваних джерел енергії у розвитку сільських територій ( <i>Галанець В. В., Дзюрах Ю. М.</i> )	80
3.3. Агроекологічні особливості формування продуктивності гороху в умовах змін клімату в лісостеповій зоні України ( <i>Колосовська В. В.</i> )	87

3.4. Перспективи вирощування тритикале озимого як джерела поновлювальної енергії в умовах зміни клімату в Західному Лісостепу України ( <i>Костюкєвич Т. К., Толмачова А. В., Бортник М. В.</i> )	94
3.5. Біоенергетична ефективність проміжних культур ( <i>Німець О. М.</i> )	101
3.6. Інституціональні аспекти управління енергозбереженням та використанням інноваційних джерел енергії у сільському господарстві ( <i>Однорог М. А.</i> )	108
3.7. Вплив розчину бішофіту на урожайність вегетативної маси ячменю як альтернативного джерела енергії ( <i>Писаренко П. В., Горобець М. В.</i> )	115
3.8. Оцінка динаміки вуглецю та викидів CO <sub>2</sub> в польовій сівозміні в умовах зміни клімату ( <i>Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А.</i> )	122
3.9. Паливні брикети з соломи сої як вид альтернативної енергії ( <i>Соломон Ю. В.</i> )	130

#### РОЗДІЛ 4. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ І ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ В ГАЛУЗІ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ 139

4.1. Вплив агротехнічних заходів вирощування на формування врожайності насіння проса прутоподібного ( <i>Кулик М. І., Рожко І. І.</i> )	139
4.2. Глобальні кліматичні зміни та заходи щодо зменшення їх негативного впливу на аграрну сферу ( <i>Опара М. М., Опара Н. М.</i> )	149
4.3. Проблеми та перспективи технологічних та технічних рішень в галузі альтернативної енергетики ( <i>Руденко О. М.</i> )	160
4.4. Сільськогосподарське будівництво: альтернативні напрями підвищення енергоефективності ( <i>Самойлик Ю. В.</i> )	167
4.5. Технічні рішення в створенні відновлюваних джерел світла ( <i>Сахно Т. В., Семенов А. О., Короткова І. В., Семенова Н. В.</i> )	175

#### РОЗДІЛ 5. НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ 186

5.1. Використання біоенергетичних технологій як альтернативного джерела енергії для підвищення енергоефективності та енергоощадності сільських територій в Україні ( <i>Бернацька Н. Л., Тупіло І. В.</i> )	186
---	-----

5.2. Особливості технології виробництва свинини підвищеної харчової цінності ( <i>Усенко С. О., Мазанько М. О., Шостя А. М., Бондаренко О.М., Слинько В.Г., Березницький В.І., Мороз О.Г., Маслак М. М., Усенко О. О.</i> )	193
5.3. Екологічний аспект відновлення родючості техногенно-порушених ґрунтів ( <i>Чорна В. І., Ворошилова Н. В., Вагнер І. В.</i> )	204
<b>РОЗДІЛ 6. ВИКОРИСТАННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО І ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ У ПІДВИЩЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ</b>	211
6.1. Внесок професора Петра Івановича Бойка у розвиток вітчизняного землеробства ( <i>Коваленко Н. П., Опара М. М.</i> )	211
6.2. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого в Луганській області ( <i>Коржова Н. О., Маслійов С. В.</i> )	218
6.3. Оптимізація живлення посівів озимої пшениці в умовах Степу України ( <i>Маслійов С. В., Беседа О. О., Ревякіна О. О., Циганок Д. В., Бур'ян Є. В.</i> )	225
6.4. Формування поживного режиму ґрунту в органічному землеробстві ( <i>Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В., Горб О. О., Чайка Т. О.</i> )	232
6.5. Дизайнерські рішення енергоефективних систем в умовах сільських територій ( <i>Чайка Т. О., Пономаренко С. В., Тараненко С. В., Лотиш І. І.</i> )	239
6.6. Енергоефективність видів палива для виробничого устаткування елеватора ( <i>Шило Р. А.</i> )	244
6.7. Роль бізнес-освіти у підвищенні ефективності альтернативної енергетики в Україні ( <i>Мороз С. Е., Калашник О. В., Шведенко П. Ю.</i> )	252
6.8. Оцінювання якості та придатності для використання агроволокна ( <i>Калашник О. В., Мороз С. Е., Суворов Д. А.</i> )	257
<b>ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ</b>	266

## ПЕРЕДМОВА

У системі сталого розвитку енергетика виступає важливим фактором, що здійснює безпосередній вплив на виробничі відносини, соціальний розвиток суспільства, стан довкілля. Обмеженість енергоресурсів вимагає їх раціонального використання та поширення використання альтернативних джерел енергії, оцінювання у статусі фактора економічної безпеки й врахування при формуванні національних і підприємницьких стратегій. Концепція енергобезпеки, як доступність енергоресурсів для виробничого та побутового споживання дістала широкого поширення у наукових працях. Разом з тим рушійною силою будь-якого процесу виступає стратегічне бачення, що вибудовує систему цілей і розробляє конкретні заходи, спрямовані на подолання проблемних ділянок у траєкторії досягнення результативних рішень.

На сьогодні енергетичний комплекс України має значну ступінь залежності від імпорту паливно-енергетичних ресурсів і, як наслідок, залежність від їх імпорту. Коливання цін на енергоносії в поєднанні з величезними енергетичними відходами та надмірною залежністю від імпорту викопного палива роблять економіку України вкрай вразливою і знижують її конкурентоспроможність. Разом з цим, Україна має великий потенціал біомаси, доступної для виробництва альтернативної енергії, та сприятливі природно-кліматичні умови для розвитку та виробництва альтернативних видів палива і відновлюваної енергії. Будучи аграрно-розвиненою країною, Україна має достатні можливості для забезпечення енергетичної незалежності та зростання конкурентоздатності економіки за рахунок використання потенціалу біомаси сільськогосподарських культур та швидкорослих енергетичних культур. В той же час, розвиток біоенергетики в Україні, не повинен завдавати шкоди навколишньому природному середовищу, орієнтуючись лише на сталість та економічні переваги.

Доцільно додати, що відповідно до статистичних даних, енергоефективність в Україні в 11 разів нижче, ніж у середньому в інших розвинутих країнах і вона також входить до числа 30 найбільших виробників парникових газів. Наразі все більше країн світу ставлять собі за мету перехід на 50 і більше відсотків використання відновлюваних джерел енергії в енергетичному секторі.

Отже, сьогодення української держави тісно пов'язане з проблемами енергоефективності і енергонезалежності від вирішення яких залежить стабільність, стійкість та конкурентоспроможність національної економіки. В результаті цього постає необхідність дослідження альтернативних джерел енергії у підвищенні енергоефективності та енергонезалежності сільських територій з метою досягнення високого рівня конкурентоспроможності національної економіки.

Впровадження в практику використання місцевих альтернативних джерел енергії в умовах розвитку сільських територій, дозволить отримати значний економічний, соціальний, екологічний та енергетичний ефекти. Економічний і соціальний ефект від впровадження полягатиме в створенні додаткових робочих місць в місцях з заготівлі, переробки та доставки енергетичної сировини; перетворенні витрат за спожиту енергію в інвестиції для власного регіону; поліпшенні соціальної забезпеченості населення; розширенні виробничої інфраструктури села тощо. Серед екологічних та енергетичних ефектів, що будуть досягнуті, доцільно виділити: зменшення забруднення навколишнього природного середовища; раціональне використання природних ресурсів; використання вільних від сільського господарства земель для вирощування енергетичних культур; відновлення родючості ґрунтів та сільськогосподарського біорізноманіття; залучення інвесторів з біоенергетики; поширення досвіду серед інших регіонів країни. Тому тема монографії є досить актуальною як з теоретичної, так і з практичної точок зору.

Колективна монографія містить й узагальнює результати дослідження авторів з різних наукових установ і навчальних закладів України, що відображають сучасні досягнення вітчизняної науки в дослідженні порушеної проблеми. Звичайно, що однією з особливостей цієї праці є багатоманіття поглядів, які об'єднує в єдине ціле спільна ідея – використання альтернативних джерел енергії у підвищенні енергоефективності та енергонезалежності сільських територій. Автори розміщених у колективній монографії матеріалів висловлюють власну думку, яка не завжди збігається з науковою позицією редакції. За зміст матеріалів відповідальність несуть автори.

Колективна монографія містить шість розділів. У першому розділі висвітлено питання щодо сучасного стану використання альтернативних джерел енергії в умовах розвитку сільських територій; у другому розділі наведені економічні, соціальні та правові проблеми використання альтернативних джерел енергії; третій розділ розкриває агроекологічні особливості та перспективи використання альтернативних джерел енергії в сучасних умовах; четвертий розділ досліджує проблеми та перспективи технологічних і технічних рішень в галузі альтернативної енергетики; п'ятий розділ присвячено напрямам вдосконалення використання альтернативних джерел енергії в умовах розвитку сільських територій; у шостому розділі розкрито використання вітчизняного і зарубіжного досвіду у підвищенні енергоефективності та енергонезалежності сільських територій.

Ми переконані, що саме спільні зусилля учених різних наукових поглядів можуть підвищити енергоефективність та енергонезалежність сільських територій завдяки використанню альтернативних джерел

енергії. Впевнені, що подальша творча співпраця між дослідниками буде сприяти продукуванню перспективних концептуальних підходів до вирішення наукової проблеми та розвитку енергоефективних і енергонезалежних сільських територій задля зміцнення конкурентоспроможності національної економіки.

Дана колективна монографія, з огляду на глибинність і різнобічність проблеми розвитку енергоефективних і енергонезалежних сільських територій, не в змозі дати вичерпну відповідь на усі поставлені в ній питання, не кажучи вже про ті аспекти, які з певних міркувань не знайшли у цьому дослідженні відображення. Проте сподіваємося, що здійснені у монографії напрацювання теоретичного, методичного й аналітичного характеру будуть корисними для науковців, викладачів, керівників і спеціалістів органів державного управління, фахівців різних галузей, аспірантів, студентів і всіх, хто цікавиться питаннями використання альтернативних джерел енергії в умовах сільських територій.

## РОЗДІЛ 1

# СУЧАСНИЙ СТАН ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

### 1.1. Торфові ресурси Волинської області як перспективна місцева енергетична сировина

*Ільїна О. В.*

*Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки*

*Громик О. М.*

*Луцький національний технічний університет*

Сучасні проблеми раціонального використання й охорони торфових ресурсів зумовлені великими об'ємами споживання торфу різними галузями господарства. Особливу увагу в сучасних умовах заслуговують торфові ресурси, оскільки мають значний енергетичний потенціал. Загальний енергетичний потенціал промислових запасів торфу в Україні становить 896,5 млн т у. п., а енергетичний потенціал балансових родовищ близько 362 млн т у. п. [1].

Із різноманітності природних ресурсів, які вимагають комплексного підходу до освоєння, торф займає особливе місце за складністю своєї будови і наявністю широкого спектру органічних речовин (бітумів, вуглеводів, гумінових речовин), які потрібні для хімічної, фармацевтичної і мікробіологічної промисловості, сільського господарства, машинобудування, бурової техніки, захисту металів від корозії, фарбування деревини, охорони довкілля і поглинання радіонуклідів, медицини та ін. Оскільки запаси торфу є обмеженими, все гостріше постає питання комплексного, раціонального його використання.

Основою для оцінки торфових ресурсів були звіти про розвідку родовищ торфу, виконаних Київською геологорозвідувальною експедицією ДГП «Північукргеологія», звітів про видобуток торфу, складених обласною асоціацією з підвищення родючості ґрунтів «Родючість», Українського концерну торф'яної промисловості «Укрторф», звітів про видобуток торфу, складених інспекторськими пунктами Української інспекції з контролю та якістю торфу і торфових добрив «Укрінсторфдобриво» та ін.

Досліджувана територія – одна з найбільш заторфованих областей

---

<sup>1</sup> Габрель М. С. Особливості використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергозбереження у промисловості регіону. *Інноваційна економіка*. 2013. № 2. С. 101–106.

України [ 2]. Згідно [ 3 ] станом на 1.01.1967 р. тут нарахувалось 199 родовищ торфу (у тому числі 20 відпрацьованих) загальною площею 111,6 тис. га (запаси торфу 336,5 млн т). У 1967–1974 рр. різними організаціями взято на облік 63 родовища і дільниці з загальною площею 4,2 тис. га і обсягом 2,9 млн т у 1967 р.

Постійний Державний облік родовищ і запасів торфу на території України ведеться з 1995 року. До 1993 р. баланс запасів торфу формувала Київська геологорозвідувальна експедиція, а з 1993 р. ці функції передані до Державного інформаційного геологічного фонду України «Геоінформ».

Після 1967 р. значні масиви мілкопокладових торфовищ були осушені і переведені у сільськогосподарські угіддя, деякі родовища промислового добування торфу майже повністю вироблені, і лише незначна кількість боліт була включена в межі заказників і заповідників, деякі родовища були зарезервовані на перспективу для промисловості і сільського господарства.

На обліку перебувають запаси торфу як ті, що затверджені в установленому порядку, так і запаси, які підраховані за матеріалами детальних гідрогеологічних досліджень інститутів «Укрдержводгосп», гідромеліоративних зйомок, Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України при геоботанічних обстеженнях боліт, інспекторськими пунктами «Укрторфдобриво» при паспортизації експлуатованих родовищ.

На дослідженій території наявні 423 родовища торфу (розвіданих 226), середня площа родовищ становить 230 га (табл. 1–2). На сьогоднішній день 36 родовищ вироблені (табл. 3). До родовищ торфу віднесені ті, які мають площу в межах промислової глибини покладів понад 10 га. Розташовані вони, головним чином, в долинах сучасних та реліктових річок, де займають інколи дуже великі площі. Наприклад, уся заплава Прип'яті в межах Волинської області – майже суцільне торфове родовище. Найбільше за розмірами родовище Кремінне із загальною площею біля 35 тис. га теж розташоване у долині р. Стир-Словечна. Проте зустрічаються і значні за площею родовища на вододільних просторах поза межами долин. Торфові родовища займають тут стічні та безстічні улоговини різних розмірів, глибин, обрисів. Деякі з родовищ належать до міжпасмових, що розвиваються між моренними валами, еоловими валами, дюнами, грядами. Інші утворилися на місці зниклих озер, іноді – карстових улоговин і лійок. Багато родовищ займають значні за площею, але неглибокі зниження, вироблені льодовиком.

Залежно від умов водно-мінерального живлення, типу торфового покладу й характеру рослинності виділяють три типи боліт: низинні

---

<sup>2</sup> *Ільїна О. В., Кукурудза С. І.* Болотні геоконплекси Волині : монографія. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2009. 242 с.

<sup>3</sup> Торфово-болотний фонд УРСР, його районування та використання. Київ : Наукова думка, 1973. 264 с.

(евтрофні) болота, верхові (оліготрофні) болота й перехідні (мезотрофні) болота. Відповідно трьом типам боліт формуються три типи торфу: низинний (евтрофний), перехідний (мезотрофний) і верховий (оліготрофний) [4, 5, 6]. Із трьох типів торфу утворюються чотири типи торфових покладів низинний, перехідний, верховий і змішаний. Останній тип формується у тих випадках, коли в процесі розвитку боліт відбувається зміна типу водно-мінерального живлення, наприклад, низинний тип торфу змінюється верховим.

### **1. Торфові ресурси Волинської області (узагальнено за матеріалами Київської ГРЕ)**

Кількість родовищ		423
Площа в межах промислової глибини, га		136991
Геологічні запаси, тис. т		447625
Розвідані, площею понад 10 га	Кількість родовищ	226
	Площа, га	115290
	Запаси, тис. т	379297
Дрібноконтурні, до 10 га	Кількість родовищ	173
	Площа, га	21582
	Запаси, тис. т	67985

Джерело: авторські дослідження.

### **2. Розвідані запаси торфу Волинської області (узагальнено за матеріалами Київської ГРЕ)**

Кількість родовищ	226
Площа в межах промислової глибини, га	115290
Геологічні запаси, тис. т	379297
Забалансові запаси, тис. т	136590

Джерело: авторські дослідження.

### **3. Вироблені торфові родовища і ділянки Волинської області (узагальнено за матеріалами Київської ГРЕ)**

Кількість родовищ		36
Площа в межах промислової глибини, га		681
Вироблені ресурси торфу, тис. т		2590
Вироблені родовища	Кількість родовищ	26
	Площа в межі промислової глибини покладу, га	292
	Вироблені ресурси торфу, тис. т	951
Вироблені ділянки	Кількість ділянок	7
	Площа в межі промислової глибини покладу, га	389
	Вироблені ресурси торфу, тис. т	1639

Джерело: авторські дослідження.

<sup>4</sup> Артюшенко А. Т. Растительность аллереда на территории Русской равнины в связи с общим развитием растительного покрова в позднеледниковье в восточной и средней Европе. *Укр. ботан. журнал.* 1959. 44, № 6. С. 772.

<sup>5</sup> Атлас Волинської області. Москва : ГУГК, 1991. 42 с.

<sup>6</sup> Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. Москва : ГУГК, 1987. 184 с.

Найбільш поширені родовища низинного типу, драговинного та лісо-драговинного підтипів, очеретяного, очеретяно-осокового та осокового видів. Зольність торфу цих видів помірна (15–25 %, іноді до 50 %), ступінь розкладу 28–40 %. Торф лісового підтипу поширений менше. Переважають деревно-очеретяні та деревно-осокові види. Вони характеризуються порівняно з драговинними більшим ступенем розкладу (в середньому 40–45 %) та більшою зольністю, яка, звичайно, не буває нижчою 15 %, часто сягає 30–35 % і більше. Висока зольність низинного типу найчастіше обумовлена домішками піску, мулу, рідше – сапропелю, вівіаніту, вапна. Підвищена зольність торфу залежить від геоморфологічних умов торфовищ і особливостей геологічної будови. У перехідному типі найбільш поширені драговинні види, насамперед, осоково-сфагновий, значно менше очеретяно-сфагновий та сфагновий. Ступінь розкладу 16–25 %. Переважаюча зольність для цього типу родовищ не перевищує 20 % (в середньому 8–15 %).

Родовища верхового типу складають переважно, сфагнові слабозкладені та пухівково-сфагнові середньорозкладені малозольні торфи. Зольність верхового торфу не перевищує 10 % (в середньому 5–7 %).

Вологість торфу не постійна і в залежності від умов залягання торфовища і його осушення зазнає значних сезонних коливань (на 5–10 %). Середня зольність торфу родовищ північної частини Волинської області звичайно не перевищує 25 %, південної – 35–45 % [7].

Розвідані родовища, зважаючи на їх сучасне використання, поділяються на сім груп: експлуатовані, резервні, перспективні для розвідки, охоронні, осушені, зазолені, мілкопокладові (табл. 4)

До експлуатованих відносяться родовища чи ділянки, які розробляються промисловістю і сільським господарством в межах площі, передбаченої для видобутку проектом на період експлуатації. На досліджуваній території наявні 85 експлуатованих родовищ (див. табл. 4).

Резервні родовища – це родовища або їх ділянки, запаси яких вивчені детально, мають середню глибину покладів понад 1,5 м і які переважно зарезервовані за торфодобувними підприємствами і організаціями для поповнення потужностей. Геологічних запасів торфу у Волинській області 20,9 тис. т. (див. табл. 4). Зараз більшість ділянок і родовищ раніше передбачених як резервні, осушені під сільськогосподарські угіддя і їх розробка в подальшому не передбачається.

До перспективних для розвідки віднесені родовища чи ділянки з попередньооціненими запасами торфу із середньою глибиною покладів понад 1,5 м. Переважна більшість родовищ цієї групи виділені за застарілими даними. Їх вивчення в польових умовах не проводилось. У Волинській області перспективними є 10 торфових родовищ (див. табл. 4).

---

<sup>7</sup> Торфово-болотний фонд УРСР, його районування та використання. Київ : Наукова думка, 1973. 264 с.

#### 4. Характеристика торфових родовищ Волинської області (узагальнено за матеріалами Київської ГРЕ)

Експлуатовані торфові родовища	
Кількість родовищ	85
Площа в межах промислової глибини, га	68291
Геологічні запаси, тис. т	235565
Забалансові запаси, тис. т	46081
Резервний фонд розвіданих родовищ торфу	
Кількість родовищ	5
Площа в межах промислової глибини, га	5733
Геологічні запаси, тис. т	20986
Забалансові запаси, тис. т	504
Перспективні для розвідки родовища торфу	
Кількість родовищ	10
Площа в межах промислової глибини, га	4974
Геологічні запаси, тис. т	18793
Забалансові запаси, тис. т	1371
Торфові родовища, які охороняються	
Кількість родовищ	17
Площа в межах промислової глибини, га	13150
Геологічні запаси, тис. т	37767
Осушені торфові родовища	
Кількість родовищ	80
Площа в межах промислової глибини, га	16338
Геологічні запаси, тис. т	48767
Мілкопокладові (некондиційні) торфові родовища	
Кількість родовищ	29
Площа в межах промислової глибини, га	6466
Геологічні запаси, тис. т	16569
Забалансові запаси, тис. т	1250
Дрібноконтурні родовища (до 10 га)	
Кількість родовищ	24
Площа в межах промислової глибини, га	119
Запаси торфу, тис. т	343

Джерело: авторські дослідження.

Торфові родовища і ділянки розташовані цілком або частково на території природоохоронних об'єктів віднесені до охоронних. До родовищ міжнародного значення належать такі критерії: торфові родовища повинні бути з гідроморфологічної точки зору найбільш типові для даного регіону; відображати всі найпоширеніші типи родовищ; рідкісні (рідко зустрічаються) або мають незвичайну флору і фауну; цінні за стратиграфічною і палінологічною будовою; мають археологічну цікавість. На жаль, досліджень щодо відповідності торфових родовищ до вищенаведених критеріїв не проводилось. Тому першочерговим завданням досліджень є виділення об'єктів, які мають особливо цінне природоохоронне значення. Щодо торфових родовищ в

межах природоохоронних територій, на досліджуваній території їх 17 (запаси торфу – 37767 тис. т) (див. табл. 4).

До осушених торфових родовищ віднесені об'єкти, які осушені та зайняті ріллею і кормовими угіддями. Хоча тут враховані території, осушені гончарним дренажем, або ті, що належать до крупних меліоративних систем і добування торфу на них неможливе. На території дослідження виявлені 80 осушених розвіданих родовищ (див. табл. 4).

У регіоні наявні і зазелені поклади торфу (зольність понад 35 %). Торф цих родовищ практичного значення не має (запаси – 850 тис. т). Такі родовища складені високозольним карбонатним торфом з високим ступенем розкладу органічної маси (до 40–45 %) і можуть використовуватися для нейтралізації кислих ґрунтів, які мають значне поширення на території Волинської області та як органічне добриво. Їх доцільно використовувати у сільському господарстві, оскільки на досліджуваній території наявні понад 86 тис. га еродованих ґрунтів, з яких на орні припадає близько 92 %. Для покращення їх родючості необхідне постійне внесення органічних добрив, значним резервом яких є торф.

Мілкопокладові (некондиційні) торфові родовища або ділянки з середньою глибиною покладів до 1 м представлені 29 об'єктами (див. табл. 4).

Прогнозні запаси є значним потенціалом для збільшення балансових запасів. На основі аналізу планово-картографічних матеріалів в області виявлено 173 ділянки передбачуваного торфового покладу в межах промислової глибини 21,6 тис. га (табл. 5).

### **5. Прогнозні ресурси торфу Волинської області (за матеріалами Київської ГРЕ)**

Кількість родовищ		173
Площа в межах промислової глибини, га		21581
Ресурси торфу, тис. т		67985
Повністю прогнозними ресурсами	Кількість родовищ	149
	Площа в межі промислової глибини, га	13173
	Ресурси торфу, тис. т	39740
Частково вивчені ресурси	Кількість родовищ	24
	Площа в межі промислової глибини, га	8410
	Ресурси торфу, тис. т	28245

Джерело: авторські дослідження.

Основні запаси торфу зосереджені в заплавах річок Прип'яті, Турії, Стоходу, Стиру. Загальна площа торф'яників області становить більше 30 тис. га, в тому числі 75 % з них мають промислові запаси. Запаси торфу-сирцю становлять більше 400 млн м<sup>3</sup>, повітряно-сухого торфу – більше 70 млн м<sup>3</sup>. Торфова промисловість може видобувати до 300 тис. т

торфу щорічно.

До числа дрібноконтурних торфових родовищ віднесені всі родовища, які мають площу у промисловій глибині до 10 га (див. табл. 4). Практичного значення запаси цих родовищ не мають і вони відносяться до забалансових.

Торфові родовища поширені в усіх районах області, але в залежності від умов залягання і водно-мінерального живлення (часто мають складну гідрологічну систему) різні за формою, площею, глибиною і будовою покладів, площею водозборів, розташуванням у рельєфі, рослинним покривом і властивостями торфів (табл. 6).

#### 6. Найважливіші родовища торфу у Волинській області

Назва родовища	Загальна площа, тис. га	Запаси, млн м <sup>3</sup>		
		промислові запаси	торфу сирцю	повітряно-сухого торфу
Урочище «Куликівка»	5,0	4,1	79,3	13,2
Турське	6,6	3,8	47,4	7,9
Коритнянське	4,1	3,6	53,9	9,0
Липа	2,0	1,8	66,5	11,1
Новочервищанське	2,4	1,5	38,2	6,4
Гавчиці	4,9	4,4	98,3	16,4
Цирське	3,1	1,7	20,7	3,5
Велике болото	2,0	1,3	24,8	4,1
Красновольське	1,1	1,1	12,5	2,1
Всього	31,2	23,2	441,7	73,7

Джерело: авторські дослідження.

Питання охорони і раціонального використання боліт, а також оптимізації порушених об'єктів розглядають найчастіше в контексті проблем використання торфового фонду. З урахуванням сучасного стану болотних систем і напрямків їх використання та зручності уся площа торфових родовищ нами диференційована на розроблюваний (торфодобувний), запасний і охоронний фонди (табл. 7).

Комплектування торфорозроблюваного (усі торфові родовища, які затверджені в якості сировинної бази для промислового добування торфу) фонду здійснюють з урахуванням типу і техніко-економічних параметрів торфових покладів, місцезнаходження болота, місцевих потреб та ін.

До запасного фонду включені об'єкти, використання яких на сучасному етапі розвитку продуктивних сил недоцільно (зарезервовані або належать консервації як сировинні бази торфів малого ступеня розкладання і бітумінозні види).

Формування природоохоронного фонду здійснюють у відповідності з методичними вказівками щодо виявлення торфових родовищ в якості природоохоронних об'єктів. До нього включені торфові родовища, які використовуються в природоохоронних, наукових і рекреаційних цілях.

У нерозподілений залишок ввійшли торфові родовища, напрямки використання яких не визначені.

### 7. Цільові фонди використання торфових родовищ

Цільовий фонд	Площа, га	Геологічні запаси торфу, тис. т
Природоохоронний	13150	37767
Розроблюваний (добування торфу)	68291	235565
Запасний	5733	20986
Нерозподілений залишок	44843	134514
Болота і родовища не включені до торфового фонду	4974	18793
РАЗОМ	136991	447625

Джерело: авторські дослідження.

Структура розподілу площ боліт і торфових родовищ за цільовим призначенням, на наш погляд, є неоптимальною. Тому, одним з важливих стратегічних напрямків раціонального використання цих унікальних об'єктів є суттєвий перерозподіл площ боліт і торфових родовищ за цільовими фондами.

Площа торфового фонду досліджуваного регіону становить 136991 га (21 % в Україні), заторфованість території – 6,8 % . На досліджуваній території наявні 423 родовища торфу (14,2 % від усіх в Україні). Середня площа родовища становить 230 га, середня глибина торфових покладів 1,57 м. Розвіданих родовищ – 226, із них експлуатованих – 85, резервних – 5, перспективних – 10, осушених – 80, мілкопокладових – 29, під охороною – 17. Надрові запаси оцінюються у 447625 тис. т, що становить 20,7 % запасів України. Зустрічаються торфові родовища всіх генетичних типів – низинні, перехідні, змішані і верхові. Найпоширеніші родовища низинного типу (93 %). Перспективне використання торфового фонду повинно визначатися двома головними завданнями: необхідністю збереження і підтримання оптимального режиму і використанням торфових ресурсів для розвитку економіки.

Сучасні проблеми раціонального використання і охорони торфових ресурсів зумовлені великими об'ємами споживання торфу різними галузями його застосування, серед яких виділяються паливно-енергетичний, сільськогосподарський, хіміко-технологічний, природоохоронний і медичний напрями.

## 1.2. Рівень формування врожайності пшениці озимої як альтернативного джерела енергії в конкурентних сумішах

*Костогриз К. П.*

*Полтавська державна аграрна академія*

Проблема енергоносіїв для України є надзвичайно актуальною. Існує два напрямки у вирішенні цієї проблеми – це здешевлення енергетичних ресурсів та енергозбереження. Як відомо, є відновлювальні і не відновлювальні типи джерел енергії. До відновлювальних відносяться: енергія сонця, вітру, гідроресурси, геотермальна енергія. Невідновлювальними є: енергія спалювання органічного палива, ядерна та термоядерна (остання ще не має остаточного інженерного вирішення).

Звичайно, відновлювальні джерела енергії є безальтернативними. Однак, на даному етапі економічного розвитку України їх інтенсивне впровадження вимагає значних капіталовкладень, чого не може дозволити собі Україна. Отже, нам сьогодні нічого не залишається, як розумно та раціонально використовувати потенціал не відновлювальних джерел енергії. При цьому, з огляду на Чорнобильську техногенну катастрофу, ядерна енергія з екологічної та соціальної точки зору не витримує критики. Таким чином, залишається працювати над удосконаленням одержання енергії з органічного палива. Проте його ресурси вичерпуються, а з іншого боку – за імпортований газ та нафту доводиться дорого платити нашій державі. Одним з перспективних шляхів виходу з енергетичної кризи є впровадження технологій одержання теплової енергії в результаті спалювання сухої біомаси, зокрема, соломи. Відомо, що Україна володіє надзвичайно великим сільськогосподарським потенціалом зернових та інших культур – джерелом соломи, який є еквівалентним 30 млн т вугілля [8, с. 176].

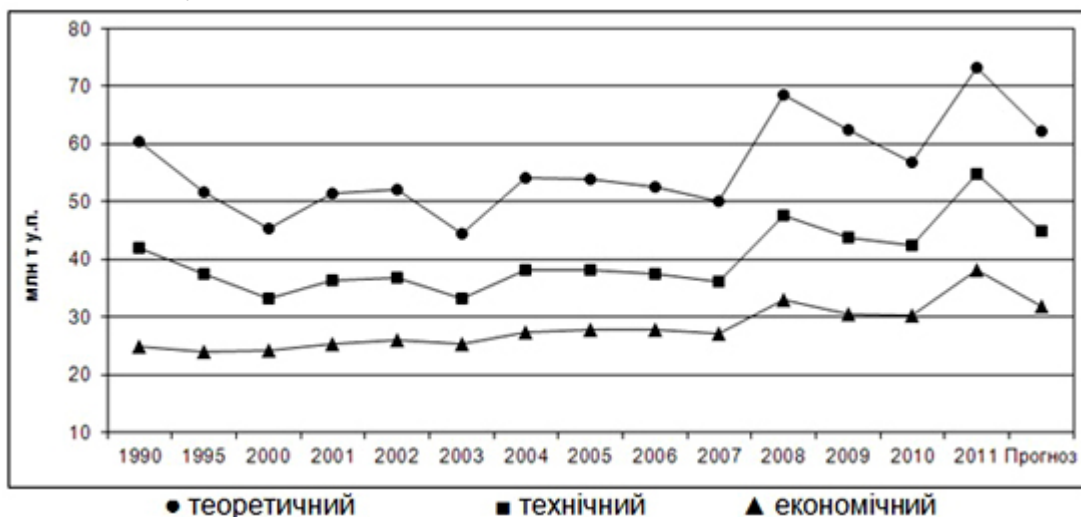
Україна володіє значними обсягами земельних ресурсів для ведення сільськогосподарського виробництва і здатна не лише забезпечити власні потреби в продуктах харчування, але й виробляти сировину для біоенергетики. Біомаса є практично невичерпним джерелом енергії в сучасних умовах. Ситуація ускладнюється тим, що відсутня державна підтримка цього напрямку розвитку біоенергетики, недостатній розвиток матеріально-технічної бази та можливості її покращення, а також залежність цієї ефективності від цін на традиційне паливо. Тому дослідження оцінки енергетичного потенціалу біомаси та використання її як джерела енергії є надзвичайно актуальним. Саме це зумовлює актуальність постановки проблеми щодо можливостей та доцільності виробництва та використання

---

<sup>8</sup> Колотило Д. М. Екологія і економіка : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 1999. 368 с.

альтернативних енергоресурсів в АПК [9, с. 140].

Відновлювані джерела енергії становлять помітну частку енергобалансів багатьох розвинених країн, особливо тих, що не мають достатньої кількості власних енергоресурсів. На сьогоднішній день існує кілька видів палива, які є альтернативою нафти і природного газу: біогаз, біодизельне паливо, біоетанол. За розрахунками фахівців АПЕР (альтернативні паливно-енергетичні ресурси) відіграватимуть важливу роль у світовій енергетичній структурі і зможуть забезпечити більше 50 % світової потреби в енергії до 2060 року. Сучасні тенденції розвитку енергетики передбачають розширення використання біомаси. Величина енергетичного потенціалу біомаси в Україні коливається по роках і залежить головним чином від урожайності основних сільськогосподарських культур. У 2013 р. було зібрано рекордний за останні 20 років урожай зернових і зернобобових культур (63 млн т), тому економічний потенціал біомаси також досяг свого максимального значення – майже 28 млн т у. п. (рис. 1). Навпаки, 2003 р. був одним із найбільш неврожайних для зернових культур, і потенціал біомаси впав до 18,5 млн т у. п.



**Рис. 1. Динаміка енергетичного потенціалу біомаси в Україні**

Джерело: дані [10].

Можна прогнозувати, що основний внесок у паливний баланс країни забезпечить використання надлишку соломи та стебел, біогазу, деревної біомаси, палива з твердих побутових відходів.

При оцінці потенціалу надзвичайно важливим є питання, яку частку відходів сільськогосподарського виробництва можна використовувати на енергетичні потреби без негативного впливу на родючість ґрунтів.

<sup>9</sup> Неміш П. Д. Ефективність використання альтернативних джерел енергії. *Сталий розвиток економіки*. 2015. № 1. 285 с.

<sup>10</sup> Гелетуха Г. Г., Железна Т. А. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. *Аналітична записка БАУ*. 2014. № 7. URL : <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-7-ua.pdf>.

Експерти Біоенергетичної асоціації України, виконавши відповідне дослідження, дійшли висновку, що в середньому для України можна прогнозувати використання до 30 % теоретичного потенціалу соломи зернових культур [11, с. 154].

Таким чином, постає актуальність у підвищенні родючості сільськогосподарських культур. Важливими резервами у цьому напрямі є вирощування пшениці озимої в конкурентних сумішах. На протязі цілого ряду років в ПДАА проводяться дослідження спрямовані на вивчення конкурентоздатності сортів і селекційних ліній ПДАА, а також сортів інших селекцій. В якості матеріалу для досліджень було взято 4 генотипи озимої пшениці – сорт Шарада; сорт Аріївка; сорт Кармелюк; сорт Радивонівка [12, с. 243].

**Шарада.** Сорт отриманий методом міжвидової гібридизації сортів озимої м'якої пшениці Обрій і лінії КНИИСХ 4333 (*T.sphaerococcum*).

Загальна характеристика. Низькорослий, має високу стійкість до вилягання. Скоростиглий, виколошується і дозріває одночасно з сортом Перемога 50. Різновид *spicatum*. Зерно сферичне.

Урожайність. Потенціал продуктивності становить 85 % від озимої м'якої пшениці. Максимальна врожайність сорту Шарада була отримана в 2002 р. по попереднику ріпак на сидерат 91,4 ц з 1 га. Строки сівби. Посів допускається проводити тільки в оптимальні терміни. Норма висіву – 5–6 млн схожих насінин на 1 га.

**Сорт Аріївка.** Автори сорту: д-р. с.-г. наук В. М. Тищенко та ін. Один із перших сортів, яким властиве еректоїдне, або вертикальне, розташування прапорцевого листа і вертикальне розташування кореня, що ліквідує внутрішньосортову конкуренцію рослин. Отриманий шляхом віддаленої гібридизації сорту Донська напівкарликова х 647791 (Китай) з наступним багаторазовим добором елітних рослин і використанням збирального індексу, та індексу атрагуючої здатності на фоні штучної затримки часу відновлення весняної вегетації.

Різновидність – еритроспермум. Кущ – прямостоячий, лист темно-зелений. Колос остистий. Сорт інтенсивного тину вирощування. Висота рослини – 75,0–90,0 см, напівкарликовий. Довжина вегетаційного періоду 264–280 днів, середньостиглий. Характеризується високою стійкістю до вилягання. Сорт володіє відмінною стійкістю до хвороб та шкідників завдяки імунологічній захищеності. Характеризується крупним колосом, високою вирівняністю та підвищеною кількістю зерен у колосі. Зимостійкість сорту обумовлена чутливістю до фотоперіоду (не переростає в осінній період) і видовженим періодом яровизації (стійкий до зимових

---

<sup>11</sup> Агеев В. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2004. 174 с.

<sup>12</sup> Тищенко В. Н., Чекалин Н. М. Генетические основы адаптивной селекции озимой пшеницы : монография. Полтава, 2005. 243 с.

відлиг та до повернення холодів). Ці особливості надають сортові високий рівень адаптивності до стресових умов середовища. Сорт віднесений до групи сильних пшениць. Урожайність в конкурсному сортовипробуванні становить 83,5–107,3 ц/га. Внесений в Реєстр сортів рослин України з 2015 року. № заяви в Реєстрі сортів 12007025.

**Сорт Кармелюк.** Автори сорту: д-р с.-г. наук В. М. Тищенко та інші. Створений в тісній співпраці та на замовлення виробників, які бажали мати високоврожайний сорт пшениці максимально адаптований до змін навколишнього середовища з еректоїдним, або вертикальним, розташуванням прапорцевого листа і вертикальним розташуванням кореня, що ліквідує конкуренцію рослин в популяції сорту. Сорт створено шляхом схрещування сорту Донецька 89 та сорту Перемога 2 з наступним індивідуальним добором, з використанням збирального індексу та лінійної щільності колосу елітних рослин, на фоні штучної затримки часу відновлення весняної вегетації. Різновидність – *еритроспермум*. Кущ – прямостоячий, лист зелений. Колос остистий. Відмінна стійкість до хвороб та шкідників завдяки імунологічній захищеності. Має підвищену здатність до куціння в осінній та весняний періоди. Відноситься до групи з підвищеною фотоперіодичною чутливістю та подовженим періодом яровизації, що дозволяє висівати його в дуже ранні строки сівби. Сорт віднесений до групи сильних пшениць. Досягнутий потенціал урожайності 82,8–102,0 ц/га. Внесений в Реєстр сортів рослин України з 2014 року. № заяви в Реєстрі сортів 11007018 [13].

**Сорт Радивонівка.** Сорт знаходиться на державному сортовипробуванні. Найвищий рівень врожайності (табл. 1) в чистих посівах був відмічений в с. Радивонівка який складав 59,3 ц/га. Сама низька врожайність в чистих сумішах в дсліді була в с. Шарада рівень якої становив 43,7 ц/га, тобто на 15,6 ц/га менше, ніж у сорту урожай якого був максимальним.

### 1. Врожайність сортів пшениці озимої в чистих посівах і суміші, 2015 р.

Сорт	Шарада	Аріївка	Кармелюк	Радивонівка	Суміш 4 сортів
Шарада	43,7	46,0 (- 13,3)	43,3 (-16,0)	47,0 (- 12,3)	63,7
Аріївка	46,0 (- 13,3)	43,7	48,0 (-11,3)	49,7 (- 9,6)	63,7
Кармелюк	43,3 (-16)	48,0 (-11,3)	56,7	51,0 (- 8,3)	63,7
Радивонівка	47,0 (- 12,3)	49,7 (- 9,6)	51,0 (- 8,3)	59,3	63,7

Джерело: власні дослідження.

<sup>13</sup> Русанова Г. М., Тищенко В. М. Застосування нових сортів як напрямок підвищення ефективності зерновиробництва. Землеробство України в XXI столітті : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., 24 трав. 2000 р. Київ – Чабани, 2000. – 34 с.

Достатньо високий рівень врожайності відмічений в сумішах (Радивонівка + Кармелюк) – 51,0 ц/га; (Радивонівка + Аріївка) – 49,7 ц/га; (Кармелюк + Аріївка) – 48,0 ц/га; (Шарада + Аріївка) – 46,0 ц/га; (Шарада + Радивонівка) – 47,0 ц/га.

В експерименті відмічена така особливість, що деякі сорти в сумішах підвищували врожайність по досліду, а в деяких випадках зменшували. Так, в досліді сорти Шарада, Аріївка в сумішах (Шарада) с. Аріївкою, с. Кармелюком і с. Радивонівкою; (Аріївка) з Шародою, Кармелюком і Радивонівкою підвищували врожайність по відношенню до чистого посіву в першому випадку від 43,7 до 47,0 ц/га, а в другому випадку від 43,7 до 49,7 ц/га. А в с. Кармелюк, с. Радивонівка навпаки врожайність по відношенню до чистого посіву зменшувалась від 56,7 до 43,3 ц/га (Кармелюк), від 59,3 до 47,0 ц/га (Радивонівка).

В досліді в 4 компонентній суміші сформувалася врожайність на рівні 63,7 ц/га, тобто ми вважаємо що сорти які використані в досліді не конкурують між собою. Ми передбачаємо, що якби урожайність зменшилась в 4 компонентній суміші то це б пояснювалося високою конкуренцією між сортами, а так як врожайність підвищилась (по відношенню до Шароди на 20 ц/га; Аріївка на 20 ц/га; Кармелюк 7 ц/га; Радивонівка 4,4 ц/га), то можемо стверджувати що набір сортів які складають 4 компонентну суміш не мають між собою конкуренції, і весь потенціал урожайності був спрямований на його підвищення.

Солома є відходом виробництва зернових культур. Співвідношення зернової частини врожаю та незернової соломи становить приблизно 1:1. В процесі збирання врожаю зернова частина культури відділяється від стеблової, подальший спосіб заготівлі соломи залежить від застосованої технології. Частина соломи залишається у вигляді стерні в полі, пізніше вона приорується у ґрунт.

В Україні застосовуються наступні технології заготівлі соломи зернових колосових культур:

1. Потокова. Подрібнена зернозбиральним комбайном солома збирається у змінні причепи і вивозиться до місця складування (скиртування). При відсутності причепа солома розкидається по полю.

2. Копицева. Копнувачем, що входить до складу комбайна, формуються копиці масою 150–300 кг, які в процесі роботи комбайна вивантажуються на полі на стерню.

Копиці збираються з поля переважно тросовими волокушами або такими, що штовхають. У разі формування копиць-блоків вони вивозяться копицевозами/стогочесами.

3. Валкова. За допомогою валкоукладача комбайну солома вкладається у валки. Існують різні варіанти підбирання валків, один з яких – формування щільних тюків преспідбирачами (рис. 2–3).



**Рис. 2. Укладання неподрібної соломи у валок**      **Рис. 3. Прес-підбирач Lely Welger**

Джерело: дані [14].

4. Розсівна. В процесі обмолоту зернових культур виконується подрібнення та розсівання (розкидання) соломи по полю.

Раніше в Україні широко застосовувалася копицева технологія збирання соломи, а на сьогоднішній день найбільш розповсюдженою є потокова технологія. Згідно останньої, зернозбиральний комбайн подрібнює соломку у січку, яка накопичується у вантажному причепі. Після цього солома переміщується до місця зберігання, скиртується і зберігається у великих стогах, як правило не накритих. Такий спосіб зберігання призводить до її надмірного зволоження внаслідок великої кількості опадів. Іншим варіантом потокової технології є розкидання подрібненої соломи по полю.

Пропонуємо валкову технологію збирання соломи, яка передбачає можливість наступного тюкування. Це є важливим з точки зору транспортування соломи на середні й відносно великі відстані та використання в якості палива для котлів. Тюкована солома може зберігатися під навісом або у закритому сховищі, що дозволяє захистити її від зволоження та забруднення. Тюкування значно зменшує об'єм соломи та дозволяє механізувати ряд операцій при її складуванні, транспортуванні, вантаженні-розвантаженні. Зібрана солома з пшениці озимої використовується за різними напрямками: на потреби тваринництва (підстилка та грубий корм худобі), як органічне добриво, для вирощування грибів у закритому ґрунті, а також на енергетичні потреби (спалювання в котлах, виробництво гранул/брикетів). Невикористаний залишок, часто спалюється на полях, що є офіційно забороненим в Україні і шкідливим для оточуючого середовища та ґрунту.

Одразу після збирання врожаю зернових вологість соломи складає 15–20 % (теплота згоряння  $Q = 12\text{--}15$  МДж/кг). Подальше перебування соломи на полі призводить не тільки до зниження її вологості до 14–17 % ( $Q = 14\text{--}15$  МДж/кг), але й сприяє вимиванню хлору та калію, що

<sup>14</sup> Машини для збирання зернових та технічних культур : посіб. ; за ред. В. І. Кравчука, Ю. Ф. Мельника. Дослідницьке : УкрНДПВТ ім. Погорілого, 2009, 296 с. URL : [http://vthntusg.at.ua/\\_ld/0/18\\_zernovi\\_disk.pdf](http://vthntusg.at.ua/_ld/0/18_zernovi_disk.pdf).

підвищує якість соломи як палива [15]. Для спалювання в котлах застосовують соломку з вологістю до 20 %, при виробництві гранул вологість соломи має не перевищувати 12–14 %.

Для більш широкого впровадження енергетичного обладнання на соломі в Україні необхідно переходити з потокової технології збирання соломи до валкової з наступним її тюкуванням.

Використання альтернативних паливноенергетичних ресурсів слід вважати стратегічним напрямом вирішення паливно-енергетичних проблем, оскільки традиційні технології державного забезпечення енергоресурсами є обмеженими і в перспективі не забезпечать потреби споживачів. Отримання енергії з біомаси соломи є однією з галузей, що найбільш динамічно розвиваються у світі. Цьому сприяють такі її властивості, як великий енергетичний потенціал і відновлюваний характер. Власне вагомою перевагою біомаси як енергетичного ресурсу є те, що її ресурси поновлюються щороку і практично постійно.

Рослинні відходи як паливо мають ряд негативних властивостей, що вимагає досить ретельного підходу до їх застосування. Так, солома може містити хлор і лужні метали, що призводить до корозії сталевих елементів енергетичного обладнання, особливо при високих температурах. Крім того, солома має відносно низьку температуру плавлення золи, наслідком чого може бути шлакування елементів енергетичного обладнання. Але на сьогодні вже знайдено конструктивні та інші технологічні рішення, що мінімізують ці негативні впливи і дозволяють успішно використовувати соломку як паливо.

### **1.3. Підвищення продуктивності пшениці озимої під впливом сівозмін, фонів удобрення та обробітку ґрунту**

*Перепелиця А. А., Левченко Л. М., Шандиба В. О.  
Полтавська державна аграрна академія*

Серед зернових культур, які вирощують на Україні пшениця озима займає перше місце як за посівними площами, так і за валовими зборами зерна. Ціниться своїм високоякісним зерном, у складі якого міститься від 11 % до 20 % і більше повноцінних білків, до 65 % вуглеводів, необхідні вітаміни – В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, Е, мінеральні речовини фосфор, калій та інші. Тому пшениця – найважливіша продовольча культура [16].

Пшениця озима за своїми біологічними властивостями найбільш

---

<sup>15</sup> Новітні технології біоенергоконверсії : монографія / Блюм Я. Б., Гелетука Г. Г., Григорюк І. П. та ін. Київ : «Аграр Медіа Груп», 2010. 326 с.

<sup>16</sup> Рослинництво з основами землеробства : посіб. ; за ред. М. А. Білоножка, І. С. Руденка. Київ : «Урожай», 1986. С. 110–111.

вимоглива до попередників, а сама є добрий попередник, особливо для просапних. Це значно поліпшує умови розміщення культуру сівозміні [17].

Вчені, практики сільського господарства багато працюють над тим, щоб зв'язувати, як впливають сівозміни, удобрення та обробіток ґрунту на підвищення врожайності. Чимало років ми також вивчаємо це питання.

Кожна сівозміна включає кілька агротехнічних заходів. Головні з них такі: план переходу, система обробітку ґрунту, система удобрення рослинна полях сівозміни.

Період від ведення сівозміни до її освоєння називається перехідним. План переходу – це проект чергування і розміщення сільськогосподарських культур в сівозміні в перехідний період. Цей план складається для кожної сівозміни окремо.

Система обробітку ґрунту розробляється на кожен рік переходу та на рік освоєння, тобто на ротацію для кожної сівозміни окремо. Насамперед обробіток планують відповідно до ґрунтового покриву. Глибину оранки міняють на кожному полі залежно від чергування культур. Обробіток ґрунту здійснюється диференційовано. Система обробітку ґрунту пов'язується з системою удобрення. Один–два рази за ротацією сівозміни поглиблюють орний шар, одночасно вносячи органічні та мінеральні добрива на поля, яке буде зайняте під просапними.

Намічаючи систему обробітку ґрунту, враховують біологічні особливості сільськогосподарської культури під яку готується ґрунт або д за якою ведеться догляд в період вегетації. Беруть до уваги й те, який попередник вирощування на цьому полі.

План освоєння сівозмін включає також систему удобрення сільськогосподарських рослин, яка складається з плану розміщення добрив під вирощуванні культури, плану нагромадження і закупівлі добрив, правил зберігання, підготовки до внесення, визначення часу та способу внесення та зберігання їх [18].

Отже можна вважати що дотримання сівозміни, фонів удобрення, обробітку ґрунту є важливими факторами позитивного впливу на рослини пшениці озимої в усталених короткоротаційних сівозмінах.

Дослідження проводили стаціонарному досліді Веселоподільська дослідно-селекційна станція, у якому вивчали продуктивність посівів пшениці озимої залежно від добрив і обробітків ґрунту протягом 2015–2018 рр. Ґрунтовий покрив поля стаціонарного досліді чорнозем типовий потужній малогумусний слабосолонцюватий середньосуглинковий, характерний для зони діяльності станції станції.

Ґрунт дослідної ділянки містить значні запаси поживних речовин. Агротехніка вирощування культур загальноприйнята для зони. Площа посівної ділянки – 182,2 м<sup>2</sup> повторність триразово. Територія

<sup>17</sup> Пастушенко В. О. Сівозміни на Україні. Київ : «Урожай», 1972. 359 с.

<sup>18</sup> Ступаков В. П. Правильні сівозміни – основа достатку. Львів : Каменярь, 1967. 47 с.

знаходиться у зоні недостатнього зволоження південно-східної частини Лівобережного Лісостепу України.

При проведенні досліджень керувались спеціальними методичними вказівками Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків та методикою польового досліджу.

У 2015–2018 рр. у наших дослідження були проведені обліки урожаю пшениці озимої залежної від сівозміни, добрив і способів обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах, який проводили методом суцільного комбайнового збирання кожної ділянки з одночасним зважуванням і з послідуєчим перерахунком на гектар (табл.).

**Вплив сівозмін, фонів удобрення і обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах на продуктивність посівів пшениці озимої (у середньому за 2015–2018 рр.)**

Сівозміна	Варіант	Система удобрення за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі	Урожайність пшениці озимої
Плодозмінна (обробіток оранка)	9	Без добрив, без гички, без соломи	3,65
	10	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , без соломи, без гички	4,72
	11	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	4,95
	12	6,25 т гною+N <sub>46.2</sub> P <sub>33.7</sub> K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	4,90
	15	Без добрив, без гички, без соломи	3,77
	16	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> P <sub>33.7</sub> + K <sub>33.7</sub> , без соломи, без гички	4,50
	17	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> +P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	5,02
	18	6,25 т гною+N <sub>46.2</sub> + P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	4,56
Просапна (обробіток поверхневий)	21	Без добрив, без гички, без соломи	2,98
	22	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> + P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +без соломи+без гички	4,61
	23	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> +P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	3,70
	24	6,25 т гною+N <sub>46.2</sub> +P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	4,88
	27	Без добрив, без гички, без соломи	3,19
	28	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> +P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +без соломи+без гички	4,05
	29	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> +P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	4,07
	30	6,25 т гною+N <sub>46.2</sub> +P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома +гичка	3,99
(обробіток плоскоріз)	9	Без добрив, без гички, без соломи	3,65
	10	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , без соломи, без гички	4,72
	11	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	4,95
	12	6,25 т гною+N <sub>46.2</sub> P <sub>33.7</sub> K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	4,90
	15	Без добрив, без гички, без соломи	3,77
	16	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> P <sub>33.7</sub> + K <sub>33.7</sub> , без соломи, без гички	4,50
	17	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> +P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	5,02
	18	6,25 т гною+N <sub>46.2</sub> + P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	4,56
(обробіток оранка)	21	Без добрив, без гички, без соломи	2,98
	22	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> + P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +без соломи+без гички	4,61
	23	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> +P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	3,70
	24	6,25 т гною+N <sub>46.2</sub> +P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	4,88
	27	Без добрив, без гички, без соломи	3,19
	28	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> +P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +без соломи+без гички	4,05
	29	6,25 т гною+N <sub>33.7</sub> +P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома+гичка	4,07
	30	6,25 т гною+N <sub>46.2</sub> +P <sub>33.7</sub> +K <sub>33.7</sub> , +солома +гичка	3,99

Сівозміна	Варіант	Система удобрення за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі	Урожайність пшениці озимої
Зернопаропросапна (обробіток плоскоріз)	39	Без добрив, без соломи, без гички	3,85
	40	6,25 т гною+N <sub>33,7</sub> + P <sub>33,7</sub> +K <sub>33,7</sub> , +без соломи+без гички	5,44
	41	6,25 т гною+N <sub>33,7</sub> +P <sub>33,7</sub> +K <sub>33,7</sub> , +солома +гичка	4,90
	42	6,25 т гною+N <sub>46,2</sub> + P <sub>33,7</sub> +K <sub>33,7</sub> , +солома+гичка	5,19
	57	Без добрив, без соломи, без гички	2,64
	58	6,25 т гною+N <sub>33,7</sub> +P <sub>33,7</sub> +K <sub>33,7</sub> ,+ без соломи +без гички	4,07
	59	6,25 т гною+N <sub>33,7</sub> + P <sub>33,7</sub> + K <sub>33,7</sub> , +солома +гичка	3,97
Зернопросапна (обробіток оранка)	60	6,25 т гною+N <sub>46,2</sub> +P <sub>33,7</sub> +K <sub>33,7</sub> , +солома+гичка	4,15
	63	Без добрив, без соломи, без гички	3,32
	64	6,25 т гною+N <sub>33,7</sub> +P <sub>33,7</sub> +K <sub>33,7</sub> , +без соломи+без гички	3,92
	65	6,25 т гною+N <sub>33,7</sub> +P <sub>33,7</sub> +K <sub>33,7</sub> , +солома +гичка	3,92
	66	6,25 т гною+N <sub>46,2</sub> +P <sub>33,7</sub> +K <sub>33,7</sub> , +солома+гичка	4,24

Джерело: авторські дослідження.

Результати наших досліджень у короткоротаційних сівозмінах показали, що урожайність пшениці озимої залежна від способів основного обробітку ґрунту попередника і системами удобрення.

Так, у плодозмінній сівозміні (попередник багаторічні трави однорічного використання) за проведення плоскорізного розпушування ґрунту на глибину 20–22 см під пшеницю озиму на не удобреному фоні без добрив, без соломи, без гички (вар. 15) відмічено найнижчу урожайність зерна пшениці озимої – 3,77 т/га. Проведення плоскорізного розпушення ґрунту на глибину 20–22 см під пшеницю озиму за застосування ротацію сівозміни розрахунку на 1 га/ріллі 6,25 т гною + NPK<sub>н33,7 р33,7 к33,7</sub>, без соломи, без гички (вар.16), 6,25 т гною + NPK<sub>н33,7 р33,7 к33,7</sub> + солома + гичка (вар. 17), N<sub>46,2</sub>PK<sub>т33,7 р33,7 к33,7</sub> + солома + гичка (вар.18). Сприяло суттєвому підвищенню урожайності пшениці озимої до рівня 4,50; 5,02; 4,06 т/га відповідно, тобто за проведення плоскорізного розпушення ґрунту на удобрених фонах спостерігали значне підвищення урожайності пшениці порівняно з неудобреним фоном на 0,73; 1,25; 0,79 т/га проведенням оранки на глибину 20–22 см

під пшеницю озиму за внесення за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га/ріллі 6,25 т гною +  $\text{NPK}_{\text{n}33,7 \text{ p}33,7 \text{ k}33,7}$  без соломи без гички (вар.10), 6,25 т гною +  $\text{NPK}_{\text{n}33,7 \text{ p}33,7 \text{ k}33,7}$  + солома + гичка (вар.11) і  $\text{N}_{46,2} \text{PK}_{\text{t}33,7 \text{ p}33,7 \text{ k}33,7}$  + солома + гичка (вар.12) забезпечило збільшення урожайності пшениці до рівня 4,72 ; 4,95; 4,90 т/га відповідно тоді як на неудобреному фоні без добрив без соломи без гички (вар. 9) урожайність пшениці становила 3,75 т/га, тобто за проведення оранки під пшеницю озиму на удобрених фоні спостерігали підвищення пшениці порівняно з неудобреним фоном на 1,07; 1,31,25 т/га відповідно.

Наявність у складі культур сівозміни кукурудзи на силос в більшості років ускладнює вирощування пшениці озимої оскільки з урожаєм культури виходить велика кількість поживних речовин без повернення з добривами.

Результати наших досліджень у короткоротаційній просапній сівозміні показали, що за проведення поверхневого обробітку ґрунту під пшеницю озиму на неудобреному фоні без добрив, без соломи, без гички (вар. 21) відмічено найнижчу урожайність зерна пшениці озимої – 2,98 т/га (див. табл.). Проведення поверхневого обробітку ґрунту під пшеницю озиму за застосування за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною +  $\text{NPK}_{\text{n}33,7 \text{ p}33,7 \text{ k}33,7}$  без соломи без гички (вар. 22), 6,25 т гною +  $\text{NPK}_{\text{n}33,7 \text{ p}33,7 \text{ k}33,7}$  + солома + гичка (вар. 23) сприяло суттєвому підвищенню урожайності пшениці озимої до рівня 4,61 і 3,70 т/га. Найвищу урожайність пшениці озимої одержали при застосуванні за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі  $\text{n}33,7 \text{ p}33,7 \text{ k}33,7$  + солома + гичка (вар. 24), вона становила 4,88 т/га відповідно.

Проведення оранки, на виявлення за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною +  $\text{NPK}_{\text{n}33,7 \text{ p}33,7 \text{ k}33,7}$  без соломи, без гички (вар. 28), 6,25 т гною +  $\text{NPK}_{\text{n}33,7 \text{ p}33,7 \text{ k}33,7}$  + солома + гичка (вар. 29),  $\text{NPK}_{\text{n}46,2 \text{ p}33,7 \text{ k}33,7}$  + солома + гичка (вар. 30) забезпечило істотне збільшення урожайності пшениці до рівня: 4,05; 4,07; 3,99 т/га відповідно, тоді як на неудобреному фоні без добрив, без соломи, без гички (вар. 27) урожайність пшениці становила 3,19 т /га.

Зернопаропросапна сівозміна, як і плодозміна, одна з кращих для умов східного Лісостепу України, яка пропонувалася і пропонується виробництву. Чорний пар в сівозміні забезпечував високі і стабільні урожаї пшениці озимої та інших культур. Нарівні з добривами це швидкодіючий, ефективний агротехнічний засіб збереження родючості і підвищення урожайності. Проведення плоскорізного обробітку ґрунту, в короткоротаційній зернопросапній сівозміні, під пшеницю, озиму за застосування за ротацію сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною +  $\text{NPK}_{\text{n}33,7 \text{ p}33,7 \text{ k}33,7}$  + без соломи без гички (вар. 40), 6,25 т гною +  $\text{NPK}_{\text{n}33,7 \text{ p}33,7 \text{ k}33,7}$  + солома + гичка (вар. 41),  $\text{NPK}_{\text{n}46,2 \text{ p}33,7 \text{ k}33,7}$  + солома + гичка сприяло найбільшому підвищенню урожайності пшениці озимої до рівня

5,44; 4,90; 5,19 т/га відповідно, тоді як на неодобреному фоні без соломи без добрив без гички (вар. 39) урожайність пшениці становила 3,85 т/га, що на 1,59; 1,05; 1,34 т/га менше від урожайності пшениці яку вирощували на удобреному фоні при однаковому обробітку ґрунту.

Насичення сівозміни зерновими культурами в тому числі сімба пшениці озимої по пшениці озимій ускладнює технологію її вирощування. Інтенсивний виніс елементів живлення зерновими культурам з ґрунту викликає напруженість з поживою, у випадку відсутності добрив, або недостатня їх кількість.

Результати наших досліджень у короткоротаційній зернопросапній сівозміні показали, що ця сівозміна є не гіршою так у зернопросапній сівозміні з проведення плоскорізного обробітку ґрунту під пшеницю озиму на неодобреному фоні без соломи без добрив без гички (вар. 57) урожайність пшениці була найнижчою у порівнянні з іншими сівозмінами і становила 2,64 т/га відповідно. За застосування за ротацією сівозміни в розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною +  $\text{NPK}_{\text{н}33,7 \text{ р}33,7 \text{ к}33,7}$  без добрив без гички (вар. 58), 6,25 т гною  $\text{NPK}_{\text{н}33,7 \text{ р}33,7 \text{ к}33,7}$  + солома + гичка (вар. 59),  $\text{NPK}_{\text{н}46,2 \text{ р}33,7 \text{ к}33,7}$  + солома + гичка (вар. 66) спостерігали підвищення урожайності пшениці до рівня 4,07; 3,97; 4,15 т/га, що більше на 1,43; 1,33; 1,51 т/га від неодобреного фону без добрив без соломи без гички. Проведення оранки на глибину 20–22 см під пшеницю озиму за внесення за ротацію сівозмін в розрахунку на 1 га ріллі 6,25 т гною +  $\text{NPK}_{\text{н}33,7 \text{ р}33,7 \text{ к}33,7}$  без соломи без гички (вар. 64), 6,25 т гною  $\text{NPK}_{\text{н}33,7 \text{ р}33,7 \text{ к}33,7}$  + солома + гичка (вар. 65)  $\text{NPK}_{\text{н}46,2 \text{ р}33,7 \text{ к}33,7}$  + солома + гичка (вар. 66) забезпечили збільшення урожайності пшениці до рівня 3,92; 3,92; 4,24 т /га відповідно, тоді як на неодобреному фоні без соломи без добрив без гички (вар. 63) урожайність пшениці становила 3,32 т/га. Тобто, за проведення оранки під пшеницю озиму на удобрених фонах спостерігали підвищення урожайності пшениці порівняно з неодобреним фоном на 0,60–0,92 т/га відповідно (див. табл.).

Отже, результати наших досліджень у короткоротаційних сівозмінах показали, що урожайність пшениці озимої залежала від способів основного обробітку ґрунту попередника і системи удобрення.

Основною властивістю є його родючість. Відтворення і регулювання родючості ґрунтів здійснюється системою землеробства. Розширене відтворення родючості, її регулювання і реалізація найбільшою мірою здійснюється системою удобрення культур у сівозмінах. Добрива є потужним фактором забезпечення родючості ґрунтів.

Результати досліджень стаціонарному досліді дають можливість знаходити шляхи і засоби протистояння відхиленням від норм в природі.

Результати досліджень також показують що зниження родючості ґрунтів можна уникнути, якщо галузь землеробства вести на науковій основі. Коли до технологій вирощування здійснювати не лише

сівозмінний елемент а саме чорний пар і багаторічні трави, а і включати основний і потужній елемент, що є в арсеналі землеробства – добрива, то урожайність зростає.

В залежності від способу основного обробітку ґрунту змінюється якість продукції сільськогосподарських культур. За спостереженнями якість та урожайність пшениці озимої при плоскорізному обробітку зміниться від оранки слід зазначити неоднозначність ефективності різних способів основного обробітку ґрунту. Частина дослідників вважає, що бесполіцевий обробіток ґрунту порівняно з оранкою є ґрунтово захисним зменшує водну та вітрову ерозію, забезпечує краще відтворення родючості ґрунту, сприяє нагромадженню вологи та поживних речовин, менш енергоємний та заслуговує широкого впровадження у виробництво.

Система основного обробітку ґрунту на сучасному етапі господарювання повинна включати в чергування різноглибинних поліцевих та поверхневих обробітків сівозміні з урахуванням ґрунтово-кліматичних умовах, можливостей господарства щодо застосування хімічних засобів захисту рослин, це і забезпечить підвищення продуктивності сільськогосподарських культур.

#### **1.4. Біоенергетичний потенціал Полтавської області**

*Писаренко П. В., Самойлік М. С., Диченко О. Ю.  
Полтавська державна аграрна академія*

Необхідність економії природних ресурсів в умовах глобальних змін клімату і загострення екологічних проблем стає найважливішою умовою екологізації природокористування. Концепція екологічно збалансованого (стійкого) розвитку ґрунтується на збільшенні використання відновлювальних джерел енергії, серед яких біоенергетика відіграє все більш значну роль.

Використання біоенергетичного потенціалу у багатьох країнах здійснюється на основі Кіотського протоколу, згідно якого промислово-розвинуті країни і країни з перехідною економікою до 2021 р. повинні зменшити загальні викиди парникових газів. У країнах ЄС, США, Бразилії, Китаї, Японії все ширше, поряд із енергією сонця, води, вітру, використовується біопаливо.

Біоенергія оснований на використанні енергетичної біомаси.

*Біомаса* – це вуглецевомісткі органічні речовини рослинного та тваринного походження (деревина, солома, рослинні залишки сільськогосподарського виробництва, гній, органічна частина твердих побутових відходів та іноді торф). Для виробництва енергії переважно

застосовують тверду біомасу, а також отримані з неї рідкі та газоподібні палива – біогаз, біодизель, біоетанол. Із біомаси у світі щорічно отримують близько 2 млрд т. палива, що складає близько 14 % загального споживання первинних енергоносіїв [19].

В Фінляндії біопаливом покривається 19,6 % загального споживання первинної енергії, в Швеції –16,1 %, в Австрії – 11 %, в Данії – 10,3 %, в Польщі – 4,5 %, в Германії – 2,1 % і т. і. Значних успіхів досягли Латвія (28 %), Естонія (10,5 %), Литва (7,6 %) [20].

В Україні частина біомаси в енергопостачанні становить близько 0,5 %. У той же час, збільшення використання біопалива у регіонах України здатне диверсифікувати виробництво енергії, сприяти ресурсозбереженню, утилізації відходів і значному зменшенню викидів парникових газів у атмосферу. Це потребує оцінки біоенергетичного потенціалу регіонів України та вивчення регіональних особливостей його використання.

Загалом питання значення біомаси для виробництва енергії досліджувало багато вітчизняних та зарубіжних вчених, зокрема J. Twidell, T. Weir, J. A. Stasiek, T. B. Johansson, D. O. Hall, H. Kelly, A. K. N. Reddy, R. H. Williams, J. Woods, O. O. Соловійов, С. І. Зайцев, М. О. Рустамов, Є. С. Панцхава, О. Є. Маріненко, В. Г. Андрійчук, В. І. Бойко, П. І. Гайдучкий, О. В. Крисального, М. Я. Дем'яненка, С. М. Кваші та ін., зокрема питання використання біомаси тваринництва та рослинництва, твердих побутових відходів [21]. У той же час питання оцінки біоенергетичного потенціалу регіонів України для підвищення їх енергетичного забезпечення не повністю досліджено [22].

Використання біомаси в Україні здійснюється в основному при термічній конверсії дров і деревних відходів та біотехнічній конверсії відходів сільського господарства, осадів каналізаційних очисних систем, твердих побутових відходів.

Доцільність розвитку біоенергетики у Полтавській області обумовлена її геополітичним положенням, природними і соціально-економічними умовами. Основні біоенергетичні ресурси регіону – деревні відходи лісового господарства та деревопереробки, органічні відходи сільського господарства, біомаса сільськогосподарської культури, ТПВ тощо. Їх раціональне використання дозволить вирішувати не тільки енергетичні, але також екологічні та соціальні проблеми.

---

<sup>19</sup> Джерджула В. В. Обґрунтування параметрів обладнання для виробництва біогазу при утилізації органічних відходів сільськогосподарських підприємств : дис. канд. техн. наук : 05.05.11. Вінниця, 2009. 218 с.

<sup>20</sup> Таргоня В. С. Оптимізація основних параметрів процесу метанового зброджування біомаси безпідстилкового гною великої рогатої худоби в мезофільному режимі. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. 1998. Вип. 7. Ч. 1. С. 259–263.

<sup>21</sup> Мороз О. В., Свентух А. О., Свентух О. Т. Економічні аспекти вирішення екологічних проблем утилізації твердих побутових відходів: посібник. Вінниця, 2003. 110 с.

<sup>22</sup> Управління відходами: вітчизняний та зарубіжний досвід / Бондар О. І. та ін.; за ред. О. І. Бондаря. Київ, 2008. 196 с.

На сьогодні відомі наступні основні методи отримання енергії з біомаси: біологічний метод (анаеробне зброджування); термохімічний метод (газифікація, гідроліз); безпосереднє спалювання.

Оцінюючи можливості Полтавського регіону та враховуючи сільськогосподарський напрямок його розвитку, доцільно було б саме підвищення енергоефективності регіону за рахунок використання енергії із біомас.

Біомаса є відновлюваним, екологічно чистим паливом за умови екологічно раціонального виробництва та використання. Оскільки біомаса є CO<sub>2</sub>-нейтральним паливом, то її використання не призводить до підсилення глобального парникового ефекту.

*Біоенергетичний потенціал лісогосподарського комплексу.* Деревна біомаса як паливо розділяється на декілька груп відповідно до її походження: спеціально заготовлювана в лісі паливна деревина, відходи лісозаготівель, відходи деревообробки, відходи целюлозно-паперової промисловості, міська деревина. Деревна тріска може бути отримана з дерев, зрубаних при проріджуванні молодих насаджень і при вирубці догляду в старих насадженнях, з відходів лісозаготівлі (вершини, суччя, гілки). До групи відходів деревообробки входять деревні відходи, що утворюються при промисловій обробці деревини (обрізки, кора, тирса, стружки).

Загальна площа земель лісового фонду Полтавської області становить 275,8 тис. га, в тому числі вкриті лісовою рослинністю землі – 244,3 тис. га. Середній запас деревини становить 42,68 млн м<sup>3</sup>. Площа рубки лісу у 2016 р. склала 8983 га. Утворення деревних відходів у 2016 р. склало 12,1 тис. м<sup>3</sup>, що на 51 % більше у порівнянні з 2000 р. [4].

Середня лісистість території становить 8,7 %, в окремих районах вона варіює від 1,47 до 21,1 %. Найбільш покриті лісами райони: Котелевський – 21,1 %, Гадяцький – 17,2 %, Шишацький – 15,8 %. Найменш покриті лісами райони: Машівський – 1,47 %, Глобинський – 1,9 %, Семенівський – 2,2 %. Переважають такі деревні породи, як дуб – 83,0 тис. га (34 %), сосна – 73,5 тис. га (30,1 %), вільха – 21,5 тис. га (8,8 %).

Згідно з класифікацією ліси Полтавської області відносяться до першої групи як ліси, що мають природоохоронне і рекреаційне значення з особливим режимом введення сільського господарства. Енергія [МДж], накопичена в процесі фотосинтезу, для однорідних по властивостям фракцій лісної біомаси, розраховувалася по формулі:

$$E = V \cdot \rho \cdot Q_H \quad (1)$$

де  $V$  – об'єм деревної біомаси [м<sup>3</sup>];  $\rho$  – щільність деревини [кг/м<sup>3</sup>];  $Q_H$  – нижча (корисна) теплота згорання вологого палива [МДж/кг].

Нижча теплота згорання залежно від вмісту вологи і золи розраховувалася по методиці, запропонованою шведським стандартом SS 187182, згідно якої нижчу теплоту згорання ( $Q_H$ ) вологого палива

(деревне паливо) обчислюють шляхом зменшення вищої теплоти згорання ( $Q_B^C$ ) на кількість енергії, що витрачається на випаровування вологи, що міститься в паливі, при його подачі в котельню.

$$Q_H = \left[ Q_B^C \cdot \frac{100 - A^C}{100} \cdot \left( 1 - \frac{W}{100} \right) - 2,442 \cdot \frac{W}{100} \right], \quad (2)$$

де  $Q_B^C$  – вища теплота згорання в беззолній сухій речовині, [МДж/кг];  $W$  – вміст вологи, %;  $A^C$  – вміст золи в сухій речовині, %; 2,442 – теплота пароутворення води [МДж/кг].

Вища теплота згорання ( $Q_B^C$ ) деревини приймалася рівною 16,9 МДж/кг. При переводі з МДж на МВт, отримуємо загальний енергетичний потенціал лісового господарства Полтавської області, який складає 19383578 МВт. У порівнянні з іншими регіонами України, Полтавська область має середній рівень енергетичного потенціалу лісового господарства.

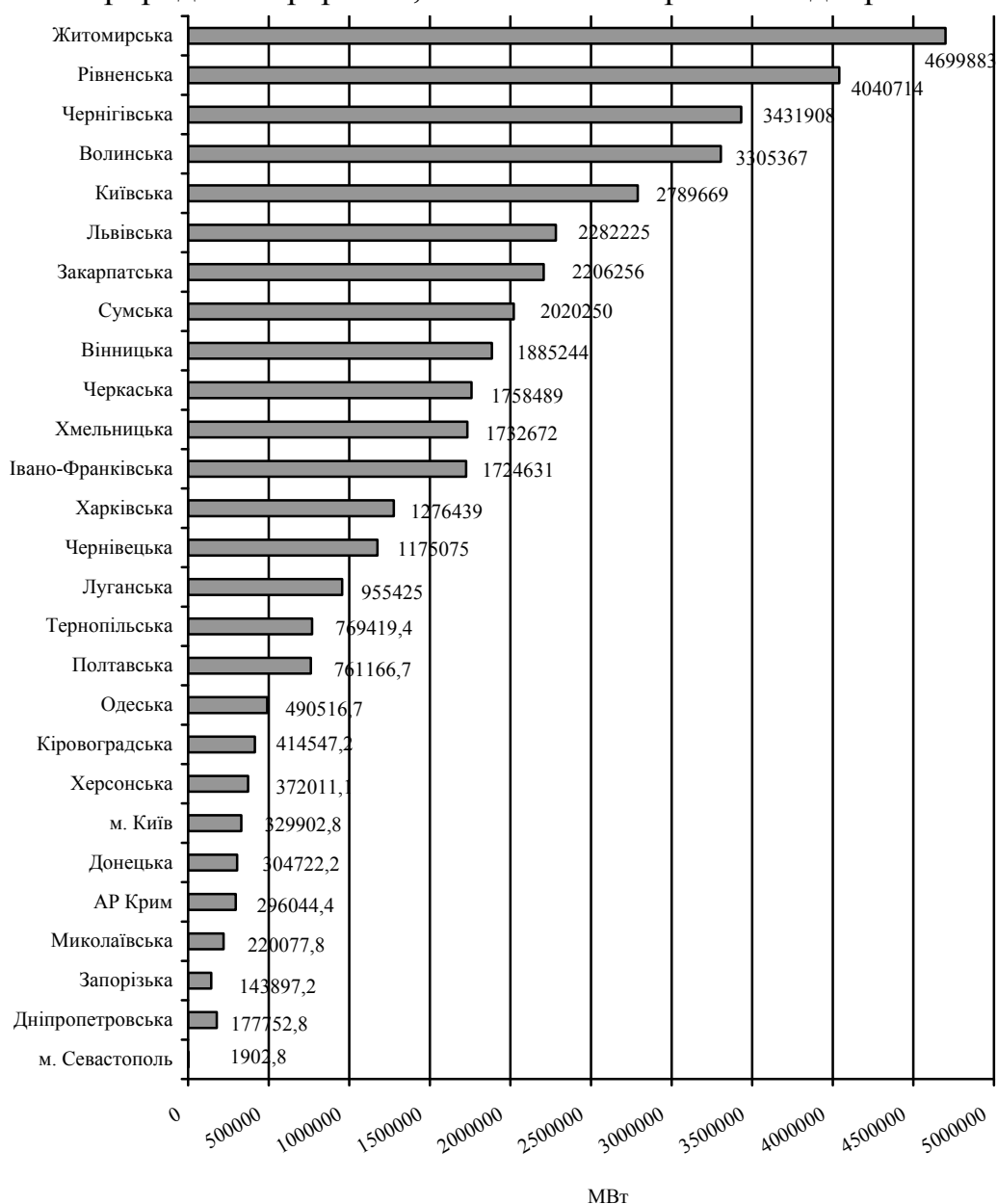
Наведені дані на рис. 1 свідчать, що найбільшим енергетичним потенціалом володіють Житомирська, Рівненська, Чернігівська. А в Полтавській області енергетичний потенціал деревних відходів та рубки деревини знаходиться на середньому рівні і у 2016 р. склав 761166,7 МВт, що відповідає 1370,1 тис. м<sup>3</sup> біогазу.

Найбільший рівень даного енергетичного потенціалу має Гадяцький (226 тис. МВт), Новосанжарський (186 тис. МВт), Полтавський (157 тис. МВт) та Пирятинський (73 тис. МВт) райони. У той же час, використання енергетичного потенціалу відходів деревини та рубки дозволило б замінити близько 14 тис. т вугілля в котельнях і ТЕС, а також знизити забруднення повітря CO<sub>2</sub> на 14840 т/рік та SO<sub>2</sub> – на 8,2 т/рік.

*Біоенергетичний потенціал з відходів тваринницьких ферм птахофабрик.* Свіжий гній тваринницьких ферм і рідкі складові гною, а також послід птиць є забрудниками довкілля. Підвищена сприйнятливність сільськогосподарських культур до свіжого гною наводить до забруднення ґрунтових вод і повітряного басейну, створює сприятливе середовище для зараження ґрунту шкідливими мікроорганізмами. У гної тварин життєдіяльність хвороботворних бактерій і яєць гельмінтів не припиняється, насіння бур'янів, що міститься в ньому, зберігає свої властивості.

Для усунення цих негативних явищ необхідна спеціальна технологія обробки гною, що дозволяє підвищити концентрацію живильних речовин і одночасно усунути неприємні запахи, подавити патогенні мікроорганізми, понизити вміст канцерогенних речовин. Перспективним, екологічно безпечним і економічно вигідним напрямом вирішення цієї проблеми є анаеробна переробка гною і відходів в біогазових установках із здобуттям біогазу. Завдяки високому вмісту

метану (до 70 %) біогаз може горіти. Органічна маса, що залишилася після такої природної переробки, є якісним знезараженим добривом.



**Рис. 1. Енергетичний потенціал деревних відходів та рубки деревини по областям України**

Джерело: авторські дослідження.

На сьогодні в області менш ніж 50 % обсягу стічних вод і відходів тваринницьких ферм та птахофабрик області використовуються в якості добрива, інші створюють загрозу забруднення та розповсюдження інфекційних хвороби.

Біогаз утворюється в процесі анаеробної ферментації органічної речовини під дією бактерій. Метанове бродіння протікає при температурах від 10 до 55 °С.

В результаті утворюється газова суміш, що містить 60–70 % метану, 30–35 % вуглекислого газу, 2–3 % азоту, 1–2 % водню і ін., з нижчою

теплотою згорання 18,0–27,5 МДж/м<sup>3</sup>, а також екологічно чисте органічне добриво.

Можливу кількість біогазу (P) для районів Полтавської області (для крупних, середніх і малих сільгосппідприємств) розраховується за методикою [23] за формулою:

$$P [\text{м}^3 \text{CH}_4/\text{год}] = N \cdot C [\text{т}/\text{год}] \cdot 0,62 \cdot V [\text{м}^3 \text{CH}_4/\text{т}], \quad (3)$$

де N – кількість голів худоби і птиць; C – кількість органічної речовини на 1 голову в рік; V – кількість біогазу на одну тонну органічної речовини (гною, посліду).

Для виключення з розрахунку органічних відходів, непридатних для анаеробного зброджування, введений коефіцієнт доступності (0,62).

Енергетичний потенціал біогазу (Q) розраховується за методикою [24] за формулою:

$$Q [\text{МДж}] = P [\text{м}^3 \text{CH}_4/\text{год}] \cdot 22 [\text{МДж}/\text{м}^3], \quad (4)$$

де 22 МДж/м<sup>3</sup> – теплотворна здатність біогазу.

Отримане значення переводимо з МДж в МВт.

### 1. Біоенергетичний потенціал відходів тваринництва і птахівництва Полтавської області (умовна вологість 90–95 %)

Показники, що враховуються	Велика рогата худоба	Свині	Вівці і кози	Кури
Кількість голів, тис.	441,5	294,0	43,2	5,4 млн
Кількість біогазу, (P) тис. м <sup>3</sup>	82119	15949,5	602,64	19719,72
Енергетичний потенціал біогазу, (Q) МВт	501844,4	97472,22	3666,67	120511,1

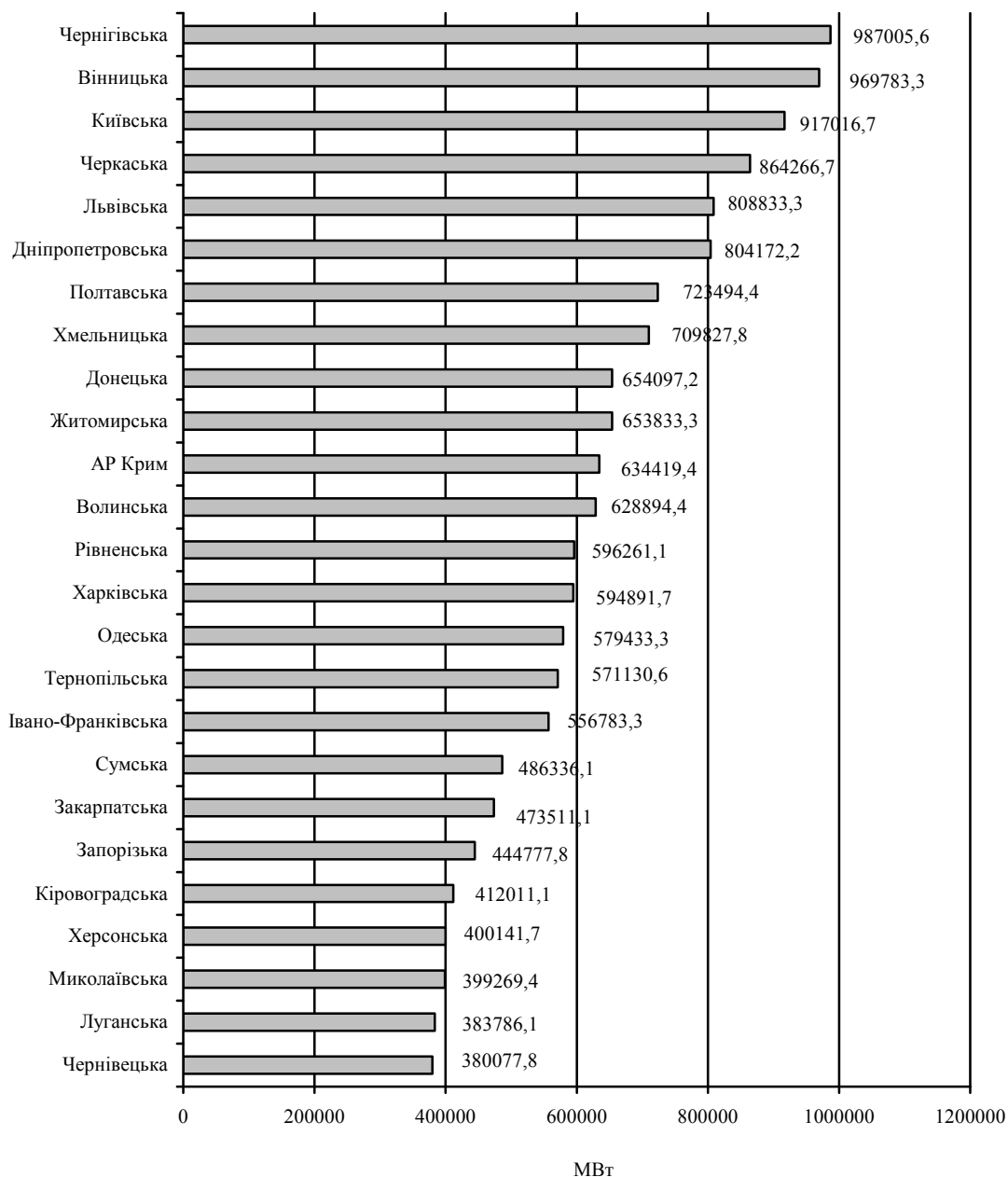
Джерело: авторські дослідження.

У Полтавській області обсяг біогазу від відходів тваринництва і птахівництва у 2016 р., склав 118390,9 тис. м<sup>3</sup>, його енергетичний потенціал – 723494,4 МВт, що складає 66 % у порівнянні з 2010 роком.

Наведені дані на рис. 2 показують, що найбільшим потенціалом біомаси володіють Чернігівська, Вінницька, Київська, Черкаська, Львівська, Дніпропетровська та Полтавська області. І тому в порівнянні з іншими регіонами України, Полтавська область має високий рівень енергетичного потенціалу відходів тваринництва і птахівництва.

<sup>23</sup> Ragulina I. R., Krasnov E. V. Possibilities of using of short rotation willow plantations for bioenergy development in the Kaliningrad region. *Proceedings of the 8th Polish-Danish Workshops on Biomass for energy*. 2003. P. 67–71.

<sup>24</sup> Агроекологічний атлас Полтавщини / Голік Ю.С. та ін. Полтава : Оріяна, 2009. 70 с.



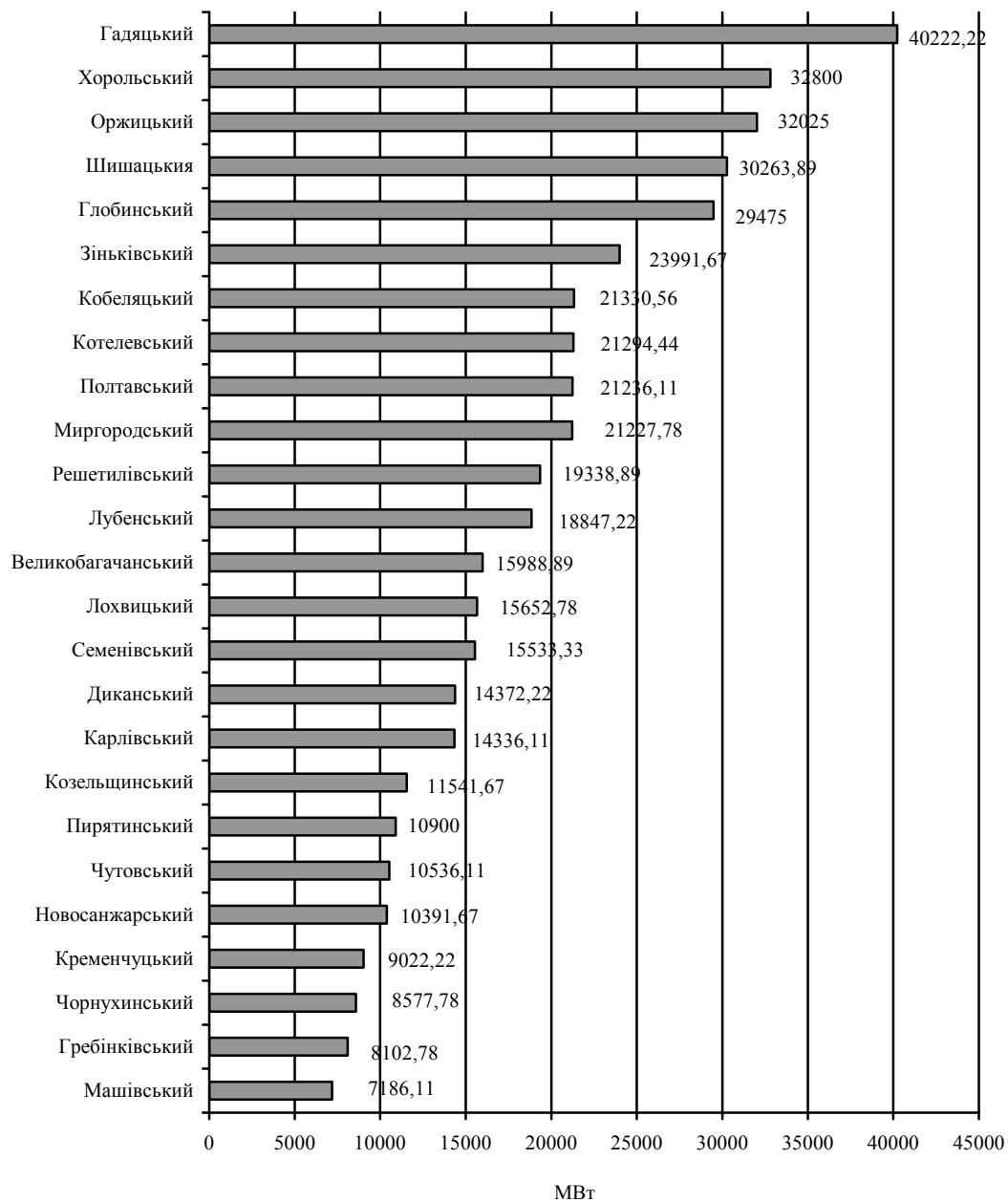
**Рис. 2. Енергетичний потенціал відходів тваринництва і птахівництва по областях України**

Джерело: авторські дослідження.

Наведені дані на рис. 3 показують, що найбільше значення потенціалу біомаси характерне для Гадяцького, Хорольського, Оржицького, Шишацького районів. На існуючій базі тваринницьких ферм і птахофабрик в області є доцільним встановлення біогазових установок, які дозволять отримувати не лише електричну і теплову енергію, але також екологічно чисті добрива.

*Біоенергетичний потенціал рослинної сільськогосподарської біомаси.* До продукції енергетичних сільськогосподарських культур із відносно високим вмістом цукру та крохмалю відносяться зерновобобові, овочі, буряки, та ін., що використовуються для виробництва етанолу. До

продукції олійних культур, з яких виробляють рослинну олію відносяться соняшник, ріпак, олійний льон.



**Рис. 3. Енергетичний потенціал відходів тваринництва і птахівництва по районах Полтавської області**

Джерело: авторські дослідження.

Біоенергетичний потенціал відходів рослинної сільськогосподарської біомаси розраховується за методиками [19, 20].

Кількість біомаси [кг/рік], яка утворюється за рік розраховується за формулою:

$$M_6 = M * K_b * 1000000, \quad (5)$$

де  $M$  – маса вирощуваної культури [тис. т/рік];  $K_b$  – кількість відходів після збору вирощуваної культури.

Об'єм вихідного біогазу [ $\text{м}^3/\text{рік}$ ] розраховується за формулою:

$$V = M_0 * K_{\text{біогаз}}, \quad (6)$$

де  $K_{\text{біогаз}}$  – кількість виходу біогазу [ $\text{м}^3/\text{рік}$ ].

Енергетичний потенціал [ $\text{МВт}/\text{рік}$ ] відходів рослинної сільськогосподарської біомаси розраховується за формулою:

$$Q = V * 1,8 / 1000000, \quad (7)$$

де 1,8 – коефіцієнт отриманий експериментальним шляхом.

У Полтавській області кількість біогазу від рослинної сільськогосподарської біомаси (зерновобобові, овочі, соняшник) склав у 2016 р. 1666046 тис.  $\text{м}^3$ , його енергетичний потенціал 2998,9 МВт, що складає 116 % у порівнянні з 2010 роком.

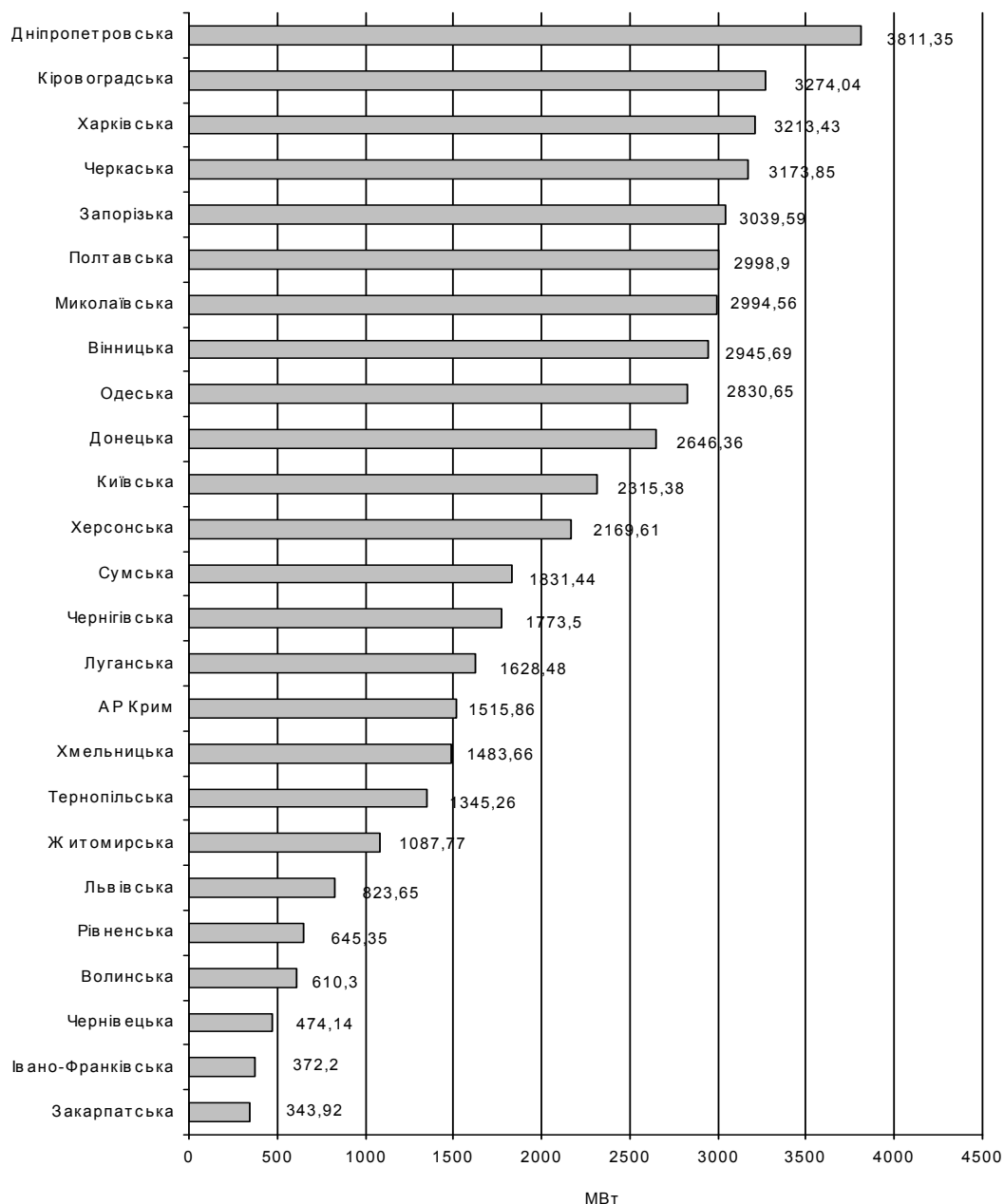
Дані рис. 4 свідчать про те що, найбільшим потенціалом даної біомаси володіють Дніпропетровська, Кіровоградська, Харківська, Черкаська, Запорізька та Полтавська області.

І тому у порівнянні з іншими регіонами України, Полтавська область має високий рівень енергетичного потенціалу рослинницької сільськогосподарської біомаси.

Наведені дані на рис. 5 показують, що найбільше даний енергетичний потенціал притаманний Новосанжарському (228,28 МВт), Миргородському (207,52 МВт), Глобинському (206,73 МВт) і Машівському (156,22 МВт) районам, і в сумі становлять 40 % енергетичного потенціалу рослинницької сільськогосподарської біомаси області.

*Біоенергетичний потенціал з твердих побутових відходів.* У зв'язку із зростанням населення, його концентрацією в містах і розвитком промислового виробництва продуктів харчування, останнім часом стає все більш актуальною проблема ліквідації органічних відходів життєдіяльності людини. Зазвичай побутові відходи просто викидають на звалище. Але в сучасних містах викидається стільки всяких відходів, що вони вже створюють серйозні екологічні проблеми. Одним з шляхів утилізації органічних відходів, є використання біореакторів – великих контейнерів, в яких штучно створюються умови для швидкого розкладання відходів. При цьому можливе використання продуктів розкладання: газ, що виділяється, можна використовувати для опалювання приміщень або для інших подібних цілей, а тверді продукти є хорошим добривом.

Отже, одним з найбільш незвичайних видів використання відходів людської діяльності є отримання електроенергії із сміття. Проблема міських звалищ стала однією з найбільш актуальних проблем сучасних мегаполісів. Але, виявляється, їх можна ще використовувати для виробництва електроенергії.

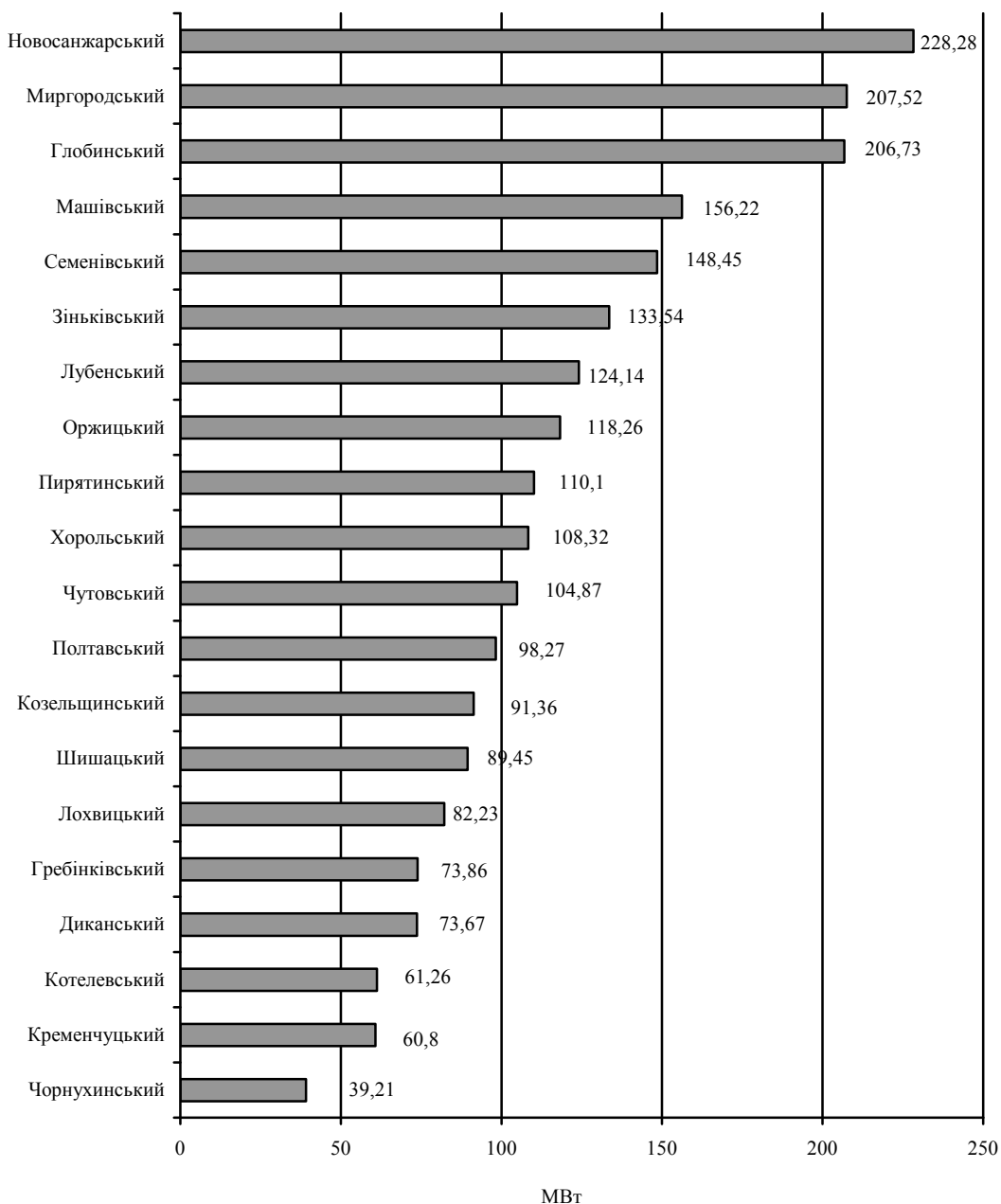


**Рис. 4. Енергетичний потенціал відходів рослинної сільськогосподарської біомаси по областях України**

Джерело: авторські дослідження.

В Україні, яка має обсяг утворення ТПВ біля 10 млн т на рік, більш ніж 90 % ТПВ розміщується на сміттєзвалищах та полігонах, у зв'язку з чим, проблема накопичення ТПВ сприймається більшістю населення країни як одна з реальних загроз національній безпеці. Найбільші площі під звалищами та полігонами зайняті в областях: Дніпропетровській – 799 га, Одеській – 831 га, Донецькій – 742 га, Київській – 603 га, Полтавській – 455 га. Основною технологією поводження з ТПВ залишається видалення відходів на звалищах і полігонах [25].

<sup>25</sup>Поводження з відходами Полтавщини/ Голік Ю.С. та ін. Полтава: Полтавський літератор, 2009. 291 с.



**Рис. 5. Енергетичний потенціал відходів рослинної сільськогосподарської біомаси по районах Полтавської області**

Джерело: авторські дослідження.

У містах і селищах міського типу Полтавської області щорічно утворюється і вивозиться на звалища близько 1,0 млн м<sup>3</sup> ТПВ, спостерігається тенденція зростання кількості ТПВ на душу населення. Значна частина ТПВ (34,11 %) утворюється у містах Полтаві та Кременчуці. Переважна частина ТПВ видалється на полігонах та сміттєзвалищах. Загальна площа санкціонованих місць видалення ТПВ складає понад 455 га, кількість – більше 1000, з яких у незадовільному стані за усіма основними параметрами знаходяться близько 200 звалищ [25].

Об'єктами особливої уваги, які потребують вжиття обов'язкових заходів щодо захисту та моніторингу або припинення їх експлуатації є:

звалище ТПВ м. Полтава КАТП – 1628 с. Макухівка і на даний час вже переповнений (вище 100 %); звалище ТПВ м. Кременчук, що знаходиться на правому березі м. Кременчука на Деївській горі, загальний обсяг видалених відходів на даний час вже перевищує 1 млн т.

Питомий об'єм біогазу розраховується за формулою:

$$V_{p.б.} = P_{ТПВ} * K_{л.о.} * (1 - Z) * K_p, \quad (8)$$

де  $V_{p.б.}$  – розрахункова кількість біогазу [ $m^3$ ];  $P_{ТПВ}$  – загальна маса ТПВ, які складаються на полігоні [т];  $K_{л.о.}$  – вміст органіки, що легко розкладається, в 1 т відходів ( $K_{л.о.}=0,5-0,7$ );  $Z$  – зольність органічної речовини ( $Z=0,2-0,3$ );  $K_p$  – максимально можливий ступінь анаеробного розкладання органічної речовини за розрахунковий період ( $K_p=0,4-0,5$ ).

Енергетичний потенціал [МВт/рік] з твердих побутових відходів розраховується за формулою:

$$Q = V_{p.б.}/0,0018, \quad (9)$$

де 0,0018 – коефіцієнт отриманий експериментальним шляхом.

Наведені дані на рис. 6 свідчать, що найбільшим потенціалом ТПВ володіють м. Київ, Донецька, Дніпропетровська та Одеська області. Полтавська область має середній рівень енергетичного потенціалу ТПВ. Потенційна кількість утворення біогазу із полігонів і звалищ твердих побутових відходів Полтавської області склав 66,22 тис.  $m^3$ , його енергетичний потенціал склав 36787,5 МВт, що еквівалентно 4,8 % теплової енергії, яка щорічно споживається областю, і може замінити спалювання 45,5 тис. т вугілля або 27,2 тис. т мазуту.

Наведені дані на рис. 7 свідчать, що найбільшим потенціалом ТПВ володіють м. Полтава (7117,88 МВт) та м. Кременчук (5427 МВт) [26].

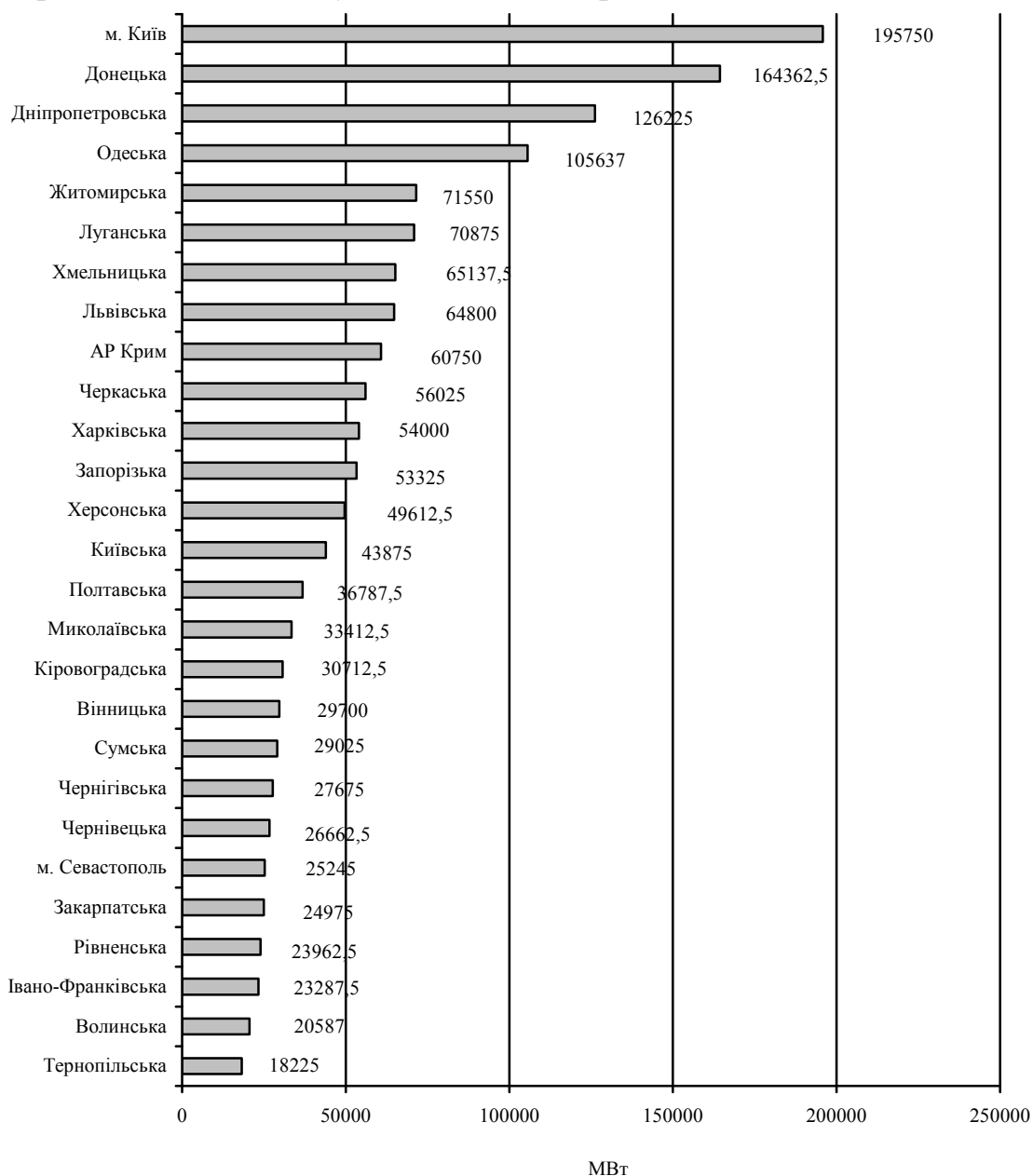
*Вербові плантації – перспективний напрям біоенергетики.* У ряді європейських країн (Англія, Данія, Швеція, Польща, Естонія і ін.) швидкозростаючі види верби (*Salix viminalis*, *S. dasyclados* и др.) широко культивуються для коротко циклового відтворення енергетичної біомаси. У Данії верба вирощується тільки на 500 га сільськогосподарських земель, у той час як у Швеції плантації верби складають до 20 тис. га. Коли вербу використовують як сільськогосподарську культуру, завжди є можливість зупинити її вирощування чи замінити її іншою, більш придатною.

В енерголісництвах використовують вербу *Salix*, яка зазвичай густа й виростає до 5–6 м заввишки та має велику кількість паростків. Насадження верби залишається продуктивним протягом 25–30 років і у цей період урожай може збиратися через кожні 3–4 роки, потім стебла

---

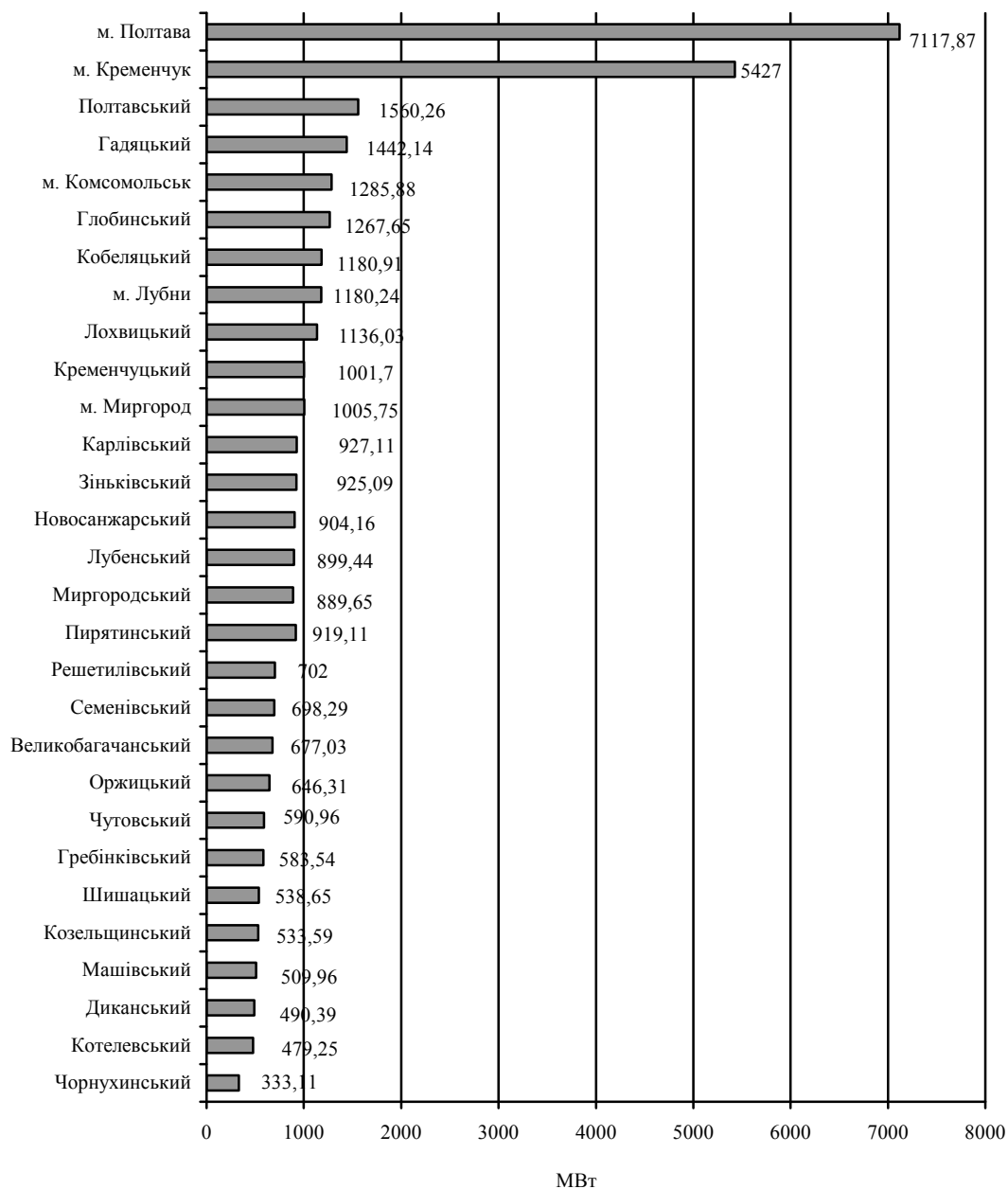
<sup>26</sup> *Самойлік М. С.* Економічний механізм управління сферою поводження з твердими побутовими відходами на регіональному рівні : дис... канд. екон. наук. Полтава, 2010. 292 с.

переробляють в тріску, яку спалюють як в традиційних, так і в спеціальних установках для здобуття тепла і електроенергії. Після кожного збирання, нові паростки зі зрізаних стебел утворюють новий гай. Після цього часу (приблизно 25 років) вербу викорчуюють, ґрунт рекультивується, а потім землю використовують для вирощування інших рослин або влаштовують ще один енергогай.



**Рис. 6. Енергетичний потенціал ТПВ по Україні**

Джерело: авторські дослідження.



**Рис. 7. Енергетичний потенціал ТПВ по районах Полтавської області**

Джерело: авторські дослідження.

У Польщі і Швеції річний урожай сухої деревної біомаси верби досягає в середньому 10–12 т/га (теплота згорання 1 т сухої маси відповідає 16–19 ГДж) і енергетично еквівалентний 7 т кам'яного вугілля або 5,5 т мазуту.

Верба може рости на ґрунтах різного типу. Типи ґрунтів, що забезпечують хороше водопостачання є найбільш прийнятними. Легкі ґрунти без зрошення можуть призвести до нестабільної заготівлі, де коріння верби може блокувати дренажні системи.

Виробництво біомаси вербових роду *Salix* вельми перспективно організувати на непридатних сільськогосподарських і надлишково

зволожених землях в заплавах річок, на заболочених луках побережжя лагун.

Чагарникові верби швидко зростають на порушених землях – відвалах розкритих порід гірських вироблень (кар'єрів), на еродованих землях, покинутих пасовищах.

Для вирощування верб найбільш перспективними є малородючі землі в заплавах річок Ворскла і Псел. Також найбільш перспективними районами для вирощування верб є Решетилівський, Семенівський, Козельщанський райони та частково Глобинський, Шишацький, Диканський та Кременчуцький райони.

## **2. SWOT-аналіз перспективності використання вербових плантацій в умовах Полтавської області**

<p><b>Сильні сторони</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Широке поширення вербових (рід Salix), високе меліоративне значення.</li> <li>2. Використання малопродуктивних земель для вирощування верби протягом 20-25 років.</li> <li>3. Зниження залежності від постачань природного газу, вугілля, мазуту.</li> <li>4. Відновлюваність ресурсів.</li> </ol>	<p><b>Слабкі сторони</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Блокування дренажних систем корінням верби.</li> <li>2. Тривалий період окупності (10-12 років).</li> <li>3. Необхідність державної підтримки (дотацій, субсидій і ін.).</li> <li>4. Погане збереження подрібненої верби.</li> </ol>
<p><b>Можливості</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Комплексне використання вербових плантацій для очищення стічних вод, осушення заболочених земель.</li> <li>2. Для створення плантацій придатні ґрунти надлишково зволожені.</li> <li>3. Використання для підвищення врожайності плантацій як добрива що не доочищають стічних вод ЖКГ, тваринницьких ферм і ін.</li> <li>4. Спалювання вологої тріски в котельні відразу після заготівки в зимовий час.</li> </ol>	<p><b>Загрози</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Порушення роботи меліоративної мережі.</li> <li>2. Скрутне механізоване прибирання на перезволожених ґрунтах у зв'язку з позитивними температурами в зимовий час.</li> <li>3. Недостатньо вивчена довгострокова дія стічних вод на фізико-хімічні властивості ґрунтів</li> <li>4. Розкладання (спалах) подрібненої тріски при тривалому її зберіганні.</li> </ol>

Джерело: авторська розробка.

Менш значимі для плантацій верб ґрунти супіщаного і піщаного механічного складу, долини річок із заплавами, що глибоко розрізаються, з крутими ухілами.

Біоенергетичний потенціал біомаси верби на площі 4,5 тис. га щорік досягає 225000 МВт, що еквівалентно 3,4 % споживаної областю теплової енергії, а також спалюванню 32,3 тис. т вугілля або 19,3 тис. т мазуту. Для вербових плантацій в першу чергу доцільно використовувати малопродуктивні землі поблизу котельній, що діють.

*Сумарний біоенергетичний потенціал регіону.* Сумарний потенціал ресурсів біомаси у Полтавській області досягає 1548,83 млн МВт в рік, що відповідає 1786,03 млн м<sup>3</sup> біогазу. Його використання в біоенергетиці регіону дозволить покращити екологічну ситуацію в

регіоні, знизивши викиди CO<sub>2</sub> на 232 тис. т, а SO<sub>2</sub> – на 0,8 тис. т в рік. Більш широке використання біоенергетичного потенціалу обумовлене необхідністю вирішення енергетичних проблем Полтавської області без погіршення екологічної ситуації та може привести до збільшення його частини в теплоенергетиці регіону від 0,4 % до 19,2 %.

### 3. Біоенергетичний потенціал Полтавської області

Вид біопалива	Енергетичний потенціал, МВт
Деревинні відходи та рубка деревини	761167
Відходи тваринницьких ферм і птахофабрик	723349
Відходи з рослинної сільськогосподарської культури	2999
ТПВ	36787,5
Тріска верби	225000
Всього	1749302,5

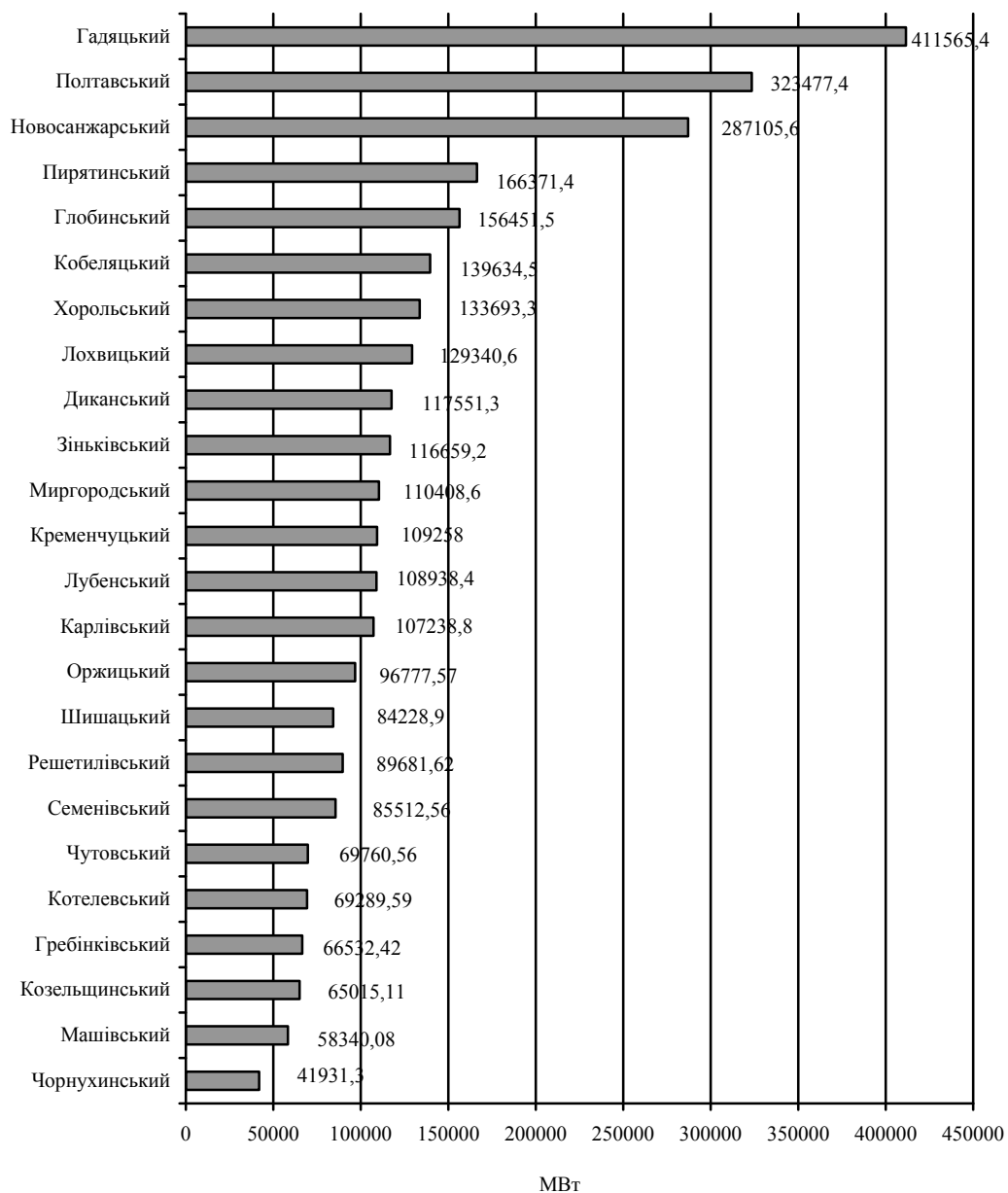
Джерело: авторські дослідження.

### 4. Біоенергетичний потенціал по районах Полтавської області

Райони Полтавської області	Енергетичний потенціал, МВт				Всього
	Деревинні відходи та рубка деревини	Відходи тваринницьких ферм і птахофабрик	Відходи з рослинної сільськогосподарської культури	ТПВ	
Великобагачанський	138,89	15988,89	138,58	67702,5	83968,86
Гадяцький	226994,4	40222,22	135	144213,8	411565,4
Глобинський	4,72	29475	206,73	126765	156451,5
Гребінківський	2,03	8102,78	73,86	58353,75	66532,42
Диканський	54066,67	14372,22	73,67	49038,75	117551,3
Зіньківський	25,28	23991,67	133,54	92508,75	116659,2
Карлівський	55,56	14336,11	135,86	92711,25	107238,8
Кобеляцький	75	21330,56	137,68	118091,3	139634,5
Козельщинський	23,33	11541,67	91,36	53358,75	65015,11
Котелевський	8,89	21294,44	61,26	47925	69289,59
Кременчуцький	5	9022,22	60,8	100170	109258
Лохвицький	3,06	15652,78	82,23	113602,5	129340,6
Лубенський	23,33	18847,22	124,14	89943,75	108938,4
Машівський	1,5	7186,11	156,22	50996,25	58340,08
Миргородський	8,33	21227,78	207,52	88965	110408,6
Новосанжарський	186069,4	10391,67	228,28	90416,25	287105,6
Оржицький	3,06	32025	118,26	64631,25	96777,57
Пирятинський	73450	10900	110,1	81911,25	166371,4
Полтавський	146116,7	21236,11	98,27	156026,3	323477,4
Решетилівський	7,5	19338,89	135,23	70200	89681,62
Семенівський	2,03	15533,33	148,45	69828,75	85512,56
Хорольський	7,5	32800	108,32	100777,5	133693,3
Чорнухинський	3,06	8577,78	39,21	33311,25	41931,3
Чутовський	23,33	10536,11	104,87	59096,25	69760,56
Шишацький	10,56	30263,89	89,45	53865	84228,9

Джерело: авторські дослідження.

Співвідношення часток можливого використання біоенергетичних ресурсів: деревинні відходи та рубка деревини – 43,51 %, відходи тваринницьких ферм і птахофабрик – 41,35 %, відходи з рослинної сільськогосподарської культури – 0,17 %, тверді побутові відходи – 2,1 %, вербові плантації – 12,86 %.



**Рис. 8. Сумарний енергетичний потенціал по районах Полтавської області**

Джерело: авторські дослідження.

Наведені дані на рисунку свідчать, що найбільшим енергетичним потенціалом володіють Гадяцький (411565,4 МВт), Полтавський (323477,4 МВт) та Новосанжарський (287105,6 МВт) райони.

Таким чином, можна зробити висновки:

1. Полтавська область має середній рівень енергетичного потенціалу лісового господарства, що складає 19383578 МВт. Потенціал

ресурсів лісових відходів і рубки деревини, що утворюються на території області у 2016 році склав 761166,7 МВт. Найбільший рівень даного енергетичного потенціалу має Гадяцький, Новосанжарський, Полтавський і Пирятинський лісгоспи.

2. Потенціал біогазу, який може бути отриманий з відходів тваринництва і птахівництва досягає 118,39 млн м<sup>3</sup>, а його енергетичний потенціал – 723,49 тис. МВт. Найбільше значення даного біоенергетичного потенціалу характерне для Гадяцького, Хорольського, Оржицького, Шишацького районів. На існуючій базі тваринницьких ферм і птахофабрик в області є доцільним встановлення біогазових установок, які дозволять отримувати не лише електричну і теплову енергію, але також екологічно чисті добрива.

3. Полтавська область має високий рівень енергетичного потенціалу рослинницької сільськогосподарської біомаси. Кількість біогазу від даної біомаси у 2016 р. склав 1666,046 млн м<sup>3</sup>, а його енергетичний потенціал – 2998,9 МВт. Найбільше даний енергетичний потенціал притаманний Новосанжарському, Миргородському, Глобинському і Машівському районам, і в сумі становлять 40 % енергетичного потенціалу рослинницької сільськогосподарської біомаси області.

4. Загальна площа санкціонованих місць видалення ТПВ складає понад 455 га, кількість – більше 1000, з яких у незадовільному стані знаходяться близько 200 звалищ. Потенційна кількість утворення біогазу із полігонів і звалищ твердих побутових відходів Полтавської області у 2016 році склала 66,22 тис. м<sup>3</sup>, його енергетичний потенціал склав 36787,5 МВт, що еквівалентно 4,8 % теплової енергії, яка щорічно споживається областю, і може замінити спалювання 45,5 тис. т вугілля або 27, 2 тис. т мазуту.

5. Для вирощування верб найбільш перспективними є малородючі землі в заплавах річок Ворскла і Псел. Також найбільш перспективними районами для вирощування верб є Решетилівський, Семенівський, Козельщанський райони та частково Глобинський, Шишацький, Деканський та Кременчуцький райони.

Територія, на якій можуть бути створені вербові плантації складає не менше 4,5 тис. га. Потенціал вербових плантацій для області становить 225000 МВт.

6. На підставі інтегральної оцінки ресурсів біопалива територія області найбільшим енергетичним потенціалом володіють Гадяцький (411565,4 МВт), Полтавський (323477,4 МВт) та Новосанжарський (287105,6 МВт) райони. Сумарний потенціал ресурсів біомаси у Полтавській області досягає 1749,3 млн МВт в рік, що відповідає 1786,03 млн м<sup>3</sup> біогазу. Його використання в біоенергетиці регіону дозволить покращити екологічну ситуацію в регіоні, знизивши викиди CO<sub>2</sub> на 232 тис. т, а SO<sub>2</sub> – на 0,8 тис. т в рік.

## **1.5. Державне регулювання конкурентоспроможного виробництва біопалив: світовий досвід та дороговкази для України**

*Ходаківська О. В.*

*Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки»*

*Климчук О. В.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Ринкові трансформації національної економіки, притаманні країнам з перехідною економікою до яких належить і Україна зумовили необхідність розроблення новітніх системних підходів, скерованих на удосконалення енергетичної політики та енергетичної незалежності, що нині є одними із найслабкіших ланок державного регулювання в Україні. Простежуються значні невідповідності у формуванні й подальшому функціонуванні нормативно-правової бази із законодавчими нормативами Європейського Союзу відносно раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, обмеженість яких підвищується через неузгодженість між централізованим і регіональним розподілом. Відтак, подальші процеси ефективного економічного розвитку нашої країни значною мірою залежатимуть від вирішення завдання сталого забезпечення дешевими відновлюваними енергетичними ресурсами. Дефіцит власних енергоносіїв змушує український уряд приймати рішення щодо нарощування їх імпорту. Проте в умовах скорочення світових запасів вуглеводнів і стрімкого зростання цін на них вирішення енергетичних проблем лише за допомогою імпорту є недостатнім, що вимагає запровадження дієвих регуляторних інструментів, націлених на розвиток національного біопаливного виробництва.

Структурні зрушення світової економічної системи зумовлюють необхідність розроблення та впровадження у практику господарювання ефективних регуляторних інструментів, що мають базуватися на законах і закономірностях ринкової економіки та відповідати принципам адекватного державного регулювання. Це потребує формування відповідної державної політики, націленої на узгоджене поєднання цінової, податкової, кредитно-фінансової та бюджетної політик, що спрямовуються на досягнення відповідних державних пріоритетів через впровадження дієвих заходів нормативно-правового, науково-технічного й соціально-екологічного характеру. З метою постійного підвищення внутрішньої і міжнародної конкурентоспроможності національної економіки та забезпечення високої прибутковості окремих її галузей та секторів важливим завданням держави є розроблення та впровадження відповідної макроекономічної політики, що охоплює прямий протекціонізм і надання субсидій окремим галузям, сприяючи

посиленню їх конкурентоспроможності та економічній стійкості. Ефективність регулювання у даному контексті потрібно вбачати у податкових пільгах і відстрочках, державному страхуванні приватних іноземних інвестицій, стимулюванні передачі інноваційних технологій за каналами приватних зв'язків, розробці новітніх програм технічно-технологічної та економічної допомоги, здійсненні прозорого диференційованого підходу у надходженні іноземних інвестицій у розрізі ефективної діяльності окремих галузей, стимулюванні відтоку капіталу з малоприбуткових та малоперспективних галузей національної економіки тощо [27].

Загальні потреби світової економіки в паливно-енергетичних ресурсах визначаються такими основними процесами: інтенсивністю збільшення чисельності населення, темпами економічного зростання країн світу та рівнем розвитку науково-технічного прогресу. Провідні світові експерти прогнозують неухильне зростання світового енергоспоживання, яке відбуватиметься одночасно із активізацією процесів урбанізації і стрімким піднесенням промислового виробництва. Така ситуація вимагає ощадливого використання традиційних енергоносіїв, застосовуючи енергозберігаючі технології, та переходу до використання відновлюваних енергетичних ресурсів. На сучасному етапі розвитку в загальній структурі відновлюваних енергоносіїв, біопалива посідають одне із провідних місць і розглядаються в світовій енергетиці як важливий ресурс для здійснення диверсифікації джерел енергії та забезпечення енергетичної безпеки.

Світова біопаливна індустрія характеризується наявністю широкого спектру заходів законодавчого й нормативно-правового забезпечення розвитку біоенергетики, а також державних програм, спрямованих на збільшення обсягів виробництва біопалив у конкретній країні та їх ринкової частки. З метою стимулювання виробництва біопалив у країнах світу напрацьовано комплекс заходів, що включає законодавче регулювання, індикативне планування обсягів виробництва, пільгове оподаткування, бюджетну підтримку тощо [28]. Доцільно відзначити, що державне втручання і державний контроль у сфері енергетики мають місце в усіх високорозвинених країнах світу. Чим потужнішою є економіка країни, тим більше уваги у ній приділяється державному контролю витрат за всезростаючими потоками енергетичних ресурсів, яким належить значну частку у формуванні собівартості виробленої продукції. І, навпаки, недосконалість державного контролю зумовлює посилення ризику негативних процесів та явищ у економіці держави та

---

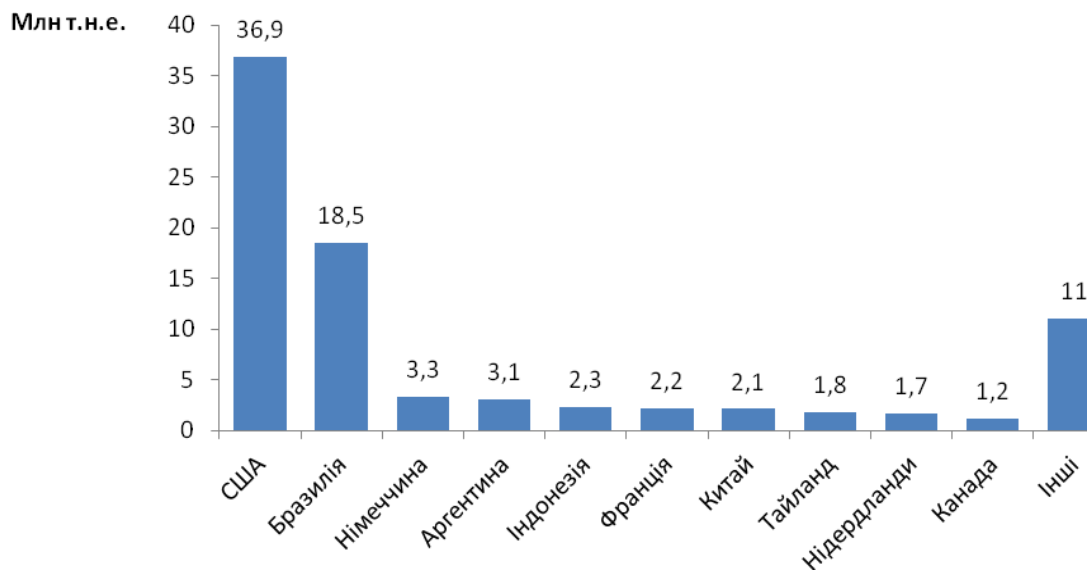
<sup>27</sup> Калетнік Г. М., Климчук О. В. Екологічна енергетика – основа розвитку економіки держави. *Збалансоване природокористування*. 2013. № 2–3. С. 14–17.

<sup>28</sup> Варченко О. М., Слупян К. В. Економічний механізм регулювання ринку біопалива у провідних країнах світу. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 11. С. 62–67.

нехтування законодавчими нормами, що діють у площині розвитку паливно-енергетичного комплексу [29].

Загалом такі фактори як перманентне зростання цін на нафту, вимоги щодо зниження рівня викидів CO<sub>2</sub>, прагнення підвищити рівень ефективності використання енергії та рівень енергетичної незалежності окремих країн, прагнення створювати нові робочі місця, спонукають країни світу до впровадження заходів, націлених на підтримку виробництва біопалив.

Лідерами з виробництва біопалива у світі нині є США (36,9 млн т н. е.), Бразилія (18,5 млн т н. е.) та Німеччина (3,3 млн тонн н. е.) (рис. 1). За 17 років у світі істотно збільшилася кількість виробленого біопалива: у 2000 р. його виробництво становило 9,2 млн т, а у 2017 р. – 84,1 млн т.



**Рис. 1. Світові лідери з виробництва біопалива, млн т. н. е.**

Джерело: Biofuel Market Reports 2019 : Trends, Analysis & Statistics.

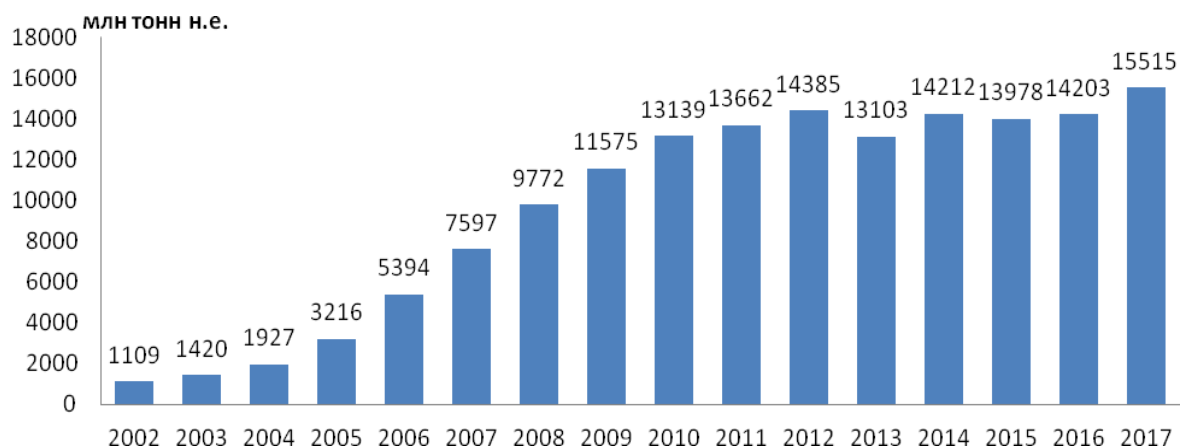
Європейський Союз прагне досягти частки 20 % кінцевого споживання відновлювальної енергетики до 2020 року і 27 % до 2030 року. Перехід до низьковуглецевої енергетичної системи є ключовим пріоритетом для країн ЄС, де напрацьовано низку різних політичних документів та інструментів, спрямованих на просування відновлювальних джерел енергетики. Ключові інструменти на рівні ЄС щодо просування відновлювальної енергетики включають директиви, зокрема Директиву про поновлювані джерела енергії (2009 р.) [30]. Досить вагомою є також підтримка на рівні ЄС, що включає

<sup>29</sup> Климчук О. В. Принципи формування енергетичної політики України на засадах конкурентоспроможності в умовах економічного розвитку. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2016. Вип. № 7. С. 64–73.

<sup>30</sup> Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN/>

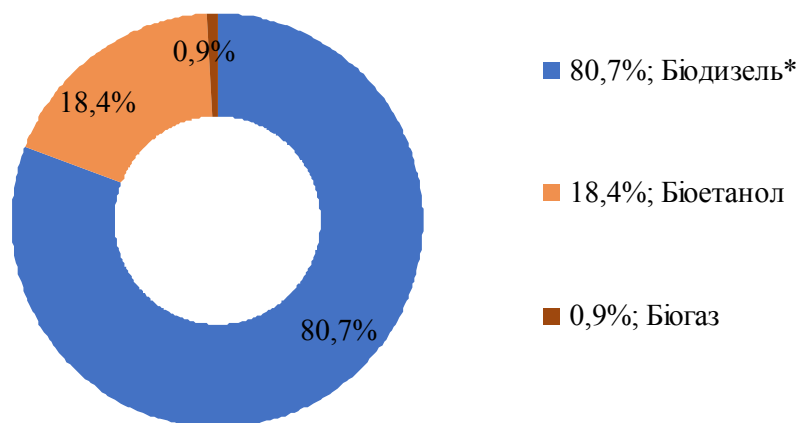
фінансування наукових досліджень та інновацій [31]. Зокрема рамкова програма досліджень та інновацій «Горизонт 2020» підтримує дослідження та розробки у сфері фотоелектрики, концентрованої сонячної енергії, енергії вітру, енергії океану, гідроенергетики, геотермальної енергії, відновлюваного опалення та охолодження, зберігання енергії, біопалива та альтернативних видів палива.

Нині у ЄС споживання біопалива транспортними засобами становить 15515 млн т н. е. (рис. 2). Із яких, 80,7 % становить біодизель, 18,4 % – біоетанол та 0,9 % – біогаз (рис. 3).



**Рис. 2. Динаміка споживання біопалива (рідкого і біогазового) транспортними засобами в ЄС, млн т.н.е.**

Джерело: Data from 2002 to 2015 (Eurostat 2018), data for 2016 to 2017 (EurObserv'ER 2018 – see methodological note).



**Рис. 3. Розподіл загального споживання біопалива транспортними засобами в країнах ЄС, % (2017 р.)**

Примітка: \* Споживання чистої рослинної олії входить до біодизеля.

Джерело: EurObserv'ER 2018.

<sup>31</sup> Boucher P., Smith, R. and Millar, K. (2014). Biofuels under the spotlight: the state of assessment and potential for integration. *Sci Public Policy*, 41 (3), pp. 283-293.; Gamborg, C., Anker, H. T. and Sandoe, P. (2014). Ethical and legal challenges in bioenergy governance: coping with value disagreement and regulatory complexity. *Energy Policy*, 69, pp. 326–333.

Лідерами із споживання біопалива транспортними засобами в ЄС є Франція, Німеччина, Швеція, Іспанія, Італія та Великобританія. На ці шість країн припадає 72 % усього споживання біопалива в ЄС. При цьому біогаз на транспортних засобах використовують лише п'ять країн: Німеччина, Швеція, Австрія, Фінляндія та Данія. Таким чином, основним видом біопалива, що споживається транспортними засобами в країнах ЄС є біоетанол та біодизель (табл. 1).

**1. Споживання біопалив транспортними засобами у країнах ЄС, 2017 р., млн т. н. е.**

Країна	Біоетанол	Біодизель	Біогаз	Інші види біопалив	Загальне споживання
Франція	537,3	2797,7	0,0	0,0	3335,0
Німеччина	733,4	1842,6	38,3	0,6	2614,9
Швеція	99,1	1460,6	111,1	0,0	1670,8
Іспанія	138,0	1231,5	0,0	0,0	1369,5
Італія	33,1	1028,8	0,0	0,0	1061,9
Великобританія	383,2	636,5	0,0	0,0	1019,7
Польща	176,2	428,7	0,0	0,0	604,9
Австрія	56,0	410,3	0,3	0,0	466,6
Бельгія	96,7	368,4	0,0	0,0	465,1
Фінляндія	80,7	311,0	0,3	0,0	392,1
Чехія	59,3	254,5	0,0	0,0	313,8
Нідерланди	129,0	182,6	0,0	0,0	311,5
Румунія	91,1	206,1	0,0	0,0	297,2
Португалія	3,1	239,0	0,0	0,0	242,1
Данія	0,0	218,2	0,3	0,0	218,5
Греція	0,0	165,9	0,0	0,0	165,9
Болгарія	26,7	136,4	0,0	0,0	163,0
Ірландія	44,5	116,1	0,0	0,0	160,6
Словаччина	19,6	129,9	0,0	0,0	149,5
Венгрія	40,0	108,0	0,0	0,0	148,0
Люксембург	6,7	103,5	0,0	0,0	110,3
Литва	7,4	53,6	0,0	0,0	61,0
Словенія	8,6	15,7	0,0	0,0	24,3
Латвія	7,9	1,2	0,0	0,0	9,2
Кіпр	0,0	8,6	0,0	0,0	8,6
Мальта	0,0	7,4	0,0	0,0	7,4
Естонія	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Хорватія	0,2	0,3	0,0	0,0	0,5
Загалом по ЄС-28	2778,6	12463,2	150,4	0,6	15392,8

Джерело: EurObserv'ER 2018.

Суттєве підвищення енергоефективності національної економіки України є одним із основних шляхів забезпечення національної безпеки, наповнення бюджету, підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках, вирішення

соціальних питань. Впровадження енергозберігаючих технологій може скоротити імпорт енергоресурсів і нівелювати політичний тиск на нашу країну з боку експортерів нафти і газу. Крім того, зменшення енергетичної складової у собівартості продукції дає змогу Україні суттєво підвищити свою конкурентоспроможність на зовнішніх ринках. Один з шляхів вирішення вказаної проблеми є подальший цілеспрямований розвиток відновлюваних джерел енергії. Їх беззастережною перевагою є невичерпність і екологічна чистота, тому не випадково країни Європейського Союзу поступово переходять на використання енергії біомаси, вітру, сонця, води тощо. У паливно-енергетичному балансі деяких країн питома вага відновлюваних енергоносіїв сягає 40 % і більше. В Україні даний показник у 2017 р. становить лише 4,4 %. При цьому основну частку в них займає енергія біопалива та відходів – 76,8 % (табл. 2).

## 2. Енергоспоживання на основі відновлюваних джерел за 2007-2017 рр.

Показник	2007	2008	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Загальне постачання первинної енергії, тис. т н.е.	139330	134562	132308	122488	115940	105683	90090	94383	89625
<i>У т.ч.</i>									
Гідроенергетика, тис. т н. е.	872	990	1131	901	1187	729	464	660	769
у % до підсумку, %	0,6	0,7	0,9	0,7	1,0	0,7	0,5	0,7	0,9
Енергія біопалива та відходи, тис. т н. е.	1508	1610	1476	1522	1875	1934	2102	2832	3046
у % до підсумку	1,1	1,2	1,1	1,2	1,6	1,8	2,3	3,0	3,4
Вітрова та сонячна енергія, тис. т н.е.	4	4	4	53	104	134	134	124	149
у % до підсумку	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
<b>Усього енергія від відновлюваних джерел</b>									
Загальне постачання енергії від відновлюваних джерел, тис. т н. е.	2384	2604	2611	2476	3166	2797	2700	3616	3964
Частка постачання енергії від відновлюваних джерел, %	1,7	1,9	2,0	2,0	2,7	2,6	3,0	3,8	4,4

Джерело: за даними Державної служби статистики України (2017 р.).

Щоб забезпечити ефективний розвиток біопаливної індустрії у енергетичній площині, потрібно, насамперед, створити відповідне нормативно-правове та економічне підґрунтя, а також налагодити серійний випуск необхідного обладнання для виробництва різних видів біопалив. Подальші законопроекти України мають забезпечити

нормативно-правове регулювання щодо формування реального ринку біопалив на основі використання ефективних і прозорих механізмів стимулювання виробництва й споживання біологічних палив, що має супроводжуватися відповідною державною підтримкою. Це насамперед зумовлено, що розроблення і запровадження цілеспрямованої і послідовної державної політики у біопаливному виробництві дозволить Україні стати повноцінним учасником світових ринків біологічної енергії.

Зазначені проблеми вимагають здійснення комплексного обґрунтування стратегічних напрямів державної політики у сфері формування національного біопаливного виробництва, проведення інституціональної реформи та інфраструктурних змін, налагодження ефективної роботи регіонального й міжрегіонального виробництва біопалив, перебудови інвестиційної політики, формування фінансових та промислово-фінансових організацій різного рівня щодо сприяння виробництву біопалив [32].

Основними засобами для реалізації поставленої мети будуть: мотивація виробництва біопалив завдяки податковій і фінансовій політиці; стандартизація та законодавчі акти; інформаційна й технічна підтримка; технологічний розвиток і комерціалізація; оцінка виробничих потужностей та зростання ролі управління.

Вітчизняна промисловість характеризується значною технічною відсталістю та низькою інноваційною активністю суб'єктів господарювання й, як наслідок, посиленням техніко-технологічної та енергетичної залежності від інших країн світу. Для здійснення економічного прориву в умовах членства України в світовій організації торгівлі й входження до ЄС основні вектори розвитку потрібно спрямувати на активізацію інноваційно-інвестиційної діяльності, накопичення та використання у виробництві науково-технологічного, ресурсного й інтелектуального потенціалу. Ощадне споживання паливно-енергетичних ресурсів має розглядатися як важлива складова соціально-економічного та виробничого механізму подолання кризового стану в економіці нашої держави, що при значному дефіциті енергетичних ресурсів для України пов'язане не тільки з конкурентоспроможністю її товарів, але й з економіко-енергетичною незалежністю. Відтак, одним із головних напрямів є запровадження ресурсо- та енергозберігаючих технологій, використання в технологічних процесах альтернативних і відновлювальних джерел енергії та сировини, освоєння промислових технологій виробництва біопалив.

Дотримання зазначеного розвитку дозволить нарощувати виробничі потужності вітчизняної біопаливної індустрії, що сприятиме

---

<sup>32</sup> Штичак О. М. Економічні проблеми виробництва біопалива та продовольча безпека України. *Економіка АПК*. 2009. № 8. С. 11–19.; Месель-Веселяк В. Я. Виробництво альтернативних видів енергетичних ресурсів як фактор підвищення ефективності сільськогосподарських підприємств. *Економіка АПК*. 2015. № 2. С. 18–27.

забезпеченню зростання частки споживання біопалив у структурі національного енергоспоживання. На нормативно-правовому рівні в Україні вживаються заходи щодо підтримки майбутнього розвитку відновлюваних джерел енергії, законодавчо закріпивши так звані «зелені тарифи». Однак, не зважаючи на це, необхідно провести негайну оцінку конкурентоспроможності більшості видів відновлюваних джерел як з точки зору постачальників енергії, так і щодо ефективності їх діяльності для національної економіки. Потрібно ретельно проаналізувати та, там де це можливо, уникати ринкових викривлень і проведення перехресного субсидювання виробництва. При цьому найбільш важливими для розгляду системними характеристиками мають бути: доступність різних видів енергетичних ресурсів і їх вартісна характеристика (у фінансовому й економічному сенсі), виробнича собівартість, майбутні цінові тенденції, екологічна оцінка, доступність «ноу-хау», місцеві умови тощо.

Визначальна роль у нарощуванні виробництва біопалив полягає у гарантуванні національної енергетичної безпеки, формуванні конкурентоспроможності виробленої продукції та прискоренні процесів економічного зростання України. Наразі основні стримуючі чинники, які протидіють повномасштабному розгортанню біопаливної індустрії у нашій державі, можна об'єднати у такі групи: 1) інвестиційна привабливість вирощування біоенергетичної сировини для подальшого його експорту; 2) недосконала й неврегульована на практиці нормативно-правова база в галузі відновлюваної енергетики; 3) відсутність сформованої інфраструктури ринку біопалив і інституційна невідповідність більшості споживачів до їх використання; 4) високий економіко-організаційний рівень функціонування ринку біопалив потребує високорентабельного вирощування й безперервного постачання енергетичної біосировини.

У широкому розумінні державна регуляторна політика розглядається як окрема складова та водночас відносно самостійний напрям у системі державного регулювання економіки, який ґрунтується на певних принципах, використовує специфічні методи, спрямовані на підвищення ефективності функціонування соціально-економічної системи, та передбачає взаємодію органів державної влади, органів місцевого самоврядування, економічних суб'єктів, їх об'єднань, громадянського суспільства з метою узгодження інтересів та досягнення цілей економічного розвитку [33]. Здійснення державного регулювання господарської діяльності, у тому числі виробництва біологічних палив, відбувається в результаті застосування основних методів регулювання: економічних, правових і адміністративних.

---

<sup>33</sup> Шибасва Н. В. Визначення та принципи регуляторної політики. Економічний аналіз: зб. наук. праць. Тернопільський національний економічний університет. 2014. Том 18. № 1. С. 114–119.

Відповідно до Закону України «Про засади державної регуляторної політики у сфері господарської діяльності» основними принципами державної регуляторної політики є: 1) доцільність – обґрунтування необхідності державного регулювання господарських відносин з метою вирішення існуючої проблеми; 2) адекватність – відповідність форм та рівня державного регулювання господарських відносин потребі у вирішенні існуючої проблеми та ринковим вимогам з урахуванням усіх прийнятних альтернатив; 3) ефективність – забезпечення досягнення внаслідок дії регуляторного акта максимально можливих позитивних результатів за рахунок мінімально необхідних витрат ресурсів суб'єктів господарювання, громадян та держави; 4) збалансованість – підтримання регуляторною діяльністю балансу інтересів суб'єктів господарювання, громадян та держави; 5) передбачуваність – послідовність регуляторної діяльності, відповідність її цілям державної політики, а також планам з підготовки проектів регуляторних актів, що дозволяє суб'єктам господарювання здійснювати планування їхньої діяльності; 6) прозорість та врахування громадської думки – відкритість для фізичних і юридичних осіб, їх об'єднань дій регуляторних органів на всіх етапах здійснення їх регуляторної діяльності, обов'язковий розгляд регуляторними органами ініціатив, зауважень і пропозицій, наданих у встановленому законом порядку фізичними та юридичними особами, їх об'єднаннями, обов'язковість і своєчасність доведення прийнятих регуляторних актів до відома фізичних та юридичних осіб, їх об'єднань, інформування громадськості про здійснення регуляторної діяльності [34].

Для формування й розвитку конкурентоспроможного виробництва біопалив в Україні запропоновано також використовувати, окрім зазначених вище принципів державної регуляторної політики наступні принципи:

1) послідовності – системність застосування облікової політики для здійснення порівняння звітної інформації;

2) гнучкості – здатність переорієнтовувати основний вектор розвитку у процесі планування господарської діяльності у зв'язку з виникненням непередбачуваних обставин та адаптації до вимог ринку;

3) гомеостатичності – створення економіко-організаційних механізмів саморегулювання й стабілізації у виробничій системі, спроможних стабільно виконувати свої функції у межах допустимих відхилень і протистояти дисфункціональним впливам;

4) синергізму – використання декількох взаємоузгоджених методів (стратегій) відзначається вищим ефектом, ніж сума ефектів від ізольованого застосування кожного методу (стратегії) окремо;

5) компетентності – наявність спеціальних фахових знань, навичок і

---

<sup>34</sup> Про засади державної регуляторної політики у сфері господарської діяльності : Закон України від 11.07.2014 р. № 1160-15. URL : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1160-15>.

вмінь та професійного досвіду, що набуваються унаслідок професійної підготовки та здійснення професійної діяльності.

Вказані принципи мають базуватись на основі загальносистемних властивостей: 1) системної єдності – забезпечується тісними зв'язками між технологічними процесами виробництва біопалив (від формування сировинної бази до реалізації споживачам готової енергетичної продукції); 2) розвитку – базується на основі нарощування й вдосконалення виробництва різних видів біопалив та формування їх конкурентоспроможного виробництва на довготривалу перспективу як на внутрішньому, так і зовнішньому ринках енергоносіїв; 3) комплексності – зумовлюється комплексним використанням сировини для запровадження безвідходних технологій при виробництві біопалив; 4) сумісності – забезпечується спільним функціонуванням виробничих систем на основі традиційних енергоносіїв, біопаливних аналогів та їх сумішей у різних співвідношеннях; 5) інваріантності – зумовлюється створенням універсальних або типових енергетичних систем, які забезпечують постійний процес нарощування частки споживання біопалив у структурі національного енергоспоживання; 6) інформаційної єдності – надання об'єктивної інформації щодо економіко-енергетичних і екологічних характеристик споживання традиційних та біологічних палив.

Безпосередній процес реалізації зазначених принципів у паливно-енергетичному комплексі нашої країни буде здійснюватись на трьох основних рівнях: макро-, мезо- та мікрорівні. На макрорівні потрібно забезпечити загальносистемну зміну національного енергоспоживання, збільшуючи частку використання відновлюваних джерел енергії, зокрема біопалив. На мезорівні здійснюватиметься нарощування споживання біопалив у розрізі природно-економічних районів, враховуючи регіональну структуру споживання традиційних джерел енергії (засади поведінкової економіки). На мікрорівні проводитиметься ґрунтовний аналіз показників місцевого енергозабезпечення кожної області та можливостей реалізації економічно доцільного потенціалу виробництва й споживання біопалив.

Таким чином, зростання енергоефективності національної економіки вимагає у найкоротші строки виконати комплекс першочергових заходів, які дозволять: здійснити перехід до конкурентних внутрішніх і зовнішніх енергетичних ринків; сформувати ефективну внутрішню інфраструктуру; запровадити прозорі ринкові правила діяльності в енергетичній сфері; підвищити рівень фінансової дисципліни й відповідальності щодо забезпечення проведення своєчасних розрахунків за використання енергетичних ресурсів, а також недопущення бартеризації; запровадити механізми страхування ризиків неплатежів; забезпечити системний контроль за процесами ціноутворення в енергетичній галузі; запровадити систему змішаного

державного та ринкового регулювання діяльності суб'єктів енергетичних ринків; провадити систематичний контроль за діяльністю природних монополій з боку регулюючого органу; збільшити частку відновлюваних джерел енергії у національній структурі енергоспоживання, надаючи пріоритет біологічним видам палива.

Загалом потенціал повномасштабного виробництва біологічних видів палив характеризується значною нерівномірністю щодо його реалізації у різних країнах світу, а ефективність їх споживання, перш за все, залежить від дієвості організації державного регулювання цим процесом. Дотримання запропонованих базових принципів державної регуляторної політики забезпечить інтенсивний розвиток і становлення конкурентоспроможного виробництва біопалив в Україні, створить сприятливі умови для залучення до агропромислового комплексу приватних інвестицій, запровадження новітніх інноваційних технологій і сучасного досвіду ефективної роботи сільськогосподарської галузі на засадах диверсифікації та кластеризації виробництва.

## РОЗДІЛ 2

### ЕКОНОМІЧНІ, СОЦІАЛЬНІ ТА ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

#### 2.1. Діяльність податкових органів в сфері адміністрування податків: зарубіжний досвід для України

*Безкровний О. В., Арестов О. О., Гончар М. О.  
Полтавська державна аграрна академія*

В сучасних умовах фінансово-економічної та політичної нестабільності стабільність соціально-економічного розвитку країни стає все більш залежним від ефективності фіскальної системи держави, передусім системи податкового адміністрування. Наявна обмеженість фінансових ресурсів, що знаходяться у розпорядженні держави, вимагає розробки та застосування дієвих заходів, направлених на підвищення оперативності та ефективності роботи фіскальних органів і, водночас, оптимізувати витрати на здійснення відповідних контрольних-перевірних дій. В такій ситуації, як передумова подальшого покращання діяльності податкових органів України має стати використання позитивного зарубіжного досвіду в цій сфері.

Вагомий внесок у дослідження процесу податкового адміністрування внесли такі зарубіжні вчені, як А. Афонсо, Р. Вебер, Д. Вілсон, Д. Даймонд, М. Деверо, С. Колінґтон, К. Найкел, В. Оутс, Р. Перротті, В. Танзі, Г. Таубер, М. Уайт. Питання застосування зарубіжного досвіду при побудові вітчизняної системи податкового адміністрування висвітлені в численних публікаціях відомих вітчизняних науковців, зокрема В. Андрущенко, З. Варналій, О. Василик, О. Данілова, М. Карлін, Л. Попова, А. Соколовська, С. Терещенко, В. Федосов, Н. Ткаченко та інші. Втім, не дивлячись на широкий спектр наукових публікацій з даної проблеми, багато аспектів у цій сфері ще не дістали належного осмислення, залишаючись дискусійними. До того ж, на жаль, і нині в нашій країні показники ефективності роботи податкових органів є недостатньо високими, а витрати на здійснення адміністрування податків продовжують залишатися значними.

Метою дослідження є узагальнення сучасних особливостей організації діяльності податкових органів в окремих зарубіжних країнах та оцінка перспектив адаптації позитивного досвіду в сфері адміністрування податків до вітчизняних умов і впровадження в практику податкових відносин України.

Дослідження міжнародного досвіду податкового адміністрування та

оцінка можливостей його застосування у вітчизняній практиці неможливе без вивчення систем податкового адміністрування провідних європейських країн, зокрема Великобританії, Франції, Німеччини та, одночасно, США і Канади, в яких місцеві органи влади мають традиційно високий рівень автономії в управлінні місцевими справами. Такий підхід досить вагомо корилує з проголошеним курсом України на децентралізацію, розширення прав та повноважень регіональних органів у реалізації регіональної соціально-економічної політики, що проявлятиметься і у сфері податкового адміністрування.

Податкова система США складається із трьох рівнів, що відповідають рівням державної влади [35]:

- вищого (федеральний рівень) – встановлення та збір федеральних податків, адміністрування яких регулюється федеральними законами, надходження від цих податків зараховуються до федерального бюджету;

- середнього (рівень штатів) – встановлення та збір місцевих податків, адміністрування яких регулюється законами штатів, надходження зараховуються до бюджетів штатів;

- нижчого (нижчий рівень територіального управління – муніципалітети, округи тощо) – збір податків, що запроваджуються органами місцевого самоврядування, надходження зараховуються до місцевих бюджетів.

До основних федеральних податків США, за словами М. Карліна, належать: федеральний прибутковий податок з населення; федеральний податок на прибуток корпорацій; податкові відрахування до фондів соціального страхування (вносять і роботодавці, і наймані працівники); федеральний податок на спадщину та дарування; федеральні акцизи; мито. При цьому, фіскальний потенціал податкової системи реалізується через оподаткування індивідуальних доходів населення (у структурі податкових надходжень до 40 % займає частка податку на доходи фізичних осіб). Для переважної частини індивідуальних платників (фізичних осіб) ефективна податкова ставка становить близько 25 %.

На рівні штатів існують такі основні податки: податок з продажів, прибутковий податок з населення, податок на доходи корпорацій, податок на спадщину та дарування, акцизні податки, податок на корисні копалини, ліцензійні збори, податок на капітал, відрахування на виплату допомоги по безробіттю, податок на ділову активність та інші [36].

Центральним органом податкового адміністрування у США є Державна служба збирання податків та фінансового контролю США, підпорядкована Міністерству фінансів. Основним елементом в її

---

<sup>35</sup> Бідюк О. О. Адміністрування податків: міжнародний досвід та українські реалії. Реформування системи сплати податків та зборів з урахуванням міжнародного досвіду: матеріали науково-практичного круглого столу. Київ, 2012. С. 25–29.

<sup>36</sup> Карлін М. І. Фінанси зарубіжних країн : навч. посіб. Київ : Кондор, 2004. 384 с.

структурі, як зазначає Я. Литвиненко, є Служба внутрішніх доходів, яка також оперативно підпорядкована Міністерству фінансів і складається із таких підрозділів: центральний апарат (на федеральному рівні), податкові служби штатів, місцеві податкові служби.

Організаційна структура Служби внутрішніх доходів побудована не за видами податків, а за функціональними ознаками системи оподаткування, тобто вказана структура є функціональною. Головними структурними під-розділами є: служба обробки податкових декларацій, служба перевірки податкових декларацій, служба стягнення податків, служба кримінальних розслідувань, служба обслуговування платників податків, міжнародний відділ, відділ інформаційно-комп'ютерних технологій, відділ кадрової роботи та інші [37].

З огляду на характер та напрями податкової реформи в Україні цікавим є досвід органів податкового адміністрування США в частині застосування норм пільгового оподаткування. На противагу Україні, де податкові пільги використовуються переважно з метою вирішення певних соціальних або вузькогалузевих питань, більшість податкових пільг у США має на меті підтримати довгострокове економічне зростання.

Розгалужена система пільгового оподаткування у США цілком прогнозовано збільшує витратність податкового адміністрування, що, за словами К. Проскури, дещо знижує його ефективність. Платники несуть відповідальність за правомірність застосування податкових пільг. У податковому законодавстві США діє принцип презумпції винності, відповідно до якого обов'язок з доведення правомірності застосування податкової пільги покладено на платника або податкового агента. Органи податкового адміністрування США зобов'язані перевіряти правомірність застосування платниками та податковими агентами податкових пільг [38].

Саме тому у США платники податків також зобов'язані подавати органам податкового адміністрування усі відомості, що можуть бути використані при визначенні бази оподаткування, навіть якщо ці відомості містять інформацію не на користь платника. Органи податкового адміністрування США мають право отримувати інформацію про життя, доходи та витрати платника з будь-яких органів, установ та організацій, листування, в тому числі особисте, що не дозволяється жодній іншій державній службі.

В той же час, податкові органи в США застосовують різноманітні форми допомоги платникам податків. Перш за все, їм надсилають комплект податкових документів: чисту форму податкової декларації,

---

<sup>37</sup> Литвиненко Я. В., Якушик І. Д. Податкові системи зарубіжних країн : навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. Київ : МАУП, 2014. 208 с.

<sup>38</sup> Яренко Г. Структура та організація роботи податкових органів у зарубіжних країнах. *Вісник КНЕУ*. 2009. № 2. С. 114–126.

яку платник податків представляв у минулому році, інструкцію щодо її заповнення та зміни в податковому законодавстві, а також інформацію проте, де можна отримати додаткову допомогу. Податкові декларації та інші друковані матеріали, що стосуються оподаткування, можна отримати в будь-якій податковій інспекції, громадській бібліотеці та замовити поштою [37].

Податкова система Канади, за свідченням Г. Яренка має трирівневу ієрархічну структуру, яка відповідає загальній моделі організації виконавчої влади (федеральний рівень, провінції, територіальні утворення та муніципалітети), та побудована на принципах податкового федералізму, що передбачає наявність значних повноважень регіональних та місцевих органів влади у сфері оподаткування. Водночас, система податкового адміністрування Канади має такі особливості [38]:

- наявність конституційного розмежування податкових повноважень різних органів влади – федеральних та регіональних (провінційних);

- федеральні та регіональні (провінційні) органи можуть запроваджувати податки різного рівня, але з однаковою базою оподаткування;

- у Канаді діють дві незалежні підсистеми податкового адміністрування з власними податковими органами: федеральна та регіональні (провінційні), взаємодія між якими здійснюється на основі укладених юридичних угод.

До федерального (центрального) бюджету надходить близько 63–65 % від загальної суми податкових платежів, зібраних на території країни. На федеральному рівні переважає пряме оподаткування. Основним федеральним податком є податок на доходи населення (забезпечує близько 40 % податкових надходжень, що зараховуються до федерального бюджету) [36].

На відміну від США, у Канаді на федеральному рівні запроваджено податок на додану вартість, який також має переважно фіскальне значення. При цьому на рівні багатьох територій діє податок з продажів. Також у Канаді є чинними доволі високі ставки акцизного оподаткування. Акцизи мають не лише фіскальне та соціальне значення, але й виступають способом контролю з боку держави за переміщенням підакцизних товарів. При цьому, проблемою організації акцизного оподаткування в Канаді є наявність значної кількості контрабандних тютюнових виробів (у східних та південних провінціях країни), що постачаються переважно з США та окремих резервацій [39].

Адміністрування податків у Канаді здійснюють Канадське

---

<sup>39</sup> *Проскура К. П.* Зарубіжний досвід організації податкового адміністрування. *Економічний часопис-XXI*. 2012. № 7–8. С. 7. URL : <http://soskin.info/ea/2012/7-8/201212.html>.

агентство митниці та зборів, яке є підзвітним парламенту через міністра по національних доходах. Це агентство також адмініструє більшість місцевих податків, але місцеві органи влади вносять за таку послугу певну плату. В окремих провінціях адміністрування місцевих податків здійснюють регіональні органи влади (міністерство доходів певного регіону). Витрати на адміністрування податкового законодавства Канади становлять приблизно 1 % обсягу зібраних податків. Щороку податкові органи перевіряють з виїздом на місце приблизно 2 % платників податків. Усі платники за групами ризику виявлення право-порушень розподілені на чотири категорії (при ідентифікації платника враховуються 150 показників для фізичних осіб і 30 показників для юридичних осіб). Найчастіше перевіряють діяльність платників з найвищим рівнем ризику [40].

Загалом висока ефективність системи податкового адміністрування Канади зумовлена в цілому раціональною та гнучкою податковою політикою, яка органічно враховує інтереси і держави, і територій, і платників.

У центрі уваги податкових органів Великобританії, за словами О. Бідюка перебуває клієнт-платник податків з його потребами і проблемами, що свідчить про соціальну спрямованість роботи цих органів. Позиція платників податків обов'язково враховується під час розробки або внесення змін до податкової політики держави, податкових процедур тощо. Вона з'ясовується шляхом проведення опитувань, анкетування, а також за допомогою взаємодії з представниками платників податків – саморегулюючими професійними об'єднаннями. Отримані результати доводяться до відома керівництва Управління департаментом зі зв'язків з громадськістю та маркетингу [35].

Для виконання поставлених перед Управлінням державними доходами і митницями Великобританії завдань його структурні підрозділи займаються розробкою і впровадженням нових технологій і методів роботи з платниками податків. В той же час, значний акцент робиться на спрощенні податкової документації (бланків, інструкцій, рекомендацій), а також на створенні максимально зручного для платника податків процесу спілкування з податковими органами. Це виражається в можливості заповнення та подання декларацій в електронному вигляді і в режимі реального часу (on-line), виконанні податкового обов'язку (сплата податків і зборів) через Інтернет, отриманні індивідуальної консультації в єдиній національній телефонній службі або через Інтернет у режимі on-line з наданням платником податків усіх необхідних даних (суми доходів, особистих даних тощо) [41].

---

<sup>40</sup> Міжнародний досвід: адміністрування податків в Європі та в Україні. Офіційний сайт Державної фіскальної служби України. URL : <http://stasumy.gov.ua>.

<sup>41</sup> Міжнародний досвід реформування податкових систем: види податків та електронна звітність. URL : [http://sta.gov.ua/control/uk/publish/article?art\\_id=326529&cat\\_id=310882&showHidden=1](http://sta.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=326529&cat_id=310882&showHidden=1).

Відносини між податковим органом і платником податків у Франції, як вважає І. Якушик, побудовані у формі обміну думками, тобто кожна сторона доводить свою правоту, причому податковий орган зобов'язаний надати письмову відповідь на будь-які запити платника податків, які він має право використати для свого захисту. Проте в разі регулярного невиконання платником своїх обов'язків податки можуть стягуватися з його рахунків у безспірному порядку [37].

Діяльність Головного податкового управління Франції спрямована на підняття рівня роз'яснювальної роботи серед платників податків. Зокрема, набирає популярності інформування населення про послуги податківців через мережу телефонних довідкових служб. У більшості мерій, а також у громадських організаціях працюють інформаційні пункти, широко практикуються телевізійні передачі з відповідями на запитання щодо оподаткування, публікуються податкові довідники для підприємців, огляди податкового законодавства. Досить стабільною є практика проведення зустрічей-консультацій з платниками податків. Усе це дозволяє підвищувати рівень добровільної сплати податків.

Важливу роль щодо управління ризиками несплати податків в Німеччині відіграє форма заповнення звітності (електронна або «вручну»). Електронна форма дозволяє навіть на початкових етапах виявити помилки при заповненні декларації, що зменшує ризики неправильного нарахування податку. В країні широко використовується система електронного адміністрування податків для суттєвого прискорення податкових процедур і спрощення податкового контролю. Так, завдяки існуванню електронної форми звітності податкові органи можуть мінімізувати кількість документальних (більш детальних) перевірок платників, оскільки за даними електронної звітності вони мають змогу попередньо проконтролювати сплату податків. Щорічно в Берліні перевіркам підлягає 19 % великих підприємств (30000 із 160000), 7 % середніх і 2 % малих. При цьому в Берліні працює близько 9 тис. податкових інспекцій, з яких 900 – спеціалізуються на документальних перевірках [42].

Цікавим є досвід організації діяльності податкових органів в Італії. Міністерство фінансів Італії займається тільки доходами, до нього входять податкові та митні органи. Перевірки, що проводяться податковими органами, здійснюються вибірково шляхом жеребкування та з інших причин. Основні типи контролю, які застосовуються податковими органами Італії, наступні: аналітичний контроль – податкові управління вносять корективи в наведені в деклараціях дані на основі записів, проводок. Як правило, така форма контролю потребує проведення перевірки бухгалтерських записів і всієї документації

---

<sup>42</sup> *Проскура К. П.* Податкове адміністрування в Україні в посткризовий період: ефективність та напрями модернізації. Київ : ТОВ «Емкон», 2014. 376 с.

підприємства; індуктивний контроль проводиться, якщо в декларації не повністю вказано джерела доходів, відсутні ряд бухгалтерських записів, наявні серйозні порушення правил ведення бухгалтерського обліку; частковий контроль проводиться безпосередньо за реєстром платників податків. Прикладом часткового контролю може бути практика контролю доходів на основі «коефіцієнтів доходів»; скорочений контроль полягає в тому, що при виявленні у платника податків платоспроможності, що перевищує ту, яка вказана в декларації про доходи, податкове бюро має повноваження вносити необхідні зміни у вказані сукупні доходи.

Підсумовуючи проведені дослідження можна зауважити, що в основу реформування податкових служб розвинутих країн світу покладено принцип орієнтації на клієнта – платника податків і створення демократизованої державної інституції, що поступово переходить від суто фіскальної функції до стимулювання економічного розвитку країни, а висока ефективність податкових систем базується на широкому використанні інформаційно-комунікаційних технологій, у тому числі вільного доступу податкових органів до інформаційних баз даних інших органів, які мають відомості про доходи, витрати, фінансові зобов'язання та фінансовий стан платників податків.

Вдосконалення роботи податкових органів у такому напрямку забезпечило зменшення фіскального навантаження на бізнес, створення сприятливого бізнес-клімату та стимулювання розвитку економіки. Відтак ретельне вивчення реформаторського досвіду зарубіжних країн та його адаптування до вітчизняних умов сприяє підвищенню ефективності та результативності роботи податкових органів України.

## **2.2. Концептуальні засади соціально-економічного розвитку сільських територій**

*Яснолоб І. О., Радіонова Я. В., Зоря О. П., Дем'яненко Н. В.  
Полтавська державна аграрна академія*

Сьогодні в розвинених країнах світу широко активуються процеси урбанізації. Від так, зростає кількість та нагальність проблем, пов'язаних з розвитком міських поселень, а питання соціально-економічного стану сучасного села відходять на другий план. Різниця в соціально-економічному розвитку сіл та міст стимулює міграцію сільських мешканців, де вищі заробітки та більш широкий спектр доступних послуг, тобто значно кращі умови життя. Тому, дані чинники спричинюють поширенню проблеми занепаду сільських територій, зокрема проблема знелюднення та відмирання культурного потенціалу.

За таких умов, основним вектором розвитку економіки країни є проведення аграрних реформ, які забезпечать підвищення соціальної спрямованості та послідовну переорієнтацію сільської економіки на задоволення потреб населення, формування збалансованого сільського ринку праці з чіткими соціальними орієнтирами, фінансування процесів сільського розвитку, а також інституціональні засади забезпечення розвитку сільських регіонів.

Сільське господарство робить значний внесок у ВВП країни, тому комплексний соціально-економічний розвиток сільських територій – це основа розвитку аграрного сектора економіки, ефективного вирішення соціальних проблем та позитивного переходу до сталого економічного зростання сільських територій.

Перш ніж перейти до питання дослідження особливостей організаційно-економічних механізмів забезпечення соціально-економічного розвитку сільських територій України з'ясуємо сутнісно-змістове наповнення терміну «сільська територія», як основного структуротворюючого елемента даної категорії.

У своєму дисертаційному дослідженні О. Павлов ідентифікує сільські території як «гетерогенні за структурною будовою соціально-просторові утворення, що складаються з населення, поселень, виробничо-господарського комплексу, інфраструктури, навколишнього природного середовища, земель сільськогосподарського та іншого призначення, які виконують виробничо- господарську, природоохоронну, рекреаційно-оздоровчу, соціальну та інші функції, і перебувають під управлінським впливом органів державної влади, органів місцевого самоврядування, громадських організацій, а також суб'єктів господарювання різних організаційно-правових форм» [43, с. 3].

Сьогодні позиції науковців щодо розвитку сільських територій та аграрної політики умовно розділені на категорії, основними з яких є: 1) вважають сільські території органічним складником аграрної політики; 2) вважають сільські території незалежним напрямком державної політики.

До першої категорії відносимо вчених П. Саблук, В. Юрчишин, О. Онищенко, Б. Панасюк, В. Месель-Веселяк, до другої – В. Трегобчук, П. Гайдуцький, М. Кропивко (табл. 1).

У вітчизняній літературі чималий внесок у формування нової парадигми сільського розвитку, а саме виокремлення поняття «сілька територія» належить Л. О. Шепотько, на думку цього вченого «розширюючи» сільський сектор за рахунок включення в нього агропромислової сфери «несільської місцевості», важливим є розділення поняття сільського сектору від аграрного, хоча останнє і є його важливою складовою [44, с. 10].

---

<sup>43</sup> Павлов О. І. Управління соціально-економічним розвитком сільських територій України : автореф. канд. екон. наук : 08.00.03. Київ, 2010. 24 с.

<sup>44</sup> Небава Н. І. Особливості управління соціально-економічним розвитком сільських територій : дис. канд. екон. наук : 08.00.03. Вінниця, 2016. 213 с.

## 1. Позиції науковців щодо розвитку сільських територій та аграрної політики

Категорія 1		Категорія 2	
автор	концепція	автор	концепція
П. Саблук [45]	функціонування кожного сільського населеного пункту, розбудова його інфраструктури доходи жителів мають забезпечуватись за рахунок оптимізації використання сільськогосподарських угідь, регулювання цін на агропродукцію, організація аграрного ринку, тобто за допомогою механізмів аграрної політики.	В. Трегобчук [46]	благоустрій сільських територій ґрунтується на можливостях багатофункціонального екологічно зрівноваженого їхнього розвитку та передбачає диференціацію сільського та аграрного ринку.
В. Юрчишин [47], О. Онищенко [48]	аграрний устрій можна розглядати з позицій відображення в ньому системного прояву суспільно-політичних та соціально-економічних відносин в аграрному секторі, які узгоджуються за стратегічним цільовим призначенням і формами прояву з суспільно-політичним устроєм.	П. Гайдуцький [49]	нерозмежованість заходів підтримки сільського господарства та сільських територій викривляє реальну картину аграрного сектору.
О. Панасюк [50]	відображення сільських територій є можливим за умови виведення сільського господарства з іскрутного становища, відновлення його виробничих баз, кооперації сільського виробництва з переробною промисловістю та торгівлею, розвитку агропідприємств.	М. Кропивко [51]	стверджує, що галузеві та регіональні програми мають бути диференційованими, в розвиток сільських територій повинен бути

<sup>45</sup> Саблук П. Т. Розвиток сільських територій в контексті забезпечення економічної стабільності держави ; Соціально-економічні проблеми розвитку українського села і сільських територій : матеріали сьомих річних зборів Всеукр. конгресу вчених економістів-аграрників. К., 2005. С. 4–18.

<sup>46</sup> Трегобчук В. М. Актуальні проблеми сталого розвитку сільських територій. Соціально-економічні проблеми розвитку українського села та сільських територій. Київ, 2005. С. 69–76.

<sup>47</sup> Юрчишин В. В. Село і селяни України в системі історично і суспільно зумовлених вітчизняних національних цінностей. *Економіка АПК*. 2011. № 2. С. 87–99.

<sup>48</sup> Онищенко О. М., Юрчишин В. В. Концептуальні проблеми майбутнього українського села і селянства ; Соціально-економічні проблеми розвитку українського села і сільських територій : матеріали сьомих річних зборів Всеукр. конгресу вчених економістів-аграрників. Київ, 2005. С. 41–50.

<sup>49</sup> Панасюк О. Ю. Особливості управління соціально-економічним розвитком сільських територій : дис. канд. екон. наук : 08.00.03. Вінниця, 2016. 213 с.

<sup>50</sup> Панасюк О. Ю. Міжнародний досвід розвитку сільських територій в умовах децентралізації влади. *Інвестиції: практика та досвід*. 2005. № 23. С. 120–123.

<sup>51</sup> Кропивко М. Ф. Організація державного і самоврядного управління розвитком сільських територій. *Економіка АПК*. 2005. № 11 (133). С. 60–62.

В. Месель-Веселяк [48]	реформування земельних відносин і відносин власності в сільському господарстві має важливе значення для соціально-економічного розвитку сільських територій.		прерогативою органів місцевого самоврядування.
------------------------	--	--	--

Джерело: узагальнено автором на основі [44–50].

Більшість науковців за вихідну методологічну основу для дослідження поняття сільського розвитку обирають концепцію Організації економічного співтовариства та розвитку (ОЕСР), яка відображає «невідворотний» взаємозв'язок між різними ролями та функціями сільського господарства у трьох взаємопов'язаних сферах: економічній, соціальній та екологічній.

Важливим є припущення М. Малік, який трактує сільські території як історично сформовані в визначених межах сукупність, що поєднує в собі організаційно-територіальну територіально-функціональну приналежність (виробництво, переробка, реалізація) сільськогосподарської продукції.

Варто звернути увагу, що В. Єрмоленко визначає поняття «сільська територія» як просторово-географічне середовище проживання і виробничої діяльності населення, яке у переважній більшості займається сільськогосподарським виробництвом і організоване переважно у межах окремого сільського населеного пункту з територіальним органом управління на рівні сільської ради, а також середовище розміщення виробничих і рекреаційних ресурсів, необхідним для забезпечення життєдіяльності [52, с. 25].

П. Шаповал визначає сільську територію як історично сформовану поселенську структуру, що об'єднує у своїх межах сукупність сіл, селищ, хуторів, які перебувають під юрисдикцією сільських (селищних) рад [53, с. 73].

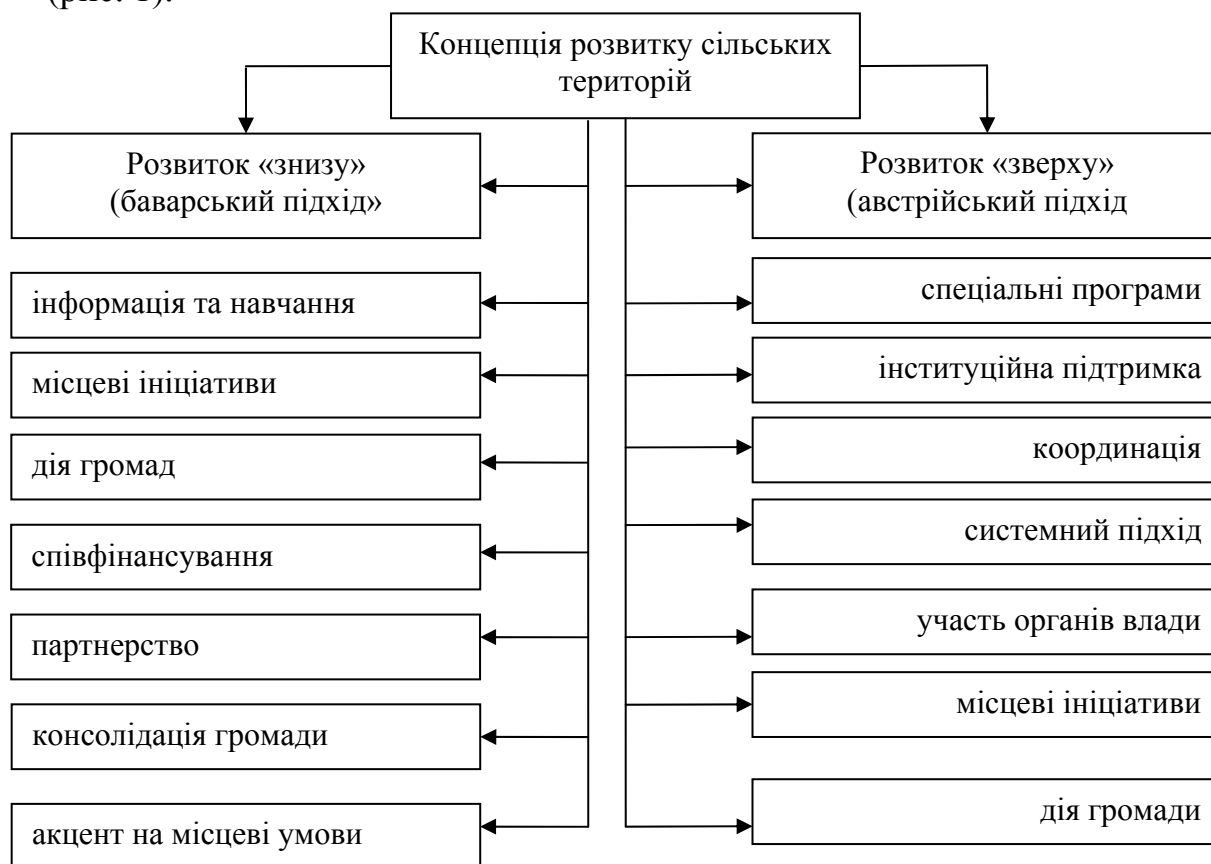
Більш чітко визначення понятійно-термінологічного апарату належить вченому К. Якуба, який визначав сільські території, як адміністративно-територіальні одиниці незалежно від їх розмірів (хутір, село, сільська рада, район тощо) з наявним населенням, прородно-економічним і соціальним потенціалом та відповідними органами управління соціально-економічним розвитком цих населених пунктів, а територіально-просторове розміщення їх сукупного ресурсного потенціалу можна вважати сільськими територіями [54].

<sup>52</sup> Єрмоленко В. М. Особливості формування категорії «сталій розвиток сільських територій». *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2010. Вип. 156. С. 50–59.

<sup>53</sup> Шаповал П. Д. Сільськогосподарський регіон у системі управління розвитком економіки. *Вісник ВАДУ при Президентіві України*. 2002. № 4. С. 72–76.

<sup>54</sup> Якуба К. І. Трудовий потенціал сільських територій. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 3. С. 115–119.

В рамках даного дослідження доцільно розглянути найпоширеніші концепції формування та забезпечення розвитку сільських територій (рис. 1).



**Рис. 1. Базові концепції розвитку сільських територій**

Джерело: побудовано автором на основі [55].

Більшість вчених дотримуються думки, що аграрне виробництво є основною системоутворюючою галуззю на сільських територіях. Від так, сільські території регіону є цілісною системою, оскільки мають чітку структурну будову; структурні елементи, згруповані у підсистеми; характеризуються відносною стійкістю та автономністю; мають визначену мету функціонування та інші риси, притаманні системам та складається з наступних чотирьох підсистем:

1. Економічної підсистеми – продуктивні сили, техніко-економічні відносини, виробничі відносини (відносини власності), господарський механізм.

2. Соціальна підсистема охоплює соціум (населення) соціальну інфраструктуру, сільську населенську мережу. а також матеріальне та соціальне забезпечення селян.

3. Організаційно-управлінська підсистема сільських територій регіону являє собою сукупність органів державної влади та місцевого

<sup>55</sup> Павлов О. І. Рівні й типи сільських територій та їх системна управлінська модель. *НАДУ*. 2006. Вип. 1. С. 233–244.

самоврядування, через які сільські громади реалізують свої функції

4. Соціальна підсистема охоплює соціум (населення) соціальну інфраструктуру, сільську населенську мережу. а також матеріальне та соціальне забезпечення селян.

Система управління розвитком сільських територій має власну внутрішню структуру та складається з об'єкта й суб'єкта управління . Об'єктом управління виступають сільські території, а суб'єктом [56]:

– державні органи управління та їх територіальні підрозділи, що визначають стратегічні напрямки розвитку оціально-економічної сфери, забезпечуючи стимулювання внаслідок застосування адміністративно-економічних важелів;

– органи місцевого самоврядування, на основі можливостей та повноважень підтримують місцеву ініціативу розвитку шляхом інформаційного сприяння, спрощення та врегулювання процедурних питань;

– місцеве населення, від рівня ініціативності якого залежать процеси розвитку та ефективного використання умов, наявних об'єктів інфраструктури, використання можливостей для здійснення підприємництва і залучення необхідних факторів виробництва для ятворення доданої вартості та благоустрїю територій.

Сільські території регіону мають низку рис, які виражаються через принципи їх розвитку та через притаманні їм функції, які полягають в наступному [48]:

– соціально-демографічна функція – відтворення сільського населення, забезпечення сільського господарства та інших галузей економіки трудовими ресурсами, значним людським капіталом;

– просторово-комунікаційна функція – надання просторового базису для розміщення виробництв та обслуговування інженерних комунікацій (доріг, ліній електропередач, зв'язку, водопроводів тощо);

– виробнича функція – задоволення потреб суспільства в продовольстві та сировині, продукції для різних галузей та видів господарської діяльності;

– рекреаційна функція – створення умов для відновлення здоров'я і відпочинку міського та сільського населення;

– екологічна функція – підтримання екологічної рівноваги в аграрних регіонах та на всій території країни, утримання заповідників, заказників, національних парків та ін.;

– культурна та етнічна функція – зберігання самобутньої національної культури, народних традицій, звичаїв, обрядів, фольклору, досвіду ведення сільського господарства та освоєння природних ресурсів, охорона пам'яток природи, історії та культури, розташованих

---

<sup>56</sup> Павлов О. І. Сільські території України : історична трансформація парадигми управління : монографія. Одеса : Астропринт, 2006. 356 с.

на сільських територіях;

– функція соціального контролю над територією – сприяння сільського населення державним органам у забезпеченні громадського порядку та безпеки в поселеннях й територіях.

Забезпечення вище перелічених функцій повинна здійснюватися на основі відповідного господарського механізму, тобто організаційно-економічного механізму забезпечення розвитку сільських територій. Під «організаційно-економічним механізмом розуміють» сукупність методів, інструментів, елементів, що забезпечують функціонування певних систем, в нашому випадку системи соціально-економічного розвитку сільських територій.

Науковці О. Карпенко та І. Семиволос у своїх працях посилаються на три складові системи організаційно-економічного механізму із характерними елементами та підсистемами [57]:

– система забезпечення: правове, ресурсне, нормативно-методичне, наукове, технічне, інформаційне забезпечення;

– функціональна система: планування, організація, мотивація, контроль та регулювання;

– цільова система: цілі та результати діяльності, критерії вибору та оцінки ступеня досягнення цілей та результатів діяльності.

Автори О. Станкевич та С. Девко визначають організаційно-економічну складову механізму забезпечення сталого розвитку сільських територій як багатоаспектну сукупність інструментів і заходів впливу на процеси, що відбуваються на сільській території. Тобто сукупність інструментів та заходів використовують у різних поєднаннях з метою отримання визначеного ефекту (соціально-економічного розвитку, розвитку економіки, соціальної інфраструктури, сільського самоврядування, становлення якісно нового рівня життя населення) [58].

Докладний аналіз організаційно-економічних механізмів інноваційного розвитку сільських територій Карпатського регіону здійснив В. Борщевський. До них, зокрема, він зачислив [59]:

1) посилення інноваційної спрямованості сільськогосподарського виробництва;

2) інноваційний розвиток інфраструктури сільських територій регіону;

3) запровадження організаційно-економічних механізмів інноваційного розвитку людського капіталу сільських територій регіону;

4) диверсифікацію сільської економіки регіону на інноваційній основі;

---

<sup>57</sup> Карпенко О. О., Семиволос І. І. Організаційно-економічний механізм управління капіталом підприємства. *Водний транспорт*. 2013. Вип. 1. С. 71–75.

<sup>58</sup> Станкевич О. Б., Девко С. Т. Теоретичні аспекти формування організаційно-економічного механізму забезпечення сталого розвитку сільських територій. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Сер. : Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181 (1). С. 151–155.

<sup>59</sup> Могильний О. М. Державна політика у розвитку сільських територій. *Економіка АПК*. 2010. № 10. С. 125–131.

5) децентралізацію влади і підвищення функціональної спроможності органів місцевого самоврядування сільських територіальних громад.

Основними компоненти організаційно-економічного механізму розвитку сільських територій, які організовані у систему забезпечення його реалізації, результатом якої є розвиток сільських територій – соціальний та економічний.

Соціальний механізм передбачає усю систему взаємозв'язків між мешканцями сільських територій, які носять соціальний характер і впливають на розвиток села. Сюди, до прикладу, можна зачислити сільські збори, різноманітні методи сільських мешканців висловитись чи волевиявитись на тему можливостей для розвитку їхнього села.

Економічні складові організаційно-економічного механізму забезпечення розвитку сільських територій налічують [48]:

- фінансовий механізм: податки, видатки на фінансування розвитку села;

- інвестиційний механізм: державні, приватні та іноземні інвестиції, спрямовані на різноманітні програми та проекти щодо розвитку сільських територій;

- господарський механізм: сукупність взаємозв'язків між господарюючими об'єктами у сільській місцевості з усіма передумовами та наслідками такої взаємодії.

Від так, організаційно-економічний механізм розвитку сільських територій передбачає систему заходів та інструментів, які необхідно спрямувати на забезпечення гармонійного розвитку села, його мешканців та природного середовища їхнього існування.

Тому, правильний вибір відповідних інструментів та механізмів, з урахуванням потреб окремих регіонів, особливостей кожного типу сільських територій, є передумовою успіху на шляху до досягнення поставленої мети.

Отже, підвищення ролі сільських територій в здійсненні стратегічних соціально-економічних перетворень вимагає застосування комплексного інтегрального підходу до розвитку села як соціально-територіальної підсистеми суспільства, що виконує ряд найважливіших народногосподарських функцій.

## АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

### 3.1. Оцінка агрокліматичних умов вирощування та фотосинтетичної продуктивності біоенергетичної культури міскантус в контексті очікуваних змін клімату

*Вольвач О. В., Волошина О. В., Жигайло О. Л.  
Одеський державний екологічний університет*

Цивілізація сьогодення потребує величезної кількості енергії – для промислового та сільськогосподарського виробництва, освітлення та опалення житла, заправки транспорту, розвитку інформаційних технологій та телекомунікацій. Із зростанням потреб в енергії суспільство все краще розуміє, що доступних на сьогоднішній день джерел недостатньо, щоб забезпечити майбутні потреби людини. Тому виникла необхідність пошуку нових джерел енергії, у тому числі й нетрадиційних.

Одним з перспективних напрямків альтернативної енергетики майбутнього є методика виробництва палива з біомаси. Енергія, яку видобувають при спалюванні біомаси є доступною і такою, що не вимагає значних капітальних вкладень в устаткування. Використання енергетичних рослин представляє суттєвий інтерес, оскільки вони є одним з поновлювальних джерел палива.

Про виключну важливість дослідження питання відновлюваних джерел енергії свідчить прийнята Україною Енергетична стратегія на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» [60]. Однією з цілей, прописаних у цьому документі є доведення виробництва енергії з біомаси, біопалива та відходів у структурі загального первинного постачання енергії України до 11 млн т нафтового еквіваленту (прогноз на 2035 р.).

Пріоритетне місце серед енергетичних культур займає міскантус або «слонова трава». Згідно з класифікацією Біоенергетичної асоціації України, міскантус за походженням є класичною культурою, з самого початку призначеною суцього для енергетичних цілей [61].

Хоча для України міскантус є новою біоенергетичною культурою, останнім часом суттєво збільшилася кількість публікацій стосовно його

---

<sup>60</sup> Розпорядження КМУ від 18 серпня 2017 р. № 605-р Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p> (дата звернення: 20.05.2019 р.).

<sup>61</sup> Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Аналітична записка БАУ. 2014. № 10. URL : [www.uabio.org/activity/uabio-analytics](http://www.uabio.org/activity/uabio-analytics) (дата звернення: 20.05.2019 р.).

селекції [62], відношення до умов навколишнього середовища [63, 64], технології виробництва та еколого-економічної оцінки використання палива з міскантуса [65, 66].

Протягом останніх років в Одеському державному екологічному університеті проводяться комплексні дослідження впливу змін клімату на всі галузі господарства України. Питання вибору сценаріїв можливих змін та кількісний опис часових змін в режимі температури і опадів розглядаються на кафедрі метеорології та кліматології.

Абсолютно достовірно зміну клімату зафіксовано при аналізі багаторічних рядів спостережень основних показників клімату (температури, опадів, проявів екстремальних явищ), а також вмісту парникових газів і аерозолів в атмосфері, рівня моря, стану екологічних систем, здоров'я людей. Кліматична система Землі змінилася в порівнянні з доіндустріальною епохою, як на глобальному, так і на регіональному рівнях. Цей процес прискорився і став більш відчутним в останні десятиліття.

Однією зі складових кліматичних ресурсів є опалювальний період. Нині, коли опрацьовується національна програма енергозбереження, визначення характеристик опалювального періоду набуває особливої актуальності. Опалювальний період необхідно враховувати під час удосконалення стратегії теплозабезпечення країни. Для цього необхідно проводити розрахунки теплозабезпечення з урахуванням характеристик опалювального періоду, що дасть змогу належним чином розподілити кошти і кількість палива для окремих регіонів.

В останні десятиліття зміни клімату в континентальних районах супроводжуються, як правило, істотним підвищенням температури в зимовий період. У зв'язку з цим можна чекати зниження енерговитрат на опалювання, які визначають споживання енергії в Україні взимку.

Дослідження впливу змін клімату на терміни і тривалість опалювального періоду були проведені О. В. Волошиною [67]. На основі прогнозу змін температури за чотирьома сценаріями (GFDL, UKMO, CCCM та GISS) на 2000–2010 рр., 2030–2040 рр. та 2070–2080 рр. було отримано зміни характеристик опалювального періоду не тільки в середньому для України, а також окремо для природних зон (Полісся,

---

<sup>62</sup> Роїк М. В., Гонтаренко С. М., Лащук С. О. Сучасний стан розвитку селекції та реєстрації представників роду *Miscanthus* в Україні та світі. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків*. 2014. Вип. 21. С. 249–254.

<sup>63</sup> Гументик М. Я., Квак В. М., Замойський О. І. Урожайність біомаси міскантусу. *Біоенергетика*. 2013. № 2. С. 32–35.

<sup>64</sup> Курило В. Л., Рахметов Д. Б., Кулик М. І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 11–17.

<sup>65</sup> Ганженко О. М., Гументик М. Я., Квак В. М. Технологія виробництва твердого палива з міскантусу. *Біоенергетика*. 2015. № 2. С. 13–17.

<sup>66</sup> Трибой О. В. Оцінка життєвого циклу виробництва теплової енергії з тріски біомаси *Miscanthus x giganteus* в Україні. *Біоенергетика*. 2018. № 2 (12). С. 22–27.

<sup>67</sup> Степаненко С. М., Польовий А. М. та ін. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України : монографія ; за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса : Екологія, 2011. 696 с.

степова та лісостепова зони) впродовж ХХІ сторіччя.

На підставі отриманих даних можна зробити висновок, що в майбутньому в Україні буде спостерігатися сильне скорочення потреби в тепловій енергії в опалювальний період, однак значно зростуть витрати електроенергії на кондиціонування в теплу пору.

Отже, і в умовах змін клімату залишається гостра необхідність використання перш за все екологічної енергії біомаси для потреб народного господарства України, в том у числі і сільського господарства.

Дослідження стосовно впливу змін клімату на вирощування сільськогосподарських культур проводиться колективом кафедри агрометеорології і агроєкології Одеського державного екологічного університету. Теоретичним підґрунтям для виконання цих досліджень є положення школи динамічного моделювання продукційного процесу сільськогосподарських культур, започаткованої завідувачем кафедри, доктором географічних наук, професором А.М. Польовим.

Аналіз умов вирощування і формування урожайності міскантусу проводилися в умовах сучасного глобального потепління та подальших змін клімату на період до 2050 року. Оцінка виконана шляхом порівняння середніх багаторічних агрокліматичних показників (1980–2010 рр.) продуктивності міскантусу з такими ж показниками на майбутнє по десятиріччях за три періоди: 2021–2030 рр., 2031–2040 рр., 2041–2050 рр. для умов Полісся України. Розрахунки змін клімату виконувались за сценаріями RCP 4.5 та RCP 8.5 (Representative Concentration Pathways), які детально описані в [68].

Розрахунки як середньої багаторічної продуктивності міскантусу, так і продуктивності його посадок в умовах змін клімату виконані за чотирма видами урожайності: потенційна урожайність, яка при оптимальній забезпеченості рослин теплом, вологою та мінеральним живленням визначається надходженням сонячної радіації; метеорологічно можлива врожайність, що забезпечується температурним режимом та режимом зволоження території; дійсно можлива врожайність, яка забезпечується природною родючістю ґрунту; фактична урожайність в природних умовах. Алгоритм розрахунків за динамічною моделлю продуктивності А. М. Польового представлений в [69].

Треба ще раз відзначити, що міскантус є досить новою культурою для України, тому на сьогоднішній день у агрометеорологів немає багаторічних матеріалів спостережень за міскантусом, тому для ідентифікації параметрів моделі використовувались лише літературні відомості. Результати розрахунків представлені в табл. 1.

---

<sup>68</sup> Степаненко С. М., Польовий А. М., Лобода Н. С. та ін. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України ; за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса : ТЕС, 2015. 520 с.

<sup>69</sup> Польовий А. М. Моделювання продуктивності агроєкосистем. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2005. Вип. 1. С. 79–86.

## 1. Агрометеорологічні умови вегетації міскантусу при середніх багаторічних умовах в порівнянні з сценарними умовами

Період	Дата початку вегетації	$t_{cp}$ , °C	$\Sigma R^*$ , мм	$E^*$ , мм	$E_o^*$ , мм	Вологозабезпеченість ( $E/E_o$ ), відн.од.	Середній за період ГТК, відн. од.	Сума ФАР, кДж/см <sup>2</sup> за період
1980-2010	25.04	16,1	377	366	487	0,75	1,44	148,1
RCP4.5								
2021–2030	2.05	16,1	282	308	449	0,69	1,18	149,4
2031–2040	4.05	15,8	203	294	404	0,73	1,39	146,8
2041–2050	26.04	16,0	266	313	490	0,64	1,05	151,0
RCP8.5								
2021–2030	23.04	15,6	312	331	472	0,70	1,23	158,0
2031–2040	28.04	16,1	201	334	513	0,65	1,12	159,0
2041–2050	22.04	15,3	372	344	431	0,77	1,46	156,0

Примітки: \* $\Sigma R$  – сума опадів за період;  $E$  – сумарне випаровування за період;  $E_o$  – випаровуваність за період  
Джерело: авторські розрахунки.

Відновлення вегетації посадок міскантусу третього року вирощування в Поліссі починається з переходом температури повітря через 10 °C, який за середніми багаторічними даними відбувається наприкінці квітня – 25.04. За умов реалізації сценарію RCP 4.5 протягом 2041–2050 рр. строк відновлення вегетації практично співпадає з базовим (26.04), протягом першого та другого сценарних періодів відновлення вегетації буде починатись дещо пізніше (на 7–9 днів) – на початку травня.

Прихід ФАР за вегетаційний період за середніми багаторічними даними складає 148,1 кДж/см<sup>2</sup>. За сценарієм RCP4.5 у перший та другий сценарний періоди (2021–2030 та 2031–2040 рр.) посадки будуть отримувати кількість ФАР, близьку до багаторічної. У третій сценарний період очікується незначне збільшення кількості ФАР до 102 % від базового значення. Це обумовить дуже несуттєву різницю в формуванні потенційної урожайності сухої маси міскантусу (ПУ) протягом першого та другого сценарних періодів. При середніх багаторічних умовах вона складає 786 ц/га, в той час як протягом двох перших сценарних періодів вона буде становити 99–101 % від середньої багаторічної. Для третього періоду зміни ПУ будуть більш суттєвими і вона становитиме 109 % від базової (табл. 2).

## 2. Формування урожаю міскантусу при середніх багаторічних умовах в порівнянні з сценарними умовами

Період	Загальна суха маса, ц/га			Фотосинтетичний потенціал, $\text{м}^2/\text{м}^2$ за період	Урожай біомаси при 19% вологості, ц/га
	потенційного урожаю	метеорологічно можливого урожаю	дійсно можливого урожаю		
1980-2010	786	531	319	495	265
RCP4.5					
2021-2030	792	450	270	490	225
2031-2040	778	477	286	481	238
2041-2050	854	479	287	480	239
RCP8.5					
2021-2030	841	514	308	472	257
2031-2040	843	510	306	477	255
2041-2050	827	542	325	528	271

Джерело: авторські розрахунки.

Середня за вегетацію температура повітря, яка становила  $16,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в сценарні періоди очікується близькою до середньої багаторічної ( $15,8\text{--}16,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

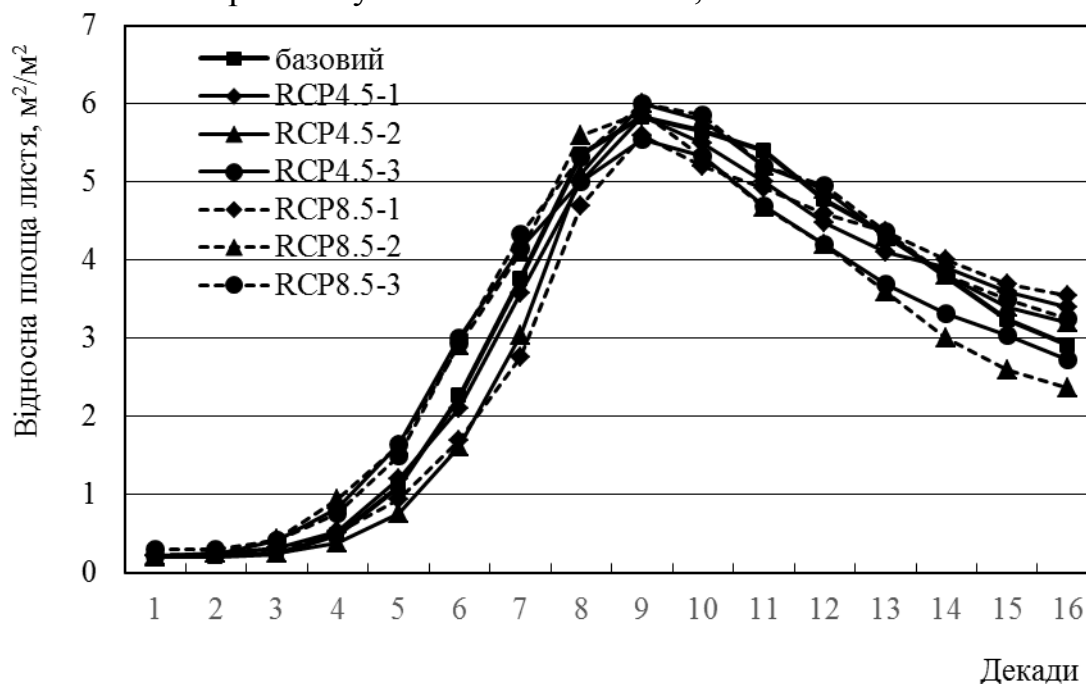
За базових умов протягом вегетаційного періоду міскантусу сума опадів становить 377 мм. За кліматичним сценарієм RCP 4.5 очікується дуже суттєве зменшення суми опадів за період вегетації у всі сценарні періоди. Найбільш суттєвим воно буде протягом 2031–2040 рр., коли сума опадів становитиме 203 мм, тобто трохи більше половини від базової. Протягом першого та третього періодів зменшення кількості опадів також досить суттєвим – на 25–30 %.

Така ситуація протягом першого та третього сценарних періодів дуже погіршить умови вологозабезпечення рослин: збільшиться дефіцит вологи (різниця випаровуваності  $E_0$  та випаровування  $E$ ) до 141–177 мм, проти 121 мм у базовий період. Також зменшиться відносна вологозабезпеченість міскантусу ( $E/E_0$ ) з 0,75 до 0,69–0,64 відн. од. відповідно. Зменшиться величина ГТК до 1,18–1,05 відн. од. відповідно у перший та третій сценарні періоди, тоді як за базових умов ця величина становить 1,44 відн. од.

В цей же час протягом другого періоду, хоча очікується суттєве зменшення кількості опадів, дефіцит вологи буде менш значним, ніж у перший та третій періоди і становитиме 110 мм. Вочевидь, збільшенню сумарного випаровування сприятиме більш ефективне використання корінням міскантусу вологи більш глибоких шарів ґрунту в умовах зменшення кількості атмосферних опадів, які, як відомо, є основним джерелом поповнення запасів ґрунтової вологи. Також, завдяки дещо зменшеному температурному фону, набагато меншою очікується і величина

випаровуваності за вегетаційний період, тому відносна вологозабезпеченість буде більшою, ніж в перший та третій сценарних періоди.

Зменшення вологозабезпеченості в перший та третій сценарні періоди призведе до зменшення площі листя (рис. 1). Її динаміка буде аналогічна динаміці площі листя при середніх багаторічних даних, але рівень буде дещо нижчим. Якщо максимальна відносна площа листя при середніх багаторічних становить  $5,85 \text{ м}^2/\text{м}^2$ , то для періоду 2021–2030 рр. та 2041–2050 рр. вона очікується в межах  $5,8$ – $5,54 \text{ м}^2/\text{м}^2$ , причому для першого сценарного періоду вона буде вищою. В другий період сформується дещо вищий рівень площі листя, в період максимального розвитку вона становитиме  $5,95 \text{ м}^2/\text{м}^2$ .



**Рис. 1. Динаміка накопичення відносної площі листя посіву міскантусу при середніх багаторічних умовах в порівнянні з сценарними умовами**

Джерело: авторські дослідження.

Значення фотосинтетичного потенціалу (ФСП) посадок міскантусу за вегетаційний період при середніх багаторічних умовах складає  $495 \text{ м}^2/\text{м}^2$ . Для всіх сценарних періодів він зменшиться і буде становити 99 % від середнього багаторічного значення протягом 2021–2030 рр. та 97 % від середнього багаторічного значення протягом 2031–2050 рр.

Зменшення вологозабезпечення посадок міскантусу в 2021–2050 рр. обумовить менший рівень метеорологічно можливої урожайності сухої маси (ММУ) в порівнянні з базовим періодом (450–479 ц/га проти 531 ц/га). З урахуванням природної родючості ґрунту рівень дійсно можливого урожаю сухої маси (ДМУ) складатиме в перший сценарний період 85 % від середнього багаторічного. Для періоду 2031–2050 рр. він очікується на рівні 90 % в порівнянні з середнім багаторічним.

Урожай міскантусу при вологості 19 % становить при середніх багаторічних умовах 26,5 т/га (табл. 2). За сценарієм RCP4.5 в агрометеорологічних умовах першого сценарного періоду він буде складати 85 % від середнього багаторічного і очікується дещо вищим (до 90 % від базового) для другого та третього періоду.

За умов реалізації сценарію RCP8.5 протягом трьох сценарних періодів строк відновлення вегетації практично співпадає з базовим (23.04, 28.04 та 22.04 відповідно) (табл. 1).

За кліматичним сценарієм RCP8.5 за період вегетації міскантусу буде очікуватись суттєве збільшення приходу сонячної радіації. В 2021–2050 рр. кількість ФАР буде значно більше в порівнянні не тільки з середнім багаторічним значенням, але і по відношенню до кількості ФАР за сценарієм RCP4.5. Вона становитиме 105–107% від середньої багаторічної величини і в середньому на 10 кДж/см<sup>2</sup> буде більше в порівнянні зі сценарними даними RCP4.5 за період вегетації.

Прихід ФАР обумовлює рівень ПУ травостою, тому буде спостерігатись різниця в формуванні ПУ всієї сухої маси міскантусу в залежності від кількості ФАР. В перший сценарний період ПУ становитиме 841, в другий 843 і в третій – 827 ц/га, що відповідно складає 107, 107 і 105% від середньої багаторічної величини ПУ (табл. 2).

Температурний режим протягом вегетації міскантусу буде у другий сценарний період близьким до середньобагаторічного (16,1 °С). Для першого і третього періодів температура повітря буде на 0,5–0,8 °С нижче. Сума опадів за період вегетації у другий сценарний період буде набагато меншою від середньої багаторічної суми та складатиме лише 53 % від її величини. У перший період вона підвищиться до 83 %, а у третій період очікується суттєве зростання суми опадів (практично до базового рівня).

Досить значна кількість опадів і суттєве зменшення випаровуваності завдяки зниженню температурного фону третього сценарного періоду відповідно знизить дефіцит вологи ( $E_0 - E$ ) до 87 мм (проти 141 мм у перший період та 179 мм у другий). Також в третій сценарний період очікується покращення умов вологозабезпеченості, коли на фоні понижених температур повітря відносна вологозабезпеченість складатиме 0,77 відн. од., що трохи вище, ніж за середньобагаторічними умовами. Особливістю третього періоду є також значне збільшення ГТК (до 1,46 відн. од.), що сприяє наростанню рослинної маси.

Формування площі листя (рис. 1) іде аналогічно динаміці площі листя при середніх багаторічних агрометеорологічних умовах. В період максимального розвитку вона буде на 0,25 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> меншою в порівнянні з середньою багаторічною величиною (5,85 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>) протягом 2021–2030 рр. Очікується, що найбільший рівень відносної площі листя буде у другий сценарний період (5,9 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>) та третій сценарний період (6 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>).

Така динаміка площі листя та роботи фотосинтетичного апарату сформує досить високий фотосинтетичний потенціал травостою протягом третього сценарного періоду ( $528 \text{ м}^2/\text{м}^2$  проти  $495 \text{ м}^2/\text{м}^2$  за базовий період). В умовах зменшення вологозабезпеченості посадок міскантусу, що очікується у період 2012–2040 рр., сформується ФСП, нижчий за значенням у порівнянні не тільки з середньобагаторічним, але й зі сценарними (за сценарієм RCP4.5). Він буде становити 95 % від середньобагаторічного значення у перший сценарний період та 96 % – у другий.

Завдяки збільшенню значень ФАР, що надходить до посіву протягом вегетації міскантусу, відповідно зростають і значення ПУ. При очікуваних сценарних агрометеорологічних умовах зростання посівів рівень ММУ в два перші сценарні періоди буде становити 510–514 ц/га сухої рослинної маси, що дещо менше, чим рівень ММУ посівів при середньобагаторічних умовах (531 ц/га). Це складатиме 96 % від середнього багаторічного значення (табл. 2). Слід відмітити, що в порівнянні з розрахованими значеннями ММУ міскантусу за сценарієм RCP4.5, рівень ММУ сухої маси за сценарієм RCP8.5 очікується значно вищим: на 64 ц/га протягом 2021–2030 рр., на 33 ц/га протягом 2031–2040 рр. та на 11 ц/га протягом 2041–2050 рр.

Також буде досить високим і рівень ДМУ сухої рослинної маси за сценарієм RCP8.5 у порівнянні із сценарієм RCP4.5. А ДМУ протягом третього сценарного періоду (325 ц/га) буде складати 102 % від середньобагаторічного значення.

За сценарієм RCP8.5 урожай маси міскантусу при вологості 19 % для перших двох сценарних періодів буде становити 25,5–25,7 т/га (табл. 2). В агрометеорологічних умовах двох перших періодів він буде складати 97 % від середнього багаторічного, але очікується дещо вищим (до 102 %) для третього періоду.

Таким чином, можна сказати, що майбутні зміни клімату на території Полісся будуть незначно впливати на агрокліматичні умови вирощування міскантусу, продуктивність його посадок майже не зміниться, а в деяких випадках і збільшиться. Тож посадки цієї біоенергетичної культури будуть й надалі залишатися вигідним джерелом постачання енергії.

У сільському господарстві ця енергія (зокрема, тріска та пелети з міскантусу завдяки його високій теплотвірній здатності) може використовуватися перш за все для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання житлових та виробничих приміщень. Також енергія біомаси може використовуватись для сушки зерна, насіння і кормів, теплової обробки сільськогосподарської продукції при різних технологічних процесах на сільськогосподарських підприємствах. Особливо це стосується негазифікованих сільських територій, в умовах відсутності магістрального газу, який до того ж з кожним роком дорожчає.

З огляду на це, враховуючи не тільки високу продуктивність, а й здатність посадок міскантусу запобігати водній ґрунтовій ерозії та сприяти збільшенню гумусу у ґрунті, хотілося б рекомендувати більшу увагу приділяти вирощуванню цієї біоенергетичної культури в контексті підвищення енергоефективності та енергонезалежності сільських територій.

### **3.2. Роль відновлюваних джерел енергії у розвитку сільських територій**

*Галанець В. В., Дзюрах Ю. М.*

*Національний університет «Львівська політехніка»*

Розвиток сільського господарства України взаємопов'язаний із станом розвитку сільських територій, які займають більшу частину площі території країни. Вони переважно мають вигідне географічне розташуванням та сприятливі умови для проживання та ведення господарської діяльності. Водночас варто відзначити, що використання природно-ресурсного потенціалу сільських територій України в умовах нестабільності, як політичної, так і економічної, є нераціональним, антропогенний вплив на навколишнє середовище зростає. Депопуляція сільських територій, зубожіння жителів сіл, їх виїзд закордон у пошуках роботи та заробітку, непривабливість ведення бізнесу в сільській місцевості, екстенсивні та застарілі методи і технології ведення сільського господарства, які призводять до забруднення навколишнього середовища – це те, що перешкоджає розвитку сільських територій.

Причиною такого стану справ є нестача фінансових ресурсів, відсутність стратегій сталого розвитку сільських територій. Необхідно здійснювати пошук перспективних напрямів забезпечення сталого розвитку сільських територій країни.

Такими напрямками зокрема можуть бути: відновлювальна енергетика, переорієнтація на альтернативні джерела енергії, застосування біоенергетичних технологій. В умовах політичного шантажу, загострення підвищення вартості енергоресурсів, підвищення їх вартості, проблеми енергозабезпечення стає особливо актуальною. Варто переглянути структуру наявних джерел енергії на користь тих технологій, що використовують відновлювані енергоресурси.

Серед усіх різновидів найбільш поширеними відновлюваними джерелами енергетики є: сонячна енергетика, вітроенергетика, гідроенергетика, біоенергетика. Всі перелічені джерела у порівнянні із традиційними мають низку суттєвих переваг: екологічність, безпека, доступність, невичерпність, утилізація відходів тощо.

Незважаючи на потужний потенціал сільських територій щодо

впровадження відновлюваних джерел енергії та їх численні переваги, відновлювальна енергетика у сільській місцевості України не набула широкого розповсюдження. Причинами цього часто є неповне та недосконале нормативно-правове забезпечення, відсутність логістичного забезпечення, фінансових, інвестиційних ресурсів, проблеми логістичного забезпечення розвитку відновлювальної енергетики та ін. Основною проблемою вбачається відсутність комплексного підходу до розробки концептуальних засад впровадження та використання відновлюваних джерел енергії, в основі якого повинна бути стратегія сталого розвитку сільських територій.

Використання біопалива є одним з перспективних напрямків вирішення актуальної проблеми дефіциту енергоресурсів. Україна, має достатньо необхідних умов для розвитку цього напрямку відновлювальної енергетики. Аграрний сектор є достатньо розвинутим, зокрема галузь рослинництва спроможна забезпечити достатні обсяги відходів та залишків, які є необхідним джерелом виробництва відновлювальної енергетики. Вони складають найбільшу частину біомаси і зазвичай утилізуються без принесення жодної користі.

Основними причинами погіршення соціально-економічного та екологічного стану сільських територій і, відповідно, проблемами, що перешкоджають забезпеченню сталого розвитку згідно Концепцією розвитку сільських територій є [70]:

- у економічній сфері – низький рівень диверсифікації економіки сільських територій, обмеженість фінансових ресурсів для розв’язання проблем сільського розвитку, низький рівень розвитку системи кредитування у сільській місцевості; невелика частка інвестицій в розвиток сільських територій; низький рівень підприємницької ініціативи; неконкурентоспроможність більшості малих та середніх сільськогосподарських товаровиробників та ін.;

- у соціальній сфері – високий рівень безробіття; низькі доходи сільського населення та обмеженість можливостей для їх підвищення; руйнування соціальної інфраструктури та низька якість забезпечення сільського населення соціальними послугами; низький рівень інформаційно-просвітницької діяльності, спрямованої на створення позитивного іміджу, переваг та можливостей розвитку сільських територій України та ін.;

- у екологічній сфері – неврахування екологічних вимог у виробничих процесах, що відбуваються на селі; недостатність та неефективне застосування природоохоронних заходів.

Після прийняття Паризької угоди, світ переосмислює значення енергетичної безпеки, зокрема в секторі енергетики, яка знаходиться на

---

<sup>70</sup> Концепція розвитку сільських територій (схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 23 вересня 2015р. № 995-р.). URL : <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=248515797>.

передовому краї боротьби зі зміною клімату. Енергетична безпека країни суттєво залежить від ступеня диверсифікованості та ефективності використання енергоносіїв, що споживаються для енергетичних потреб. Розвиток біоенергетики є важливою складовою частиною забезпечення енергетичної безпеки багатьох країн, оскільки дає можливість знизити споживання викопних видів палива, залежність від імпортованих енергоносіїв і забезпечити якісне та надійне енергопостачання. Ресурси корисних копалин планети за різними оцінками обмежені, їх запасів на енергетичні потреби вистачить максимум на 100 років, тому розвиток альтернативної чи поновлюваної енергетики є актуальним, прибутковим і своєчасним напрямом розвитку світової енергетичної сфери.

Оскільки між сільськими територіями існують помітні відмінності у ресурсному потенціалі, їх економічні, соціальні, демографічні, екологічні, природні та ін. чинники формують різні передумови для розвитку відновлюваних технологій. Кожна територія потребує розробки окремої стратегії, яка повинна містити комплекс заходів щодо максимізації позитивних ефектів від впровадження та використання відновлюваних технологій. Їх реалізація потребує розробки відповідних проектів та програм, орієнтованих на короткострокову та середньострокову перспективу, які б містили оперативні та тактичні цілі і передбачали застосування відповідних економічних, адміністративних та соціально-психологічних методів та інструментів.

Розвиток вітроенергетики сільських територій потребує впровадження автономних вітрогенераторних установок, які не вимагають постійного контролю та обслуговування, є оптимальним варіантом для енергозабезпечення віддалених об'єктів від традиційної мережі. Автономні вітрогенераторні установки застосовуються для енергозабезпечення приватних будинків, баз відпочинку в гористій місцевості, індивідуальних споживачів. Для енергозабезпечення віддалених і важкодоступних районів сільської місцевості важливим є розвиток гідроенергетики із активним використанням гідропотенціалу малих річок, що, в свою чергу, окрім забезпечення власними енергоресурсами сільських територій, сприятиме прискоренню припливу інвестицій, створенню нових робочих місць, використанню водосховищ для риборозведення, рекреації та туризму [71].

Пріоритетними напрямками розвитку біоенергетики на сільських територіях є: розвиток енергетичного рослинництва (вирощування енергетичних культур); виробництво біопалива з ріпаку, цукрового буряка, стебел кукурудзи, соломи зернових культур, відходів від деревообробної промисловості; виробництво біогазу з інших сільськогосподарських (в тому числі органічних) відходів.

---

<sup>71</sup> Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку гідроенергетики України : аналітична доповідь ; за ред. О. М. Суходолі. НІСД, 2014. 54 с.

Міжнародним агентством IRENA у роботі «Глобальна біоенергетика, пропозиція та попит на 2030 рік» прогнозується, що використання біомаси до 2030 р. в усьому світі може подвоїтися порівняно 2015 р. та скласти 60 % від загального обсягу використання поновлюваних джерел енергії, що становитиме понад 20 % світових обсягів первинної енергії.

Біоенергетика – галузь світової енергетики, заснована на виробництві та використанні біопалива на основі використання біомаси. До біомаси відносять біологічно відновлювальні речовини органічного походження, що зазнають біологічного розкладу (відходи сільського господарства (рослинництва і тваринництва), лісового господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також органічна частина промислових та побутових відходів). Біомаса, яка вирощується регулярно, а її використання в якості джерела енергії не супроводжується зменшенням кількості зелених насаджень в регіоні, визнається поновлювальним ресурсом і відноситься до екологічно нейтральних (має нульовий баланс викидів вуглекислого газу).

У результаті застосування сучасних біотехнологій енергія первинної біомаси може бути перетворена в біопаливо та, відповідно, електричну і теплову енергію. При спалюванні біопалива в атмосферу повертається вуглекислий газ, який раніше поглинався рослинами у період росту, тому баланс викидів планети залишається незмінним.

Основні джерела біомаси для використання в енергетичних цілях можна розділити на первинні і вторинні (відходи). Первинні джерела – біомаса дерев, чагарників, деяких багаторічних трав, водоростей. Для цих цілей створюються спеціальні «енергетичні плантації» швидко зростаючих в природних умовах культур типу верби, тополі, тростини, кукурудзи, вівса, сорго та інших для використання їх безпосередньо в якості біопалива в енергетичних установках теплових електростанцій, в котельнях тощо. До вторинних джерел належать: відходи лісової, деревообробної та целюлозно-паперової промисловості, сільськогосподарські відходи – залишки первинної біомаси (солома, лушпиння зернових культур, макуха олійних культур) і відходи тваринництва, птахівництва (гній, послід); промислові рідкі відходи промислових виробництв (харчова промисловість, цукрова промисловість, виноробство тощо); муніципальні відходи міських очисних споруд та звалищ.

До найбільш поширених видів біомаси, які використовуються в якості сировини для отримання палива та використання його з метою виробництва електричної або теплової енергії відносяться:

- солома, стебла кукурудзи, соняшника; лушпиння та інші відходи переробки соняшника, зернових та інших сільськогосподарських культур тощо (у процесі переробки отримують гранули (пелети), брикети);

- одно- і багаторічна рослинна біомаса, енергетичні рослини (енергетична верба, сорго, міскантус, просо тощо);
- деревина, її відходи та продукти її переробки (у процесі переробки отримують гранули, пелети, брикети);
- відходи тваринництва та птахівництва;
- відходи овочевих культур і їх переробки;
- рослинні відходи харчової промисловості, торф;
- плодова біомаса тощо.

Щорічно приріст біомаси у світі оцінюється в 200 млрд т у перерахунку на суху речовину, що енергетично еквівалентно 80 млрд т нафти.

Завдяки сприятливим природним умовам та високій родючості ґрунтів Україна має великий потенціал біомаси, доступної для енергетичного використання. За підрахунками спеціалістів шляхом використання цього потенціалу у виробництві енергії в найближчій перспективі можна задовольнити 13–15 % потреби держави в первинній енергії [ 72 ]. Базовими складовими потенціалу біомаси є відходи сільськогосподарства та деревна біомаса. Сільськогосподарські відходи в основному складаються з соломи зернових і залишків переробки соняшнику і кукурудзи. При оцінці економічної доцільності виробництва енергії з відходів сільськогосподарства важливу роль грає ступінь зосередженості відходів в даному регіоні і наявності можливості їх переробки поблизу регіону [73].

Найбільша кількість сільськогосподарської біомаси утворюється у центральних, південно-східних та південних областях країни, тобто в місцях найбільш сприятливих для вирощування сільськогосподарських культур. В цих областях щільність розподілу ресурсів біомаси найбільша, тому вони мають найвищий рівень економічної доцільності переробки відходів первинної обробки сільськогосподарських культур. З метою уникнення високих транспортних витрат рекомендується розташовувати енергетичні установки саме у областях з найбільшою щільністю ресурсів біомаси.

Головними факторами які впливають на обсяги щорічно утворюваних відходів рослинництва є посівні площі, валові збори та врожайність сільськогосподарських культур.

Завдяки високим енергоефективним можливостям цукровий буряк є універсальною біоенергетичною культурою. З нього можна отримувати як біоетанол, так і біогаз, а також використовувати у поєднанні з гноєм тварин.

На думку спеціалістів Інституту біоенергетичних культур

<sup>72</sup> Енергетичний потенціал біомаси в Україні / Лакида П. І., Гелетуха Г. Г., Васишин Р. Д. та ін., відповід. наук. ред. д. с.-г. н., проф. Лакида П. І.; Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства НУБіП України. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2011. – 28с.

<sup>73</sup> Сидорук Б. Біоенергетичне землеробство та його перспективи в Україні [Електронний ресурс]. URL : [http://sophus.at.ua/publ/2014\\_05\\_22\\_23\\_kampodilsk/sekcija\\_3\\_2014\\_05\\_22\\_23/bioenergetichne\\_zemlerobstvo\\_ta\\_jogo\\_perespektivi\\_v\\_ukrajini/61-1-0-1034](http://sophus.at.ua/publ/2014_05_22_23_kampodilsk/sekcija_3_2014_05_22_23/bioenergetichne_zemlerobstvo_ta_jogo_perespektivi_v_ukrajini/61-1-0-1034)

найвигідніше в Україні виробляти біопаливо з цукрових буряків. Україна має можливість виробляти 3–3,5 млн т цукру. Внутрішня потреба в цьому продукті становить 1,8–2 млн т. Тому утворюються надлишки цукру, які можна використовувати для виробництва біоенергії [74].

Побічним продуктом виробництва цукру є жом. При переробці 1 т цукрових буряків можна отримати 800 кг сирого жому або 238 кг пресованого. У 2013 р. середньодобова переробка буряків на 1 цукровий завод складала 3866 т, це означає що за добу на заводі можна одержати 920,1 т пресованого жому. Вихід біогазу (з вмістом метану 70 %) з 1 т пресованого жому дорівнює 100 м<sup>3</sup>. Отже, за добу біогазова установка на базі цукрових заводів здатна виробити 92010 м<sup>3</sup> біогазу, а за рік 33 583 650 м<sup>3</sup>. Такі установки на базі цукрових заводів можуть забезпечити потреби самого заводу у електроенергії чи використовуватись для місцевих тепломереж [ 75 ]. Через високу врожайність та відсутність проблем у вирощуванні кукурудза є потенційною біоенергетичною культурою в Україні. За період с 1990–2013 рр. простежується поступове збільшення виробництва кукурудзи. У 2013 р. валовий збір кукурудзи склав 30949,6 тис. т, що на 47,6 % більше ніж у 2012 р. Це обумовлено значним підвищенням врожайності культури – на 33,8 % порівняно з 2012 р., а також щорічним збільшенням посівних площ під кукурудзою.

Вихід біоетанолу із 1 т кукурудзи складає – 400–450 л. Однак вихід біоетанолу із 1 га цієї культури є значно нижчим, ніж у країнах-лідерах з виробництва біоетанолу. Якщо урожайність кукурудзи в Україні у 2013 р. становила 62,2 ц/га, то у той самий час урожайність кукурудзи у США – 90–100 ц/га .

Аналіз врожайності, динаміки посівних площ, виробництва сільськогосподарських культур та розрахунок обсягів сільськогосподарських рослинних відходів, які можна отримати у певному регіоні має важливе значення для подальшого прогнозування необхідної кількості сировини, що зможе забезпечити безперебійну роботу установок з виробництва біопалива.

Вітчизняне сільське господарство є високовідходним, тому проблема відходів аграрного сектора економіки є досить актуальною і потребує належного правового контролю. У своїй більшості, відходи сільського господарства є органічними і підлягають вторинній переробці. Враховуючи досвід зарубіжних країн, в Україні були прийняті Закони від 14 січня 2000 р. «Про альтернативні види рідкого та газового палива» та від 20 лютого 2003 р. «Про альтернативні джерела

---

<sup>74</sup> «Зелена енергетика» обіцяє Україні неабиякий прибуток. URL : <http://vkurse.ua/ua/business/sulit-ukraine-neshutochnuyu-pribyl.html>.

<sup>75</sup> Бондар В. С. Цукрові буряки, як відновлювальне джерело біоенергетики. *Біоенергетика*. 2013. № 1. С. 17–21.

енергії», але в аграрному секторі вони не користуються популярністю. Також, істотною проблемою є невизначеність у правовій площині терміну «сільськогосподарські відходи», він потребує окремого правового припису з урахуванням всіх особливостей даної проблеми.

Єдині спеціальні положення щодо вирішення проблеми управління сільськогосподарськими відходами містяться у Концепції Загальнодержавної програми поводження з відходами на 2013–2020 рр., що має на меті пріоритетний захист навколишнього природного середовища і здоров'я людини від негативного впливу відходів, забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів, науково обґрунтованого узгодження екологічних, економічних і соціальних інтересів суспільства щодо утворення та використання відходів, з метою забезпечення його сталого розвитку [76].

Отже, враховуючи економічну ситуацію в Україні, постійне зростання цін на традиційні енергоносії, питання енергозбереження, підвищення енергоефективності, використання відновлювальних джерел енергії є пріоритетними для забезпечення сталого розвитку сільських територій. Відповідно, активізація розвитку відновлювальної енергетики дасть змогу у найближчій перспективі забезпечити енергонезалежність та енергетичну безпеку сільських територій України, збільшити надходження інвестицій в аграрний сектор та кількість робочих місць, підвищити ефективність використання сільськогосподарських угідь, запровадити екологічно прийнятні технології у сільському господарстві, зменшити рівень забруднення сільських територій, зберегти запаси енергоресурсів та екологічно чисте навколишнє середовище для майбутніх поколінь.

Використання відновлювальних джерел енергії буде сприяти вирішенню низки стратегічних завдань, таких як зниження залежності від імпорту енергоносіїв, розвиток агропромислового комплексу, створення нових робочих місць і покращення екологічної ситуації в країні. На сьогоднішній день в світі накопичений достатньо великий досвід з використання рослинних відходів сільськогосподарського виробництва в енергетичних цілях. Людство має реальну перспективу поступової заміни викопних видів палива біопаливом у транспорті, в промисловості та комунальному секторі. Все більше країн, організують виробництво біопалива в промислових масштабах та розробляють національні програми розвитку біоенергетики на державному рівні. Нажаль темпи розвитку біоенергетики в Україні сильно відстають від світових показників Великих успіхів у цьому секторі досягла Європа, досвід якої є цінним для України.

---

<sup>76</sup> Про державний контроль за використанням та охороною земель : Закон України від 19.06.2003 р., № 963-IV (в ред. від 09.12.2012 р.). URL : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/963-15>.

### **3.3. Агроекологічні особливості формування продуктивності гороху в умовах змін клімату в лісостеповій зоні України**

*Колосовська В. В.*

*Одеський державний екологічний університет*

Немає іншої зернобобової культури, яка б замінила горох в Україні, адже зерно цієї культури містить 20–36 % білка, 1,6 % жиру, до 54 % вуглеводів, цукор, крохмаль, вітаміни А, В2, В6, С, РР, К, Е, каротин, мінеральні речовини [77].

Сучасні біотехнології відкривають нові можливості використання гороху в техніці (виробництва спирту, біодеградуєчих полімерів та ін.), в медицині і фармацевтиці.

Як зернобобова рослина, горох цінний і в агротехнічному відношенні. Він за допомогою бульбочкових бактерій, які поселяються на корінні, засвоює азот повітря. При сприятливих умовах горох залишає в ґрунті до 100–120 кг/га азоту, що рівнозначно 20–25 т/га гною.

Високий вміст білка, позитивний вплив на родючість ґрунту, доцільність посіву як парозаймаючої, проміжної, післяукісної культури, можливість вирощування в різних регіонах зумовлюють вагоме народногосподарське значення гороху.

Зараз горох вирощують у всіх землеробських районах світу. За посівними площами (близько 11 млн га) він посідає четверте місце в світі після сої, квасолі, нуту. В Україні в кінці 80-х років ХХ ст. горох займав площу 1,5 млн га, в 1999 р. його посіви становили всього 600 тис. га, а в 2013 р. – 220 тис. га. Проте в 2018 р. площі посіву зросли до 408 тис. га, що є найвищим показником за останні 15 років.

Горох – культура великих потенційних можливостей і при створенні оптимальних умов вирощування забезпечує високі врожаї зеленої маси і зерна. Завдяки високій врожайності та кормовій цінності, горох набув широкого розповсюдження по всій території України. Значні коливання врожайності гороху визначаються впливом погодних умов на фотосинтетичну продуктивність рослин. Урожайність гороху залежить від технології вирощування, клімату, сортів та багатьох інших факторів.

Перепоною для одержання високих урожаїв гороху є несприятливі природно-кліматичні умови останніх років, брак стабільного попиту на внутрішньому ринку, складне економічне становище сільгоспвиробників, тому все частіше сільгоспвиробники віддають перевагу культурам, ризики і витрати на вирощування яких є меншими, а обсяги виробництва – більшими, а також не оптимізована й малоефективна технологія вирощування гороху.

<sup>77</sup> Рожков А. О. Рослинництво : навч. посібник. Харків : Тім Пабліш Груп, 2017. 363 с.

За морфо-біологічними властивостями, горох невибагливий до тепла, набухання і проростання зерен починається при температурі 2–5 °С. Оптимальною для росту і розвитку гороху є температура 22–25 °С. При температурі 35 °С процес росту зупиняється, рослини знаходяться в пригніченому стані. Горох – світлолюбна рослина довгого дня. Горох відноситься до вологолюбних культур. Для одержання високих врожаїв необхідна вологість ґрунту 70–80 % НВ.

Горох – культура високородючих ґрунтів. Найвищі врожаї отримують на чорноземах, сірих лісових і окультурених дерново-підзолистих ґрунтах [78, 79].

Врожай забирають багаторазово, по мірі формування бобів. Знімаються боби добре заповнені горошком, які не почали втрачати яскраво-зеленого забарвлення. В міру дозрівання гороху кількість цукру зменшується, а білка і крохмалю збільшується.

Зважаючи на важливість цієї культури, розглянемо як будуть змінюватись умови розвитку гороху під впливом змін клімату в лісостеповій зоні України [80, 81].

Для сільськогосподарських культур на фоні зміни кліматичних умов за розрахунковий період з 2015 по 2050 рр. Нами було розглянуто такі варіанти: базовий період (1986–2005 рр.); кліматичні умови розрахункового періоду за сценарієм RCP 4.5 за період 2015–2050 рр. та кліматичні умови періоду 2015–2050 рр. за сценарієм RCP 4.5 (кліматична норма + CO<sub>2</sub>).

Для дослідження використовувався сценарій можливих змін клімату RCP 4.5 на період до 2050 року. Як теоретична основа для виконання розрахунків та порівняння результатів були використані розроблені А.М. Польовим моделі продукційного процесу сільськогосподарських культур: модель формування продуктивності агроєкосистеми, модель фотосинтезу зеленого листка рослини при зміні концентрації CO<sub>2</sub> в атмосфері.

Розрахунки виконувались для лісостепової зони України.

Вплив зміни клімату на формування продуктивності сільськогосподарських культур розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів гороху в припущенні, що вони суттєво не зміняться.

Тенденції зміни агрокліматичних ресурсів розглядалась нами у розрізі основних агрокліматичних зон за різні проміжки часу.

Результати розрахунків дат настання фаз розвитку гороху представлені в табл. 1. Середні багаторічні терміни сівби гороху зміщувались на більш пізні терміни в Лісостеповій зоні (до 8 квітня).

<sup>78</sup> Лихочвор В. В. Особливості вирощування гороху. *Пропозиція*. 2004. № 4. С. 34–35.

<sup>79</sup> Зінченко О. І. Рослинництво : практикум. Вінниця : Нова Книга, 2008. 536 с.

<sup>80</sup> Сайко В. Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 11. С. 5–10.

<sup>81</sup> Степаненко С. М., Польовий А. М., Лобода Н. С. та ін. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України. Одеса : ТЕС, 2015. 520 с.

## 1. Фази розвитку гороху за середніми багаторічними даними та сценарієм зміни клімату RCP 4.5 в Лісостепу України

Період	Посів	Сходи	Цвітіння	Достигання	Тривалість вегетаційного періоду, дні
Лісостеп					
1986-2005	8.04	25.04	12.06	12.07	95
RCP 4.5	2.04	3.05	15.06	22.07	111
Різниця	-6	+8	+3	+12	+16

Джерело: авторські розрахунки.

За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5, терміни сівби гороху змістяться на більш ранні строки в порівнянні з середніми багаторічними. В Лісостепу спостерігатимуться відхилення на 6 днів. Відповідно змістяться і строки появи сходів. Сходи гороху за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігалися 25 квітня. За сценарієм зміни клімату RCP 4.5 відхилення термінів сходів наставатимуть пізніше середніх багаторічних термінів на 8 днів.

Наступні за сходами фази розвитку гороху цвітіння та досягання за сценарієм RCP 4.5 в наставатимуть пізніше, ніж в базовий період: на 3 дні. Внаслідок зміни термінів настання фаз розвитку гороху зміниться і тривалість його вегетаційного періоду. Вона зросте від 95 днів (середня багаторічна) до 111 днів.

Під впливом змін клімату зміняться й агрокліматичні умови вирощування гороху.

В період від сходів до цвітіння середня температура повітря за середніми багаторічними значеннями коливалась в межах 14,4 °С.

За сценарієм зміни клімату RCP 4.5 від сходів до цвітіння середня температура коливатиметься в межах 11,1 °С. Розрахунки за сценарієм показують, що в цей період очікується середня температура нижче базової на – 3,3 °С.

Сума опадів в період від сходів до цвітіння за середніми багаторічними даними складала 100 мм. Кількість опадів від сходів до цвітіння за сценарієм RCP 4.5 збільшиться на 17–19 %. Сумарне випаровування зменшиться на 18 %.

За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів гороху від сівби до цвітіння коливалась до 1,08 відн. од. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 вологозабезпеченість посівів гороху збільшиться в Лісостепу на 31 %.

Середня температура повітря коливатиметься в межах 17,8–19,7 °С, що буде нижче рівня середньої багаторічної на 0,3–0,8 °С.

В період від цвітіння до досягання сума опадів коливалась в середньому багаторічному від 64 мм до 117 мм. За сценарієм зміни клімату RCP 4.5 сума опадів зросте на 3 %.

Сумарне випарування в період від цвітіння до досягання за середніми багаторічними значеннями складатиме 110 мм.

В період цвітіння-досягання за сценарієм зміни клімату RCP 4.5 сумарне випарування зменшиться на 7 %. Випаровуваність зменшиться на 4 %.

За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів гороху від цвітіння до досягання коливалась від 0,5 відн. од до 1,05 відн. Од. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 за період 2015–2050 рр. вологозабезпеченість зросте до 1,4 відн. од.

Кількість опадів за умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 за вегетаційний період збільшиться на 14 %.

Зміни агрокліматичних умов спричинять зміну показників фотосинтетичної діяльності посівів гороху, що обумовить рівень його урожайності. Такими показниками будуть розміри фотосинтезуючої площі та фотосинтетичний потенціал посівів, кількісні показники приростів рослинної біомаси на одиницю площі, чиста продуктивність фотосинтезу (ефективність процесу фотосинтезу на одиницю площі листової поверхні), урожай загальної біомаси посівів та урожай біомаси зерна, коефіцієнт господарської ефективності, який показує долю урожаю господарсько-цінної частини врожаю в загальному врожаї біомаси посівів [82].

Розглянемо більш детально розподіл цих показників стосовно Лісостепу України при зміні кліматичних умов за сценарієм RCP 4.5 в порівнянні з показниками фотосинтетичної продуктивності гороху, які розраховані за середніми багаторічними даними [83].

Динаміка окремих показників фотосинтетичної діяльності наводиться на рис. 1–4 та табл. 2.

Як видно з рис. 1 площа листа в період максимального розвитку в середньому за базовий період коливалась в межах  $2,0 \text{ м}^2/\text{м}^2$ . Розрахунки за сценаріями RCP 4.5 по варіанту «клімат» показують, що збільшення площі листа відбудеться за сценарієм RCP 4.5 на 9 %.

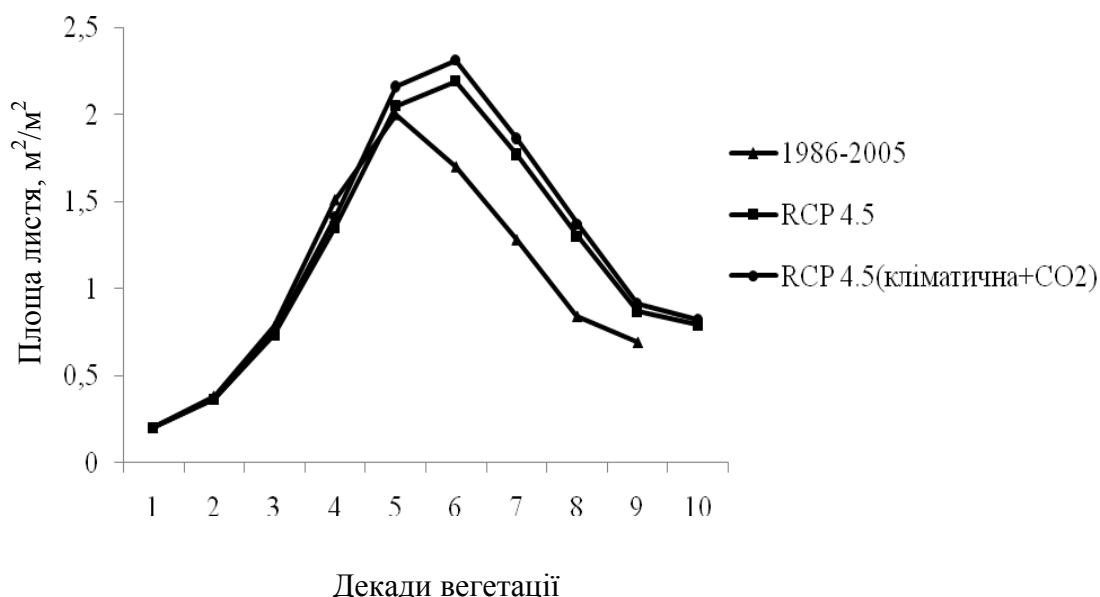
Розрахунки за варіантом «клімат + збільшення  $\text{CO}_2$ » вказують на збільшення площі листа в порівнянні із її середнім багаторічним значенням і в порівнянні з варіантом «клімат», а саме на 13 %.

За умови реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 буде очікуватись більш інтенсивне формування площі асимілюючої поверхні в порівнянні з середніми багаторічними даними.

---

<sup>82</sup> Громов А. А. Методические указания по определению основных показателей фотосинтетической деятельности растений в посевах. Оренбург : Издательский центр ОГАУ, 2001. С. 16.

<sup>83</sup> Васильченко В. В. Україна та глобальний парниковий ефект. Книга 2. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату. Київ : Агентство з раціонального використання енергії та екології, 1998. С. 208.



**Рис. 1. Динаміка площі листя гороху в лісостеповій зоні України за середньобагаторічними даними та за сценарієм зміни клімату RCP 4.5**

Джерело: авторські розрахунки.

## 2. Показники фотосинтетичної продуктивності гороху за середніми багаторічними даними та сценарієм зміни клімату в Лісостепу України

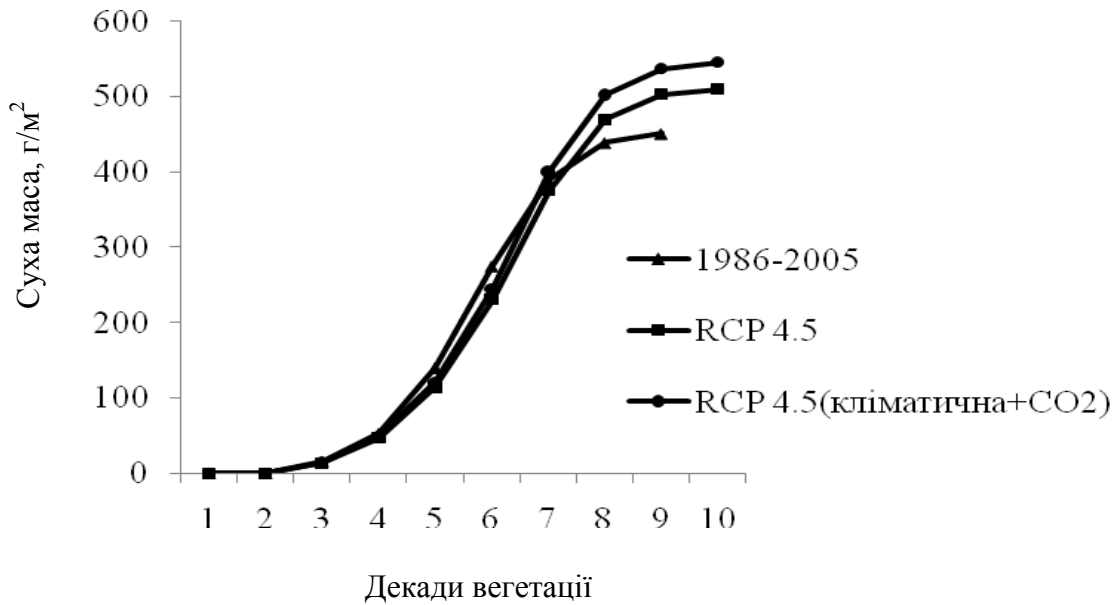
Період	1986–2005 рр.		
	Базовий	Клімат	RCP 4.5
Варіант		Клімат	Клімат + збільшення CO <sub>2</sub>
Площа листя в період максимального розвитку, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	2,0	2,2	2,3
Чиста продуктивність фотосинтезу в період максимального розвитку, г/(м <sup>2</sup> дек)	76	69	71
Приріст маси в період максимального розвитку, г/(м <sup>2</sup> дек)	135	145	155
Суша біомаса, г/м <sup>2</sup>	451	510	544
Фотосинтетичний потенціал, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	91	109	121

Джерело: авторські розрахунки.

Ще одним показником фотосинтетичної діяльності посівів гороху є суха біомаса рослин. В базовий період середні багаторічні значення сухої маси досягли 451 г/м<sup>2</sup> (рис. 2). Так, в разі реалізації сценарію RCP 4.5 у варіанті «клімат» спостерігатиметься збільшення на 12 %.

У розрахунках за цим же сценарієм у варіанті «клімат + збільшення CO<sub>2</sub>» збільшення сухої маси буде вище в порівнянні як із середньою багаторічною, так і в порівнянні зі значеннями варіанту «клімат» і становитиме відповідно 544 г/м<sup>2</sup>, що більше середніх багаторічних значень сухої маси на 17 %.

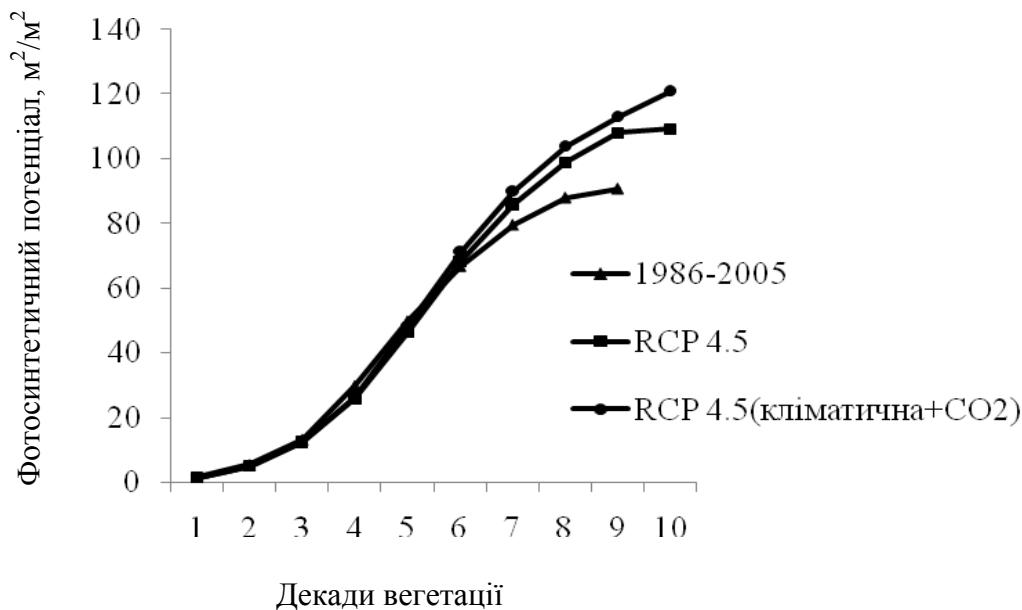
У відповідності із змінами площі листя, сухої маси рослин буде змінюватись і значення фотосинтетичного потенціалу (ФСП).



**Рис. 2. Суха маса гороху в лісостеповій зоні України за середньобагаторічними даними та за сценарієм зміни клімату RCP 4.5.**

Джерело: авторські розрахунки.

Як видно з рис. 3 за базовий період значення фотосинтетичного потенціалу становили  $91 \text{ м}^2/\text{м}^2$ . Розрахунки за сценарієм і по всіх варіантах показали, що в період з 2015 по 2050 рр. відбудеться збільшення фотосинтетичного потенціалу, але інтенсивність збільшення різна за різними сценаріями і за варіантами.



**Рис. 3. Фотосинтетичний потенціал гороху в лісостеповій зоні України за середньобагаторічними даними та за сценарієм зміни клімату RCP 4.5**

Джерело: авторські розрахунки.

Динаміка наростання фотосинтетичного потенціалу, розрахованого за сценарієм RCP 4.5 до п'ятої декади вегетації співпадає із середніми багаторічними за базовий період.

Розглянемо як зміниться фотосинтетичний потенціал до кінця вегетації гороху. В Лісостепу фотосинтетичний потенціал за сценарієм RCP 4.5 буде зростати на 17 % у варіанті «клімат» та на 25 % у варіанті «клімат + збільшення CO<sub>2</sub>» і становитиме 109 та 121 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> відповідно (рис. 3).

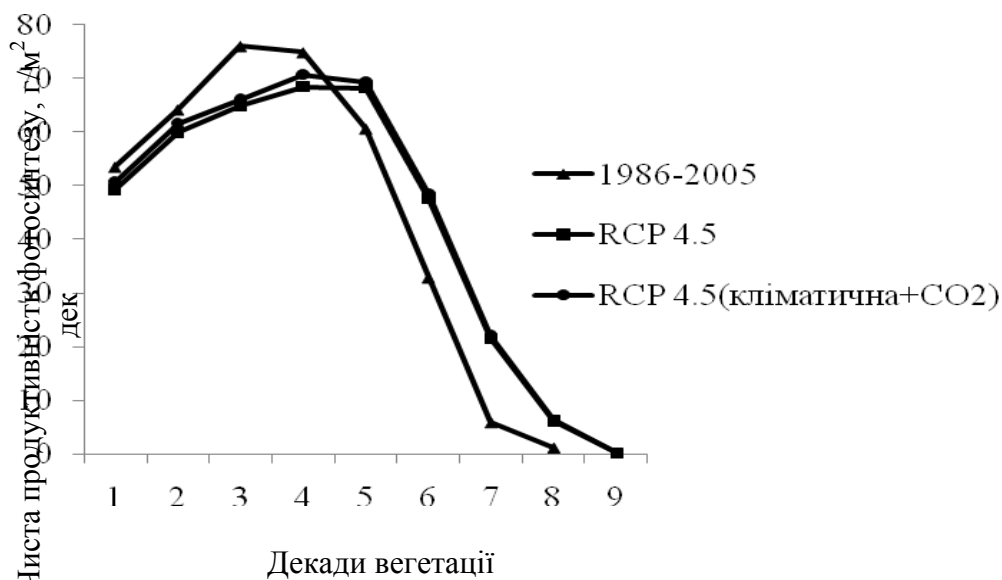
Ще одним показником фотосинтетичної діяльності рослин є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ). Найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу за середніми багаторічними даними становили 76 г/м<sup>2</sup> (рис. 4).

В разі реалізації сценарію RCP 4.5 чиста продуктивність фотосинтезу у варіантах «клімат» зменшиться на 7 г/м<sup>2</sup> (10 %), у варіанті «клімат + збільшення CO<sub>2</sub>» на 5 г/м<sup>2</sup> (17 %).

Збільшення до 2050 р. усіх показників фотосинтетичної продуктивності посівів гороху спричинить підвищення його врожаїв, а саме до 24 ц/га.

За сценарієм RCP 4.5 в обох варіантах очікуються найбільші прирости врожаю – до 27 та 29 ц/га, що вище середнього багаторічного на 11–17 % відповідно.

В цілому можна сказати, що за сценарієм в усіх зонах очікується значна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності гороху по території Лісостепу України. Оцінка коливань його урожайності показала, що при зміні клімату за сценарієм RCP 4.5 складуться сприятливі умови для вирощування гороху.



**Рис. 4. Чиста продуктивність фотосинтезу гороху в лісостеповій зоні України за середньобагаторічними даними та за сценарієм зміни клімату RCP 4.5**

Джерело: авторські розрахунки.

Після проведених розрахунків можна сказати, що за сценарієм RCP 4.5 очікується значна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності гороху. Оцінка коливань урожайності гороху показала, що при зміні клімату за сценарієм RCP 4.5 складуться сприятливі умови для вирощування гороху. Очікуються найбільші прирости врожаю – до 27 та 29 ц/га, що на 11–17 % вище середньобагаторічних.

### **3.4. Перспективи вирощування тритикале озимого як джерела поновлювальної енергії в умовах зміни клімату в Західному Лісостепу України**

*Костюкєвич Т. К., Толмачова А. В., Бортник М. В.  
Одеський державний екологічний університет*

Сьогодні ні для кого вже не секрет, що однією з найгостріших проблем є значне збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері та глобальне потепління. Перш за все це пов'язано зі збільшенням видобутку нафти, яка в 25 разів вище ніж століття тому. За таких умов, усі запаси палива вичерпаються в найближчі роки. Пошуку відновлюваних енергоресурсів і розробці альтернативних видів енергії приділяється особлива увага. В свою чергу, першість віддається енергоємним сільськогосподарським культурам, які мають значні переваги перед видобутими.

Для максимального збереження природних ресурсів застосовується замкнутий цикл обміну використання і відновлення енергії. Цій умові відповідає використання палива на основі біоетанолу, який вже встиг охопити більшу частину світового ринку енергоносіїв. Завдяки цьому відбувається природний обмін речовин, при якому вуглекислий газ поглинається рослинами, а не концентрується в атмосфері. Біоетанол може відмінно використовуватися в звичайних двигунах в суміші з бензином, при цьому, не змінюючи конструкції останнього, а додавання біоетанолу в бензин збільшує октанове число до 1,5 одиниць [84].

Сучасне потепління викликає значну зміну агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності сільськогосподарських культур. Воно супроводжується істотним підвищенням температури повітря у зимові місяці, збільшенням кількості тривалих відлиг, часового зрушення розвитку природних процесів, змінами тривалості сезонів року, подовженням беззаморозкового періоду та тривалості вегетаційного періоду сільськогосподарських культур, збільшенням

---

<sup>84</sup> Проблеми біооплива в Україні. URL : <http://abc.in.ua/problemy-biotopliva-v-ukraine/> (дата звернення: 10.04.2019 р.)

теплозабезпеченості вегетаційного періоду [85].

Враховуючи стратегічне значення біопалива для України важливим стає дослідження врожайності тритикале озимого як джерела поновлювальної енергії в умовах зміни клімату.

Потенціал врожаю зерна культури тритикале озимого досить високий і має великі перспективи – сучасні сорти за морозко- і зимостійкості перевищують пшеницю, здатні давати стабільні врожаї зерна навіть в екстремальних умовах зимівлі.

Культура також характеризується високою стійкістю проти основних грибкових захворювань, невибагливістю до родючості ґрунтів, а білки зерна мають більш високі показники біологічної цінності, ніж білки пшениці, що робить сухий залишок після ферментації та дистиляції цінним кормом для тварин.

Тритикале озиме може одночасно грати роль як біоенергетичної, так і цінної кормової культури. При переробці зерна в етанол з однієї тонни зерна сучасних сортів можна реально отримати 420–440 л спирту, 230–300 кг цінного високобілкового кормового шроту і 140–160 л вуглекислого газу натурального походження, який після відповідної підготовки використовується для газування різних харчових напоїв. Етанол, отриманий із зерна тритикале озимого, не поступається за якістю питного спирту із зерна пшениці та може з успіхом використовуватися в лікєро-горілчаній промисловості [86].

Урожайність сільськогосподарських культур, в тому числі й озимого тритикале залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішими є світло, тепло, волога, мінеральне живлення тощо. Зміни клімату, які особливо відчутні в останнє десятиліття, спричиняють зміну агрокліматичних умов вирощування озимого тритикале, які, в свою чергу, спричиняють зміну темпів розвитку культури, показників формування її продуктивності, яка значною мірою визначає рівень врожайності.

Для оцінки можливих змін клімату нами було використано сценарій RCP4.5 – (репрезентативні траєкторії концентрації), який являє собою сценарій середнього рівня викидів і концентрацій всього набору парникових газів, аерозолів і хімічно активних газів [87].

Одним із найпростіших методів відображення можливих змін у кліматичному режимі будь-якої метеорологічної величини є порівняння з минулими даними, зокрема, середніми багаторічними величинами за базовий період. В даному дослідженні за базовий береться період з 1991 по 2010 роки. Слід зазначити, що вплив зміни клімату на продуктивність

---

<sup>85</sup> Антропогенные изменения климата ; ред. М. И. Будыко, Ю. А. Израэля. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1987. 405 с.

<sup>86</sup> Тритикале и энергетика. *Зерно*. 2012. № 9. URL: <https://www.zerno-ua.com/journals/2012/sentyabr-2012-god/tritikale-i-energetika> (дата звернення: 10.04.2019 р.).

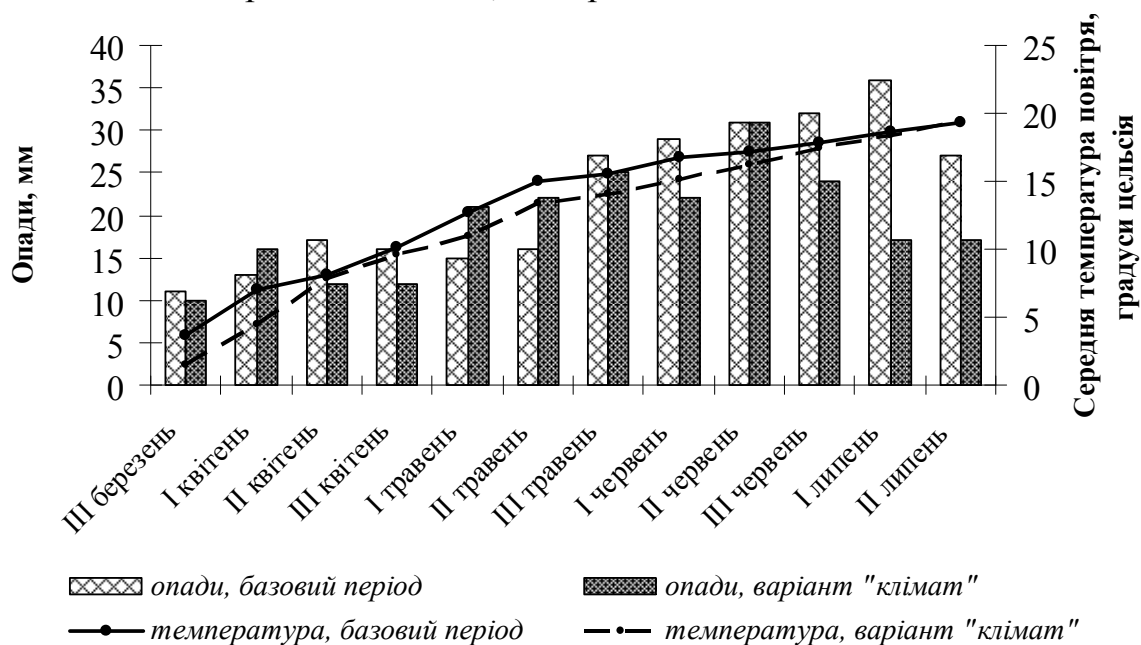
<sup>87</sup> Climate Change 2013: The Physical Science Basis / T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor [et al.] / Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2013. 1535 p.

тритикале озимого розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів культури. Для дослідження впливу кліматичних змін на продуктивність тритикале озимого на фоні зміни кліматичних умов нами розглядалися такі варіанти:

- базовий (середні багаторічні);
- варіант I (кліматичні умови періоду);
- варіант II (кліматичні умови періоду + збільшення CO<sub>2</sub> в атмосфері до 470 ppm).

Слід підкреслити, що вплив зміни клімату на формування продуктивності сільськогосподарських культур розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів і гібридів тритикале озимого в припущенні, що вони суттєво не зміняться. Тенденції зміни агрокліматичних ресурсів розглядалась нами за різні проміжки часу.

Агрокліматичні умови періоду вегетації тритикале озимого за умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5 (2021–2050 pp.) в Західному Лісостепу України у порівнянні з середньо багаторічними даними (1991–2010 pp.) представлено на рис. 1. Як видно з графіку, період вегетації тритикале озимого за умов реалізації першого варіанту сценарію буде проходити на фоні знижених температур. Кількість опадів при цьому збільшиться в середині вегетації, а наприкінці – зменшиться.



**Рис. 2. Агрокліматичні умови періоду вегетації тритикале озимого в Західному Лісостепу за умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 (2012–2050 pp.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 pp.)**

Джерело: побудовано автором за власними розрахунками та за даними [88].

<sup>88</sup> Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбиди, А.Л. Прокопенко. Кам'янець-Подільськ: 2011. 107 с.

І. Ф. Букша [89] зазначає, що кількість атмосферних опадів для території України змінилася несуттєво, проте помітними є зміни інтенсивності та характеру їх випадання. В. О. Балабух [90] також відмічає, що останнім часом почастишали випадки, коли за кілька годин випадає половина або місячна норма опадів. Підвищення температури повітря та нерівномірний розподіл опадів, які мають зливовий, локальний характер у теплий період і не забезпечують ефективне накопичення вологи в ґрунті, може спричинити зростання повторюваності та інтенсивності посух.

Розглянемо, як під впливом змін клімату будуть змінюватись дати настання фаз розвитку тритикале озимого, показники розвитку по міжфазних періодах, показники фотосинтетичної продуктивності та врожай. За даними 1991–2010 рр. (базовими), дати відновлення вегетації майже співпадають з датами переходу температури повітря через 5 °С, і спостерігаються в третій декаді березня – 26 березня. За умов реалізації першого варіанту сценарію зміни клімату дата відновлення вегетації зміститься на більш пізні строки – 5 квітня (табл. 1).

**1. Фази розвитку тритикале озимого за середніми багаторічними даними (1991–2010 рр.) та за сценарієм зміни клімату RCP4.5 (2021–2050 рр.)**

Період	Відновлення вегетації	Поява нижнього вузла соломини	Колосіння	Воскова стиглість	Тривалість періоду, дні
1991–2010	26.03	5.05	31.05	9.07	106
2021–2050	5.04	12.05	9.06	20.07	107
Різниця	+9	+7	+9	+11	+1

Джерело: розраховано автором та за даними [89].

Поява нижнього вузла соломини, як показали наші розрахунки, спостерігається при накопиченні суми ефективних температур близько 150-170 °С, що відповідає першій декаді травня. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5, дата появи нижнього вузла соломини очікується 12 травня, що на сім днів пізніше, ніж за базових умов (табл. 1).

Фаза колосіння озимого тритикале за середніми багаторічними даними (1991–2010 рр.) спостерігається 31 травня. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5, на території Західного Лісостепу дата колосіння очікується 9 липня, що на дев'ять днів пізніше, ніж за базових умов (табл. 1).

Воскова стиглість тритикале озимого за середніми багаторічними

<sup>89</sup> Букша І. Ф. Изменение климата и лесное хозяйство Украины. Львів : РВВ НЛТУ України. 2009. Вип. 7. С.11–17.

<sup>90</sup> Балабух В. О. Мінливість дуже сильних дощів і сильних злив в Україні. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2008. № 257. С. 61–72.

даними (1991–2010 рр.) спостерігається у першій декаді липня. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5 дата воскової стиглості тритикале озимого очікується на одинадцять днів пізніше, що відповідає другій декаді липня (табл. 1). В цілому за умов зміни клімату тривалість періоду вегетації тритикале озимого не зміниться, але дати настання фаз розвитку здвинуться на більш пізні.

Зміни агрокліматичних умов спричинять відповідну зміну показників фотосинтетичної діяльності посівів тритикале озимого, що в свою чергу, відобразиться на рівні його врожайності. Для надання порівняльної характеристики продуктивності тритикале озимого в умовах зміни клімату за середньо багаторічними даними та за сценаріями зміни клімату в Західному Лісостепу були розраховані такі величини, як площа листя тритикале озимого, чиста продуктивність фотосинтезу та приріст маси в період максимального розвитку рослини. Також розглядалась суха біомаса цілої рослини культури та її врожай (табл. 2).

**2. Показники фотосинтетичної продуктивності посівів тритикале озимого в умовах зміни клімату за сценарієм RCP4.5 (2012–2050 рр.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.) в Західному Лісостепу України**

Період	Варіант	Період максимального росту			Суха біомаса цілої рослини, г/м <sup>2</sup>	Урожай, ц/га
		Площа листової поверхні, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Приріст загальної сухої біомаси, г/м <sup>2</sup> за добу	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м <sup>2</sup> за добу		
1986–2005	Базовий	3,4	30,4	9,3	1146	100
2021–2050	Варіант I	3,6	2,73	8,2	1080	78
	Варіант II	3,9	30,9	8,4	1192	87

Джерело: розраховано автором.

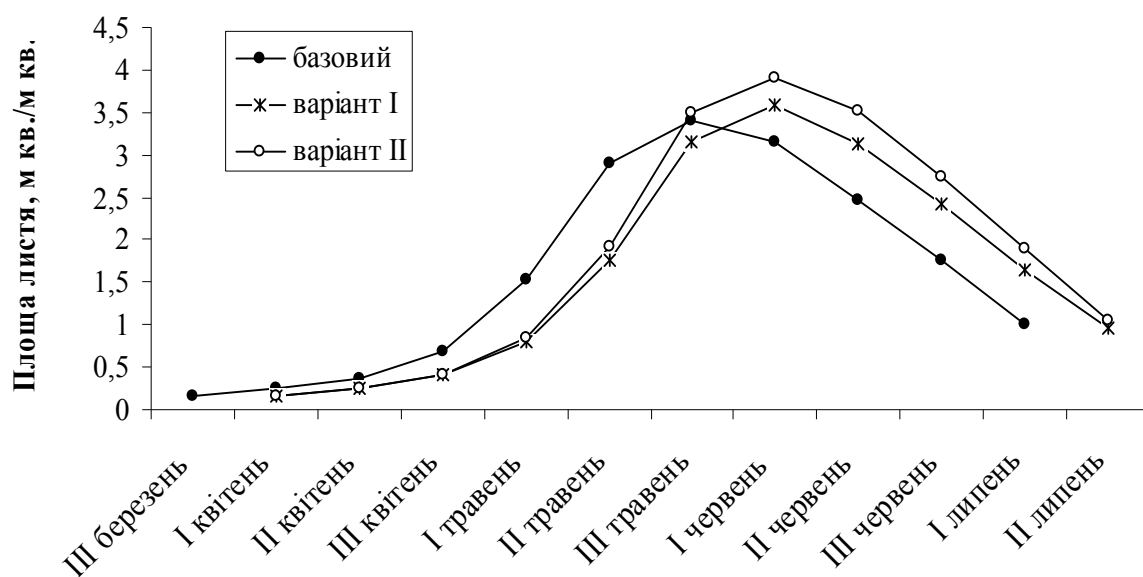
Як видно із таблиці площа листя в період максимального розвитку в середньому за базовий період становить 3,4 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. За умов реалізації сценарію RCP4.5 (2012–2050 рр.) за першим варіантом очікується збільшення площі листя до 3,6 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, за другим варіантом очікується збільшення площі листя в порівнянні із її середнім багаторічним значенням і в порівнянні зі значенням першого варіанту – 3,9 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

На рис. 3 представлена динаміка накопичення відносної площі листя посівів тритикале озимого в умовах зміни клімату RCP4.5 (2012–2050 рр.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.).

Як бачимо, впродовж вегетаційного періоду динаміка наростання площі листя за умов зміни клімату та за середньо багаторічних умов

була однаковою, але кількісні її показники значно відрізняються.

Вивченню чистої продуктивності фотосинтезу як важливій складовій врожаю сільськогосподарських культур приділено велику увагу. У цього показника є три основні переваги: вона визначається за тривалі проміжки часу, протягом яких коливання, пов'язані з віковим станом листя, ярусною мінливістю, короткочасними змінами погодних умов та іншими причинами, згладжується і елемент випадковості зводиться до мінімуму. В вивчення залучається велика кількість рослин, що дозволяє отримувати статистично достовірні дані [91].



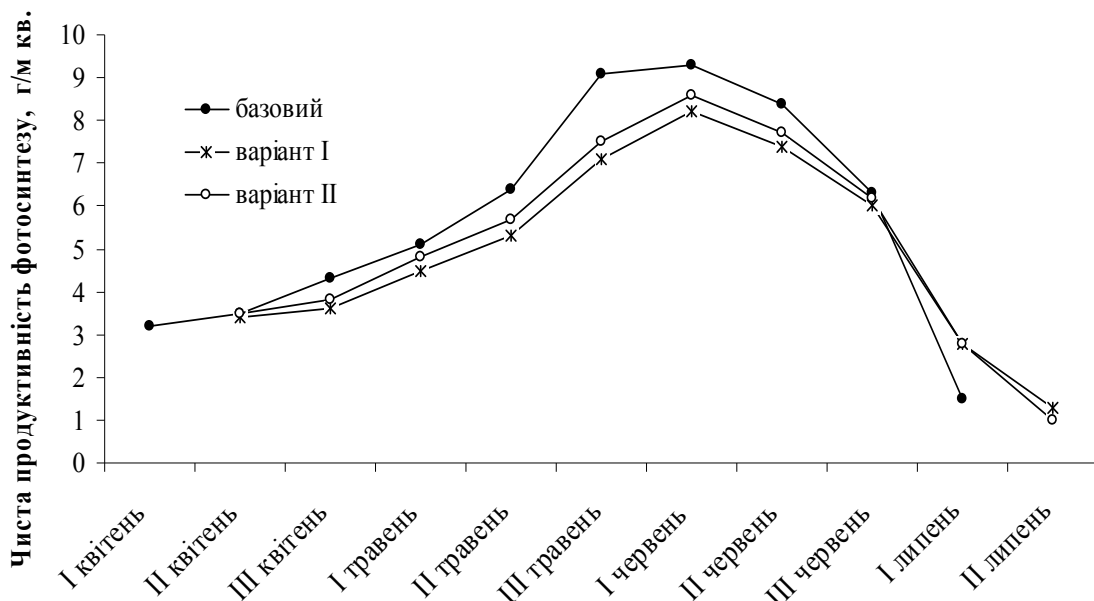
**Рис. 3. Динаміка відносної площі листя посівів тритикале озимого за умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 (2012–2050 рр.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.) в Західному Лісостепу**

Джерело: побудовано автором за власними розрахунками.

На рис. 4 представлена динаміка чистої продуктивності фотосинтезу посівів тритикале озимого в умовах зміни клімату RCP4.5 (2012–2050 рр.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.).

Чиста продуктивність фотосинтезу визначає продукційний процес культури. Одним із зовнішніх проявів фотосинтезу є збільшення маси фотосинтезуючих тканин за рахунок фотосинтетичного утворення органічних речовин. Як бачимо, значення чистої продуктивності фотосинтезу посівів тритикале озимого за умов реалізації сценарію RCP4.5 (2012–2050 рр.) за обома варіантами є зниженими у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.). Це пов'язано з реакцією рослин на підвищення  $\text{CO}_2$ , так через збільшення площі листя виникає конкуренція за світло, затінені нижнє листя активно використовують підвищену кількість асимілятів, синтезується рослинами завдяки високому рівню  $\text{CO}_2$  в повітрі.

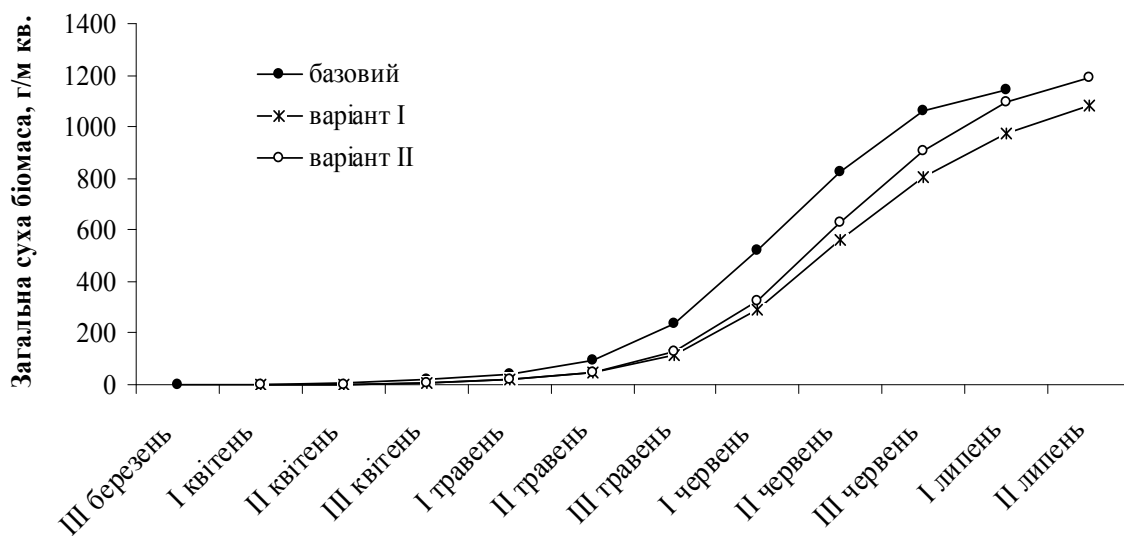
<sup>91</sup> Кошкин Е. И., Гатаулина Г. Г., Дьяков А. Б. Частная физиология полевых культур / под ред. Е. И. Кошкина. Москва : КолосС. 2005. 344 с.



**Рис. 4.** Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу посівів тритикале озимого за умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 (2012–2050 рр.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.)

Джерело: побудовано автором за власними розрахунками.

При тривалому вирощуванні тритикале озимого при підвищеній концентрації  $\text{CO}_2$  спостерігається відставання в рості від рослин, які ростуть при нормальній концентрації  $\text{CO}_2$ . Така реакція рослин на підвищення  $\text{CO}_2$  обумовила і відповідний рівень динаміки загальної сухої біомаси тритикале озимого (рис. 5). Важливою умовою продукційного процесу формування врожайності зерна тритикале озимого вважається накопичення сухої біомаси рослин. При добре розвинутій вегетативній масі формується значна кількість асимілятів, яка потім може бути реутилізована в зерно.



**Рис. 5.** Динаміка загальної сухої біомаси тритикале озимого за умов зміни клімату за сценарієм RCP4.5 (2012–2050 рр.) у порівнянні з базовим періодом (1991–2010 рр.)

Джерело: побудовано автором за власними розрахунками.

Накопичення сухої речовини посівом залежить від швидкості фотосинтезу, на яку впливають зовнішні і внутрішні фактори. Так, загальна суха біомаса тритикале озимого за першим варіантом зменшиться до 1080 г/м<sup>2</sup> (табл. 2). За другим варіантом очікується збільшення загальної сухої біомаси до 1192 г/м<sup>2</sup> в порівнянні із її середнім багаторічним значенням (1146 г/м<sup>2</sup>).

Все це призвело до відповідних змін у врожайності. Так, за умов реалізації сценарію за першим варіантом очікується зменшення врожайності тритикале озимого на 22 %, а за другим варіантом очікується зменшення врожайності на 13 %.

Сьогодні розвиток ринку біопалива має величезне соціально-економічне значення не тільки для агропромислового комплексу, а й для повноцінного розвитку економіки України в цілому. Адже, як відомо, паливо – це стратегічна сировина. Це енергетичний потенціал будь-якої держави. Розвиток виробництва біопалива відчутно підвищить ефективність і конкурентоспроможність аграрного сектора економіки України.

Враховуючи реакцією рослин на підвищення CO<sub>2</sub> в умовах зміни клімату в Західному Лісостепу, вважаємо доцільним рекомендувати використовувати сучасні сорти тритикале озимого, що більш стійки до затінення.

### **3.5. Біоенергетична ефективність проміжних культур**

*Німець О. М.*

*Полтавська державна аграрна академія*

У сучасних системах землеробства зростає використання непоновлюваної енергії, особливо великі витрати енергії на виробництво машин, добрив, засобів захисту рослин та інші матеріали. Єдина галузь у народногосподарському комплексі, де енергія не тільки витрачається у процесі виробництва, але й накопичується це – рослинництво [92, с. 28–32].

Проміжними називають культури, які вирощуються в інтервалі часу, вільно від вирощування основних культур сівозміни. За рахунок таких посівів з однієї площі протягом року можна мати два, а на зрошуваних землях – і три врожаї, що підвищує коефіцієнт використання сонячної радіації, внаслідок чого продуктивність гектара ріллі зростає в 1,5–2 рази.

У зв'язку з насиченням кормових і польових сівозмін проміжними посівами кормових культур суттєво збільшується виробництво кормів, ефективніше використовується біокліматичний потенціал, стабілізується вміст гумусу, поліпшуються фізичні властивості, поживний та

---

<sup>92</sup> Глуценко Д. П. Шляхи зниження енергоємності кормовиробництва. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 10. С. 28–32.

санітарний стан ґрунтів, знижуються енергетичні витрати на одиницю продукції і зростає продуктивність ріллі.

У комплексі ефективних заходів щодо підвищення продуктивності посівів кормових польових культур та одержання урожаїв за вегетаційний період з одного поля важлива роль належить впровадженню у сільськогосподарське виробництво економічно вигідних способів вирощування культур, до яких належать післяукісні та озимі проміжні посіви.

Вирощування сільськогосподарських рослин у проміжних посівах вивчалися досить широко. Проте і дотепер дані відносно особливостей формування та динаміки агроценозів залежно від технологічних прийомів і регіональних особливостей часто залишаються суперечливими. Пов'язано це, в першу чергу, з появою нових перспективних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, котрі мають поліпшену морфоструктуру рослини, набули цінних господарських якостей і, отже, вимагають нових підходів до вивчення та удосконалення технологій вирощування як у основних, так і проміжних посівах [93, с. 100–103].

Проміжні культури – важлива складова не тільки сучасного кормовиробництва, а й рослинництва і землеробства взагалі. Площі посівів їх в Україні поки що незначні: близько 1,5 млн га, або 4,5 % площі орних земель. Тепер під проміжні культури можна і потрібно відводити, як мінімум, 8–10 % земель і збирати додатково 10–12 млн т корм. од., що становитиме при розвиненому тваринництві 20–22 % всіх кормів у польовому кормовиробництві. В інтенсивному рослинництві й кормовиробництві за достатнього зволоження і на зрошуваних площах під проміжні культури слід використовувати не менш як 15–20 % ріллі. В інтенсивних польових сівозмінах вони можуть займати 15–30 %, у кормових — від 30–40 до 60–80 % площі.

Загальний період можливої вегетації рослин у полях сівозмін використовується на 60–65 %. Решта часу земля не зайнята, на ній ростуть бур'яни, багато які визрівають за короткий проміжок часу (явище неотенії) і дуже засмічують ґрунт насінням. Проміжні культури різко обмежують можливості для росту бур'янів у післязбиральний період, пригнічуючи їх своїм щільним покривом.

На полях, не зайнятих рослинами, в ґрунті не нагромаджується органічна речовина (немає фотосинтезу), а невикористані рослинами поживні речовини, зокрема нітратні сполуки, вимиваються в нижні шари ґрунту і потрапляють у водойми, забруднюючи їх. Все це свідчить про низький рівень агрономічної культури, відсутність наукового підходу до використання землі в рослинництві.

---

<sup>93</sup> Коваленко В. П. Продуктивність кормових культур у післяукісних посівах : зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН. Київ : Фітосоціоцентр, 2002. Вип. 3–4. С. 100–103.

На природних угіддях з ранньої весни і до пізньої осені вегетують рослини, в ґрунті нагромаджується органічна речовина, поліпшується його структура. Звичайно, у природному фітоценозі на луках і пасовищах та на посівах багаторічних трав цього досягти простіше, але значною мірою можна і на полях однорічних культур при застосуванні післяукісних, післяжнивних, підсівних та озимих проміжних культур.

Проміжні культури є також ефективним протиерозійним засобом. Вони затримують вимивання ґрунту на полях у другій половині літа і восени. Завдяки висіванню проміжних культур поліпшується і санітарний стан ґрунту, на посівах зменшується кількість збудників хвороб і шкідників. Широке застосування післяукісних, післяжнивних, підсівних і озимих проміжних посівів сприяє загальному підвищенню рівня агротехнічної культури.

Використання проміжних культур на зелене добриво поліпшує родючість ґрунту, його санітарний стан і фізичні властивості. Особливо доцільне воно на віддалених полях сівозміни, куди не завжди вдається вивозити достатню кількість гною через дорожнечу пального [94, с. 125–129].

Термін «сидерація» вперше запропонував у ХІХ сторіччі французький вчений Ж. Виль [95]. Заробку спеціальних посівів рослин, надземна маса яких частково або повністю заробляється у ґрунт, називають «сидерацією», а саму культуру – сидератом.

Цінність і важливість сидеральних культур, не обмежується лише властивістю чудового замітника традиційних органічних добрив. У сучасних умовах поглиблення спеціалізації приватних господарств і концентрації сільськогосподарського виробництва відбувається скорочення періоду тривалості ротації сівозмін, суттєве насичення їх однорідними або близькими за біологічними особливостями культурами, що призводить до певного напруження фітосанітарного стану в агроценозах. Тому особливого значення у контексті сівозмінного фактора і для підтримання родючості ґрунту набувають сидеральні культури.

Вибираючи ту чи іншу сидеральну культуру, потрібно враховувати кліматичні, ґрунтові й організаційно-економічні умови господарства. Особливу увагу слід звертати на насінництво, оскільки вартість насіння становить основну статтю витрат за вирощування культур на зелене добриво. Відразу після сходів сидерати починають «працювати» на родючість ґрунту. Сонце на полях, зайнятих ними, не пересушує верхній шар, не вбиває мікрофлору, а лише сприяє фотосинтезу. Бобові культури збагачують ґрунт азотом, який фіксують із повітря бульбочкові бактерії, розміщені на їхніх коренях. Накопиченого азоту вистачає як самій сидеральній культурі, так і наступній після неї культурі у сівозміні.

---

<sup>94</sup> Зінченко О. І., Салатенк В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво : підруч. ; за ред. О. І. Зінченка. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591с.

<sup>95</sup> Довбан К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии. Минск : Белорусская наука, 2009. 404 с.

Позитивний вплив сидерації на родючість ґрунту й урожайність сільськогосподарських культур зберігається протягом трьох років. Так само, як і гній, сидерати є важливим джерелом для синтезу органічної речовини ґрунту.

В якості сидератів здебільшого висівають бобові культури (еспарцет виколистий, люцерна посівна, вика яра, буркун, люпин, серадела), які більше корисні для збагачення ґрунту поживними речовинами. Широко використовують редьку олійну, гірчицю, гречку, фацелію та інші. Висівають також суміші, зокрема: вику яру та овес посівний, редьку олійну та овес посівний тощо.

Під впливом бобових сидератів у 4–7 разів збільшується кількість бульбочкових бактерій, значно підвищується ферментативна активність ґрунту, покращуються його фітосанітарні та водно-фізичні властивості, створюються умови для інтенсивного розвитку мікроорганізмів і мікрофауни, яка визначає родючість даного поля. Позитивна дія сидерату триває протягом 3–4 років.

Широке впровадження сидератів сприяє включенню в малий кругообіг із більш глибоких генетичних горизонтів ґрунту невикористаних резервів фосфору, калію, кальцію, магнію та інших елементів живлення рослин.

Сидеральні культури вирощують в чистому вигляді та з підсівом до покривної культури, поукісно і пожнивно. Висівають безпосередньо після збирання основної культури або поукісно чи пожнивно. В процесі вирощування сидеральних культур із підсівом під покривну культуру поле обробляють за технологією підготовки ґрунту для даної культури. З метою вирощування сидератів післяукісно або пожнивно ґрунт готують рекомендованими агрегатами на глибину 6–8 сантиметрів. Головне – не допустити розриву між збиранням попередника і сівбою сидерата, бо це призводить до значної втрати вологи і, як наслідок, гіршого розвитку сидеральної культури. Важливо також забезпечити загортання насіння у вологий ґрунт. Сівбу проводять відразу ж за обробітком ґрунту або одночасно з ним. Основний спосіб сівби – звичайний рядковий; норми висіву для післяукісного або пожнивного посіву збільшують на 20–25 % порівняно з оптимальними умовами (за сівби весною) і заортають його на 1–2 см глибше. Після сівби проводять коткування, досходове і післясходове боронування легкими посівними боронами, а на широкорядних посівах – і міжрядний обробіток.

Найкращі результати для одержання дружніх сходів і наступного росту сидератів дає саме поверхневий обробіток ґрунту: зберігається волога, до мінімуму зводиться негативна дія на нього ерозії, зменшується забур'яненість і кількість проходів агрегатів, не ущільнюється ґрунт. У поєднанні з сидератами поверхневий обробіток забезпечує найефективніше збереження та підвищення родючості ґрунту.

За вирощування сидеральних культур поліпшується родючість ґрунтів, що створюють самі рослини. Цю властивість вираховано навіть математично. За своє життя на формування біомаси рослина бере з ґрунту лише 10 % «матеріалу», а 90 % одержує з повітря, енергії сонячних променів [96, с. 32].

Практично недослідженим залишається питання біоенергетичної ефективності вирощування проміжних культур. Відповідно, актуальним є узагальнення літературних даних та проведення власних досліджень, які підтверджують доцільність використання з енергетичної точки зору.

Найповнішу оцінку технології вирощування сільськогосподарських культур і продуктивності сівозмін дає показник виходу енергії з урожаєм сільськогосподарських культур. Оскільки здатність рослин засвоювати органічну речовину за допомогою фотосинтезу значною мірою залежить від сортових особливостей рослин та фону удобрення [97].

Сукупні витрати енергії на посіви визначали, виходячи із фактично виконаних операцій, використаних енергозасобів, машин, обладнання, насіння, добрив, пестицидів, живої праці, застосовуючи відповідні енергетичні еквіваленти [98].

Біоенергетична ефективність розраховувалася на основі реальних даних врожайності у ПП «Агроекологія» Шишацького району Полтавської області. (табл. 1–2). Накопичення валової енергії посівами обраховували виходячи із збору сухої речовини в основній продукції та вмісту в ній сирого протеїну, сирого жиру, сирої клітковини та сирих безазотистих екстрактивних речовин.

В дослідженні були використані:

1) **Вико-вівсяна сумішка** на сидерат. Ранньої весни одночасно з ранніми зерновими ісівается вико-вівсяна сумішка. За високого рівня агротехніки врожайність зеленої маси вико-вівсяної суміші досягає 250–300 ц/га і більше. Спосіб сівби – звичайний рядковий, що забезпечує рівномірне розміщення насіння на площі. При цьому рослини вики добре пригнічують бур'яни. Співвідношення при сівбі насіння вики і вівса, 3–4:1. Це становить 100–120 кг/га вики і 50–70 кг/га вівса, всього – 150–190 кг/га. Насіння загортають на глибину 4–5 см. На легких ґрунтах глибину збільшують до 5–6 см. За появи у вівса волоті або «сизих бобів» у вики, проводиться мілке дискування посіву, вноситься гній, поле знову дискується. За настання оптимальних строків сівби проводиться передпосівний обробіток і сівба пшениці озимої. попередником для вимогливих до калію рослин. Овес, як сидерат, краще підходить для кислих та торф'яних ґрунтів. У корінні вівса

---

<sup>96</sup> Писаренко В. М., Антоненко А.С., Лук'яненко Г.В., Писаренко П. В. Система органічного землеробства агроєколога С.С. Антонця. Полтава, 2016. 126 с.

<sup>97</sup> Бондар С. О. Енергетична ефективність ланки різноротаційних сівозмін. *Новітні агротехнології*. 2017. № 5. URL : <http://jna.bio.gov.ua/article/view/122233>.

<sup>98</sup> Браженко І. П., Райко О. П., Удовенко К. П. Біоенергетична оцінка польових. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 10. С. 22–27.

містяться речовини, які знищують збудника кореневої гнилі. Також овес непогано пригнічує бур'яни.

2) **Гірчиця біла.** Як сидеральне зелене добриво гірчиця біла характеризується швидким ростом вегетативної маси. Всього протягом 30–40 діб настає укісна стиглість. Ось чому, завдяки швидкоростості, її використовують як сидерат, висіваючи навіть у пізні строки (кінець липня–початок серпня), після збирання зернових культур. Урожайність зеленої маси досягає 200–300 ц/га. Кращим строком сівби гірчиці білої є ранній, одночасно з ранніми зерновими культурами. Але потрібно відмітити ще одну цікаву властивість її, як природного гербіциду – зменшує забур'яненість наступних культур у сівозміні. В зв'язку з цим краще гірчицю білу сіяти після збирання зернових культур і використовувати у вигляді зеленого добрива. Сіють звичайним рядковим способом з нормою висіву 15–16 кг/га. На дуже забур'янених полях її краще висівати широкорядним способом (міжряддя 45 см), зменшуючи при цьому норму висіву до 10–12 кг/га. Насіння загортають на глибину 3–4 см. Дискують на сидеральне добриво у фазі цвітіння–початку утворення плодів (стручків).

3) **Фацелія.** Завдяки швидкоростості, особливо на ранніх фазах, вирощується на зелене добриво. Це однорічна одноукісна злакова культура; вона не уражається шкідниками і хворобами, добре пригнічує бур'яни, не вимоглива до ґрунтів і умов вирощування. Її краще вирощувати у суміші з іншими бобовими рослинами, які швидко ростуть, хоча часто вирощується і в чистому вигляді. За врожайності зеленої маси фацелії біля 300 ц/га у ґрунті акумулюється N80P50K200. Сіють звичайним рядковим способом на глибину 1–2 см з нормою висіву насіння 10–15 кг/га. Сіяти можна як весною, так і літом (червень–липень). Через 7–8 тижнів після сівби у фазі бутонізації – початок цвітіння дискують на зелене добриво [96, с. 35].

Вихід відновлювальної енергії залежить від урожайності сільськогосподарських культур. Саме за збалансованого мінерального живлення рослини дають високу продуктивність і, відповідно, вихід енергії (табл. 1).

### 1. Агрохімічна характеристика проміжних культур

Культура	Урожайність зеленої маси, ц/га	Накопичено в загальній біомасі поживних речовин, кг/га		
		N	$P_2O_5$	$K_2O$
Гірчиця біла	250	60	40	90
Вика озима	250	160	75	200
Вико-вівсяна суміш	275	120	35	80
Фацелія	300	80	50	200

Джерело: дані [99, с. 124].

<sup>99</sup> Писаренко П. В., Писаренко В. М., Лук'яненко Г. В., Панченко С. І., Писаренко Ю. Г. Еколого економічна ефективність використання сидератів. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2012. № 3. С. 122–126.

За результатами агрохімічної характеристики видно, що вика озима накопичила в загальній біомасі поживних речовин 435 кг/га, що на 105 кг/га більше ніж фацелія.

Найвищий показник виходу енергії 37,0 ГДж/га на посівах фацелії, а найменший – 29,5 ГДж/га на посівах вики озимої, що на 2,1 ГДж/га менше ніж при висіві вико-вівсяної суміші. Але при цьому енергетичні витрати на вирощування вики озимої на 1,2 ГДж/га менші ніж в суміші.

## 2. Біоенергетична оцінка проміжних культур в 2012 р.

Культура	Урожайність зерна, т/га	Валовий вміст енергії зерна, ГДж/га	Енергетичні витрати на вирощування ГДж/га	Вихід чистої енергії ГДж/га	Енергетичний коефіцієнт
Гірчиця біла	2,50	43,1	11,3	31,7	3,79
Вика озима	2,50	40,6	11,1	29,5	3,65
Вико-вівсяна суміш	2,75	43,9	12,3	31,6	3,56
Фацелія	3,0	49,8	12,8	37,0	3,90

Джерело: власні розрахунки.

Підсумовуючи викладені матеріали, можна стверджувати, що вирощування проміжних культур у більшості випадків забезпечує рекомендований режим мінерального живлення основних сільськогосподарських культур.

Таким чином, підвищення питомої маси біологічного азоту та інших поживних речовин в агроєкосистемах за рахунок збільшення площ посівів проміжних культур є основним важелем стабілізації продуктивності, енергетичної та економічної ефективності землеробства. Проміжні посіви сприяють насиченню сівозмін культурами та підвищенню їх продуктивності. Вони збільшують виробництво сільськогосподарської продукції на 7–8, а в зоні достатнього зволоження – на 12–13 %. При цьому значною мірою використовуються земні й космічні фактори землеробства (світло, тепло, волога, поживні речовини). Навіть за високої врожайності (40–50 ц/га) зернові культури використовують не більше половини фотосинтетичної активної радіації (ФАР) на 1 га. Другу частину цієї енергії можна використати за допомогою поживних посівів. Культури проміжного вирощування є одним із важливих чинників біологізації землеробства і складовою збалансованого природокористування. Тому дотримання науково обґрунтованих сівозмін і насичення їх проміжними культурами, особливо за умов достатнього зволоження, повинно бути на озброєнні фахівців і практиків сільськогосподарського виробництва.

### **3.6. Інституціональні аспекти управління енергозбереженням та використанням інноваційних джерел енергії у сільському господарстві**

*Однорог М. А.*

*Державна навчально-наукова установа*

*«Академія фінансового управління»*

Глибока криза, що вразила сільське господарство України, крім зовнішніх причин впливу загальної структурної кризи економіки перехідного періоду пов'язана з недосконалістю управління організацією економічної роботи на сільськогосподарських підприємствах. Звичайною практикою в сільському господарстві стали невіплати заробітної плати, нарахувань на неї та податків. У той же час регулярно в пресі проходить інформація про кримінальні справи, що пов'язані з нецільовим використанням пільгових кредитів і коштів, виділених державою на підтримку сільського господарства. Крім суб'єктивних причин зловживань керівниками сільськогосподарських підприємств на більшості з них фактично припинена робота по зниженню витрат окремих статей собівартості продукції.

Однією з таких незадовільно керованих і сильно збільшених у значенні статей собівартості є витрати на придбання паливно-енергетичних ресурсів. Впровадження ринкових механізмів вивело сільськогосподарські підприємства з-під опіки держави, в тому числі це виразилось у не забезпеченні сільського господарства паливно-енергетичними ресурсами та енергоємною сільськогосподарською технікою, до чого, як виявилось, більшість підприємств не були готові.

В умовах переходу сільськогосподарських підприємств на нові форми господарювання все більш гостро ставиться питання про організацію та управління енергозбереженням в цілях підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва, його конкурентоспроможності та відповідності сучасним екологічним вимогам. Для того щоб вижити, сільському товаровиробнику необхідно витримати конкуренцію іноземних виробників продовольства спочатку на внутрішньому ринку, а потім для отримання сучасного обладнання йому необхідно буде заробити валюту на зовнішньому ринку. В цілях забезпечення продовольчої безпеки іноземні виробники стимулюються своїми державами поставками продовольства на експорт у країни, що розвиваються, в тому числі в Україну. Тому, витримати з ними конкуренцію нашому сільському товаровиробнику буде дуже важко, тим більше що неплатоспроможна українська держава не зможе надати йому в цьому суттєвої фінансової допомоги. Проте держава може надати методичне і організаційне сприяння щодо вирішення питань менеджменту.

В цих умовах основним шляхом збереження власної конкурентоспроможності є зниження витрат і, по можливості, за тими статтями, в яких є істотне відставання від рівня міжнародних товаровиробників [ 100 ]. У сільському господарстві України такою статтею перш за все є витрати на енергоносії. Все це вимагає перегляду наукових поглядів, принципів організації і якості роботи з енергозбереження як сільського господарства в цілому, так і окремих його підприємств. Необхідний комплексний міжгалузевий підхід до вирішення питань системного управління енергозбереженням в сільському господарстві.

В той же час технічний прогрес відкриває нові можливості ефективного використання в сільському господарстві нетрадиційних джерел енергії. І тут також потрібні адекватні ринкові механізми управління їх використанням в цілях підвищення ефективності виробництва. Відсутність державної програми енергозбереження і використання нових джерел енергії стримує процес зниження собівартості за цією статтею витрат. Однак, не зважаючи на їх важливість, залишаються невирішеними багато методичних питань енергозбереження, які вимагають свого наукового опрацювання, такі як: визначення основних шляхів енергозбереження, виявлення його регіональних особливостей, забезпечення управління енергозбереженням мотиваційним механізмом інтересів учасників сільськогосподарського виробництва та інші.

Вищевикладене свідчить про те, що проблема управління енергозбереженням та використанням нетрадиційних джерел енергії в сільському господарстві регіонів України є сучасною і актуальною.

Проблема здійснення енергозбереження та використання нетрадиційних джерел енергії в сільському господарстві знайшла певне відображення в економічній літературі та спеціальних дослідженнях. Є різні методологічні і теоретичні підходи до розуміння зв'язків ефективності аграрного виробництва у зв'язку з варіантами енергетичних витрат. Але вони більше стосуються технічної (сільськогосподарської) сторони питання. Тобто вони не враховують змін, які сталися з організацією сільськогосподарського виробництва, що вимагає обліку, насамперед господарських розрахункових інтересів у здійсненні заходів в конкретних регіональних умовах, особливості яких теж повинні бути враховані в механізмі управління енергозбереженням [101].

Специфіка регіонального розвитку АПК вимагає вивчення питань організації енергозбереження на регіональному рівні і на цій основі

---

<sup>100</sup> *Калетнік Г. М.* Роль агропромислового комплексу України у вирішенні проблем енергетичної та екологічної безпеки держави. *Агросвіт*. 2009. № 22. С. 2–5.

<sup>101</sup> *Лузан Ю. Я.* Перспективи створення само забезпечувальної енергетичної системи ведення сільськогосподарського виробництва. *Економіка АПК*. 2010. № 4. С. 40–48.

виявлення теоретичних і методичних підходів до вдосконалення управління цим процесом.

Те, що сталося ще на початку 90-х років, а саме випереджальне подорожчання енергоносіїв та встановлення конкурентних відносин на внутрішньому продовольчому ринку України змушує сільськогосподарські суб'єкти орієнтуватися на енергозбереження як один з основних способів зниження витрат. Перехід до енергозберігаючих технологій, ведення сільського господарства, землеробства і тваринництва в сучасних умовах стає самим широкодоступним заходом щодо підвищення рентабельності. Якщо при цьому залучити відповідні нетрадиційні джерела енергії та організаційні заходи, він стає безпрограшним засобом підвищення конкурентоспроможності вітчизняних сільськогосподарських виробників.

У планах виконання цих заходів повинні міститися принципи екологічної агрономії і зоотехніки, що враховують адаптивні особливості домашньої худоби і використовуваних культурних рослин. Виконання цих принципів дозволить здійснити: адаптацію територіальної структури сільськогосподарських угідь до широкої біологізації та екологізації процесів сільськогосподарської інтенсифікації; оптимізацію породного складу тваринництва у відповідності з особливостями місцевих кормових ресурсів; селекцію кормових рослин і порід тварин у цілях підвищення стійкості до біотичних стресів; всебічну економію матеріалів і палива в процесі експлуатації сільськогосподарської техніки на основі її якнайшвидшої модернізації в цілях додання їй якостей уніфікації і багатофункціональності; зниження втрат сільськогосподарської сировини на етапах збирання, транспортування, зберігання і переробки.

Реальними резервами підвищення енергоекономічності і рентабельності регіонального АПК є: модернізація технічних засобів і використання неенергоємних технологій; більш продумане розміщення та оптимальне співвідношення у видах, культурах і сортименті рослин; збільшення вкладу «сил природи» у продукційний процес агроєкосистем агроландшафтів; розкриття генетично закладених адаптивних і адаптуючих можливостей культивованих рослин; облік специфічних особливостей місцевої кормової бази в цілях оптимізації видового складу та технології утримання тваринами; ефективне використання родючих земель у цілях отримання диференціальної ренти і застосування краплинного зрошення для повернення в оборот еродованих земель.

Всебічна економія енергії є одним з основних факторів зниження витрат виробництва в усіх розвинених країнах світу. На один кілограм зерна витрати палива в Україні в три рази перевищують аналогічні витрати у США.

Однією з основних причин економічної кризи є відмова від інтенсивних технологій у сільському господарстві в сенсі максимального упору на врожайність, фондоозброєність, продуктивність і енергоозброєність праці на користь екстенсивних, тобто трудомістких. Тільки використання оптимальних за потужністю технологічних засобів та інших енергозберігаючих прийомів, диференційоване застосування добрив, меліорантів і пестицидів дозволить добитися рентабельності в сільському господарстві сучасної України. Важливо, що зниження витрат виробництва дозволяє домогтися конкурентоспроможності вітчизняної продукції в той час, коли продовольчі ринки вже заповнені імпортованими продуктами з розвинених країн, де експорт продукції заохочується державою.

Перехід до енергозощаджуючих, рентабельних і конкурентоспроможних технологій надзвичайно складний. Проте на сьогодні вся світова економіка стала на енергозберігаючий шлях розвитку. В результаті відбувається переоцінка критеріїв і цільових установок в результаті чого в країні вже прийшли до висновку, що рентабельність застосування технічних факторів інтенсифікації сільського господарства забезпечується лише у разі, коли закупівельні ціни випереджають все зростаюче подорожчання додаткового продукту (приросту врожаю).

Статистика більшості індустріальних країн свідчить, що з переходом в останні п'ятдесят років до переважно хіміко-техноємної інтенсифікації сільського господарства стався експонентний ріст витрат на кожен додаткову одиницю продукції. Проте в результаті перетворення науково-технічної революції в найважливіший чинник економічного прогресу, орієнтації на всебічну інтенсифікацію сільського господарства на основі залучення в цей процес якісно нових чинників дозволяє подолати, здавалося б, універсальну тенденцію зменшення співвідношення «фактор-продукт». Наприклад, оптимальне з урахуванням аналізу ґрунтів є поєднання використання нових сортів і гібридів, зрошення та засобів захисту рослин, що дозволяє досягти значного підвищення ефективності застосування мінеральних добрив. Роль техногенних факторів (добрив, пестицидів, зрошення, техніки) є опосередкованою по відношенню до енергії сонця, яку ці техногенні фактори дозволяють різною мірою краще засвоїти. Головна їх роль повинна полягати в найбільш реальному управлінні переважаючими потоками сонячної і асимільованою енергії в агробіогеоценозах, агроєкосистемах та агроландшафтах. Ця особливість рослинництва зумовлює принципову можливість подолання дії закону «зменшуваних пропорційних надбавок у сільському господарстві» на основі інтенсифікації вже через біологізацію та екологізацію сільськогосподарських процесів.

Однією з основних проблем енергозбереження в сільському господарстві є вирішення завдання – як з допомогою техногенних факторів підвищити освоєння сонячної енергії рослинами хоча б до 1% від усього падаючого сонячного потоку. Він ґрунтується на тому, що витрати енергії техногенних чинників становлять лише 0,05% щодо всієї працюючої на врожай енергії сонця. З іншого боку, перехід до енергозберігаючого сільськогосподарського виробництва в Україні вимагає всебічного і вибіркового економічного, а також ресурсоенергетичного аналізу діючих систем ведення сільського господарства з метою використання найбільш рентабельних, економічних і конкурентоздатних з них.

Диспаритет цін на промислові товари і сільськогосподарську продукцію збережеться, принаймні, ще кілька років. Він пов'язаний, з одного боку, з технологічними особливостями споживання і ціноутворенням на продукцію сільського господарства. З іншого боку, диспаритет цін викликаний припиненням державної допомоги сільськогосподарським виробникам. Зворотною стороною диспаритету цін є відсутність у сільського господарства коштів на техногенну модернізацію. Тут міг би допомогти лізинг обладнання, але, на жаль, вітчизняна промисловість не забезпечує поки того необхідного і прийнятого у всьому світі рівня енергоекономічності технологій. І тут ще одна причина диспаритету: відсутність економічних можливостей у вітчизняного машинобудування виробляти дешеву конкурентоспроможну техніку для сільського господарства.

Диспаритет цін змушує аграрників переходити на низьковитратні (екстенсивні по продуктивності та врожайності культур) технології, зменшуючи додаткові вкладення і витрати до тих пір, поки вони не стануть покриватися загальною сумою прибутку. Орієнтація на низьковитратні технології характерна в останні роки не тільки для України, але і для більшості промислово розвинених країн, де з урахуванням екологічної обстановки і зниження державних дотацій на сільськогосподарську продукцію чітко позначені етапи зменшення доз азотних добрив і пестицидів.

Важливу роль у підвищенні ефективності сільського господарства в Україні має зіграти переміщення ряду теплолюбних культур. Наукова обґрунтованість цього процесу пов'язана в першу чергу з «освоєнням» економічно виправданого ареалу вирощування ряду цінних сільськогосподарських культур. В ряді господарств вже проводяться досить успішні дослідження по акліматизації.

Успішне використання методів енергетичного аналізу в сільському господарстві виявиться ефективним лише у разі деталізованого, достовірного і своєчасного обліку всіх витрат виробництва, що обумовлюють собівартість кожного виду продукції. Це дозволить

перейти до використання систем ведення сільського господарства, пристосованих до місцевих ґрунтів, клімату, рівня техногенної оснащеності, що в кінцевому підсумку підвищить рівень енергозбереження та рентабельності виробництва.

Раціональне та екологічне використання природних енергоресурсів землі можливе на основі гармонійного поєднання ріллі, багаторічних трав і поголів'я худоби.

В сучасних умовах всебічна економія енергії набуває особливе народногосподарське значення.

Аналіз застосування енергоощадних технологій у сільському господарстві показав, що одним з основних засобів енергозбереження в сільському господарстві є оптимізація машинно-тракторного парку через: оснащення необхідною кількістю машин і кінних возів внутрішньогосподарських перевезень, збільшення закупівель гусеничних тракторів порівняно з закупівлями енергонасичених колісних. Формування оптимального складу машинно-тракторного парку слід проводити за системою показників і критеріїв, які виключали б випадки використання у виробництві енергозатратних технологій і систем машин.

Необхідність альтернативного енергозабезпечення змушує сільське господарство використовувати нетрадиційні джерела енергії. Іншою причиною є їх доступність та наявність в надлишку. Україна є забезпеченою за кількістю сонця, вітру, гідроенергоресурсів, гідрогеотермальних ресурсів, що припадають на одиницю площі.

Переробку та утилізацію твердих відходів сільського господарства необхідно здійснити за 3 напрямками з допомогою біоконверсії, термохімічної конверсії (піролізу), прямого спалювання. Всі ці технології вже апробовані і показали свою високу ефективність.

Найбільш ефективним способом використання безпосередньо енергії сонця є перетворення її в теплову для гарячого водопостачання, опалення, сушіння сіна і теплової обробки залізобетону.

В умовах зазначеного випереджаючого зростання цін на енергоносії у порівнянні із зростанням цін на сільськогосподарську продукцію та посилення фінансово-економічної кризи в сільському господарстві самим пріоритетним серед інших напрямків зниження собівартості продукції стає проведення енергозберігаючих заходів на всіх виробництвах, наявних на сільськогосподарських підприємствах. Функціонально енергетичний аналіз дозволяє виявити резерви енергозбереження на кожній стадії сільськогосподарського виробництва.

Процес енергозбереження повинен реалізуватися на основі впровадження систем енергетичного менеджменту, що ґрунтуються на контролі і регулюванні споживання енергії з використанням сучасних засобів автоматики та методів планування цілей і завдань

енергозбереження за економічними критеріями. Запропонована автором методика планування цілей і завдань енергозбереження на сільськогосподарському підприємстві включає: аналіз структури цілей і завдань енергозбереження; визначення енергоефективних технологій у структурі цілей та задач з економічними критеріями; визначення раціонального розподілу інвестиційних ресурсів, передбачених на реалізацію завдань енергозбереження.

Для досягнення цілей і завдань енергозбереження пропонуємо використовувати методологію системного аналізу, що дозволяє сформулювати повний набір енергозберігаючих заходів, спрямованих на зниження собівартості продукції.

В якості оцінки енергоефективних технологій у структурі цілей та завдань енергозбереження запропоновано використовувати комплексну оцінку, що включає: потенціал енергозбереження; рівень тарифів на енергоносії; питому вагу витрат на енергоресурси у загальній сумі витрат на матеріальні ресурси; питому вагу в загальному обсязі виробленої продукції; термін окупності витрат, здійснюваних на реалізацію енергоефективної технології; чистий дисконтований дохід, внутрішню норму прибутковості та інші показники, пов'язані з даною технологією або проектом.

Самі ж програми практично не передбачали пріоритетного виділення капітальних вкладень, пов'язаних із здійсненням заходів з енергозбереження в сільському господарстві.

Подібна ситуація в більшій мірі визначалася відсутністю відповідного державного органу (зразок існуючих в США, Японії та західноєвропейських країнах), з допомогою якого посилювалося б або послаблювалося втручання держави, змінюючи пріоритети окремих елементів господарського механізму енергозбереження і окремих його напрямків.

Необхідним є розробка методичного підходу до організації інвестиційного проектування енергозберігаючої технології на сільськогосподарському підприємстві, що передбачатиме включення, як складових елементів методик вибору ринку, оцінки конкурентоспроможності, ціни, технології конкурентів, залучення інвестицій, і дозволить отримати достовірну оцінку економічної ефективності інвестиційного проектування енергозберігаючих технологій на підприємствах для виробництва якісної сільськогосподарської продукції з низькими витратами виробництва. Для оцінки ефективності інвестиційних проектів повинні використовуватися показники енергетичної ефективності, резервів енергопостачання і значення коефіцієнтів ризику.

### 3.7. Вплив розчину бішофіту на урожайність вегетативної маси ячменю як альтернативного джерела енергії

*Писаренко П. В., Горобець М. В.  
Полтавська державна аграрна академія*

Сучасна складна політично-економічна й енергетично-екологічна ситуація, в якій знаходиться Україна, обумовлює необхідність широкого впровадження біоенергетичних технологій. Оскільки Україна є аграрною країною і щорічно заготовляється понад 50 млн т зернових культур, існує достатній потенціал у використанні соломи та рослинних відходів як побічних продуктів для виробництва паливних гранул.

За розрахунками експертів потенціал біомаси, яким Україна володіє для виробництва енергії, становить близько 27 млн т у. п. на рік, з яких 12,2 млн т у. п. на рік – це відходи сільського господарства та 10 млн т у.п. на рік – енергетичні культури. Сьогодні Україна не повністю використовує свій потенціал. Лише 10 % (2,7 млн т у. п. на рік) від загального потенціалу біомаси спрямовано на енергетичні потреби.

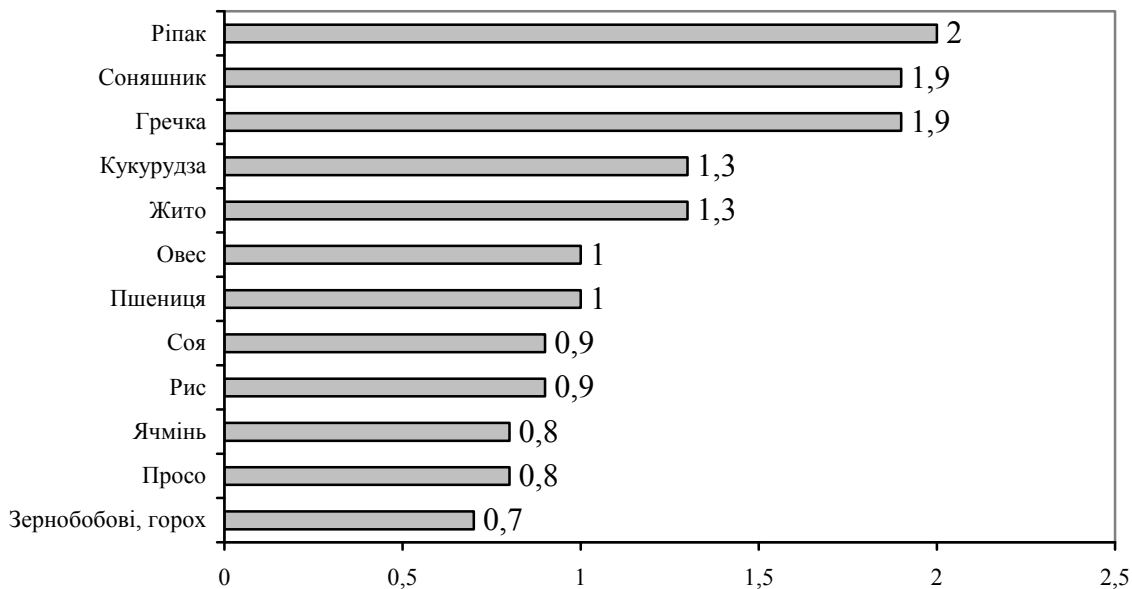
За різними оцінками на кожен тону зерна можна отримати 1,5–2,0 т соломи чи рослинних залишків. Приблизно 50–60 % соломи пшениці, ячменю, жита використовують для утримання худоби та для удобрення ґрунтів. Значну частину соломи після збирання пресують у тюки циліндричної чи прямокутної форми, брикети та пелети і використовують для опалення [102].

Важливою передумовою успішного використання біомаси для енергетичних потреб є правильна оцінка її потенціалу. Вихідною точкою для такого визначення слугують статистичні дані щодо валового збору сільськогосподарських культур або відходів деревини, біомаси. Методика розрахунку потенціалу основних видів біомаси ґрунтується лише на офіційних статистичних даних, що дає можливість щороку їх оновлювати. Розрізняють три основні види потенціалу біомаси: теоретично можливий (теоретичний), технічно доступний (технічний) та економічно доцільний (економічний).

Пожнивні рештки, біомасу в обсязі 25 % можна використовувати на енергетичні потреби (для опалення та гарячого водопостачання побутових приміщень і приватних будинків) у масштабах приватних селянських та фермерських господарств. Так, за усередненими даними, в Україні протягом останніх п'яти років збирають ячменю ярого по 28,7 ц/га. Коефіцієнт співвідношення зерна й соломи становить 1:0,8, тож можна вважати, що соломи зібрано майже 23 ц/га. З урахуванням технічних втрат, потреби соломи на годівлю худоби та відновлення родючості

<sup>102</sup> Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні : практич. посіб. ; за ред. Г. Гелетуки. Київ : Поліграф плюс, 2016. 104 с.

грунту (шляхом залишання на полі пожнивних решток, біомаси) маємо ще 650 кг, або 383,5 кг/га умовного палива (у. п.), які можна використати на енергетичні потреби. Співвідношення сухої маси наземних пожнивних решток різних культур до маси зібраного врожаю з польовою вологістю наведено на рис. 1, згідно якого найбільше біовідходів, біомаси можна отримати із соняшнику, гречки та ріпаку.



**Рис. 1. Порівняльний графік сільськогосподарських культур за коефіцієнтом виходу соломи як біосировини для одержання тепла**  
Джерело: дані [103].

Інститутом «Механізації та електрифікації сільського господарства» розроблено методику визначення теплового потенціалу культур на основі показників зібраного врожаю, яка дозволяє визначити їхню енергоємність, як загалом для України, так і для різних регіонів, областей чи конкретних господарств (табл. 1). Поточна потреба України в енергоресурсах становить 150 млн т у. п. З табл. 1 видно, що навіть відходи, біомаса сільськогосподарського виробництва на рівні 10,4 млн т у. п. можуть задовольнити значну частину потреби держави в енергоносіях.

Таким чином, постає актуальність у підвищенні родючості сільськогосподарських культур за умови екологізації технік і технологій, використання біологічних добрив і засобів захисту. У зв'язку з цим набуває актуальності забезпечення ґрунту необхідними макро- та мікроелементами з метою оптимізації мінерального живлення рослин.

Важливими резервами у цьому напрямі є використання водного розчину природного бішофіту, який представляє собою супутній продукт нафтодобування, основу якого складає шестиводний хлорид магнію  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  (90–96 мас. %), а також різноманітні солі лужних,

<sup>103</sup> Борис А., Веремейчик Н. Тепло з пожнивних залишків. *Пропозиція*. 2016. № 12. С. 174–176. URL : <https://propozitsiya.com/ua/vykorystannya-biomasy-teplo-z-roslynnyh-zalyshkiv-ch-2> (дата звернення: 04.04.2019).

лужноземельних та рідкоземельних металів. Це безколірна або жовтувато-прозора масляниста рідина без запаху, що має гірко-солоний смак. Цей природний мінерал використовують для добування  $MgCl_2$ . Мінералізація бішофіту складає 450 г/л, щільність – 1,23 г/см<sup>3</sup>, гідролітична кислотність – 4,5, температура замерзання – 10 °С. Бішофіт добре розчиняється у воді та спирті, не містить у своєму складі органічних сполук. Природний мінерал бішофіт містить у своєму складі такі іони, як Mg, Na, Fe, Pb, Ti, Mn, Zn, Cd, Br, I, Vn, Cu, Mo, Al, Cr, Ni, Sr, Ca, Co. Серед аніонів домінуюче положення займають карбонат-, хлорид- та сульфат-іони [104].

### 1. Енергетичний потенціал поживних решток сільськогосподарських

Вид біомаси	Кількість зібраної соломи, млн т	Енергетичний потенціал					
		теоретичний		технічний		економічний	
		млн т	млн т у.п.	млн т	млн т у.п.	млн т	млн т у.п.
Пшениця	24,11	24,11	14,23	19,29	11,38	4,82	2,85
Жито	0,48	0,62	0,32	0,50	0,25	0,12	0,06
Ячмінь	9,05	7,24	3,91	5,79	3,13	1,45	0,78
Овес	0,61	0,61	0,31	0,49	0,25	0,12	0,06
Просо	0,18	0,14	0,07	0,11	0,06	0,03	0,01
Кукурудза	28,50	37,05	17,41	29,64	13,93	7,41	3,48
Соя	3,88	3,49	1,75	2,79	1,40	0,70	0,35
Соняшник	10,13	19,25	11,17	15,40	8,93	3,85	2,23
Гречка	0,17	0,32	0,13	0,25	0,10	0,06	0,03
Рис	0,05	0,05	0,02	0,04	0,02	0,01	0,00
Зернобобові, горох	0,48	0,34	0,17	0,27	0,14	0,07	0,03
Ріпак	2,20	4,40	2,64	3,52	2,11	0,88	0,53
Усього	79,84	97,62	1157,70	78,09	926,16	19,52	10,43

Джерело: дані [104].

На сьогодні існують дослідження щодо позитивного впливу водного розчину бішофіту на урожайність ячменю, що забезпечує приріст його вегетативної маси, яку у вигляді соломи можна використовувати як альтернативне джерело енергії. Так, дослідження Геллер О. Й. та інш. [105] показало, що застосування 0,1 % водного розчину бішофіту при обробці насіння ячменю ярого й оприскуванні суттєво вплинуло на його врожайність у розмірі 16 і 13 % відповідно. Також під впливом бішофіту підвищилася якість зерна ячменя ярого: «сирий» протеїн підвищився на 12,1–12,3 %, білок – 11,2–11,4 %, крохмаль – 56,8–57,2 %.

<sup>104</sup> Спосіб передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур : пат. на корисну модель 19205 Україна : МПК А01С 1/00, С05D 5/00, А01N 59/06 / № u200604914 ; заявл. 03.05.2006 ; опубл. 15.12.2006, Бюл. № 12. URL : <http://uapatents.com/4-19205-sposib-peredposivno-obrobki-nasinnya-silskogospodarskikh-kultur.html?do=download/> (дата звернення: 27.03.2019).

<sup>105</sup> Геллер О. Й., Пашова В. Т., Корбанюк Р. А., Зайцева О. С., Кравченко К. О. Особливості формування кількісних і якісних показників ячменю ярого при застосуванні біотехнологічних препаратів. *Землеробство, рослинництво, овоочівництво та багатанництво*. URL : [http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/82\\_2012/8.pdf](http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/82_2012/8.pdf) (дата звернення: 27.03.2019).

Нашими дослідженнями також встановлено, що при замочуванні насіння у 0,1 % водному розчині бішофіту найбільшій приріст енергії проростання показали такі сорти ячменю ярого (відносно води дистильованої): сорт «Геліос» – 4,4 %, сорт «Вакула» – 4,7 %. Тоді як сорт «Парнас» показав максимальний приріст енергії проростання (відносно води дистильованої) на рівні 12,9 % при замочуванні у 1 % водному розчині бішофіту проти приросту 8,2 % у 1 % водному розчині бішофіту.

На схожість насіння ячменю ярого найбільш позитивний вплив показав 1 % водний розчин бішофіту для сортів «Парнас» і «Вакула» – приріст на рівні 12,6 і 4,3 % відповідно (відносно води дистильованої). Тоді як схожість сорту «Геліос» при замочуванні насіння у 1 % водному розчині бішофіту зменшилася на 2,2 %. Схожість насіння при замочуванні насіння у 0,1 % водному розчині бішофіту показала позитивні результати для усіх сортів (приріст відносно води дистильованої): «Парнас» – 8,2 %, «Геліос» – 6,5 %, «Вакула» – 2,1 %.

Отже, обробка водним розчином бішофіту ячменя позитивно впливає на ріст і розвиток ячменю, приріст врожаю, кормову й харчову якість зерна, що забезпечує приріст його вегетативної маси та збільшення обсягів соломи.

В процесі збирання врожаю зернова частина культури відділяється від стеблової, і солома за допомогою зернозбиральних комбайнів, косарок та граблів вкладається у валки. Частина соломи залишається у вигляді стерні на полі, потім вона приорується у ґрунт. Тюкування соломи прес-підбирачем виконується в тих випадках, коли агропідприємство має конкретні плани щодо використання тюків. Зібрана солома використовується на потреби тваринництва (підстилка та грубий корм для худоби), як органічне добриво, для вирощування грибів у закритому ґрунті, на енергетичні потреби. Невикористаний залишок, фактично спалюється на полях (що є офіційно незаконним в Україні у відповідності до Кодексу України про адміністративні правопорушення).

В Україні на сьогоднішній день найбільш розповсюдженим методом збору соломи є потоковий спосіб (рис. 2), при якому подрібнена зернозбиральним комбайном солома збирається у змінні причепи і вивозиться до місця скиртування (при відсутності причепа солома розкидається по полю). Після цього солома зберігається у великих стогах, як правило не накритих. Такий спосіб зберігання призводить до її надмірного зволоження внаслідок дії опадів та сильних вітрів.

Збір соломи з поля повинен відбуватися відразу після збору врожаю зернових, що унеможливить збільшення вологості внаслідок випадання опадів, та дозволить відразу приступити до операцій по обробці ґрунту.



**Рис. 2. Потокове збирання соломи**

Джерело: дані [103].

При застосуванні соломи як палива використовуються переважно великі прямокутні тюки. В процесі збирання врожаю зернова частина відділяється від стеблової й за допомогою зернозбиральних комбайнів, косарок та граблів солома вкладається у валки (рис. 3–4) для формування щільних тюків. Збір соломи з поля повинен відбуватися відразу після збору урожаю зернових, що унеможливить збільшення вологості в наслідок випадання опадів, та дозволить відразу приступити до операцій по обробці ґрунту (підготовка для вирощування врожаю зернових в наступному році). Згідно типових сівозмін господарств, збір соломи з полів може тривати не більше 14 днів після закінчення збору урожаю зернових.



**Рис. 3. Формування валків**

Джерело: дані [103].



**Рис. 4. Укрупнення валків**

Для формування тюків соломи використовують прес-підбирачі (рис. 5), що дозволяють отримати щільні прямокутні тюки або циліндричні рулони заданої форми і потрібних розмірів. Прес-підбирачі великогабаритних тюків мають незаперечні переваги перед іншими конструкціями машин, а саме: висока продуктивність, менші затрати праці, краще використання вантажопідйомності транспортних засобів, площ складських приміщень, підвищення продуктивності навантажувачів. Провідні машино-будівні фірми світу John Deere, Challenger, Hesston, Vicon, Claas і Krone та інші пропонують понад 20 моделей прес-підбирачів великогабаритних тюків, які різняться між собою площею перетину пресувальної камери, кількістю ходів поршня, конструкційним виконанням робочих органів.

Великі тюки мають різні габарити: шириною 0,5...1,2 м, висотою 0,7...1,27 м, довжиною 2,0...3,0 м. Щільність тюків становить близько 130–200 кг/м<sup>3</sup> і залежить від типу сировини, щільності валків, швидкості пресування та типу підбирача. Для спалювання найчастіше використовують великі тюки (1,2x1,3x2,4 м) вагою 400–500 кг, що робить їх транспортування, складування та зберігання економічно доцільним.

Вантаження тюків можна організовувати різними способами. Великі прямокутні та циліндричні тюки навантажуються фронтальним завантажувачем, тракторами-вантажниками, телескопічними навантажувачами та механічними підбирачами-укладачами тюків (рис. 6). Телескопічний навантажувач найкраще підходить для розвантаження, оскільки досягає висоту штабелів, в яких зберігаються тюки соломи. Для завантаження найчастіше застосовують фронтальні завантажувачі, оскільки для цього достатньо прикріпити насадку на трактор, що є в наявності. В залежності від обладнання фронтального завантажувача та його вантажопідйомності, вантажної потужності та стійкості, завантажувач може нести одночасно один або кілька тюків.



**Рис. 5. Прес-підбирачі тюків провідних виробників світу**  
Джерело: дані [103].



**Рис. 6. Навантаження тюків фронтальним навантажувачем**  
Джерело: дані [103].

Для перевезення тюкованої соломи широко використовуються переобладнані вантажівки або вантажні причепа. Розмір завантаження складає від 6 до 18 тюків. При перевезенні на великі відстані автомобіль часто буксирує два причепа, так що розмір одного завантаження досягає

24 тюків за одну ходку В залежності від відстані між складом і енергетичним об'єктом доставка палива також може здійснюватись або трактором, або вантажним автотранспортом. Якщо перевезення здійснюється трактором, то швидкість транспортування є досить низькою. Отже, потенціал перевезення також значно нижче у порівнянні з перевезенням вантажним транспортом, і зі збільшенням відстані ця різниця стає більш суттєвою.

Солома, призначена для спалювання, повинна зберігатися в умовах, що забезпечують її захист від замокання, гниття, займання. Солому можна зберігати як у закритих приміщеннях, так і на вулиці (рис. 7–8). Зберігання у закритих приміщеннях дозволяє підтримувати вологість соломи на одному рівні, запобігає гниттю. Великі склади соломи мають питома навантаження на площу складу 1,5–2,5 т/м<sup>2</sup>. Важливо забезпечити вільний доступ до соломи для спрощення зберігання та процесів її навантаження і розвантаження. Для операцій з великими тюками потрібен трактор з фронтальним навантажувачем. Крім того, у приміщенні має бути достатньо вільного місця для маневрів розвантажувача/навантажувача. Необхідний контроль вологості та протипожежної безпеки.



**Рис. 7. Зберігання тюків соломи під навісом**

Джерело: дані [103].



**Рис. 8. Зберігання тюкованої соломи на критому складі**

Зберігання на вулиці є значно дешевшим, але у більшості випадків цей спосіб підходить лише для короткочасного зберігання. При зберіганні на відкритому повітрі існує ризик підвищення вологості соломи (особливо її верхнього шару) до рівня, що перевищує допустимий для спалювання в енергетичних установках (17–20 %). Також солому можна зберігати під плівковим покриттям (рис. 9), але це не рекомендується за умов вітряного клімату. Як альтернатива, солому можна загорнути у плівку, що розтягується і є вітростійкою (рис. 10).

Солома – це нейтральне паливо щодо утворення CO<sub>2</sub>, і саме тому вона може відігравати важливу роль у ланцюжку вироблення й постачання «зеленої», тобто екологічнобезпечної, енергії. До того ж солома – це поновлюваний ресурс, адже поки вирощують зернові

культури – буде й солома. Наприклад, у Данії таке рослинне джерело використовують як енергетичне паливо починаючи з 70-х років, і слід зазначити – дуже успішно. Солома, застосовувана як паливо, зазвичай містить 14–20 % вологи, яка випаровується під час горіння [106].



**Рис. 9. Зберігання тюкованої соломи на відкритому повітрі під захисною плівкою**

Джерело: дані [103].



**Рис. 10. Зберігання тюкованої соломи загорнутої в плівку, на відкритому повітрі**

Значна кількість соломи потенційно доступна для використання її в енерговиробництві. Для спалювання соломи ринок пропонує низку котлів/теплообмінників/пальників, спеціально призначених для використання біомаси. Є технічна можливість спалювати солому в кількох формах (нарізка, пелети/ гранули, рулони/тюки) залежно від технології спалювання та конструкційних особливостей котлів.

### **3.8. Оцінка динаміки вуглецю та викидів CO<sub>2</sub> в польовій сівоzmіні в умовах зміни клімату**

*Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А.  
Одеський державний екологічний університет*

Проблема родючості ґрунтів та раціональне їх використання є однією із актуальних проблем сучасного землеробства. Одним із найважливіших чинників ґрунтової родючості є вміст та якісний склад гумусу. Зміни вмісту гумусу в ґрунтах визначаються процесами гуміфікації та мінералізації органічних речовин. Динаміка накопичення або втрат гумусу найбільш достовірно вивчається у тривалих

<sup>106</sup> СОЛОМА-ЕКОНОМА: побічні продукти виробництва, як альтернативне джерело енергії. URL : <https://agroday.com.ua/2019/03/11/straw-energy-soloma-yak-alternatyvne-dzherelo-energiyi/> (дата звернення: 02.04.2019).

стаціонарних дослідках, які дозволяють оцінювати вплив різних агротехнічних заходів на гумусовий стан ґрунту [107, 108]. Разом з тим, є актуальною оцінка динаміки гумусу та виділення CO<sub>2</sub> з сільськогосподарських полів в умовах майбутніх змін клімату. Для виконання такої оцінки поєднуються розрахункові методи визначення балансу динаміки вуглецю у ґрунтах та кліматичні сценарії змін клімату.

В основу дослідження було покладено кліматичний сценарій RCP 4,5 і RCP 8.5 та удосконалену нами модель кругообігу вуглецю у ґрунті RothC-26.3, яка описує динаміку чотирьох активних компартментів органічної речовини ґрунту та інертної органічної речовини.

Концепція моделювання динаміки органічної речовини в мінеральних ґрунтах та викидів вуглецю з цих ґрунтів базується на принципах, сформульована для мінеральних ґрунтів у RothC-моделі.

Сутність цих принципів полягає в обґрунтуванні концепції розділення органічного матеріалу рослинних залишків і ґрунту на активні і пасивні компартменти та подальшому кількісному опису їхньої динаміки [109, 110].

Розглядалась польова десятипільна сівозміна з наступним чергуванням культур у сівозміні: конюшина (сіно), озима пшениця, буряк цукровий, кукурудза, горох, пшениця озима, кукурудза, озима пшениця, буряк цукровий, ярий ячмінь. Запаси гумусу в чорноземі опідзоленому в шарі ґрунту 0–20 см становили 82,1 т/га. Розглядалися такі варіанти чисельних експериментів: 1 – вирощування культур без внесення добрив; 2 – внесення мінеральних добрив: N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> і N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; 3 – внесення гною: 9 т/га і 18 т/га. За допомогою моделі була виконана оцінка балансу вуглецю у ґрунті та інтенсивність виділення CO<sub>2</sub> з полів сівозміни в умовах майбутніх змін клімату (за період 2021–2050 рр.) у двох варіантах: для всіх полів сівозміни; для окремого поля сівозміни.

Динаміка температурного режиму та режиму опадів, які очікуються за кліматичними сценаріями RCP 4.5 та RCP 8.5 за період 2021–2050 рр., представлені на рис. 1 та рис. 2.

Очікується, що за сценарієм RCP 4.5 річна кількість опадів за період буде становити 535 мм, що складатиме 88 % від середньої багаторічної кількості. Розподіл опадів за роками буде досить нерівномірним. Будуть спостерігатись 5–6 років, коли річна сума опадів буде становити близько 50–65 % базової величини, до 16 років з

---

<sup>107</sup> Трус О. М., Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Гумус чорнозему опідзоленого та його відтворення. Умань : 2016. 227 с.

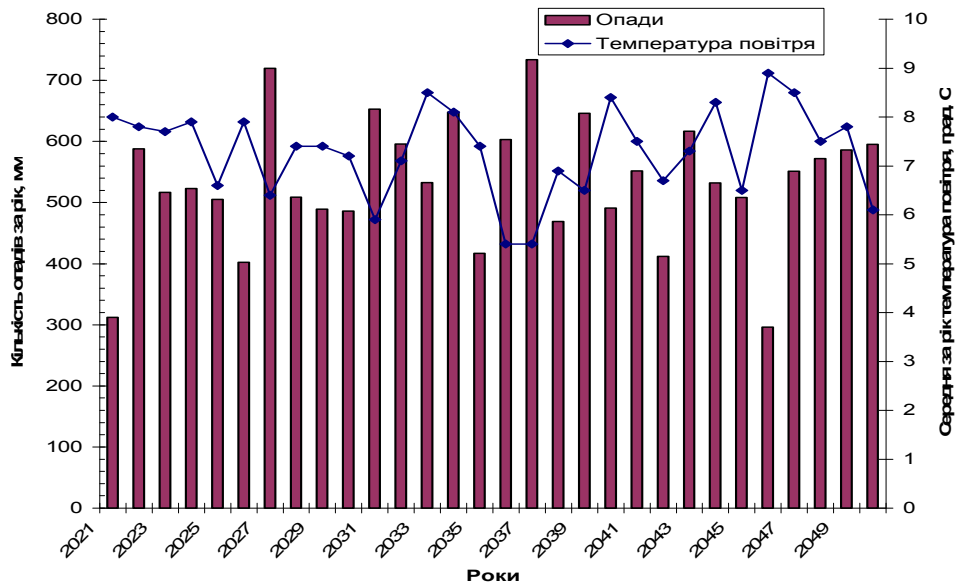
<sup>108</sup> Господаренко Г. М., Трус О. М. Баланс гумусу в чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу за тривалого (45 років) застосування добрив у польовій сівозміні. *Збірник Науковий праць Вінницького НАУ*. 2011. Вип. 8 (48). С. 69–74.

<sup>109</sup> Coleman K., Jenkinson D. S. RothC-26.3 – A model the turnover of carbon in soil. Evaluation of soil organic matter models using existing long-term datasets. *NATO ASI Series*. 1996. Vol. 38. P. 237–246.

<sup>110</sup> Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. Ленинград : Гидрометеониздат, 1983. 175 с.

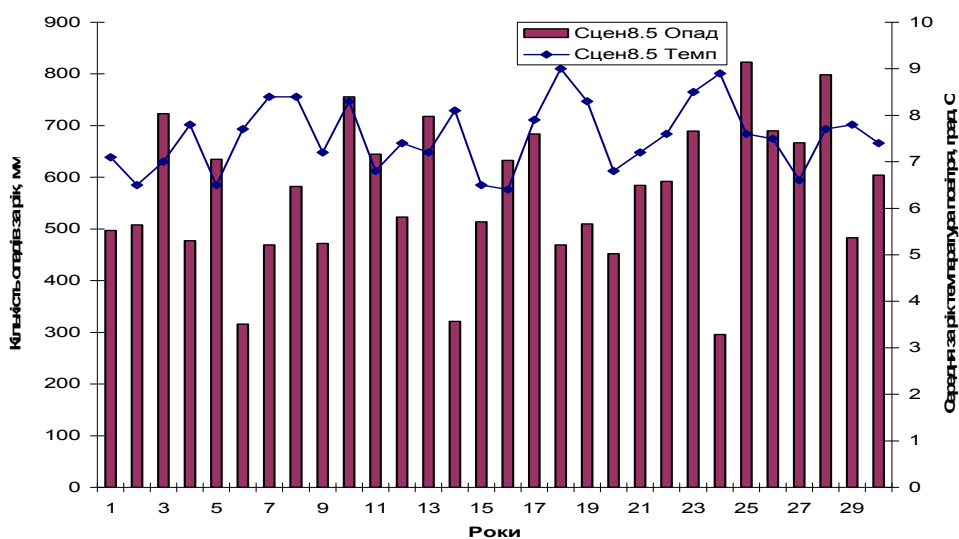
кількістю опадів 75–85 % і лише 8 років з кількістю опадів 95–115 % базової суми опадів.

За показником зволоження кількість років, які характеризуються як посушливі – 9, особливо посушливим очікується 2021 та 2046 роки. В ці роки кількість опадів буде становити відповідно 312 та 296 мм (середня багаторічна величина їх становить 611 мм) при середній за літо температурі повітря відповідно 19,6 та 19,9 °С, коефіцієнт зволоження ГТК дорівнює відповідно 0,58 та 0,52, що характеризується як періоди з середньою посухою.



**Рис. 1. Динаміка температури повітря та опадів за сценарієм RCP 4.5, 2021–2050 рр.**

Джерело: авторські дослідження.

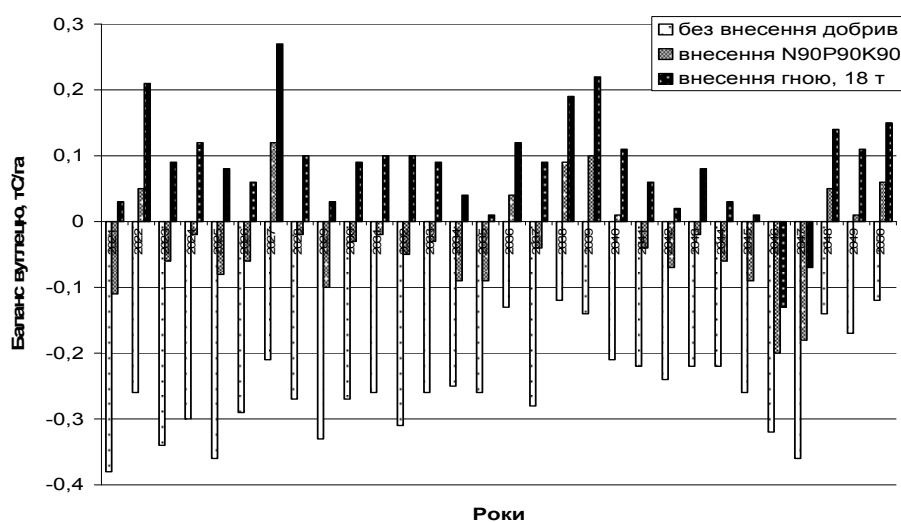


**Рис. 2. Динаміка температури і опадів за сценарієм RCP 8.5**

Джерело: авторські дослідження.

За кліматичним сценарієм RCP 8.5 річна кількість опадів буде дещо більше, ніж за сценарію RCP 4.5, вона буде становити 94 % від базової величини. Розподіл опадів за роками буде більш різноманітним. В 11 роках кількість опадів перевищить базову величину. Разом з тим, очікуватиметься три роки з кількістю опадів 48–52 % від базової величини. Особливо посушливими очікуються 2026, 2034 та 2044 роки, вони характеризуються відповідно коефіцієнтами зволоження 0,31; 0,58 та 0,52.

Під впливом погодних умов баланс вуглецю у ґрунті змінюється із року в рік. Характер динаміка очікуваних середніх річних значень балансу вуглецю у ґрунті при різних варіантах внесення добрив у польовій десятипільній сівозміні за кліматичним сценарієм RCP 4.5 представлено на рис. 3.



**Рис. 3. Динаміка очікуваних середніх значень балансу вуглецю в ґрунті при різних варіантах внесення добрив**

Джерело: авторські дослідження.

Розглядалися три варіанта розрахунку: без внесення добрив, внесення мінеральних добрив N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> та внесення гною в розмірі 18 т/га.

З рис. 3 видно, що середньорічний від’ємний баланс вуглецю очікується на варіанті без внесення добрив. Значення балансу коливаються від -0,12 до -0,379 тС/га. Середнє за рік значення балансу вуглецю у ґрунті становить -0,25 тС/га.

Коливання балансу вуглецю в ґрунті у варіанті з внесенням мінеральних добрив N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> будуть значно меншими – від -0,184 до 0,101 тС/га. У дев’яти роках баланс вуглецю буде позитивний. Середнє за рік значення балансу вуглецю у ґрунті буде також від’ємним і дорівнюватиме -0,031 тС/га.

Баланс вуглецю у ґрунті у варіанті з внесенням гною 18 т очікується позитивним (середнє річне значення 0,085 тС/га), але будуть спостерігатись два роки – 2046 та 2047, коли баланс буде негативним. Ці

роки характеризуються самими високими середніми річними (8,5–8,9 °C) та середніми за літній період (19,9 °C) температурами повітря. Серед них 2046 р. очікується з кількістю опадів, що становить 48 % від базової величини, коефіцієнт зволоження складатиме лише 0,52. Можна зробити висновок що спостерігатиметься слабка позитивна залежність середньо річного балансу вуглецю у ґрунті у польовій десятипільній сівозміні від умов зволоження за рік.

Ця залежність буде більш виражена, якщо розглянути очікуваний річний баланс вуглецю у ґрунті під окремою культурою. Серед десяти сільськогосподарських культур розглядалось формування балансу вуглецю та викиди вуглецю C–CO<sub>2</sub> на полі з озимою пшеницею.

Покращення режиму зволоження призводить до збільшення величини балансу вуглецю, причому при значній кількості опадів навіть на варіанті без внесення добрив очікується слабо позитивний баланс. В окремі роки (2021 та 2046 роках) при недостатній кількості опадів 50–100 мм і підвищеній середній за літо температурі повітря 19,6–19,9 °C він буде дорівнювати -0,20, -0,26.

Слід відзначити, що в деякі роки (2039 та 2050 роках), коли сума опадів за літо буде складати 228 та 283 мм, а температура повітря буде дещо понижена (17,0–7,7 °C), річний баланс вуглецю складатиме 0,12–0,13 тC/га.

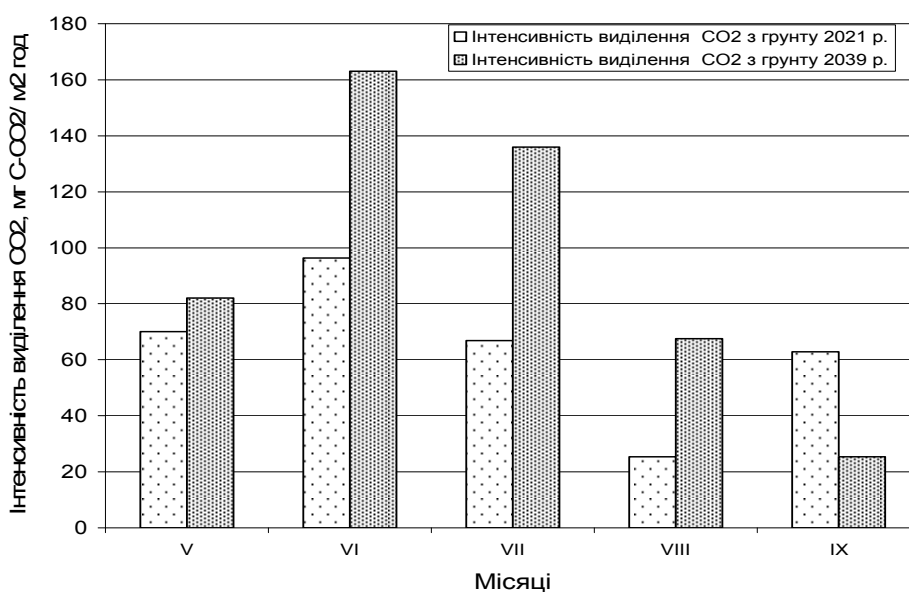
Одним із показників родючості ґрунту є його біологічна активність [ 111, 112 ]. Як кількісний показник біологічної активності ґрунту розглядається виділення вуглекислого газу, що відображає особливості газового режиму ґрунту, а також характеризує інтенсивність трансформації органічних речовин. Закономірності впливу погодних умов на інтенсивність виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту краще всього проявляються на фоні контрастних за погодними умовами роках. На рис. 4 наведені за кліматичним сценарієм RCP 4.5 характеристики термічного режиму та режиму зволоження літнього періоду 2021 р., який характеризується в порівнянні з 2039 р., суттєво меншою кількістю опадів (за винятком вересня місяця) та значно вищою температурою повітря, окрім останнього місяця періоду, який розглядається. Посушливі умови травня–серпня 2021 р. визначили меншу інтенсивність виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту.

Особливо це просліджується в червні–липні (рис. 4), коли кількість опадів складала 7–33 % від суми опадів у відповідному періоді 2039 року. Температура повітря була в червні на 0,5 °C, а в липні–серпні на 2,3–3,0 °C вище, ніж у 2039 році. Такі умови визначили рівень

<sup>111</sup> *Господаренко Г. М., Трус О. М., Прокопчук І. В.* Умови збереження гумусу в ґрунті польової сівозміни. *Біологічні системи*. 2012. Вип. 1, т. 4. С. 31–34.

<sup>112</sup> *Господаренко Г. М., Черно О. Д.* Баланс основних елементів живлення за тривалого застосування добрив. *Землеробство*. 2015. Вип. 2. С. 47–50.

інтенсивність виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту на полі з озимою пшеницею у польовій десятипільній сівозміні за кліматичним сценарієм RCP 4.5 (варіант без внесення добрив). Так, в червні – липні вона складала 53–59 %, а для серпня – 38 % від величини інтенсивності виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту у відповідні місяці 2039 року. Слід більш детально зупинитись на вересні місяці, коли температура повітря в 2021 р. була на  $-1,8^\circ\text{C}$  нижче, а кількість опадів у 9 разів більше порівняно з 2039 року. Такі умови визначили відповідний рівень інтенсивності виділення  $\text{CO}_2$ , це проявилось у тому, що інтенсивність виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту була у 2021 р. в 2,5 рази, ніж у 2039 році.



**Рис. 4. Інтенсивність виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту на полі з озимою пшеницею за кліматичним сценарієм RCP 4.5**

Джерело: авторські дослідження.

Комплексним показником оцінки умов зволоження є гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК). Результати співставлення річних сум виділення вуглецю  $\text{C-CO}_2$  з ґрунту на полі з озимою пшеницею у польовій десятипільній й сівозміні за кліматичним сценарієм RCP 4.5 (варіант без внесення добрив) говорять про те, що спостерігається пряма залежність річних сум виділення вуглецю  $\text{C-CO}_2$  з ґрунту від умов зволоження вегетаційного періоду, яка характеризується досить високим коефіцієнтом кореляції. Оцінюючи зі знаною часткою обережності одержані результати, відмітимо, що при значеннях ГТК 0,5–0,8 відн. од. виділення вуглецю становлять 0,50–0,55 тС/га, збільшення значень ГТК викликає зростання виділення вуглецю, а при ГТК 1,4–1,6 вони будуть значно вищі (0,70–0,75 тС/га), тобто покращення умов зволоження викликає збільшення виділення вуглецю на полі з озимою пшеницею. Було виконано оцінку балансу вуглецю в ґрунті та виділення кількості вуглецю  $\text{C-CO}_2$  з ґрунту на окремому полі

10-ти польної польової сівозміни за кліматичними сценаріями RCP 4.5 та RCP 8.5. Відомості про очікувані за кліматичними сценаріями осереднені метеорологічні умови цих десятиліть приведено в табл. 1.

**1. Очікувані за кліматичними сценаріями RCP 4.5 та RCP 8.5 метеорологічні умови за десятиліттями**

Роки	Середня за десятиліття температура повітря, °C		Середня за десятиліття кількість опадів, мм		Середній за десятиліття ГТК, за вегетаційний період, відн. од.
	за червень – серпень	за рік	за червень – серпень	за червень – серпень	
1986–2005	18,8	8,0	250	611	1,3
Кліматичний сценарій RCP 4.5					
2021–2030	17,8	7,4	157	505	1,11
2031–2040	17,8	7,0	188	579	1,05
2041–2050	18,3	7,5	166	522	1,07
Кліматичний сценарій RCP 8.5					
2021–2030	17,5	7,5	181	544	1,14
2031–2040	18,1	7,4	192	547	1,13
2041–2050	17,9	7,7	198	632	1,30

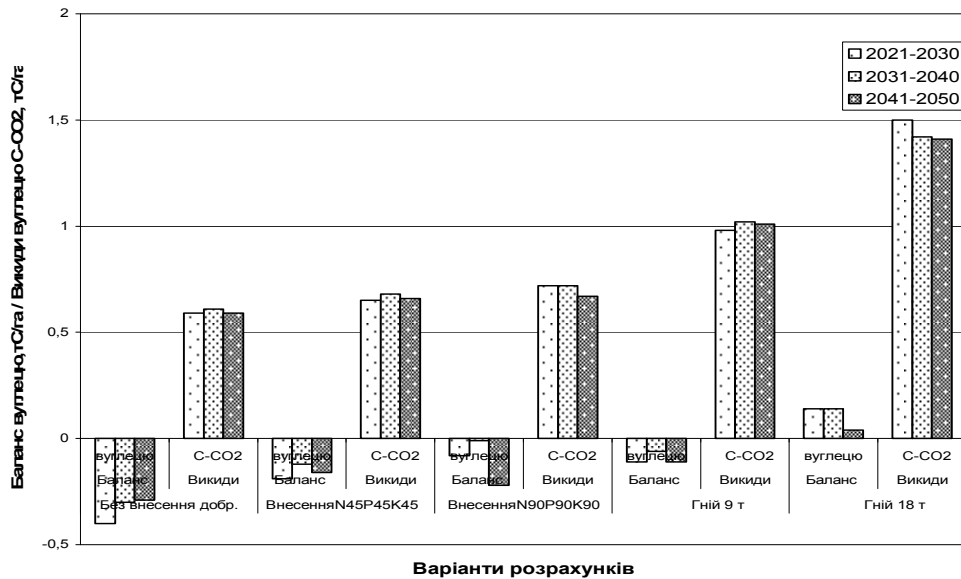
Джерело: авторські дослідження.

Метеорологічні умови десятиліть за кліматичними сценаріями RCP 4.5 та RCP 8.5 дещо відрізняються за температурним режимом та режимом зволоження. Дані табл. 1 показують, що температура повітря за сценаріями буде нижче базової величини. Це пояснюється тим, що інтенсивне потепління клімату почалось в кінці 80-х років, тобто роки, які увійшли в розрахунок базової величину прийшлись на період потепління.

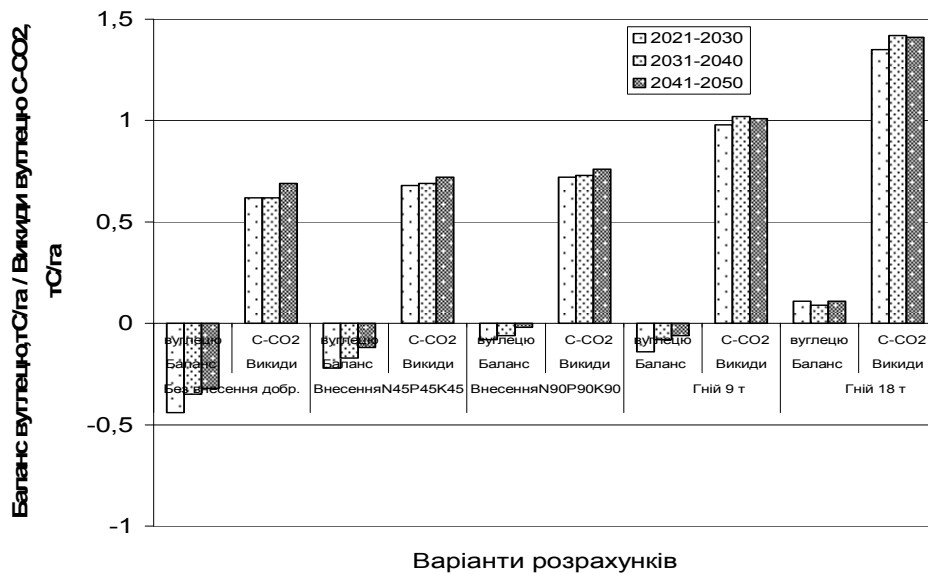
Кількість опадів очікується менше за базову величину, трохи більше вона буде в третьому десятилітті за кліматичним сценарієм RCP 8.5. Слід відзначити, що за величиною коефіцієнта зволоження за кліматичним сценарієм RCP 4.5 три десятиліття очікуються більш посушливими, ніж за сценарієм RCP 8.5.

Таким чином, на фоні цих метеорологічних умов розглядалася динаміка очікуваних середніх за десятиліття річних значень балансу вуглецю у ґрунті та викидів вуглецю С–СО<sub>2</sub> на окремому полі сівозміни (рис. 5–6). Мається на увазі одне поле, на якому протягом десятиліття чергуються сільськогосподарські культури: конюшина (сіно) – озима пшениця – буряк цукровий – кукурудза – горох – пшениця озима – кукурудза – озима пшениця – буряк цукровий – ярий ячмінь.

Розглядається, що вони вирощуються при різних варіантах внесення добрив. Цілком природно, що річний баланс вуглецю у ґрунті та викиди вуглецю С–СО<sub>2</sub> на окремому полі сівозміни змінюються від одного десятиліття до другого.



**Рис. 5. Динаміка очікуваних середніх за десятиліття річних значень балансу вуглецю в ґрунті та викидів вуглецю С–СО<sub>2</sub> на окремому полі сівозміни при різних варіантах внесення добрив за кліматичним сценарієм RCP 4.5, 2021–2050 рр.**  
Джерело: авторські дослідження.



**Рис. 6. Динаміка очікуваних середніх за десятиліття річних значень балансу вуглецю у ґрунті та викидів вуглецю С–СО<sub>2</sub> на окремому полі сівозміни при різних варіантах внесення добрив за кліматичним сценарієм RCP8.5, 2021–2050 рр.**  
Джерело: авторські дослідження.

Найбільшими зміни річного балансу вуглецю у ґрунті очікуються у варіанті без внесення добрив. Річний баланс вуглецю буде від'ємним і досить значним до -0,29; -0,44 тС/га.

Загальною закономірністю є збільшення річного балансу вуглецю у

грунті та викидів вуглецю С–СО<sub>2</sub> при переході від одного варіанта до другого (див. рис. 5–6), послідовність: без внесення добрив – внесення N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> – внесення N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> – внесення гною 9 т/га – внесення гною 18 т/га. Більшою частиною всіх варіантів розрахунку річний баланс вуглецю у ґрунті очікується від’ємним. При внесенні гною 18 т/га він буде позитивним (0,04–0,14 тС/га).

В умовах кліматичного сценарію RCP 8.5 простежується збільшення річного балансу вуглецю у ґрунті від першого до другого-третього десятиліть. Для умов кліматичного сценарію RCP 4.5 річний баланс вуглецю у ґрунті від періоду 2021–2030 рр. до періоду 2041–2050 рр. це збільшення також спостерігається. Для інших варіантів розрахунку воно простежується слабо.

Річні значення викидів вуглецю С–СО<sub>2</sub> на окремому полі сівозміни (див. рис. 5–6) найменшими будуть на варіанті без внесення добрив (0,59–0,69 тС/га). При внесенні мінеральних добрив річні значення викидів вуглецю С–СО<sub>2</sub> зростають. Так, для умов кліматичного сценарію RCP 4.5 при внесенні N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> річні значення викидів вуглецю С–СО<sub>2</sub> зростають на 10–12 %, а при внесенні N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> на – 14–22 %. Внесення органічних добрив значно збільшило інтенсивність виділення вуглецю з поля сівозміни. При внесенні гною 18 т/га буде спостерігатись найбільш висока величина річних викидів вуглецю з поля сівозміни, що в 2,3–2,4 рази перевищує викиди з неудобреного поля, що свідчить про високу інтенсивність процесу мінералізації у ґрунті.

В середньому за період 2021–2050 рр. очікується зміна показників волого термічного режиму за обома сценаріями, ці зміни будуть неоднакові і неоднозначні з в окремі роки. Під впливом змін термічного режиму і режиму зволоження баланс вуглецю змінюється щорічно нині та буде змінюватись у майбутньому. При цьому баланс вуглецю і виділення вуглекислого газу в майбутньому буде знаходитись в більшій залежності від умов зволоження, ніж від температури повітря та ґрунту. Крім того, на баланс вуглецю і виділення СО<sub>2</sub> буде впливати внесення добрив та їх норми.

### **3.9. Паливні брикети з соломи сої як вид альтернативної енергії**

*Соломон Ю. В.*

*Полтавська державна аграрна академія*

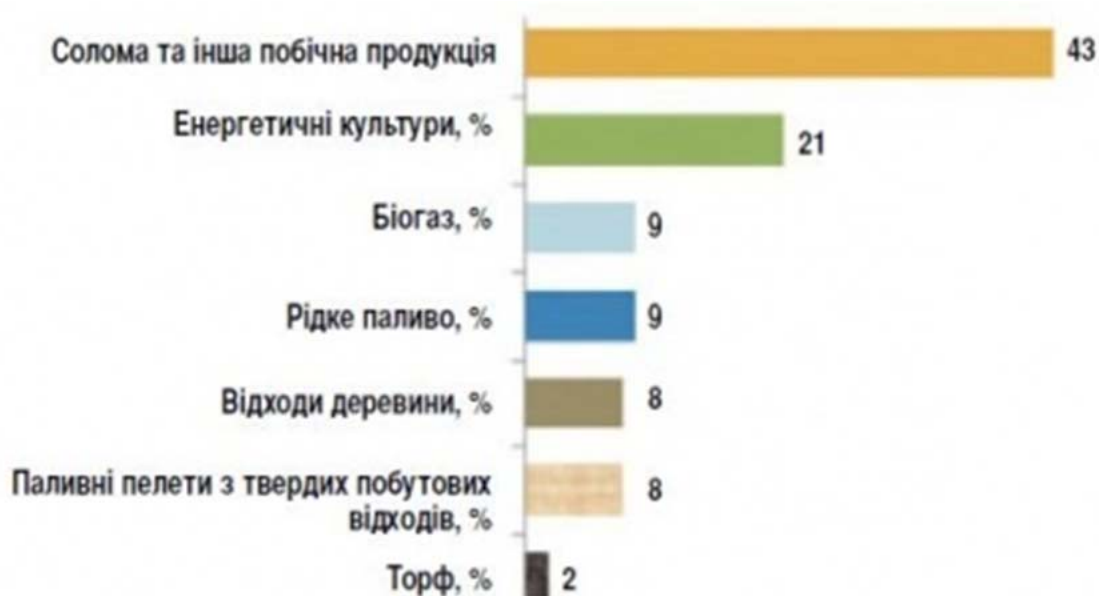
Україна належить до енергодефіцитних країн, тому що забезпечує свої потреби в паливно-енергетичних ресурсах лише на 53 %. Наша країна має значний потенціал основних видів відновлюваних джерел енергії, але на даний час вони становлять досить незначну частку в

загальному енергобалансі держави.

Враховуючи, що альтернативна енергетика щороку дешевшає завдяки вдосконаленню технологій її отримання та застосування, можна говорити про суттєве зростання вкладу відновлюваної енергетики в енергетичну незалежність.

Україна – агропромислова країна з величезним незадіяним ресурсом сировини для виготовлення гранул та брикетів із біомаси. Післязбиральні рештки сільськогосподарської сировини та залишки після її очищення, такі як соломка, лушпиння соняшнику, значні відходи кукурудзи (за загальним об'ємом умовного палива – п'яте місце в світі) та деревини можуть бути перероблені на тверде біопаливо. Перевагою на користь біопалива є можливість використання відходів виробництв та побічної продукції рослинництва. Недоліків використання біопалива фактично – немає.

Потенційні об'єми вторинної сировини і різних видів біопалива для країни можна побачити на рис. 1. Набуває розвитку також спеціальне вирощування енергетичних рослин як сировини для тепло енергозабезпечення країни. Не менш важливими є екологічні проблеми, які можна частково вирішити шляхом використання біопалива, оскільки це дає змогу зменшити викиди вуглекислого газу, сірки та оксидів азоту. Із діаграми видно, що найбільшу частку мають відходи соломи як побічної продукції сільськогосподарського виробництва, економічно доцільний потенціал якої становить 10,4 млн т у. п./рік [113].



**Рис. 1. Розподілення наявної в Україні біологічної сировини за потенціалом забезпечення енергетичних цілей**

Джерело: дані [113].

<sup>113</sup> Веремейчик Н. Брикетти з соломи: альтернативне теплозабезпечення АПК (ч. 1). Пропозиція 2016. URL : <https://propozitsiya.com/ua/alternativne-teplozabezpechennya-apk-ch-1> (дата звернення: 1.05.2019 р.).

Україна щорічно отримує від зернових культур, сої та ріпаку майже 40 млн тон соломи. Згідно з даними, до 20–25 % від загальної кількості отриманої соломи використовують на потреби тваринництва. Майже 70–75 % соломи подрібнюють і розкидають на полях під час збору зерна, причому половина з цього обсягу просто спалюється на полях, щоб уникнути витрат, пов'язаних із її змішуванням з ґрунтом (переорювання земель) та неможливості внесення азотних добрив після жнив. 5 % соломи використовується на інші потреби, з них лише близько 2–3 % іде на енергетичні потреби – виробництва палива (пелет, брикетів) і пряме спалювання для тепло генерації.

В Україні, виходячи з ґрунтово-кліматичних умов, біопаливна промисловість має значний потенціал для зростання, а джерела для біопалива можна розташовувати в такій послідовності: кукурудза, тритикале, пшениця, різні види сорго та проса, цукровий буряк, соняшник, ріпак, соя, відходи сільського і лісового господарства, а також міскантус, тополя, стебла і лушпиння соняшнику. Нижче розглянемо напрями використання олійних культур у біопаливній галузі (рис. 2).



**Рис. 2. Напрями використання олійних культур для виробництва біопалива**

Джерело: авторська розробка.

Біомаса – це не лише рослинна органічна речовина (зернові культури, кукурудза, соняшник, відходи деревини), але й гній, газ звалищ. При цьому установки анаеробної переробки біомаси з отримання біогазу, тобто біогазові, виконують також роль очисних споруд, бо переробляють органічні відходи у нейтральні мінеральні

продукти. Якщо установки для використання вітрової чи сонячної енергії є пасивно чистими, то біогазові – активно чистими, оскільки зменшують екологічну небезпеку тих продуктів, які використовують у якості джерела енергії. Наприклад, технологія метанового збродження гною дає змогу отримувати біогаз і запобігає бактеріальному, хімічному забрудненню ґрунту, води, повітря, до якого призводять процеси, що відбуваються у накопичувачах гною. Водночас виробляють високоякісні добрива, білково-вітамінні кормові добавки, тож ця технологія практично є безвідходною.

Пріоритетами розвитку біоенергетики є створення котелень для спалювання відходів деревини та соломоспалювальних, електростанцій із використанням біогазу звалищ, дооснащення існуючих теплових електричних станцій для спалювання побутових та промислових органічних відходів.

Розглянемо сою як одну з культур для виробництва біопалива.

Сою – головна зернова бобова культура світового землеробства в ХХІ столітті – перебуває в центрі уваги світової аграрної науки і виробництва. За останні 50 років її виробництво у світі зросло з 26,9 млн т до 263 млн т, тобто у 9,8 разів, при зростанні чисельності населення в 2,2 рази. За обсягами виробництва вона посідає четверте місце в світі після кукурудзи, пшениці й рису.

При вирощуванні сої за традиційною та альтернативною технологіями врожайність відповідно становить – 19,6 і 21,4 ц/га, соломи – 26 і 28 ц/га.

З однієї тони сої можливо отримати 850 кг макухи, яка йде на корм птиці, свиням та худобі, і 150 кг олії, яка є незамінним компонентом при виробництві фарб та біопалива, також не потрібно забувати про солому, яку можна використовувати як паливні пелети.

Значна кількість соломи потенційно доступна для використання її в енерго виробництві. Для спалювання соломи ринок пропонує низку котлів/теплообмінників/пальників, спеціально призначених для використання біомаси. Є технічна можливість спалювати солому в кількох формах (нарізка, пелети/гранули, рулони/тюки) залежно від технології спалювання та конструкційних особливостей котлів.

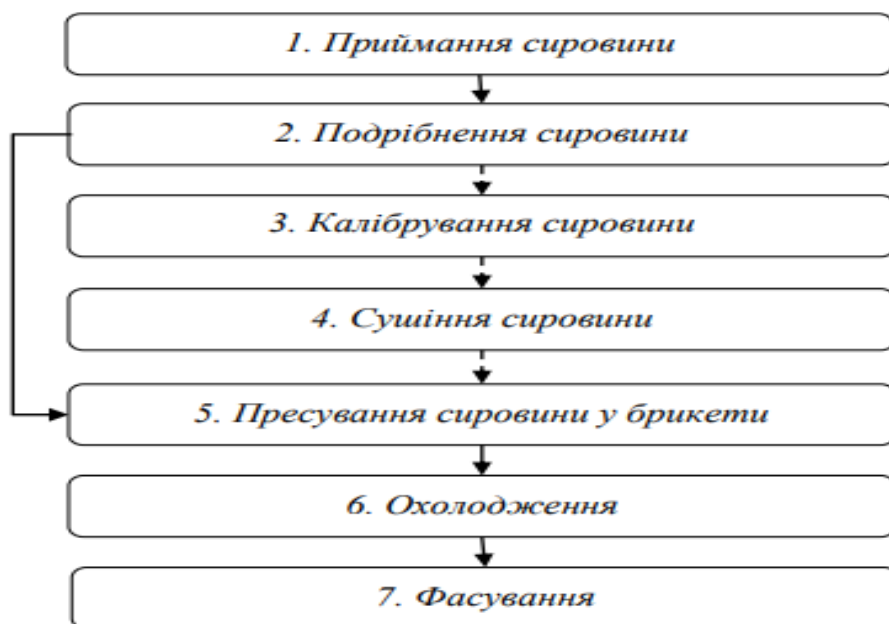
Брикетування – це процес ущільнення матеріалу під високим тиском, а в ряді випадків і при нагріванні до 250–350 °С. При цьому в рослинній сировині відбувається виділення лігніну, який є сполучною речовиною для формування брикету. Сировиною для виробництва паливних брикетів може бути деревина м'яких і твердих порід, солома, очерет, лушпиння соняшника та гречки, багаття льону та інші відходи [114].

---

<sup>114</sup> Гелетуха Г. Г., Желєзна Т. А., Драгнев С. В. Аналіз можливостей виробництва та використання брикетів з агробіомаси в Україні. Аналітична записка БАУ. 2018 р. № 20, 18 травня. URL : <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-20-ua.pdf> (дата звернення 28.04.2019).

Брикети, незалежно від того, з якої сировини їх виробляють, різні за формою – це може бути «цеглина» або циліндрична рівна і шестигранна форми з отвором всередині або без. Стандартних розмірів у даного виду палива немає. Загальноприйнята довжина брикету 20–30 см. Основним фактором, що визначає механічну міцність, водостійкість і калорійність брикету, є його щільність. Чим щільніше брикет, тим вище показники його якості. Чим нижче щільність брикетів, тим менше їх калорійність. Наприклад, при щільності брикету 650–750 кг/м<sup>3</sup> калорійність дорівнює 12–14 МДж/кг; при щільності 1200–1300 кг/м<sup>3</sup> калорійність становить 25–31 МДж/кг. Якість брикетів в значній мірі залежить від вологості вихідної суміші. Розрізняють оптимальну і критичну вологості. Оптимальна вологість – 4–10 %, при ній досягаються найкращі механічні характеристики брикетів. Однак, треба враховувати, що для деяких видів сировини верхньою межею вологості є 6–8 %. Критичною називається вологість, при якій можливе утворення брикетів, але в ньому з'являються тріщини, брикет не має товарного вигляду. Критична вологість знаходиться в межах 10–15 %. При більш високій вологості отриманий брикет «розірве» внутрішнім тиском вологи, що утворився при стисненні подрібненої маси.

Типова технологічна схема виробництва паливних брикетів з біомаси включає сім операцій (рис. 3).



**Рис. 3. Технологічні операції виробництва паливних брикетів**

Джерело: дані [115].

1. Приймання сировини. Приймання сировини проводиться на майданчику, розміри якого повинні давати можливість накопичувати як

<sup>115</sup> Дубровін В. О., Мироненко В. Г., Лободко М. М., Лут М. Т., Сарана В. В., Гудзенко М. М., Грищенко О. М., Захарків Г. С. Технологічне забезпечення та технічне оснащення виробництва і використання біопалива для виробничих потреб і обігріву приміщень в АПК [Рекомендації для агропромислових підприємств України]. Київ : Холтех, 2009. 32 с.

мінімум добовий запас біомаси для забезпечення її своєчасної і безперешкодної подачі для подальшої переробки. Необхідно врахувати, що якщо в якості вихідної сировини використовується солома, вона може бути упакована в прямокутні тюки або в рулони круглого перерізу, які вручну неможливо переміщувати. Для цього доцільно застосовувати вантажний візок. Отже, до складу устаткування ділянки може входити допоміжне обладнання для транспортування біомаси. Якщо брикетувальна лінія має невелику потужність і розташована неподалік джерела сировини, то сировина може доставлятися у вигляді соломи-січки або подрібнених стебел кукурудзи, тобто можна виключити етап тюкування агробіомаси і зекономити на цьому.

2. Подрібнення сировини. На стадії підготовки виконується подрібнення сировини до фракції, що відповідає вимогам певного брикетувального обладнання. Також необхідно забезпечити відсутність сторонніх включень у сировині (металеві домішки, каміння, пісок).

3. Калібрування сировини. Калібрування потрібне для відділення сировини з необхідним розміром фракційного складу. Для реалізації даної технологічної операції використовуються барабанні калібратори з отворами сит до 5–6 мм. Деякі виробники використовують подрібнювачі із ситами, що виконують функцію калібрування біомаси.

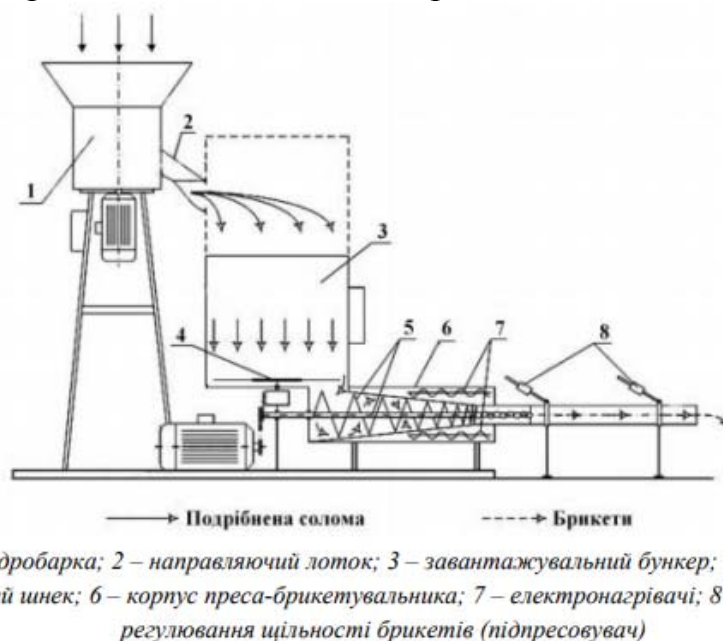
4. Сушіння подрібненої сировини. Подрібнена сировина по матеріалопроводу потрапляє в камеру сушильного агрегату. Відбір зайвої вологи здійснюється гарячим повітрям, виробленим теплогенератором, який може працювати як на самій біомасі, так і на природному газі. Зазвичай сировину необхідно висушити до вологості 8–14 %. Існують пресбрикетувальники з можливістю використання біомаси вологістю до 30 %, яка може бути досягнута при належному зберіганні біомаси, а тому відпадає необхідність в операції сушіння. Далі подрібнений і висушений матеріал по пневмотранспорту поступає в батарейний циклон, де відбувається його розділення із теплоносієм. Відпрацьований теплоносій викидається в атмосферу, а висушений матеріал подається на живильний пристрій пресбрикетувальника.

5. Пресування сировини у брикети. Формування з подрібненої рослинної маси міцного брикету забезпечується як фізико-механічними властивостями матеріалу, так і умовами протікання самого процесу брикетування. При цьому є певні вимоги до якості брикету, які необхідно виконати. Це, перш за все, щільність брикету ( $0,8\text{--}1,3\text{ т/м}^3$ ), його вологість, розміри (діаметр, довжина), а також правильність форми.

6. Охолодження. У процесі пресування сировина досягає температури більше  $70\text{ }^\circ\text{C}$ . Чим вище зусилля пресування, тим більша температура брикетів та краща їх якість. Охолодження необхідне для остаточного затвердіння готових брикетів, що робить їх придатними для зберігання і транспортування. У деяких пресів брикет після виходу із

формуєтворюючої насадки рухається по довгій направляючій, охолоджуючись при цьому.

7. Фасування. Надання виробленому продукту товарного вигляду – невід’ємна частина виробничого процесу. Тому на завершальному етапі підготовки брикетів до реалізації їх фасують у мішки або поліетиленові пакети та складають на піддони. Таким чином, при брикетуванні біомаси можуть використовуватися всі 7 технологічних операцій або в деяких лініях тільки 4 (рис. 3): приймання сировини, її подрібнення, пресування у брикети та фасування готової продукції. Деякі лінії брикетування не потребують попереднього подрібнення соломи до фракції менше 1 см і можуть без проблем пресувати соломку з частками довжиною до 3–5 см. Головною операцією у технологічному процесі виробництва паливних брикетів з біомаси є пресування. Ця операція найбільш енергоємна і формує якість кінцевої продукції. Для брикетування біомаси використовують прес-брикетувальники двох типів: з поршневым і шнековим робочим органом. Переваги поршневих пресів (ударно-механічних, гідравлічних): пресуючий робочий орган працює довго і не потребує проведення частих ремонтних робіт та обслуговування. Недоліки: періодичність робочого процесу, висока матеріаломісткість, великі габарити. Переваги шнекових пресів: безперервний робочий процес, низька матеріаломісткість, менша маса і шумність, простота обслуговування, можливість отримання продукту більш високої щільності (у порівнянні з поршневими пресами). Недоліки: зношення шнеку, необхідність прогріву перед запуском. Для виробництва паливних брикетів із соломи найчастіше застосовуються механічні шнекові преси, принцип роботи яких показаний на рис. 4.



**Рис. 4. Технологічна схема виробництва паливних брикетів із соломи**  
Джерело: дані [116].

<sup>116</sup> Дубровін В. О., Кухарець С. М., Поліщук В. М. та ін. Розробка ресурсоощадних технологій виробництва та використання твердого біопалива для теплопостачання виробничих та побутових приміщень агропромислового комплексу. Рекомендації для агропромислових підприємств України. Київ, 2014.

Солома насипом подається для подрібнення в роторну дробарку (1), звідки подрібнена речовина через направляючий лоток (2) потрапляє в завантажувальний бункер (3). Із бункера сировина за допомогою ворушильника (4) направляється в прес-брикетувальник б, де пресується за допомогою конічного шнека (5). Для полегшення брикетування солома нагрівається нагрівачем (7). Щільність брикетів на виході регулюється підпресовувачем (8) [115].

Важливою перевагою брикетів як палива є сталість температури при горінні протягом кількох годин. Брикети з біомаси можливо спалювати у побутових та невеликих твердопаливних котлах з ручним завантаженням (до ~100–150 кВт. Також на ринку представлені автоматизовані котли з бункером (до ~240 кВт), які пристосовані для використання брикетів із біомаси. Брикети меншої щільності (тобто «м'якші» за рахунок пресування вологішої сировини) можна використовувати у потужних котлах із шнековою подачею. Очікується, що шнек, виконаний з міцного металу, буде здатний розламувати такі брикети і забезпечувати їх безперебійну подачу в топку.



**Рис. 5. Загальний вигляд паливних брикетів**

Джерело: дані [114].

Отже, виробництво та використання паливних брикетів з біомаси є важливим елементом розвитку біоенергетики в Україні з огляду на ті економічні, екологічні та соціальні вигоди, які він може надати.

Переваги використання паливних брикетів з агробіомаси:

Відповідність вимогам котельного обладнання, кращі екологічні показники при спалюванні, зокрема по емісії CO<sub>2</sub> та твердих часток у порівнянні зі спалюванням дров.

Можливість застосування в існуючих пічках, побутових (15–30 кВт) та невеликих твердопаливних котлах з ручним завантаженням (до ~100–150 кВт). Брикети не потребують спеціалізованого обладнання на відміну від більш дорогих пелет (гранул) з біомаси.

Потенційна можливість використання брикетів з відносно низькою

щільністю («м'яких») в більш потужних котлах зі шнековою подачею (до ~1 МВт).

Наявність значної сировинної бази, особливо для брикетів з агробіомаси.

Відносно низька ціна. У брикетів ціна за одиницю енергії є порівняною з дровами, при набагато кращих паливних характеристиках.

Є більш зручними та економічними, ніж дрова, при транспортуванні та зберіганні. За рахунок більшої енергетичної щільності потребують менших витрат праці при ручному завантаженні в котел.

Можуть виступати в ролі більш дешевого замітника вугілля, особливо в тих регіонах, де вугілля є дорогим. Вартість одиниці енергії в брикетах з соломи/лушпиння соняшника може бути до 2 разів менше, ніж у вугіллі. Брикети виготовляються з доступної місцевої біомаси, яка являє собою відновлюване джерело енергії і є CO<sub>2</sub>-нейтральною.

Неймовірна тепловіддача. У порівнянні з дровами, які швидко згорають та часто забезпечують посереднє виділення тепла, час горіння і теплопродуктивність високо вуглецевих брикетів в 2,5 рази більші за перші.

Швидке загоряння. Оскільки в брикетах вкрай мало вологи, вони набагато краще розпалюються. Таким чином, швидкість опалення будинку за допомогою цього виду палива значно вище, ніж при використанні дров.

Мінімум золи. Після повного згоряння брикетів золи як мінімум в 18 разів менше ніж при згорянні дров.

## РОЗДІЛ 4

### ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ І ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ В ГАЛУЗІ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

#### 4.1. Вплив агротехнічних заходів вирощування на формування врожайності насіння проса прутоподібного

*Кулик М. І., Рожко І. І.*  
*Полтавська державна аграрна академія*

Розвиток та використання альтернативних та відновлювальних джерел енергії (вітрової і сонячної енергії, біопалива, тощо) є вагомим фактором для зміцнення енергетичної безпеки країн, що розвиваються та зменшення негативного техногенного впливу на навколишнє природне середовище. Важливість розвитку альтернативної енергетики є очевидною, адже вона відіграє вирішальну роль у зменшенні парникових викидів, зниженні негативного впливу на довкілля, підвищує безпеку енергопостачання, допомагає зменшити залежність від імпорту енергії. При цьому важливо мати уявлення про весь спектр відновлювальних джерел енергії, які можна використати в сучасному народному господарстві [117], з-поміж яких рослинна біомаса є найбільш вагомим чинником зменшення енергетичної залежності територіальних громад.

Біомаса в Україні займає лідируюче місце з-поміж інших видів джерел енергії, формуючи значну частку ринку відновлюваних джерел енергії, що в перспективі може забезпечити виробництво тепла, електроенергії з різних видів біопалив: твердого (гранули, брикети), рідкого (біоетанол, дизельне біопаливо) та газоподібного (біогаз) [118].

Біомаса багаторічних енергетичних культур є найбільш придатною сировиною для виробництва усіх видів біопалива і є основою для отримання дешевої енергії в багатьох країнах світу. Енергетичні культури – це рослини, що характеризуються багаторічним циклом життя, здатні накопичувати значну кількість фітомаси за рахунок інтенсивного росту і розвитку, що відбувається впродовж тривалого періоду – від ранньої весни до пізньої осені [119] (рис. 1).

---

<sup>117</sup> Elbersen W., Kulyk M. at all. Switchgrass Ukraine: overview of switchgrass research and guidelines. Wageningen UR Food & Biobased Research. 2013. 26 p.

<sup>118</sup> Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Інформаційно-аналітичний бюлетень «Відомості Міністерства палива та енергетики України». Спеціальний випуск. Київ, 2006. 113 с.

<sup>119</sup> Кулик М. І., Рожко І. І., Тулиця А. М. Агроекологічні особливості використання рослинної сировини для виробництва біопалива : зб. наук. праць Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. : Хімія, екологія та освіта. Полтава, 2017. С. 187–191.



Міскантус гігантський



Верба енергетична



Просо прутоподібне

### Рис. 1. Енергетичні культури

Джерело: дані [120].

З-поміж енергетичних культур, найбільш поширеними на території України, вивченими за ботаніко-біологічними особливостями та елементами технології вирощування є представники родини тонконогових: просо прутоподібне, міскантус гігантський та Вербових – верба прутovidна [121].

Просо прутоподібне (*Panicum virgatum* L.) – багаторічна трав'яниста рослина з родини тонконогових (*Poaceae*) роду просових. Рід *Panicum* містить більш ніж 450 різних видів, що різняться за морфологічними ознаками генеративних органів та мають п'ять різних базових хромосомних чисел (від 8 до 15) [122].

За морфологічною будовою рослина проса прутоподібного складається з: мичкуватої кореневої системи, стебла, листків, суцвіття (рис. 2), в якому у колосках формується плід – зернівка.

Рослини проса прутоподібного за висотою варіюють від 100–150 до 210–250 см. Число продуктивних пагонів на рослині становить від 12–14 до 30–35 шт. Рослини залежно від форми бувають прямі і напіврозлогі. Число метamerів на стеблі становить від 3 до 7, а у окремих форм – до 9. Діаметр у основі стебла в середньому становить 4–6 мм, але зустрічаються форми з тонкими і товстими стеблами. Листкова пластинка досягає довжини 50–60 см, у деяких форм може бути значно довшою; а ширина її в середньому становить 11–14 мм [123].

<sup>120</sup> Кулик М. І. Енергетичні культури: альбом. Полтава : Астроя. 2017. 38 с.

<sup>121</sup> Christian D. G., Elbersen H. W. Switchgrass (*Panicum virgatum* L.). In: N. El Bassam. Energy plant species. Their use and impact on environment and development. London: James and James publishers, 1998: 257–263.

<sup>122</sup> Christian D. G., Elbersen H. W. Switchgrass (*Panicum virgatum* L.). In: N. El Bassam. Energy plant species. Their use and impact on environment and development. London: James and James publishers, 1998: 257–263.

<sup>123</sup> Курило В. Л., Рахметов Д. Б., Кулик М. І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Вип. 1 (88), 2018. С. 11–17.



А



Б

**Рис. 2. Просо прутоподібне (*Panicum virgatum*):**

А – загальний вигляд рослини, Б – коренева система

Джерело: дані [124].

За вивчення морфологічної будови генеративної частини рослин проса прутоподібного було встановлено, що суцвіття у проса прутоподібного – волоть, здебільшого розлогої форми. Волоть складається з основної осі, що розгалужується на гілочки першого, другого та наступного порядків. На кінцях гілочок розміщуються колоски (рис. 2), в яких формується насіння (рис. 3).



4

**Рис. 3. Будова суцвіття проса прутоподібного:**

1 – центральна вісь,

2 – гілочки першого порядку,

3 – гілочки другого порядків,

4 – колоски.

<sup>124</sup> Рахметов Д. Б., Вергун О. М., Рахметова С. О. *Panicum virgatum* L. – перспективний інтродуцент у Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НААНУ. *Інтродукція рослин*. 2014. Вип. 3 (63). С. 4–12.

У більшості генотипів проса прутоподібного формується розлога волоть з відхиленням гілочок від центральної осі на 45° з супротивно-почерговим галуженням; кожен сорт відрізняється від іншого за елементами структури волоті та кількістю квіток у ній, з яких після запилення та запліднення розвивається плід [125].

Плід у проса прутоподібного – однонасінна дрібна зернівка, яка складається із зародку, щитка, ендосперму і двох оболонок: внутрішньої насінної та зовнішньої – плодової (рис. 4).

Просо прутоподібне має дрібне насіння з гладкою поверхнею та високий рівень стану спокою, особливо відразу після збирання. Вага насіння залежить від умов навколишнього середовища та сортових властивостей і змінюється в межах 1,0–2,0 г на 1000 насінин. Відповідно до крупності, насіння проса прутоподібного поділяють на: крупне – маса 1000 насінин  $\geq 1,8$  г, середнє – маса 1000 насінин 1,5–1,8 г, дрібне – маса 1000 насінин  $\leq 1,5$  г [126].



**Рис. 4. Зернівка проса прутоподібного:**  
зліва – збільшено, справа – загальний вигляд.

Просо багаторічне проходить повний цикл розвитку (від насіння до насіння) протягом першого вегетаційного періоду. Завершує інтенсивну вегетацію в III декаді серпня-кінці жовтня залежно від генотипу. Після перезимівлі, рано навесні (II декада квітня) починається інтенсивне відростання рослин. Фаза виходу в трубку настає з 2-ї декади липня. Цвітіння проходить з 3-ї декади липня до 1-ої декади серпня. Достигання припадає на кінець вересня – середину жовтня. Вегетаційний період становить 175–185 діб. Тривалість життя проса прутоподібного до 10–15 років на одному місці [127].

Урожайність надземної фітомаси рослин проса прутоподібного в період появи волоті становить 42–64 т/га, в період цвітіння – 42,7–70,2 т/га; сухої маси – 10–15 т/га; насіння – 500–600 (іноді до 1000) кг/га.

<sup>125</sup> Кулик М. І., Рожко І. І. Закономірності формування урожайності насіння проса прутоподібного в умовах Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. Вип. 4 (91). С. 85–99.

<sup>126</sup> Кулик М. І., Рожко І. І. Урожайні властивості та посівні якості насіння проса прутоподібного залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. Вип. 2 (89). С. 78–84.

<sup>127</sup> Кулик М. І. Динаміка відростання пагонів проса лозоподібного після відновлення весняної вегетації : тези Міжнар. наук.-практ. конф.: Роль часу відновлення весняної вегетації в житті зимуючих рослин, 14 січня 2014 р. Полтава : ФОП Корзун, 2014. С. 103–106.

Енергопродуктивність рослин – 40–60 (до 80) Гкал/га [128].

Особливості онтоморфогенезу рослин проса прутоподібного досліджено протягом першого та наступних років життя за багаторічний період. Протягом вегетаційного періоду просо прутоподібне проходить певні періоди, що пов'язано зі змінами кількісних і якісних характеристик рослин. Тому ми рекомендуємо фіксувати дати настання наступних фаз росту і розвитку після сівби – від сходів до закінчення вегетації рослин. Період сівба – сходи у проса прутоподібного досить подовжений (може тривати до 30 діб), що пов'язано як з будовою насінних оболонки, так і потребою у необхідній кількості вологи для прискорення біохімічних перетворень в ендоспермі насінини [129].

У період утворення третього справжнього листка вторинні (другого порядку) корені проса прутоподібного відходять від стеблового вузла за умови наявності вологи протягом декількох діб.

Наступні етапи росту і розвитку рослин проса прутоподібного – це настання фаз куціння та виходу в трубку, під час проходження яких відмічено значний приріст рослин у висоту.

На початку червня рослини розвиваються до фази куціння і формують травостій висотою 50–70 см.

Інтенсивний ріст рослин триває до першої декади серпня, коли вони розвиваються до фази цвітіння та досягають висоти 140–160 см.

Найінтенсивніший ріст рослин проса прутоподібного відбувається у літній період протягом фази цвітіння і досягає близько 75 % усієї біомаси рослини. До початку досягання насіння уповільнюються ростові параметри рослин. Фаза досягання насіння у різних форм проса прутоподібного настає у різні строки і залежить від температурного режиму.

Після завершення фази цвітіння стебла дерев'яніють та старіють, оскільки у рослини настає період плодоношення-досягання насіння.

Залежно від формових та сортових особливостей рослини ранніх форм завершують інтенсивну вегетацію у III декаді серпня, середніх форм – до кінця вересня, пізніх форм – до кінця жовтня [130].

В окремі роки рослини пізніх і дуже пізніх форм взагалі лишаються зеленими до сильних приморозків (–5...–7 С). Для рослин різних форм та сортів проса прутоподібного характерне різнокольорове осіннє забарвлення надземної маси, що свідчить про закінчення вегетації рослин і дозрівання насіння [131].

В умовах України цикл росту та розвитку рослин проса

---

<sup>128</sup> Кулик М. І. Енергетичні культури: навчальний посібник. Полтава : Астроя, 2016. 154 с.

<sup>129</sup> Кулик М., Іщенко Т., Недаєв І. Посівні якості насіння проса лозоподібного залежно від сорту. Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва: матеріали Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., 16–17 жовтня 2014 р. Тернопіль : Крок, 2014. С. 47–49.

<sup>130</sup> Науковий твір: Ботаніко-біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур, автори: М. І. Кулик, І. І. Рожко, М. А. Галицька (Свідчення про реєстрацію авторського права на твір № 76724 від 8.02.2018 р.).

<sup>131</sup> Кулик М. Однажды посеяв, многократно соберем. *Зерно*. 2014. № 3. С. 99–102.

прутоподібного завершується в жовтні–листопаді, до настання стійкого похолодання. У період завершення вегетації відбувається відтік запасних речовин з листків та стебел до вузла кущення і кореневищ, де вони зберігаються до наступного циклу росту. Відновлення весняної вегетації рослин проса прутоподібного – початок наступного етапу у великому життєвому циклі культури, після чого фази росту і розвитку повторюються протягом багатьох років до закінчення вегетаційного періоду. Таким чином, просо прутоподібне може належати до злакових трав з дуже тривалим продуктивним довголіттям (до 10–15, та понад 20 років) [132].

В умовах зарубіжжя встановлено, що насіннева продуктивність проса прутоподібного знаходиться в межах 220–560 кг/га, а в окремих випадках може досягати 1000 кг/га. Доведено, що високий рівень спокою насіння можна зменшити, зберігаючи його за кімнатної температури терміном до чотирьох років, хоча це може призвести до зменшення дружності сходів [133].

У публікаціях вітчизняних науковців експериментальним шляхом встановлено, що в умовах Полтавської області просо прутоподібне сортів Санбурст і Кейв-ін-рок другого року вегетації формує насінневу продуктивність, відповідно, за сортами 597 і 373 кг/га [134].

Авторами публікації встановлено особливості формування насінневої продуктивності рицини та проса прутоподібного залежно від погодних умов вирощування та біометричних показників генеративної частини рослин. Встановлено, що високі біометричні показники проса прутоподібного (висота рослин, довжина волоті, їх кількість, маса насіння з рослини та його крупність) отримано у більш зволжених роках з ГТК > 1,0. Високий урожай насіння проса прутоподібного формується під впливом довжини і кількості волотей на рослинах за умов зволоження, близьких до оптимальних. За посушливих умов – зростає вплив довжини волоті, середній вплив має маса 1000 насінин, що обумовлюють насінневу продуктивність проса прутоподібного. Найбільшу врожайність насіння проса прутоподібного отримали у 2014 році (0,93 т/га), в межах НІР05 – у 2015 році (0,86 т/га) із істотним зменшенням даного показника у 2012 році – на 0,39 т/га, у 2013 році – на 0,29 т/га, та у 2016 році – на 0,17 т/га [135].

Поряд з цим, встановлено, що формування урожайності

---

<sup>132</sup> Кулик М. І. Менеджмент вирощування енергетичних культур для виробництва біопалива: науково-практичні рекомендації. Полтава : Полтавська ДАА, 2015. 24 с.

<sup>133</sup> Moser L. E. and K. P. Vogel. 1995. Switchgrass, Big Bluestem, and Indiangrass. In: An introduction to grassland agriculture. R. F. Barnes, D. A. Miller and C. J. Nelson (eds.): Iowa University Press. P. 409–420.

<sup>134</sup> Мороз О. В., Смірних В. М., Курило В. Л. [та ін.] Світчграсс як нова фітоенергетична культура. *Цукрові буряки*. Вип. № 3 (81), 2011. С. 12–14.

<sup>135</sup> Kulyk M., Shokalo N. Impact of plant biometric characteristics on seed productivity of castor-oil plant and switchgrass depending upon weather conditions of the vegetation period in the forest-steppe of Ukraine : Relevant issues of development and modernization of the modern science: the experience of countries of Eastern Europe and prospects of Ukraine : monograph ; edited by authors. Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 2018. P. 182–204.

енергетичних культур залежить і від морфо метричних показників біопаливної частини рослин [136].

У зв'язку з тим, що просо прутоподібне вже інтродуковане в Україні і на даний час вивчається як сировина для виробництва біопалива, то дослідження з оптимізації умов росту і розвитку рослин для забезпечення насінневої продуктивності культури є актуальним питанням сьогодення. Беручи до уваги необхідність забезпечення аграрного сектору насіннєвим матеріалом енергетичних культур, нами була здійснена спроба вирішити важливу проблему збільшення врожайності насіння проса прутоподібного за удосконалення елементів технології вирощування культури.

Метою дослідження є встановлення впливу умов вирощування на елементи продуктивності та врожайність насіння проса прутоподібного. Завдання досліджень передбачали визначення особливостей формування кількісних показників рослин залежно від елементів технології вирощування, з урахуванням погодних умов та їхнього впливу на врожайність насіння проса прутоподібного.

За проведення досліджень застосовувались як загальнонаукові методи (діалектики, експерименту, аналізу і синтезу, метод гіпотез, моделювання), так і спеціальні, з-поміж них: *польовий* – вивчення взаємодії предмету з об'єктом досліджень; *підрахунково-ваговий* – встановлення параметрів показників елементів структури врожаю і визначення врожайності; *фізичний* – оцінка посівних якостей насінного матеріалу проса прутоподібного; *розрахунково-порівняльний* – оцінка економічної і енергетичної ефективності; *методи математичної статистики*: дисперсійний, кореляційний, регресивний аналізи та графічне відображення отриманих даних по дослідях.

Польові досліді закладались і виконувались з урахуванням усіх вимог методики дослідної справи за Б. А. Доспеховим (1985) [137], та з урахуванням методичних рекомендацій [138] та методик [139].

Дослід з вивчення впливу ширини міжряддя та застосування азотного підживлення навесні на врожайність проса прутоподібного.

Перелік досліджуваних чинників: фактор А – роки дослідження (2010–2016 рр.); фактор Б – ширина міжряддя: варіант 1 – 30 см, варіант 2 – 45 см, варіант 3 – 60 см, варіант 4 – 75 см; фактор В – дози азотного підживлення рослин навесні: варіант 1 – N0 (контроль), варіант 2 – N45.

---

<sup>136</sup> Кулик М. І., Штена А. О. Вивчення енергетичних культур за морфометричними показниками біопаливної частини рослин та врожайністю біомаси. Сучасний рух науки : тези доп. VI міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 4–5 квітня 2019 р. Дніпро, 2019. С. 602–605.

<sup>137</sup> Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1985. 336 с.

<sup>138</sup> Методичні рекомендації з проведення основного та передпосівного обробітків ґрунту і сівби проса лозовидного / В. Л. Курило, М. Я. Гументик, Г. С. Гончарук, В. М. Смірних, А. М. Горобець, В. В. Каськів, О. В. Максименко, С. М. Мандровська. Київ : ІБКіЦБ, 2012. 28 с.

<sup>139</sup> Кулик М. І., Рахметов Д. Б., Курило В. Л. Методика проведення польових та лабораторних досліджень з просом прутоподібним (*Panicum virgatum L.*). Полтава : РВВ ПДАА, 2017. 24 с.

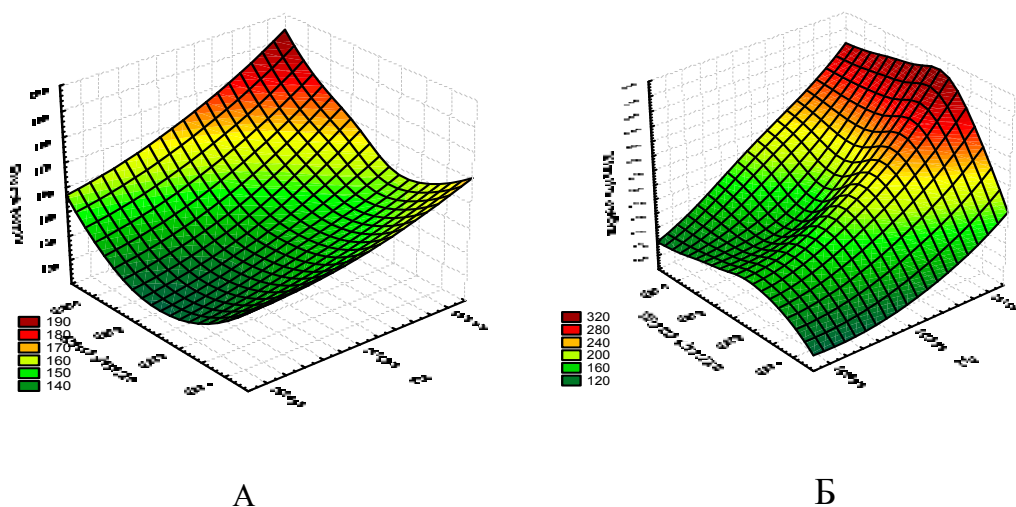
Залежно від погодних умов року та елементів технології вирощування кількісні показники рослин проса прутоподібного розпочинаючи з третього року вегетації культури характеризувалися значним варіюванням: в умовах 2014 року висота рослин варіювала від 140,1 до 149,8 см, у 2015 році – від 148,0 до 161,5 см, у 2016 році – від 152,0 до 180,0 см.

Незалежно від умов року дослідження більшу висоту, порівняно із контрольними варіантами, рослини проса прутоподібного забезпечували на варіантах із підживленням та збільшенні ширини міжряддя. За роки дослідження чітко простежується кореляційна залежність: із збільшенням ширини міжряддя (від 30 до 75 см), на фоні застосування весняного підживлення – зростає висота рослин проса прутоподібного. Це свідчить про те, що при збільшенні площі живлення рослин за їх вирощування на ширших міжряддях буде зростати висота стеблостою культури, та навпаки.

Густота стеблостою проса прутоподібного за роки проведення експерименту мала чітку тенденцію до зростання – від 124,0 у 2014 році до 313,0 шт./м.п. у 2016 році. В умовах 2014 року кількість стебел проса прутоподібного змінювалась у межах – від 124,0 до 156,0 шт./м.п., у 2015 році – від 146,0 до 213,0 шт./м.п., у 2016 році – від 215,0 до 313,0 шт./м.п.

За роки дослідження найбільшу кількість стебел просо прутоподібне забезпечило при вирощуванні рослин на міжрядді 45 см та проведення весняного підживлення посівів: у 2014 році на рівні 156,0 шт./м.п., у 2015 році – 213,0 шт./м.п., у 2016 році – 313,0 шт./м.п.

Залежність між шириною міжряддя і роком дослідження, висотою та густотою стеблостою проса прутоподібного за 2014–2016 рр. наведено на рис. 5.

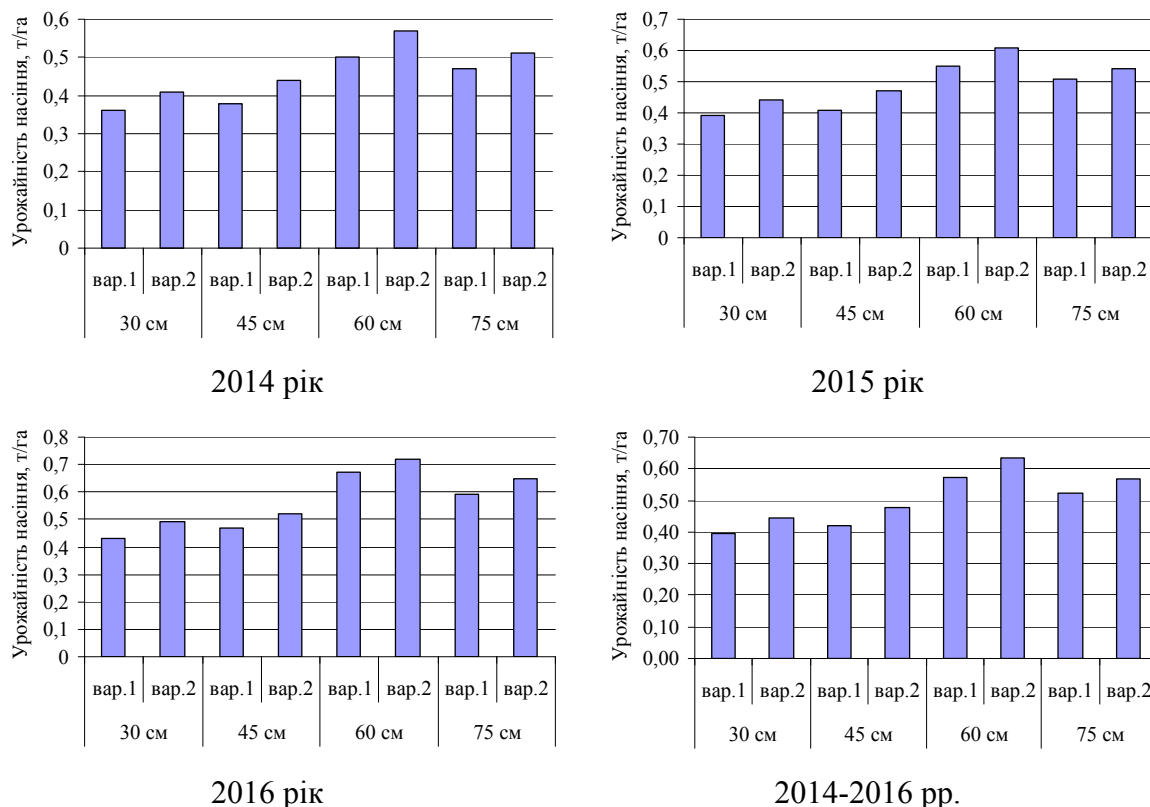


**Рис. 5. Залежність між висотою (А) та густотою стеблостою (Б) проса прутоподібного та шириною міжряддя і роком дослідження, 2014–2016 рр.**

Джерело: авторська розробка.

За встановлення зв'язку між висотою рослин та кількістю стебел проса прутоподібного визначено, що ці показники взаємозалежні ( $r=0,74$ ), тобто із збільшенням висоти рослин буде збільшуватись кількість стебел, та навпаки ( $d=0,55$ ).

Порівнюючи отримані результати за усі роки проведення дослідження можна стверджувати, що вищими рослини проса прутоподібного були на варіантах із проведенням підживлення та за ширини міжряддя 60–75 см. Кількість стебел проса прутоподібного була більшою за вирощування його при ширині міжряддя 45 см та проведення весняного підживлення рослин (рис. 6).

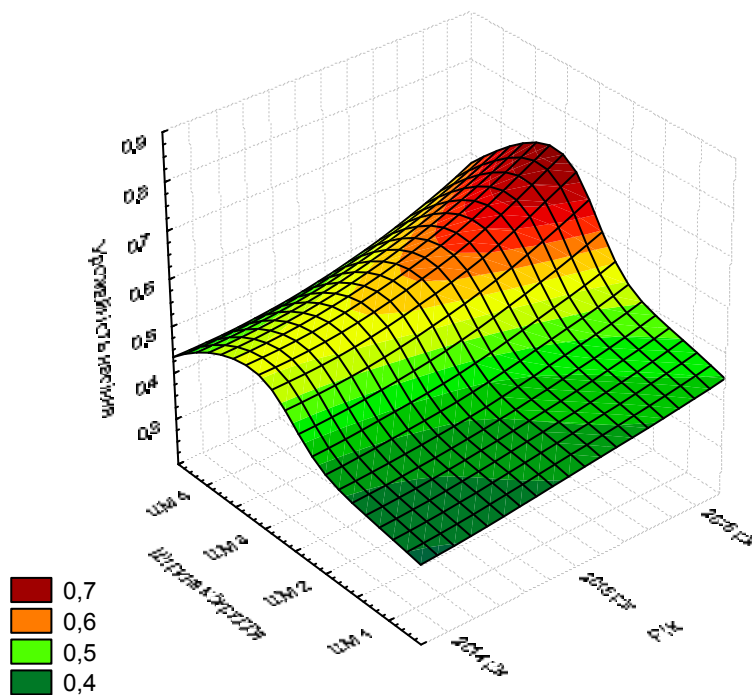


**Рис. 6. Урожайність насіння (т/га) проса прутоподібного третього-п'ятого років вегетації залежно від елементів технології вирощування, 2014–2016 рр.**

Джерело: авторська розробка.

Найбільший вплив на урожайність насіння проса прутоподібного має застосування підживлення за вирощуванні рослин при ширині міжряддя 60 см. Як збільшення, так і зменшення ширини міжряддя призводить до зниження насінневого врожаю культури (рис. 7).

Поряд з цим, визначено, що кількісні показники рослин (висота і густота стеблостою) мають середній кореляційний зв'язок з урожайністю насіння проса прутоподібного. За результатами кореляційно-регресійного аналізу визначено, що урожайність насіння проса прутоподібного залежить від висоти рослин за коефіцієнта кореляції  $r=0,51$ , та від кількості стебел за коефіцієнта кореляції  $r=0,48$ .



**Рис. 7. Залежність між шириною міжряддя і роком дослідження та врожайністю насіння проса прутоподібного, 2014–2016 рр.**

Джерело: авторська розробка.

За встановлення зв'язку між погодними умовами вирощування періоду формування насіння (середньодобова температура повітря та кількість опадів) та врожайністю насіння проса прутоподібного встановлено множинну залежність. Згідно якої визначено, що найбільший вплив на формування насінневої продуктивності культури за роки дослідження має середньомісячна кількість опадів 20–80 мм та середньодобова температура повітря – більше 22 °С.

*Висновки.* В умовах Лісостепу України рослини проса прутоподібного здатні формувати потужну фітомасу та забезпечувати насінневу продуктивність. Встановлено, що поряд з погодними умовами, найбільший вплив на врожайність насіння проса прутоподібного (0,57 до 0,72 т/га) має застосування підживлення  $N_{45}$  за вирощуванні рослин при ширині міжряддя 60 см. Як збільшення, так і зменшення ширини міжряддя призводить до зниження рівня насінневого врожаю культури. Урожайність насіння проса прутоподібного на 26 % залежить від висоти рослин за коефіцієнта кореляції  $r=0,51$ , та на 23 % – від кількості стебел за коефіцієнта кореляції  $r=0,48$ .

## 4.2. Глобальні кліматичні зміни та заходи щодо зменшення їх негативного впливу на аграрну сферу

*Опара М. М., Опара Н. М.  
Полтавської державної аграрної академії*

Останніми десятиріччями все частіше в засобах масової інформації з'являються повідомлення, які хвилюють не лише аграріїв, що забезпечують продовольчу безпеку, а й більшість жителів планети. Це, тепер уже реально – кліматичні зміни.

Не без хвилювання читаю в одному з видань публікацію: «Земля против человечества» про природні катаклізми, що відбулися на планеті в минулому 2018 р. А розпочинається вона так: «Люди, судя по всему, своим бездумным и потребительским отношением к природе окончательно нарушили естественный баланс. Складывается такое впечатление, что сама планета устала от нашего насилия и принимает меры для того, чтобы поскорее избавиться от назойливого и надоевшего ей человечества: предыдущий год просто изобиловал катастрофами и катаклизмами. По оценках экспертов, не было ни одного спокойного месяца!».

Аномальні спека і холод, небувалі снігопади, сильні зливи, тайфуни, виверження вулканів, смерчі, сильні пожежі призвели до загибелі тисяч людей, завдали мільярдних збитків.

Природні катаклізми відбуваються в два рази частіше, ніж в ХХ столітті. Метеорологи в тривозі: так часто природа ще не гнівалась за всю історію сучасного людства.

Дослідники із Австралії зібрали обширну статистику по 412 районах планети, що охоплює період з 1985 по 2015 р., проаналізували і опублікували наступний вердикт: якщо не прийняти ніяких дій, то до 2080 р. смертність в день від аномальної спеки збільшиться вп'ятеро.

Американські вчені, що займаються океанічними і атмосферними дослідженнями, вияснили, що атлантичні урагани з кожним роком стають сильнішими – за кожні десять років їх швидкість зростає на сім кілометрів. Учені стверджують, що нарощування вітрами руйнівної сили відбувається в результаті згубної діяльності людини. І якщо ми не переглянемо свого відношення до природи, планета може позбутися від нас.

Думаю і знаю, що зустрінуться люди, які, читаючи ці рядки, скажуть, що це нагнітання ситуації навколо цього питання.

Але науковці доводять, що кліматичні зміни є науково-підтвердженим фактом і наслідки їх стосуються кожного з нас.

За даними синоптиків, кліматичні зони поступово зміщаються на північ, що при підвищенні температури на 1 °С це зміщення складає 100 км. А якщо врахувати те, що середньорічна температура зросла на 2 °С, то зона Степу змістилася на північ на 200 км.

Начальник відділу агрометеорології Укргідрометцентру, кліматолог Тетяна Адаменко підкреслює, що 30 років тому на Херсонщині посушливих днів було 30–40, а нині – 60–70. На Львівщині температура +30 °С колись була дивним явищем, а нині таких днів – 10–20 протягом літа. Це досить значні підвищення, через які починаються незворотні зміни клімату.

Практично зникає зона Полісся – зона достатньої кількості опадів й недосить високих температур. Зараз ця зона поспішає швидше на південь.

Такі умови значно погіршують вирощування характерних для зон України сільськогосподарських культур.

Уже сьогодні тривалість вегетаційного періоду року з мінімальним значенням температури 10 °С зросла на Україні за останні 30 років на 16 діб.

Академік НААН України Олександр Іващенко пише: «Тридцять років тому аграрії Волині не вирощували такі теплолюбиві культури, як кукурудза на зерно, соя, соняшник. Не тому, що не мали бажання. Причина більш прозаїчна: в умовах клімату минулих часів посіви названих культур просто не визрівали. Сьогодні ж – успішно дозрівають. Це не лише результат роботи селекціонерів, а й наслідки реальних змін клімату».

Відомості про нестабільність погоди сягають в давнину. Так, про погоду на Полтавщині є дані про екстремальні погодні умови – винятково холодні або теплі зими, посухи. Наприклад, у 1144, 1373 та ряді інших років відмічались надзвичайно суворі зими, а в 1860 р. практично зими не було.

У 1718 р. 8 травня був сильний мороз, сніг тримався три дні, а 23 серпня мороз пошкодив пізні культури. У 1740 р. зима була з 14 вересня попереднього року до Великодня наступного, тоді вимерзли фруктові дерева. У 1684 р. відмічено надзвичайно низький рівень води в Дніпрі, через річку переїжджали на возах, навіть переганяли овець. А найбільша повінь на Дніпрі була відмічена у 1934 р.

Одним із найважливіших елементів погоди є опади, від них залежать режим поверхневих і ґрунтових вод, стан рослинного і тваринного світу. Найбільше опадів випадає у червні і липні (65–66 мм), найменше (24 мм) у лютому. Середня багаторічна сума опадів у Полтаві 485 мм. Найбільше їх випало у 1913 р. – 837 мм, найменше у 1934 р. – 221 мм. Більше опадів випадає у північно-західних і північних районах області – 550 мм, значно менше у південних – 480 мм.

Протягом року опади розподіляються нерівномірно. Середня кількість їх за квітень–червень – 144 мм, за квітень–серпень – 262 мм, за вересень–жовтень – 144 мм. Щомісячно буває 10–12 днів з опадами. Дощі більше 10 мм за добу випадають переважно у вигляді злив. Найбільша злива – 178 мм за добу відмічена у серпні 1913 р. Зливи такої сили бувають рідко.

Значна частина дощів влітку випадає локально, але нерідко бувають

облогові дощі, що охоплюють велику територію.

Бездошові періоди є основною причиною посушливих явищ, які приносять значну шкоду культурним рослинам. Виключно довгий бездошовий період у Полтаві відмічено у 1934 р. Він продовжувався 115 днів – з 11 березня до 3 липня. Бездошові періоди супроводжуються повітряною та ґрунтовою посухою та суховієм. Посухи спостерігалися майже щорічно, але особливо згубними вони були в 1891, 1901, 1921, 1946, 1957, 1972 рр.

Назване вище – це вже історія. Ситуація, що складається нині, маловтішна і викликає серйозне занепокоєння.

Начальник відділу агрометеорології Укргідрометцентру Тетяна Адаменко зазначає, що Україна через своє географічне положення є досить чутливою до змін клімату. За останні 28 років середньорічна температура в Україні зросла майже на 2 °С. За стандартом вона мала бути 7,8 °С, а нині 9,5 °С. Значно зросла кількість днів із надзвичайно високими температурами, коли в день вони перевищують 30–35 °С.

Від незвичної для України погоди страждають, здавалося б стійкі до посухи та спеки кукурудза та соняшник, а традиційні для нас пшениця і, особливо ячмінь, дають не завжди добрі врожаї.

Збільшується кількість аномальних явищ. Межею безпечного землеробства вважають 700 мм річних опадів. Все, що менше, – несприятливі умови. В Україні, нажаль, середня кількість опадів – 568 мм на рік, тобто щороку нам не вистачає 130 мм. В зв'язку з тим, що температура підвищується, а опадів зменшується, то волога й випаровується швидше.

Крім того, в останні роки дощі випадають істотно рідше й часто мають зливовий характер. Кількість води, що надходить за короткий період, не може бути поглинута орним шаром ґрунту. Часто вода зливових дощів від 15 до 80 % збігає з полів, а на глибині 10–15 см ґрунт сухий.

Великі інтервали між дощами від 30 до 90 днів стають сьогодні гострою проблемою для посівів сільськогосподарських культур в забезпеченні їх фізіологічних потреб.

Відносно озимих зернових Тетяна Адаменко констатує: «Раніше зернові могли вимерзати, випривати тощо. Втрати озимих від холодних зим сягали 25–30 %. Нині ж таке рідко трапляється, востаннє у 2012 р. у південних областях. Зими стали м'якшими, а сама зима, як така, стала коротшою на місяць, то ж втрати озимих суттєво зменшилися або ж їх немає взагалі. Крім того, весняно-польові роботи починаються раніше, рослини розвиваються також раніше, і зрештою отримують більше тепла для росту та врожаю. За 10–15 років богарне сільське господарство, особливо на півдні країни, стане дуже ризикованим або й взагалі неможливим! Такі області як Херсонська, Запорізька, більша частина Одеської будуть потерпати від щорічних посух. Навіть минулого сезону

в квітні-травні майже не було дощів, посіви озимої пшениці врятувала лише волога, яка залишилася після танення снігів у березні. Інакше нормального врожаю пшениці не було б».

Попри рекордні врожаї зернових, Україна за останні п'ять років все частіше стикається з такими негараздами як посуха, затяжні періоди спеки, град чи то опади в період жнив. Але найголовніша загроза для сільського господарства – посухи.

Як повідомила начальник відділу гідрометзабезпечення Полтавського Центру з гідрометеорології Олена Панченко, загальною тенденцією змін кліматоутворюючих факторів на Полтавщині є підвищення середньорічної температури повітря. Так, за період з 1961 по 1990 рр. вона збільшилась на 0,5 градусів, з 1991 по 2010 рр. – на 0,7 градусів. Тобто зростання температури за останні роки прискорилось більш, ніж вдвічі.

Швидке зростання температури повітря відбувається в зимовий період та в березні-квітні. На фоні значного потепління зимових місяців особливо небезпечним залишаються різкі хвилі холоду, як це відмічалось в 2006, 2010, 2012 рр.

Спостерігалися небувало спекотні періоди в липні місяці в 1999, 2007, 2010, 2012 рр.

Виражена тенденція малосніжних зим з нестійким сніговим покривом. Сталий період середньодобових температур повітря через нуль градусів змістився на більш ранні строки більш, ніж на декаду і відбувається в середині першої декади березня.

Переходи через 5 та 10 градусів також настають майже на п'ятиденку раніше – через 5 градусів в останні дні березня, а 10 градусів – з середини квітня.

За останні 10 років середньомісячна температура по території області збільшилася від 8,4 градусів до 9,6 градуса або перевищення склало 1,2 градусів.

Стало більше конвективних явищ таких як шквали, сильні зливи, град, які наносять значні збитки на невеликих територіях. Уже цього року 11 і 22 березня відмічені активні грози, в квітні місцями пройшов значний град з посиленням вітру. Викликає занепокоєння виникнення в окремих районах такого небезпечного явища як смерч, яке раніше на Полтавщині не зустрічалось.

Уже нинішнього року в кінці квітня в окремих областях нашої держави пройшли сильні зливи з градом, буревії, що призвели до значних матеріальних втрат.

В останні роки простежується негативна тенденція значного недобору опадів в квітні. Квітневі опади за період 2004–2012 рр. не перевищували 15–20 мм, складаючи передумови засушливості вже в кінці квітня та в травні. В середньому простежується дефіцит опадів

протягом квітня-травня. І, навпаки, останні роки характеризуються сильними зливами в червні-липні, що призводить до стікання зерна колосових культур (2004, 2005, 2018 рр.) та ускладнення умов збирання врожаю, почастишала посушливість в серпні, коли кількість опадів складає лише 10–25 мм. Практично відсутні облогові дощі, що охоплюють значну територію.

Негативним явищем є посилення посушливості клімату. Суховії на Полтавщині спостерігаються майже кожного року, але в окремі роки завдають значної шкоди. У травні середня кількість суховіїв – чотири дні. Вони пересушують верхні шари ґрунту і при тривалій дії можуть знищити сходи ярих культур. У червні суховії найбільш шкідливі для зернових. Кількість днів з суховіями 1–3, інколи бувають вони 5–8 днів підряд. В липні і серпні кількість суховіїв збільшується, але вони відрізняються високими температурами і рідше супроводжуються сильним вітром.

Збільшилась кількість днів з вологістю 30 % та нижче. Так, в Миргородському, Лубенському районах таких днів було в 2016 р. – 10, в 2017 р. – 45, в 2018 р. – 46, а в південних районах (Кобеляцькому, Козельщинському) ще більше – 13, 61, 64 по роках відповідно.

Відмічено, що в квітні, коли виконуються основні польові роботи, як правило, панівними вітрами є холодні східні або північно-східні, які не приносять ефективних опадів. Відносна вологість повітря нижча 45–50 %, а часто опускається до рівня 25–40 %, що призводить до висушування ґрунту.

Внаслідок високих температур повітря та ґрунту в теплий період року, низької вологості повітря випаровується багато вологи. Ґрунти втрачають структуру, а з нею і здатність нагромаджувати вологу та зберігати її, протистояти інтенсивному випаровуванню.

Як бути в цій ситуації, яким чином протистояти таким змінам?

Перш за все, необхідно звернути увагу на вчення відомого знавця ґрунтової вологи О. О. Ізмаїльського, який, порівнюючи умови зволоження цілинного степу і степу уже минулого століття, писав: «...чим сильніша і розкішніша степова рослинність, тим більше ґрунт пристосований для затримання і збирання вологи атмосферних опадів. Людина ж, користуючись цим степом для своїх господарських потреб, всіма своїми культурними прийомами поступово приводила в такий стан, який нічого з попереднім не має. Вона позбавила його гігантської рослинності і знищила товсту повсту з відмерлих рослинних решток, яка, як губка, всмоктувала воду і чудово захищала ґрунт від висушуючої дії палючих сонячних променів і неймовірної сили вітрів... Степ втратив здатність затримувати на своїй поверхні сніг, який тепер легко зносився з нього найменшими вітрами, залишаючи поверхню землі позбавленою снігового покриву, внаслідок чого навесні ґрунт висихав часто раніше, ніж встигав відтанути на повну глибину.

Весняні струмки на ґрунті, бідно прикритому рослинністю і не захищеному губчатим шаром, перетворились у бурхливі потоки, які вільно риють степ і щорічно збільшують сітку осушуючих каналів.

Літні зливи виявляли ще більшу руйнівну дію на поверхні такого степу. Волога цих дощів майже не проникала в ґрунт, бурхливо стікаючи з його поверхні і лише збільшуючи розміри ярів і викликаючи утворення нових... Якщо ми будемо продовжувати так безтурботно дивитись на прогресуючі зміни поверхні наших степів, а в зв'язку з цим і на прогресивне висушування степового ґрунту, то навряд чи можна сумніватися в тому, що порівняно в недалекому майбутньому наші степи перетворяться в безплідну пустелю.

Виходячи з цього, ґрунт постійно повинен бути вкритим або ж рослинністю або ж післяжнивними рештками.

Експериментальні дані показують: якщо на полі залишається 100 % пожнивних решток, ерозія ґрунту майже відсутня; при 50 % – скорочується на 80 %; якщо ж на полі залишається всього 10 % пожнивних решток, зменшення ерозії складає 30 %.

Але одним із найважливіших достоїнств пожнивних решток є те, що вони – універсальний засіб для збереження вологи протягом всього вегетаційного періоду.

Важливим в нагромадженні і збереженні вологи є оптимальний обробіток ґрунту. Ідея обробітку ґрунту зародилась давно. Ще в далекому 1899 р. вийшла книга І. Є. Овсінського «Нова система землеробства», в якій він переконливо, на основі багаторічного досвіду, показав шкідливість плужної оранки і дав рекомендації, що заслуговують на увагу і мають багато спільного з сучасними ґрунтозахисними прийомами обробітку ґрунту.

Ґрунтозахисний обробіток – це високоефективний агрометеорологічний прийом по затриманню і збереженню вологи. Річний вологонакопичувальний ефект його дорівнює 30–50 мм, що особливо важливо під час сильної посухи.

Відомо, що щорічна глибока оранка – досить трудомісткий процес, що наносить шкоду ґрунтовій мікрофлорі, посилює ерозійні процеси і деградацію родючого шару ґрунту.

У природі існує свій «плуг»: неоране поле пронизане мільярдами капілярів, що залишаються після кореневої системи, а також утворюються в результаті життєдіяльності дощових черв'яків і інших організмів. По цих капілярах земля насичується вологою.

Дощові черв'яки покращують інфільтрацію води, зберігання та дренаж ґрунтів. Поверхневий стік та ерозія зменшується. У неораному ґрунті на квадратному метрі можна знайти 150 нір або 900 метрів ходів черв'яків.

Крім того, дощові черв'яки сприяють розкладанню відмерлих решток рослин, накопичують пожнивні рештки для рослин, виробляючи

щорічно від 40 до 100 тис. т екскрементів на гектар.

Ґрунт, у якому велика кількість черв'яків, обробляється набагато легше, поживні речовини та вода набагато краще утримуються в ґрунті. Черв'яки роблять щільний ґрунт пухкішим, а піщаний – більш в'язкішим.

Дошові черв'яки – це шлях для підтримки та збереження здоров'я ґрунту, індикатор чистого ґрунту.

Важливим заходом накопичення вологи є снігозатримання в зимовий період.

Автором цих рядків та спеціалістами ПП «Агроєкологія» Шишацького району були проведені дослідження по нагромадженню вологи у ґрунті за рахунок затримання снігу.

У публікації «Снігозатримання – ефективний прийом накопичення вологи в ґрунті» доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри захисту рослин Полтавської державної аграрної академії Віктор Писаренко приводить результати по впливу висоти снігового покриву на запаси вологи у метровому шарі ґрунту.

Обліки проводили на полях соняшнику, де були залишені стебла на зиму і на інших полях. Так, у 2017 р. максимальний сніговий покрив на полі, де залишені стебла соняшнику, досягав 35 см, і запаси продуктивної вологи на початок вегетації становили 142 мм. На полі, де була стерня ячменю з стеблами еспарцету першого року життя, ці показники становили 25 см і 110 мм відповідно. На полі еспарцету з отавою висота снігу та вміст вологи були відповідно 37 см і 121 мм. На посіві озимої пшениці було накопичено 20 см снігу і 99,4 мм вологи.

В 2018 р. тенденція залишалася такою ж, але з більшими запасами снігу і вологи. Так, по соняшнику при висоті снігового покриву 47 см запаси вологи досягли 167 мм. При цьому необхідно зазначити, що оптимальний запас вологи становить 180 мм.

Науковцями розраховано, що кожен міліметр ґрунтової вологи може принести додатково в середньому 0,4 т/га врожаю. Наприклад, у посушливі роки додаткові 2,5 мм води можуть забезпечити збільшення врожаю кукурудзи на 0,62 т/га.

Виходячи з цього, можна з певною часткою вірогідності розрахувати економічну ефективність снігозатримання з використанням снігопахів, – підсумовує Віктор Микитович Писаренко.

Важливе значення в умовах посилення посушливості клімату мають лісосмуги. Вони захищають посіви від згубної дії суховіїв, так як послаблюють сілу вітру, сприяють снігозатриманню, зменшенню випаровування води, підвищенню відносної вологості приземного шару повітря.

Займаючи всього 1–4 % орних земель і захищаючи поля від посух і ерозії, вони підвищують в середньому на 15–20 % урожайність сільськогосподарських культур.

Дослідженнями доведено, що один гектар полезахисних лісонасаджень здатний захистити від несприятливих кліматичних факторів 25–30 га посівів.

Непродуктивне випаровування вологи з поверхні ґрунту зменшується на 7–10 %, відносна вологість повітря більша на 20–30 % порівняно з відкритим полем.

Взимку на полях, захищених лісосмугами, снігу збирається в 1,5–2 рази більше порівняно з відкритим степом.

У відкритому степу сильно промерзлому ґрунті вода стікає як по асфальту, а на полях між лісосмугами ґрунт відтає раніше і, як губка, вбирає вологу.

Саме на Полтавщині лісосмуги одержали належну оцінку. Перші на Україні та і в Росії лісосмуги посадив поміщик Ломиковський на хуторі Трудолуб біля Миргороду. Саме про нього писав М. В. Гоголь: «Ліс у нього, крім того, що для лісу, потрібен для того, щоб у якимсь місці на скільки-то вологи додати полям, на скільки-то удобрити падаючим листям, наскільки-то дати тіні... Коли кругом посуха, у нього немає посухи; коли кругом неврожай, у нього нема неврожаю». Лісосмуги Ломиковського, нажаль, не збереглися.

Другим лісосмуги посадив О. О. Ізмаїльський на хуторі Дячково біля Диканьки. Одна лісосмуга і прияржні посадки О. О. Ізмаїльського збереглися до цього часу.

Нажаль, сьогодні нещадно нівечиться те, що створювалося десятиріччями в нелегкі післявоєнні роки.

В зв'язку з непосильними цінами на природний газ вирубуються на дрова цінні деревні породи, відсутній належний догляд за лісосмугами, а головне немає реального господаря.

Важлива роль в регулюванні вологозабезпечення сільськогосподарських культур належить науково-обґрунтованій сівозміні.

Сільськогосподарські культури істотно відрізняються за вимогливістю до ґрунтової вологи і мають неоднаковий вплив на водний режим ґрунту.

Найбільш глибоко (250–300 см) висушують ґрунт соняшник, цукрові буряки, люцерна і конюшина багаторічного використання, картопля.

Коефіцієнт водоспоживання цих культур надто високий – 600–800 одиниць вологи на одиницю сухої речовини врожаю, тоді як у зернових культур – 350–450, кукурудзи і однорічних трав 250–400.

Для спрямованого регулювання водного режиму в системі ґрунт–рослина необхідне таке чергування культур, при якому раціональне використання рослинами ґрунтової вологи поєднується з наступним відновленням її запасів у відповідних шарах ґрунту.

Дослідженнями встановлено, що під кукурудзою, озимою пшеницею, зайнятими парами запаси продуктивної вологи у глибоких

шарах ґрунту добре відновлюються. Тому ці культури в сівозміні треба розміщувати після культур із глибоко проникаючою кореневою системою. За даними наукових установ, після соняшнику і цукрових буряків потрібно не менше 3–5 років для відновлення запасів ґрунтової вологи у глибоких шарах ґрунту.

Ігноруючи сівозміну, рекомендації вчених, бажаючи вгамувати свої ненаситні апетити, окремі орендарі засівають соняшником 40–60 % площ орних земель, що викликає засилля в посівах вовчка, який значно знижує урожайність культури, а той призводить до того, що вирощувати соняшник у деяких регіонах стає недоцільно.

Величезну роль в збереженні біосфери відіграють ліси, тому необхідно нарощувати їх площі. Нажаль, зелені легені нашої планети з кожним роком все більше слабшають. Катастрофічні лісові пожежі в багатьох країнах світу, несанкціоновані, точніше хижацькі, ради наживи, вирубки лісів Карпатського регіону та і в інших регіонах нашої країни призводять до катастрофічних природних явищ, в результаті яких страждають люди.

В умовах глобального потепління, дефіциту вологи, просування зони Степу на північ важливого значення набуває створення високопродуктивних посухостійких сортів і гібридів сільськогосподарських культур. Саме таким шляхом – шляхом створення сортів озимої пшениці, гороху, проса, пішли науковці селекційного Центру Полтавської державної аграрної академії, створивши вже біля 50 сортів названих культур, адаптованих до умов Полтавського регіону, посухостійких і в той же час і високоврожайних.

Зміни, що відбуваються з кліматичними умовами, спонукають до того, що на Полтавщині будуть культивувати невласиві для цього регіону культури.

В нинішніх умовах велике занепокоєння викликає розораність сільськогосподарських угідь. Якщо в США цей показник складає 20 %, в Англії – 18,5 %, в Україні – 57 %, то в нашій, Полтавській області, близько 70 %. Такий стан використання землі спричиняє значні ерозійні процеси, що призводять до замулювання водних джерел і можливої появи пилових буревіїв, які вже відмічались у 60-х роках минулого століття.

Нажаль, невизначеність до кінця в питаннях земельних відносин, відсутність належного контролю з боку Держгеокадастру відбуваються незаконні схеми перерозподілу земельних угідь, безнаказане розорювання лук і пасовищ, що безповоротно знищує природні агробіоценози.

Прикладом ефективної роботи в умовах кліматичних змін є ПП «Агроекологія» Шишацького району, заснованого Героєм Соціалістичної Праці, Героєм України, патріархом органічного землеробства Семеном Свиридоновичем Антонцем. Тут значну увагу приділяють нагромадженню, збереженню і раціональному

використанню вологи шляхом раціональних способів обробітку ґрунту, снігозатриманню на полях, широкому вирощуванню багаторічних бобових трав, які у структурі посівних площ займають понад 30 %, домінуючим серед яких є еспарцет. Крім того, що еспарцет, люцерна нагромаджують у ґрунті значну кількість біологічного азоту, їх коренева система добре розпушує ґрунт, пронизуючи його до півтора метра, сприяє утворенню дрібногрудкуватої структури, ґрунт краще забезпечений вологою, так як коренева система багаторічних трав сприяє кращому проникненню в ґрунт вологи, а наявність на його поверхні зеленого покриття зменшує випаровування.

Вегетативна маса сидератів утворює на поверхні ґрунту шар мульчі, що також утримує вологу.

Біогумус, як відмінний меліорант і ґрунтополіпшувач, забезпечує водостійкість ґрунту, його повну вологоємність і в результаті забезпечує стабільний, високий, екологічно безпечний врожай.

У цих складних кліматичних умовах важливого значення набуває зрошення. В Полтавській області функціонує потужний водогосподарський комплекс, що включає 146 річок загальною протяжністю 5,1 тис. км, частину Кременчуцького і Дніпродзержинського водосховищ, малі водосховища, ставки, озера.

Однак, екологічний стан водного господарства свідчить про негативні процеси, що тривають на річках, водосховищах і ставках. В останні роки значно погіршився екологічний стан середніх та малих річок із-за малосніжних зим та безводних весен; більше 20 років не було високих повеней, в період яких проходить природне самоочищення русел річок.

Виходячи з вищевикладеного, необхідно внести кардинальні зміни в питання накопичення, збереження і раціонального використання вологи ґрунту, вологозабезпечення сільськогосподарських рослин в процесі вегетації.

Ці зміни полягають, перш за все, в глибокому розумінні серйозності кліматичних змін для аграрної сфери, чіткого виконання заходів, що рекомендують науковці. А вирішувати їх необхідно терміново і, перш за все, наступні:

- проведення обов'язкового моніторингу земель, звернувши увагу на ефективне їх використання, відповідальність за збереження родючості;
- проведення консервації деградованих та малопродатних земель;
- зменшення розораності земель;
- відновлення розораних сінокосів і пасовищ;
- проведення комплексу агротехнічних, протиерозійних заходів;
- звернення уваги на малі річки (ще назва є, а річки вже нема).

Звісно повернути таким річкам їхній природній стан практично не можливо, але допомогти відродженню їх екологічного здоров'я цілком

реально. Перш за все, залісити їх береги, висадивши такі вологонакопичуючі дерева як верба та вільха;

- заліснення піщаних та сильносхилових земель;
- реконструювання старих та створення нових лісосмуг;
- максимальне відновлення колишніх зрошувальних систем;
- широке впровадження крапельного зрошення, як одного з ефективних прийомів використання води;

- розширення площ мінімального та нульового обробітку ґрунту;
- проведення заліснення непродуктивних земель, водоохоронних зон у зв'язку з низькою лісистістю, яка на території області складає всього 8,7 %, а в окремих районах лише 1,5–3,0 %;

- проведення термінових заходів із замулюванням річок, їх очищення і регулювання;

- поліпшення технічного стану існуючих та будівництво нових шлюзів-регуляторів на річках;

- впровадження науково-обґрунтованих сівозмін, так як їм належить важлива роль в регулюванні вологозабезпечення сільськогосподарських культур;

- вирощування посухостійких сортів і гібридів сільськогосподарських культур;

- поширення досвіду ПП «Агроєкологія» Шишацького району з питань ведення органічного землеробства, що базується на природному відтворенні родючості ґрунту, збереженні в чистоті навколишнього середовища.

В свій час вчений І. В. Мічурін говорив: «Ми не можемо ждати милостей від природи, взяти їх у неї – наше завдання!».

Ми взяли і беремо від неї досить багато, здебільшого у борг, не віддаючи належного.

Тому нині вищеназване висловлювання звучить інакше: «Ми не можемо ждати милостей від природи після того, що ми з нею зробили».

Тому, починаючи з дитячого садочка, школи, профтехучилища, коледжу, вищого навчального закладу, ми повинні виховувати у підростаючих поколінь любов до матінки-землі, піклування про її здоров'я, бережливе відношення до всього суцього на землі, постійно інформувати населення щодо ведення розумної господарської діяльності з метою збереження довкілля для прийдешніх поколінь.

І ще раз підкреслюю, що, якщо ми не переглянемо свого відношення до природи, планета може позбутися від нас!

### 4.3. Проблеми та перспективи технологічних та технічних рішень в галузі альтернативної енергетики

*Руденко О. М.*

*Полтавська державна аграрна академія*

Закон України «Про альтернативні джерела енергії» [140] визначає правові, економічні, екологічні та організаційні засади використання альтернативних джерел енергії та сприяння розширенню їх використання у паливно-енергетичному комплексі. В законі визначаються наступні терміни:

- альтернативні джерела енергії – відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна, аеротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів;

- аеротермальна енергія – енергія, що накопичена в формі теплової енергії у повітряному середовищі;

- альтернативна енергетика – сфера енергетики, що забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел енергії;

- геотермальна енергія – енергія, що накопичена у формі теплової енергії під твердим шаром земної поверхні;

- гідротермальна енергія – енергія, що накопичена у формі теплової енергії в поверхневих водах;

- енергія, вироблена з альтернативних джерел, – електрична, тепла та механічна енергія, яка виробляється на об'єктах альтернативної енергетики і може виступати товарною продукцією, призначеною для купівлі-продажу;

- об'єкти альтернативної енергетики – енергогенеруюче та інше обладнання, що виробляє енергію за рахунок використання альтернативних джерел енергії, частка яких становить не менш як 50 відсотків від встановленої потужності всіх задіяних на об'єкті джерел енергії;

- сфера альтернативних джерел енергії – галузь діяльності, що пов'язана з використанням альтернативних джерел енергії для виробництва, постачання, транспортування, зберігання, передачі та споживання енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- відновлювані джерела енергії – відновлювані невикопні джерела

---

<sup>140</sup> Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20.02.2003 № 555-IV (зі змінами). База даних «Законодавство України» / ВР України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15> (дата звернення: 04.03.2019).

енергії, а саме енергія сонячна, вітрова, аеротермальна, геотермальна, гідротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів;

- вітрова електростанція – група вітрових електричних установок або окрема вітрова електроустановка, устаткування і споруди, розташовані на певній території, які функціонально пов'язані між собою і становлять єдиний комплекс, призначений для виробництва електричної енергії шляхом перетворення кінетичної енергії вітру в електричну енергію;

- вітрова електроустановка – електрична установка, що перетворює кінетичну енергію вітру в електричну енергію;

- виробництво елементів обладнання об'єкта електроенергетики – діяльність, пов'язана з випуском продукції, яка включає виконання достатнього рівня виробничих та технологічних операцій, за результатами яких змінюється класифікаційний код товару згідно з УКТ ЗЕД на рівні будь-якого з перших чотирьох знаків, при цьому операції, що здійснюються в процесі виробництва, не повинні бути простими складальними операціями згідно з положеннями митного законодавства;

- гарантія походження електричної енергії – документ, виданий суб'єктом, уповноваженим кабінетом міністрів України, на запит виробника електричної енергії, який підтверджує, що частка або визначена кількість електричної енергії вироблена з відновлюваних джерел енергії, а з використанням гідроенергії – лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями;

- «зелений» тариф – спеціальний тариф, за яким за купується електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, зокрема на введених в експлуатацію чергах будівництва електричних станцій пускових комплексах, з альтернативних джерел енергії, а з використанням гідроенергії – лише мікро-, міні- та малими гідроелектростанціями;

- мікрогідроелектростанція – електрична станція, що виробляє електричну енергію за рахунок використання гідроенергії, встановлена потужність якої не перевищує 200 кВт;

- мінігідроелектростанція – електрична станція, що виробляє електричну енергію за рахунок використання гідроенергії, встановлена потужність якої становить більше 200 кВт, але не перевищує 1 МВт;

- мала гідроелектростанція – електрична станція, що виробляє електричну енергію за рахунок використання гідроенергії, встановлена потужність якої становить більше 1 МВт, але не перевищує 10 МВт;

- черга будівництва електричної станції – група електричних установок або окрема установка, устаткування і споруди, розташовані на певній території, які функціонально пов'язані між собою і становлять єдиний комплекс, призначений для виробництва електричної енергії, що

відповідно до проектної документації на будівництво є частиною об'єкта електроенергетики. Черга будівництва електричної станції може складатися з пускових комплексів.

Законодавство України про альтернативні джерела енергії базується на Конституції України і складається з цього Закону та інших нормативно-правових актів, які регулюють відносини у цій сфері.

Основними задачами державної політики у сфері альтернативних джерел енергії є [141]:

- нарощування обсягів виробництва та споживання енергії, виробленої з альтернативних джерел, з метою економного витрачання традиційних паливно-енергетичних ресурсів та зменшення залежності України від їх імпорту шляхом реструктуризації виробництва і раціонального споживання енергії за рахунок збільшення частки енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- додержання екологічної безпеки за рахунок зменшення негативного впливу на стан довкілля при створенні та експлуатації об'єктів альтернативної енергетики, а також при передачі, транспортуванні, постачанні, зберіганні та споживанні енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- додержання безпеки для здоров'я людини на об'єктах альтернативної енергетики на всіх етапах виробництва, а також при передачі, транспортуванні, постачанні, зберіганні та споживанні енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- науково-технічне забезпечення розвитку альтернативної енергетики, популяризація та впровадження науково-технічних досягнень у цій сфері, підготовка відповідних фахівців у вищих та середніх навчальних закладах;

- додержання законодавства всіма суб'єктами відносин, пов'язаних з виробництвом, збереженням, транспортуванням, постачанням, передачею і споживанням енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- додержання умов раціонального споживання та економії енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- залучення вітчизняних та іноземних інвестицій і підтримка підприємництва у сфері альтернативних джерел енергії, в тому числі шляхом розробки і здійснення загальнодержавних і місцевих програм розвитку альтернативної енергетики.

Верховна Рада України вносить зміни до таких законів України:

У Законі України «Про альтернативні джерела енергії» у статті 9-1 частину дванадцятую викласти в такій редакції:

«Коефіцієнт «зеленого» тарифу для електроенергії, виробленої з використанням альтернативних джерел енергії, встановлюється на рівні (табл. 1):

---

<sup>141</sup> Бистряков І. К., Клиновий Д. В., Матюха В. В. Децентралізація управління природними ресурсами України. URL : <http://www.concordia.edu.ua/uk/detsentralizatsiya-upravlinnya/> (дата звернення: 04.03.2019).

**1. Коефіцієнт «зеленого» тарифу для об'єктів або його черг / пускових комплексів, введених в експлуатацію**

Категорії об'єктів електроенергетики, для яких застосовується "зелений" тариф	по 31.03.2013 включно	з 01.04.2013 по 31.12.2014	з 01.01.2015 по 30.06.2015	з 01.07.2015 по 31.12.2015	з 01.01.2016 по 31.12.2016	з 01.01.2017 по 31.12.2019	з 01.01.2020 по 31.12.2024	з 01.01.2025 по 31.12.2029
для електроенергії, виробленої з енергії вітру об'єктами електроенергетики, величина встановленої потужності яких не перевищує 600 кВт	1,20	-	-		-		-	-
для електроенергії, виробленої з енергії вітру об'єктами електроенергетики, величина встановленої потужності яких більша за 600 кВт, але не перевищує 2000 кВт	1,40	-	-		-		-	-
для електроенергії, виробленої з енергії вітру об'єктами електроенергетики, величина встановленої потужності яких перевищує 2000 кВт	2,10	-	-		-		-	-
для електроенергії, виробленої з енергії вітру вітроелектростанціями, які складаються з вітроустановок одиничною встановленою потужністю до 600 кВт	-	1,20	1,08		1,08		0,96	0,84
для електроенергії, виробленої з енергії вітру вітроелектростанціями, які складаються з вітроустановок одиничною встановленою потужністю від 600 кВт, але не більше 2000 кВт	-	1,40	1,26		1,26		1,12	0,98
для електроенергії, виробленої з енергії вітру вітроелектростанціями, які складаються з вітроустановок одиничною встановленою потужністю від 2000 кВт та більше	-	2,10	1,89		1,89		1,51	1,32
для електроенергії, виробленої з біомаси	2,30	2,30	2,07		2,30		2,07	1,84
для електроенергії, виробленої з біогазу	-	2,30	2,07		2,30		2,07	1,84

для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання наземними об'єктами електроенергетики, величина встановленої потужності яких є меншою або дорівнює 10 МВт	8,64	6,30	5,67	3,15	2,97	2,79	1,95	1,67
для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання наземними об'єктами електроенергетики, величина встановленої потужності яких перевищує 10 МВт	4,80	3,50	3,15		2,97	2,79	1,95	1,67
для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, які вмонтовані (встановлені) на дахах та/або фасадах будинків, будівель та споруд, величина встановленої потужності яких перевищує 100 кВт	8,28	6,48	5,83		-		-	-
для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, які вмонтовані (встановлені) на дахах та/або фасадах будинків, будівель та споруд, величина встановленої потужності яких не перевищує 100 кВт	7,92	6,66	5,99		-		-	-
для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, які вмонтовані (встановлені) на дахах та/або фасадах будинків, будівель та споруд	-	-	-	3,35	3,20	3,04	2,74	2,43
для електроенергії, виробленої мікрогідроелектростанціями	2,16	3,60	3,24		3,24		2,92	2,59
для електроенергії, виробленої мінігідроелектростанціями	2,16	2,88	2,59		2,59		2,33	2,07
для електроенергії, виробленої малими гідроелектростанціями	2,16	2,16	1,94		1,94		1,75	1,55

Джерело: дані [140].

В Україні зростає тенденція до розвитку (ВДЕ) відновлюваних джерел енергії та поступового заміщення ними традиційної генерації.

Згідно з Рішенням Ради Міністрів Енергетичного Співтовариства D/2012/04/МС-EnC «Про впровадження Директиви 2009/28/ЕС і внесення змін до Статті 20 Договору про заснування Енергетичного Співтовариства» Україна має зобов'язання до 2020 р. досягти рівня 11 відсотків енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії в загальній структурі енергоспоживання країни, що слугуватиме потужним стимулом для подальшого розвитку використання відновлюваних джерел енергії в Україні [142].

Відповідно до «Енергетичної стратегії України на період до 2035 року» передбачається стаке розширення використання всіх видів відновлюваної енергетики, яка стане одним з інструментів гарантування енергетичної безпеки держави. До 2025 р. прогнозується зростання частки відновлюваної енергетики до рівня 12 % від загального первинного постачання енергії та не менше 25 % – до 2035 року [143].

Цьому сприяє те, що законами передбачена низка преференцій та економічних стимулів для розвитку проектів у сфері відновлюваної енергетики, зокрема, застосування надбавки до «зеленого» тарифу у разі використання українського обладнання, матеріалів при будівництві об'єктів, спрощення залучення банківського фінансування через надання можливості укладення попередніх договорів купівлі-продажу електричної енергії за «зеленим» тарифом та деякі інші.

Необхідно створити сприятливі умови не тільки для крупних та середніх гравців на ринку, а й для стимулювання розвитку малої генерації. Громадяни мають бути зацікавленими у виробництві енергії з альтернативних джерел енергії для власного споживання.

Саме тому важливим аспектом є також розробка урядом законопроекту про енергетичні кооперативи в рамках для спрощення умов виробництва розподілу постачання енергії та підвищення ефективності споживання енергетичних ресурсів для власних потреб.

Велика кількість альтернативних позицій щодо зміни підходів до надання державної підтримки виробникам електричної енергії з ВДЕ надходять від народних депутатів свідчить про дискусійність даного питання. При цьому інвесторам не зрозуміла позиція уряду. Саме тому основну роль у розробці нової політики з підтримки генерації енергії з ВДЕ має відігравати авторитетний кваліфікований суб'єкт – уряд, який зможе шляхом співпраці та ґрунтовної комунікації з усіма

---

<sup>142</sup> Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року : Розпорядження КМУ від 01.10.2014 № 902-р (зі змінами). База даних «Законодавство України» / ВР України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80> (дата звернення: 04.03.2019).

<sup>143</sup> Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» : Розпорядження КМУ від 18.08.2017 № 605-р (зі змінами). База даних «Законодавство України» / ВР України. URL : <https://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80> (дата звернення: 04.03.2019 р.).

зацікавленими сторонами розробити єдину, комплексну, збалансовану концепцію нової політики з підтримки генерації енергії з ВДЕ. Оскільки саме уряд має точні дані, розрахунки про стан сектору на основі яких має розробити ефективні підходи щодо створення конкурентних засад виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії.

Необхідно, щоб уряд взяв на себе політичну відповідальність за формування сприятливого інвестиційного клімату в енергетичному секторі, зокрема у секторі ВДЕ [141].

Перед розробкою законодавства про нові механізми підтримки генерації енергії з ВДЕ пропонується проведення пілотних аукціонів з розподілу квоти державної підтримки для реалізації проектів будівництва об'єктів, що виробляють електричну енергію з енергії сонця та вітру. Одним із найбільш вдалих варіантів для пілотного аукціону може стати проект з будівництва сонячної електростанції на майданчику Чорнобильської електростанції. Таким чином, результати пілотних аукціонів допоможуть визначити ефективні механізми для формування конкурентних засад виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії.

#### 1. Цілі і завдання прийняття акта.

Проект Закону розроблено з метою створення законодавчого підґрунтя для підтримки об'єктів малої генерації енергії з відновних джерел енергії. Пропонується надати ініціативу з впровадження конкурентних засад для надання державної підтримки об'єктам відновлюваної енергетики уряду для формулювання узгодженої та раціональної позиції щодо досягнення балансу інтересів суспільства та споживачів електричної енергії та інших учасників ринку, забезпечивши одночасно подальший розвиток відновлюваної енергетики та зменшення цінового навантаження на ціну електричної енергії. Прийняття законопроекту сприятиме наближенню українського законодавства до законодавства ЄС щодо надання державної допомоги у сфері енергетики.

#### 2. Загальна характеристика і основні положення проекту акта.

Законопроектом пропонується внести зміни до Закону України «Про альтернативні джерела енергії», якими пропонується наступне:

- Зменшити коефіцієнти «зеленого» тарифу для електроенергії, виробленої з енергії сонця та енергії вітру з 2020 року.

3. Правові аспекти: Основними нормативно-правовими актами у даній сфері правового регулювання є Закон України «Про альтернативні джерела енергії», Закон України «Про ринок електричної енергії». Реалізація положень даного законопроекту, після його прийняття, не потребуватиме внесення змін до інших законів України.

4. Фінансово-економічне обґрунтування: Реалізація даного проекту закону не вимагатиме витрат із Державного бюджету України.

5. Прогноз результатів: Запропонований законопроект дозволить

створити законодавче підґрунтя для підтримки об'єктів малої генерації енергії з відновних джерел енергії. При цьому, впровадження конкурентних засад для надання державної підтримки об'єктам відновлюваної енергетики доможе досягнути балансу інтересів суспільства та споживачів електричної енергії та інших учасників ринку, забезпечивши одночасно подальший розвиток відновлюваної енергетики та зменшення цінового навантаження на ціну електричної енергії.

#### 6. Прикінцеві та перехідні положення:

Забезпечити розробку та прийняття умов проведення пілотного аукціону з розподілу квоти державної підтримки розподіл потужності електростанцій, що виробляють електричну енергію з альтернативних джерел енергії у межах якої суб'єкт господарювання за результатами аукціону можуть набути право на підтримку для реалізації в зоні відчуження або в зоні безумовного відселення проекту або проектів будівництва об'єктів, що виробляють електричну енергію з енергії сонця, забезпечити розробку та прийняття умов проведення пілотного аукціону з розподілу квоти державної підтримки для реалізації проектів будівництва об'єктів, що виробляють електричну енергію з енергії вітру;

Забезпечити проведення пілотних аукціонів з розподілу квоти державної підтримки для реалізації проектів будівництва об'єктів, що виробляють електричну енергію з енергії сонця в зоні відчуження або в зоні безумовного відселення та вітру;

На основі аналізу результатів проведення пілотного аукціону забезпечити розробку та внесення до Верховної Ради України законопроекту з пропозиціями змін до законодавства України щодо створення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії зокрема, запровадження аукціонної системи, визначивши засади надання державної підтримки проектам будівництва об'єктів відновлюваної енергетики. Забезпечити розробку та внесення до Верховної Ради України законопроекту про енергетичні кооперативи як інститут забезпечення енергетичної незалежності громад та механізм функціонування малої генерації енергії з відновних джерел енергії в рамках енергетичної децентралізації.

#### **4.4. Сільськогосподарське будівництво: альтернативні напрями підвищення енергоефективності**

*Самойлик Ю. В.*

*Полтавська державна аграрна академія*

Питання енергоефективності нині визначається як пріоритетне завдання розвитку економіки в цілому та кожної окремої галузі.

Собівартість продукції і послуг прямо пропорційно залежить від енерговитрат суб'єкта господарювання, ефективності політики у даній галузі як на мікро- так і на макрорівнях та від уваги до енергоощадних заходів з боку топ-менеджменту. Пріоритетною галуззю національної економіки, яка формує найбільшу частку ВВП держави з одного боку, а з іншого – є найбільшим споживачем всіх видів ресурсів, зокрема енергетичних, є сільське господарство.

Енергоспоживання у сільському господарстві здійснюється в напрямках технологічних операцій, галузей, видів діяльності. Найбільш енерговитратними в даній галузі є процеси, що супроводжують вирощування сільськогосподарських культур: оранка, дискування, внесення добрив, засобів захисту рослин тощо. Для підвищення енергоефективності прогресивні підприємства активно використовують сучасні системи землеробства такі, як no-till, strip-till, які спрямовані на зменшення кількості технологічних операцій та, відповідно, економію енергоресурсів. Позитивний вплив на енергозбереження у сільському господарстві здійснює застосування нової техніки, яка здебільшого є широкозахватною, енергозберігальною та високопродуктивною.

Заслуговують на увагу питання енергозбереження у процесі сільськогосподарського будівництва. Даний напрям діяльності в науковій літературі розглядається досить опосередковано, насамперед з точки зору економічної та технологічної ефективності. Здебільшого науковці розглядають питання енергоефективності в цілому. Так, О. В. Комеліна, С. А. Щербініна вважають, що «енергоефективність характеризує підвищення ефективності діяльності галузей народного господарства за умови зниження витрат на енергоносії» [144]. На думку О. М. Суходолі, «енергоефективність – це стан системи, за якого досягнення цілей і виконання функцій системи забезпечуються при мінімальних витратах енергії» [145].

Щодо особливостей забезпечення енергоефективності в будівництві, то заслуговує на увагу точка зору Н. Р. Юрковської, яка зазначає, що «енергоефективність будівлі визначається раціональним використанням енергетичних ресурсів. Використання меншої кількості енергії для забезпечення того ж рівня енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві відрізняється від енергозбереження раціональним підходом і призводить до значної економії ресурсів і підвищення продуктивності промисловості і конкурентоспроможності» [146].

---

<sup>144</sup> Комеліна О. В., Щербініна С. А. Сучасні проблеми забезпечення енергоефективності житлового будівництва в Україні. *Проблеми економіки*. 2014. № 3. С. 108–114.

<sup>145</sup> Суходоля О. М. Енергоефективність економіки в контексті національної безпеки : монографія. Київ : НАДУ, 2006. 424 с.

<sup>146</sup> Юрковська Н. Р. Енергоефективність будівель як важливий фактор сучасного будівництва. *Modern directions of theoretical and applied researches* '2016: SWorld – 15–22 March 2016. URL :

Інші автори під енергоефективністю будинку розуміють «властивість його теплоізоляційної оболонки та інженерного обладнання забезпечувати оптимальні мікрокліматичні умови приміщень будинку при фактичних або розрахункових витратах теплової енергії на опалення» [147, 148].

У Законі України «Про енергозбереження» зазначається, що «енергоефективна продукція, технологія, обладнання – продукція або метод, засіб її виробництва, що забезпечують раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів порівняно з іншими варіантами використання або виробництва продукції однакового споживчого рівня чи з аналогічними техніко-економічними показниками» [149].

Таким чином, в економічній та нормативній літературі не розглядаються окремо питання енергоефективності будівництва у сільському господарстві. З одного боку, основним критерієм оцінювання будівельних об'єктів у сільському господарстві є їх технологічна ефективність, питання енергоефективності носить другорядний характер, оскільки дані об'єкти не призначені для проживання людей.

У цілому, «продукція галузі будівництва – промислові будівлі і споруди, об'єкти дорожнього господарства, електростанції та електромережі, зрошувальні системи тощо – відносяться до основних фондів, без яких неможлива організація виробничого-збутового процесу матеріальної продукції та послуг; цивільні будівлі зводяться для створення комфортних і безпечних умов життя людини. Будівництво спрямоване на створення умов і можливостей роботи (функціонування) засобів виробництва інших сфер економіки. За ринкових умов зведення будівель і споруд здійснюється з урахуванням потреб кінцевих споживачів – об'єкти цивільного призначення будуються з урахуванням побажань клієнтів щодо їх екологічності, ергономічності, зручності у використанні, інших характеристик; будівлі і споруди промислового призначення передбачають попереднє опрацювання інформації про напрямок використання, кількість та характеристики виробничих потужностей, що будуть розміщені на їх території, особливості технологічного процесу тощо» [150].

Основні напрямки будівництва у сільському господарстві та розподіл цих об'єктів за рівнем енергоспоживання можна проаналізувати за даними рис. 1.

---

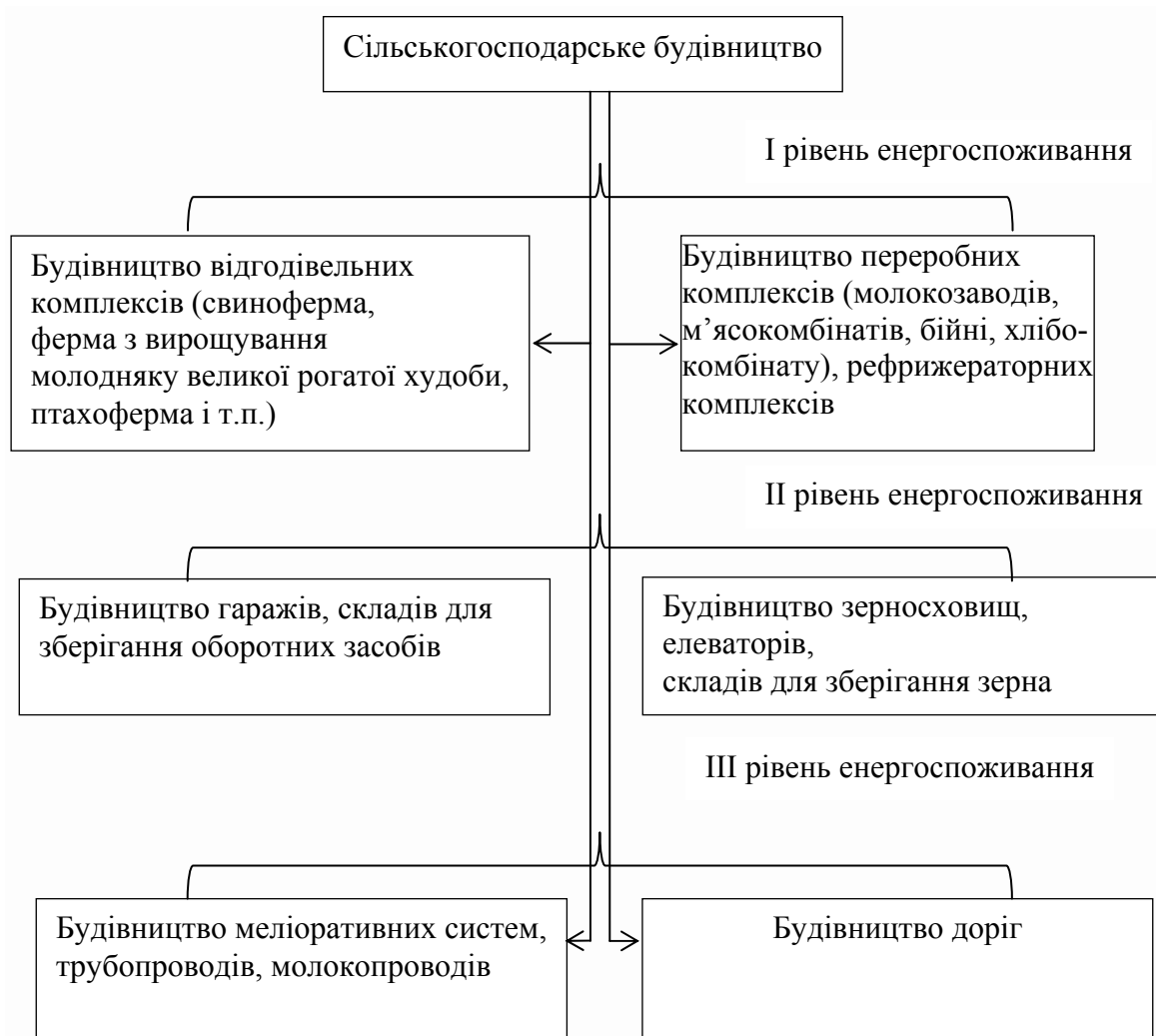
<http://www.sworld.education/conference/year-conference-sw/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/march-2016>.

<sup>147</sup> Енергоефективність будівельних : нормативні документи. URL : <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/552>.

<sup>148</sup> Орловська Ю. В. Енергоефективність житлового будівництва як резерв зростання його економічного потенціалу. *Економіка будівництва і міського господарства*. 2014. Т. 10. № 1. С. 5–11.

<sup>149</sup> Про енергозбереження: Закон України від 01.07.1994 р. № 30. База даних «Законодавство України» / ВР України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>.

<sup>150</sup> Аджаман І. А. Будівництво в сільському господарстві як чинник підвищення конкурентоспроможності аграрної галузі. *Актуальні проблеми економіки*. 2014. № 1. С. 55–62.



**Рис. 1. Розподіл об'єктів сільськогосподарського будівництва за рівнем енергоспоживання**

Джерело: розроблено автором.

До першого рівня енергоспоживання сільськогосподарських будівель слід віднести споруди, експлуатація яких передбачає суттєве використання енергоресурсів. Це можуть бути будівлі для утримання сільськогосподарських тварин. Зазначені споруди у більшості випадків не передбачають додаткового опалення в холодний сезон. Більш того, сучасні технології обґрунтовують доцільність зниження енергостандартів для будівництва, наприклад, корівників. Безприв'язне утримання тварин передбачає розміщення корів у стійлах під тентами, які не носять характеру капітальних споруд.

Разом з тим, з огляду на зміни клімату і, зокрема, суттєвим зниженням температур у зимові періоди виникає необхідність перегляду норм будівництва комплексів для утримання сільськогосподарських тварин в напрямі підвищення їх ефективності та забезпечення технологічних умов для відповідної галузі.

Високий рівень енергоспоживання мають переробні комплекси, а

саме м'ясокомбінати, молокозаводи, хлібокомбінати, млинзаводи тощо. Дані споруди потребують найбільшої уваги з точки зору підвищення енергоефективності з одного боку для забезпечення виробничого процесу з високим рівнем споживання енергії, і з іншого – комфортних умов для працівників.

Другий рівень сільськогосподарських будівель за рівнем енергоспоживання складають склади, зерносховища, гаражі, склади для зберігання оборотних засобів. Основним критерієм для будівництва даних споруд має бути забезпечення належних умов для зберігання об'єктів зберігання.

Третій рівень за енергоспоживанням у сільськогосподарському будівництві займають трубопроводи, дороги, молокопроводи. Це специфічні об'єкти будівництва в даній галузі, які можуть забезпечити додаткові ефекти у енергоспоживанні. Так, завдяки природній температурі молока молокопровід може бути використаний для обігріву капітальних сільськогосподарських споруд, що забезпечить високу енергоефективність.

Заслуговує на увагу проект Г. О. Павлова і Д. О. Кулагіна, у якому здійснено організаційне і економічне обґрунтування можливості автономного функціонування ферми молочно-товарного напрямку незалежно від централізованих мереж енергопостачання [151]. За об'єкт дослідження науковцями було прийняте умовне сільськогосподарське підприємство, яке являє собою ферму товарно-молочного напрямку поголів'ям у 1000 дійних корів строкато-чорної голландської породи, 200 телят та 5 племінних биків тієї самої породи. Розглянутий сільськогосподарський комплекс мав власну кормозаготівельну базу, у якості кормів для худоби виготовлявся силос, який представляє собою засолену свіжоскошену траву закатану у бочки, закошеній на спеціально відведенні орендованій земельній ділянці (пасовищі) з площею до 100 га. Бочки із засоленою травою зберігатимуться в окремо відведеному приміщенні. На обслуговування тваринницького комплексу, поголів'ям у 1405 голів крупної рогатої худоби необхідно близько 400 робітників (по 200 робітників на кожну зміну) [152].

У якості джерела тепла, для підігріву води, необхідної для гарячого водопостачання буде використовуватися відібрана теплова енергія від надоеного молока, яке з молокопроводу проходить через охолоджувач теплового насосу орієнтованою потужністю близько 40 кВт, причому гаряча вода підігріта у тепловому насосі теплом молока повинна знаходитись у теплоізольованій ємності, оскільки тривалість доїння

---

<sup>151</sup> Павлов Г. О., Кулагін Д. О. Організаційне і економічне обґрунтування можливості автономного функціонування ферми молочно-товарного напрямку незалежно від централізованих мереж енергопостачання. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2018. Вип. 196. С. 118–120.

всього поголів'я корів складає близько двох годин. У якості джерела тепла можна використовувати тепло від спалювання висушеного гною корів. Згідно із розрахунками, при спалювання сухого гною від 1205–ти голів крупної рогатої худоби даної породи можна отримати близько 1400 МВт·годин теплової енергії, що еквівалентно 17 МВт теплового навантаження протягом 4800 годин, чого вистачить на опалення всього тваринницького комплексу протягом опалювального періоду. Крім того попіл від спаленого гною можна використовувати у якості мінерального добрива для пасовищ. У якості джерела електричної енергії будуть використовуватися акумуляторні батареї загальної ємності близько 40 кА·год. під'єднаних до джерела безперебійного живлення (перетворювача), який з 12 В постійного струму буде перетворювати у трифазний струм напругою у 380 В, частотою 50 Гц, необхідний для живлення електроприймачів тваринницького комплексу [152].

Даний проект є ефективним як з економічної, так і з енергетичної точки зору. Крім того, досить важливим є і екологічний аспект. При вирощанні розглянутих альтернативних джерел опалення молочно-товарної ферми вплив на екологію буде мінімальним.

Процес будівництва кожного із зазначених видів сільськогосподарських об'єктів є досить капітало- і енергомістким, обсяги витрат залежать від масштабів будівництва і місця даного об'єкту в системі виробничо-комерційної діяльності суб'єкту господарювання.

Заслужують на увагу пропозиції науковців щодо будівництва свинокомплексів за сучасними технологіями, які відповідають критеріям ресурсозбереження та енергоефективності. Науковці обґрунтовують побудову моноблокового приміщення.

Моноблокове приміщення – це споруда нового типу, будівництво якої потребує використання нових способів, застосування сучасних матеріалів за умови дотримання спеціальних методів розрахунку потокового виробництва та розробки нестандартних об'ємно-планувальних рішень. Принципова відмінність розробленого моноблокового приміщення полягає у збільшенні розмірів секцій, застосуванні системи природного освітлення і системи комбінованої вентиляції. Моноблок має форму квадрата. Дані об'ємно-планувальні рішення дозволяють розмістити на одній площадці всі статево-вікові групи свиней, запровадити сучасну систему обігріву, вентиляції та видалення гноївки [152].

Проведені дослідження показали, що застосування моноблокового типу забудови в порівнянні з павільйонним дозволяє в 1,5 рази зменшити загальну площу і будівельний об'єм свинарників, збільшити на 48 %

---

<sup>152</sup> Волощук В. М., Смилов С. Ю., Сокирко М. П. Нетрадиційні об'ємно-планувальні рішення будівництва свинарських приміщень племінних підприємств до 100 основних свиноматок. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 2. С. 16–26.

вихід продукції на 1 м<sup>2</sup> виробничої площі, на 66 % – на одного працюючого, на 0,23 т – на основну свиноматку. Водночас застосування нових підходів та сучасних матеріалів під час будівництва і експлуатації комплексу дозволяє підвищити коефіцієнт опору теплопередачі зовнішніх стін виробничих приміщень на 14 %, покрівлі на 10 %, вікон на 75 % за зменшення загального енергоспоживання об'єкта на 33 % [153].

Підвищенню рівня енергоефективності сільськогосподарських будівель сприяє використання альтернативної джерел енергії, отриманих завдяки суміжним аграрним галузям. Доцільним є вивчення досвіду ПСП «Пісківське», яке входить до складу Асоціації виробників молока (АВМ). Підприємство відмовилось від використання газу і перейшло на використання альтернативної енергії. Було побудовано піч – піролізний котел, який нагріває воду, спалюючи тюки соломи. Щомісяця ця піч заощаджує 60 тис. грн, та повністю покриває потреби в тепловій енергії ферми та господарських будівель [153].

Позитивним є досвід ТОВ «ТД «Долинское», яке ефективно використовує сонячні батареї. Підприємство налічує 1365 голів дійного стада та сучасну доїльну залу із сонячними панелями на даху. Це господарство, що постійно підвищує продуктивність стада, оновлюючи генетику. На Херсонщині, де знаходиться ТОВ «ТД «Долинское» переважно сонячно та спекотно. Це спонукало керівника підприємства запровадити в господарстві альтернативні джерела електроенергії, які залежні від сонця. Було запущено власну електростанцію. Сонячні батареї встановили на дахах корівників. Це зручно, оскільки не довелося створювати додаткових об'єктів для встановлення батарей. Нині підприємство має дві сонячних підстанції потужністю 2 мегавати [154].

Важливе значення має врахування фактора енергоефективності при будівництві елеватора. За словами керівника компанії Glencore, що займається будівництвом елеваторів, «енергоефективний зерновий термінал або елеватор – це прибутковий і конкурентоспроможний інструмент ведення бізнесу. Сьогодні існує ряд способів підвищення енергоефективності: використання в проектах будівництва і реконструкції ТТЛ конвеєрного обладнання з мінімальним енергоспоживанням (стрічкові конвеєри); оптимізація маршрутів перевалки; впровадження інноваційних технологій в області інтелектуального управління терміналами. При цьому, під енергоефективністю елеватора мається на увазі, в першу чергу, оптимально-короткі технологічні маршрути, в яких задіяна мінімальна кількість транспортерів, що дозволяє зменшити вартість переміщення

---

<sup>153</sup> І ферма зігрита, і гроші заощаджені – досвід ПСП «Пісківське». URL : <http://milkua.info/uk/post/i-ferma-zigrita-i-grosi-zaosadzeni-dosvid-ppsp-piskivske>.

<sup>154</sup> Альтернативні джерела електроенергії встановлено на базі ТД «Долинское». URL : <http://avm-ua.org/uk/post/alternativni-dzerela-elektroenergii-vstanovleno-na-bazi-td-dolinskoe>.

1 т зерна на 1 м, а також оптимальний конструктивний підбір мотор-редукторів з необхідним сервіс-фактором як для лінійного елеватора, так і для портового терміналу» [155]. Варто доповнити, що при врахування чинника енергоефективності будівництва елеваторів варто врахувати якість та провідність будівельних матеріалів, які використовуються при спорудженні елеваторів, а також їх здатність не порушувати екологічні чинники зберігання продовольства та забезпечувати мінімальні втрати та максимально можливий термін зберігання зерна.

Отже, сучасні технології будівництва можуть забезпечити одночасно економічну та енергетичну ефективність.

У цілому, основними напрямками забезпечення енергоефективності в сільськогосподарському будівництві є такі:

використання енергоефективних будівельних матеріалів, зокрема з підвищеною функцією теплозбереження;

обґрунтування оптимальних розмірів об'єктів сільськогосподарського будівництва з метою максимального їх завантаження, що забезпечить зменшення питомих енерговитрат;

використання енергоефективних технологій сільськогосподарського будівництва;

удосконалення виробничо-технологічних процесів експлуатації об'єктів сільськогосподарського будівництва;

використання відновлювальних джерел енергії в процесі сільськогосподарського будівництва та експлуатації цих об'єктів, зокрема відходів сільського господарства, що забезпечить замкнутий цикл виробництва;

оснащення об'єктів капітального будівництва сонячними генераторами, ефективна трансформація сонячної енергії в електричну для освітлення та опалення побудованих об'єктів, а також використання переваг «зеленого тарифу»;

використання теплової енергії, яка формується під час охолодження молока у трубопроводі.

Таким чином, сільськогосподарське будівництво – це важливий напрямок розвитку аграрного сектору економіки, який з одного боку відіграє інфраструктурну функцію, а з іншого – є невід'ємною складовою виробничо-технологічного процесу. Поряд з економічними критеріями, при прийнятті рішень щодо проектування об'єктів сільськогосподарського будівництва необхідно оцінювати показники енергоефективності та розробляти заходи щодо підвищення її рівня. Оптимізація енерговитрат у сільськогосподарському будівництві забезпечить суттєве зниження собівартості продукції та впливатиме на кінцевий результат діяльності суб'єктів господарювання.

---

<sup>155</sup> Энергоэффективный элеватор — прибыльный инструмент ведения бизнеса. URL : <https://latifundist.com/novosti/34245-energoeffektivnyj-elevator--pribylnyj-instrument-vedeniya-biznesa--galich>.

#### 4.5. Технічні рішення в створенні відновлюваних джерел світла

*Сахно Т. В.<sup>1</sup>, Семенов А. О.<sup>2</sup>, Короткова І. В.<sup>1</sup>, Семенова Н. В.<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Полтавська державна аграрна академія*

*<sup>2</sup>Полтавський університет економіки і торгівлі*

*<sup>3</sup>Полтавське відділення академії наук технологічної кібернетики України*

Зростаюча конкуренція на світових енергетичних ринках відкриває більш широкі можливості щодо вибору джерел енергопостачання, впровадження низьковуглецевих, у тому числі, відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Сьогодні більшість країн світу через кліматичні зобов'язання (Intended Nationally Determined Contributions) розвивають ВДЕ та впроваджують енергоефективні заходи, де найбільший приріст потужностей – близько 77 % припадає на вітрову та сонячну енергію. Частка ВДЕ у загальному виробництві електроенергії у світі у 2015 р. становила 23,7 %, при цьому на гідроенергію припадало 16,6 %, вітрову енергію – 3,7 %, сонячну енергію – 1,2 %, біомасу – 2 %, геотермальну енергію, енергію океанів та концентровану сонячну енергію – 0,4 %. Відновлювані джерела енергії, на відміну від інших видів палива, є невичерпними. Вони майже не призводять до шкідливих викидів і забруднення навколишнього середовища: у середньому на кожний квадратний метр планети припадає 1700 кВт·год сонячної енергії щорічно. Для Європи цей показник становить близько 1000 кВт·год на рік, на Середньому Сході він досягає 1800 кВт·год. За останні роки значно знизилась нормована вартість виробництва електричної енергії за технологіями вітрових і сонячних електростанцій [156, 157]. Проведені дослідження показали, що досягнення нульового енергоспоживання можливо на основі вже існуючих технологій. У Європейську Директиву з енергетичної ефективності будівель внесено істотні зміни, які передбачають, що з 2019 р. всі громадські будівлі в Європі повинні задовольняти принципам nZEB (nearly Zero-Energy building – будівля з близько нульовим енергоспоживанням), а з 2021 р. таким вимогам повинні задовольняти вже всі нові будівлі. Створення будинку з нульовим енергоспоживанням передбачає застосування новітніх технологій, а саме: технологій, що використовують фотогальванічний ефект – сонячних батарей.

На початку 2015 р. приватних домогосподарств з потужністю до 30 кВт від ВДЕ було лише 40, а вже станом на жовтень 2017 р. – 2323 домогосподарств встановили сонячні електроустановки загальною

---

<sup>156</sup> Огляд реалізації основних положень Кіотського протоколу до Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату та зобов'язання країн-членів ОЕСР і Євросоюзу щодо виконання рекомендацій Паризької Конференції (07/2017), Київ. 109 с.

<sup>157</sup> Photovoltaics report (2016). Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems. URL : <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>.

потужністю 37 МВт [158].

Обмеженням на шляху більш широкого використання енергії сонячного випромінювання є низька щільність сонячної радіації поблизу земної поверхні [159]. Для подолання цієї перешкоди необхідно застосовувати концентратори сонячної енергії. Класичні концентратори на основі параболічних і циліндричних дзеркал мають істотні недоліки, такі як висока парусність, що вимагає потужного вітростійкого кріплення, наявність системи спостереження за положенням Сонця. Ще один недолік - швидке і сильне запилення поверхні дзеркал і, крім того, такі концентратори не працюють в похмуру погоду [160]. Всіх цих недоліків позбавлені люмінесцентні сонячні концентратори, дослідженню яких присвячені роботи [161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168].

Лідером сьогоденної революції сонячної енергії, безсумнівно, є кремнієвий фотоелектричний (PV) модуль. Однак, незважаючи на величезний прогрес у ефективності та феноменальне падіння виробничих та монтажних витрат, темно-сині плоскі панелі не знайшли широкого застосування в сучасному міському середовищі. Нестача наявних приміщень на даху та нерегулярний міський горизонт не дозволили традиційним сонячним технологіям забезпечувати міста чистою енергією. Таким чином, досліджуються нові концепції інтеграції сонячних генераторів у нові та існуючі будівлі у вигляді фасадів або вікон [169].

Люмінесцентні сонячні концентратори (ЛСК) пропонують новий підхід до використання сонячного випромінювання у вигляді прозорих систем скління, які мають потенціал функціонального елементу

---

<sup>158</sup> Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці країн Підготовлено відділом інформаційно-аналітичної роботи департаменту міжнародного співробітництва та євроінтеграції (12/2017). Київ. 114 с.

<sup>159</sup> *Резцов В. Ф., Матях С. В., Кудреватих О. О.* Інтерактивна карта потенціалу сонячної енергії України. *Відновлювана енергетика*. 2018. № 4 (55). С. 34–42.

<sup>160</sup> *Стребков Д. С., Тверьянович Э. В.* Концентраторы солнечного излучения : монография. Москва : ГНУ ВИЭСХ, 2007. 316 с.

<sup>161</sup> *Барашков Н. Н., Муравьева Т. М., Ярославцев В. Т., Сахно Т. В.* Спектральные свойства материалов для люминесцентных солнечных концентраторов на основе модифицированного полиметилметакрилата. Препринт института Монокристаллов АН Украины. Харьков. 1991. ИМК-91-12. С. 33–39.

<sup>162</sup> *Сахно Т. В., Барашков Н. Н., Крайнов И. П., Сенчишин В. Г., Хахель О. А., Шериуков В. М.* Органические материалы для люминесцентных солнечных концентраторов. Москва : НИИТЭХИМ. 1992. 75 с.

<sup>163</sup> *Сахно Т. В., Хахель О. А., Нурмухаметов Р. Н.* ЛСК со свечением эксимерного типа : тезисы докл. III Всеросс. науч. семинара «Новые материалы для гелиоэнергетики». Геленджик. 1992. С. 43–44.

<sup>164</sup> *Сахно Т. В., Иргбаева И. С., Барашков Н. Н.* Полимеры с заданными оптическими свойствами и их применение : монография. Полтава : ПУЭТ, 2014. 471 с.

<sup>165</sup> *Гриньов Б. В., Сахно Т. В., Сенчишин В. Г.* Оптично прозорі та флуоресціюючі полімери : монографія ; заг. ред. проф. Гриньова Б. В. Харків : Інститут монокристалів, 2003. 575 с.

<sup>166</sup> *Mehran Rafiee, Subhash Chandra, Hind Ahmed, Sarah J. McCormack.* An overview of various configurations of Luminescent Solar Concentrators for photovoltaic applications. *Optical Materials*. 2019. Vol. 91. P. 212–227.

<sup>167</sup> *Tristan A. Geervliet Ionela Gavrilă Giuseppe Iasilli Prof. Francesco Picchioni Prof. Andrea Pucci* Luminescent Solar Concentrators Based on Renewable Polyester Matrices. *Chem. Asian J.* 2019. Vol. 14. P. 877–883.

<sup>168</sup> *Bolong Zhang, Can Gao, Hamid Soleimaninejad, Jonathan M. White, Trevor A. Smith, David J. Jones, Kenneth P. Ghiggino, and Wallace W. H. Wong* Highly Efficient Luminescent Solar Concentrators by Selective Alignment of Donor–Emitter Fluorophores. *Chem. Mater.* 2019. Vol. 31 (8). P. 3001–3008.

<sup>169</sup> *Askari Mohammad Bagher, Mirzaei Mahmoud Abadi Vahid, Mirhabibi Mohsen.* Types of Solar Cells and Application. *American Journal of Optics and Photonics*. 2015. Vol. 3 (5). P. 94–113.

оболонки будівлі. В роботах [170, 171] підкреслюються та порівнюються останні технологічні досягнення в області технології ЛСК та внесок колоїдної хімії з реабсорбційними випромінювачами, що пропонують поглинання ширококутового зв'язку та підвищену стабільність.

ЛСК можуть бути встановлені на великих прозорих або напівпрозорих фрагментах будівель (вікна), де не можна використовувати традиційні фотоелектричні модулі. В роботі [172] демонструються можливості інтеграції люмінесцентних сонячних концентраторів у компоненти фасаду, з метою створення багатофункціонального вікна LCKSmart, яке може функціонувати як самостійний незалежний компонент, і забезпечувати безперебійну автономну роботу системи моторизованого затінення, навіть під час хмарних днів.

ЛСК має на меті забезпечення доповнення до стандартних кремнієвих сонячних панелей, що полегшує розгортання сонячних енергетичних систем у міських умовах. Однією з характерних особливостей ЛСК є його яскраве, флуоресцентне забарвлення. Оскільки пристрої можуть бути прозорими, це відкриває можливість використання ЛСК як енергетичного вікна. Встановлено, що вікно, покрите 25 % ЛСК, може стати локальним джерелом електричної енергії від сонячних променів, покращуючи добробут мешканців приміщення [173].

Люмінесцентні сонячні концентратори, в основному, складаються з великої скляної або прозорої полімерної пластини, листа, плівки, волокна, тасьми, плетіння або покриття, які активовані молекулами забарвленої флуоресціюючої речовини. Барвники поглинають певні довжини хвиль падаючого сонячного світла і перевипромінюють енергію у всіх напрямках в більш довгохвильовій області спектра. Частина цього світла підлягає повному внутрішньому відбиттю і потрапляє на фотогальванічний елемент, який знаходиться в торцях виробу.

Люмінесціюючі речовини (люмінофори) – активні компоненти ЛСК, можна розділити на три основні класи – органічні і неорганічні барвники, а також квантові точки напівпровідників. Кожен з цих класів має переваги і недоліки. Важливими особливостями органічних барвників є: висока ефективність квантового виходу люмінесценції (близько одиниці); доступність в широкому діапазоні довжин хвиль поглинання і випромінювання; висока розчинність в більшості прозорих полімерів, які застосовуються для моделювання концентраторів, і, що важливо,

---

<sup>170</sup> P. Moraitis R. E. I. Schropp W. G. J. H. M. van Sarka. Nanoparticles for Luminescent Solar Concentrators. *A review Optical Materials*. 2018. Vol. 84. P. 636–645.

<sup>171</sup> Hughes M. D., Borca-Tasciuc D.-A., Kaminski D. A. Highly efficient luminescent solar concentrators employing commercially available luminescent phosphors. *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*. 2017. Vol. 171. P. 293–301.

<sup>172</sup> Aste N., Buzzetti M., Del Pero C., Fusco R., Leonforte F., Testa D. Triggering a large scale luminescent solar concentrators market: The smart window project. *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 219. P. 35–45.

<sup>173</sup> Finn M. Vossen, Mariëlle P. J. Aarts, Michael G. Debije. Visual performance of red luminescent solar concentrating windows in an office environment. *Energy and Buildings*. 2016. Vol. 113. P. 123–132.

вони відносно недорогі. Проте, практично у всіх них є суттєвий недолік – це сильне перекривання спектрів поглинання і випромінювання, що зменшує їх ефективність в результаті втрат енергії через так звану реабсорбцію [174, 175]. Крім того, органічні барвники нестабільні, особливо при дії ультрафіолетового (УФ) випромінювання, і все це значно зменшує ККД сонячних концентраторів.

На відміну від органічних барвників, неорганічні люмінесцентні матеріали характеризуються високою термічною стійкістю, а солі рідкоземельних елементів практично не мають реабсорбції [176]. Крім того, фотостабільність багатьох неорганічних сполук чудова, особливо мінералів, забарвлення яких тримається тисячі років. Однак розчинність неорганічних барвників в полімерних матеріалах не дуже висока, що обмежує їх використання в якості активних компонентів ЛСК. Крім того, низька квантова ефективність люмінесценції та малі коефіцієнти екстинкції більшості неорганічних іонів вимагають їх високої концентрації, а з огляду на низьку розчинність і наявність концентраційного гасіння, використання їх в сонячних концентраторах є досить проблематичним, хоча на теперішній час зроблені спроби вирішення цих проблем.

Останнім часом з'явилися публікації щодо використання в якості люмінофорів в ЛСК квантових точок (КТ) напівпровідників [177].

У порівнянні з органічними люмінофорами, квантові точки характеризуються більш високою фотостабільністю і, як правило, значним червоним зсувом смуг люмінесценції відносно спектру поглинання (так званий зсув Стокса), що дає можливість обмежити втрати через реабсорбцію. Їх смуги поглинання набагато ширші і захоплюють видиму і УФ-області сонячного спектра, а їх положення, як і смуг люмінесценції, можна змінювати в досить широких межах лише простим вибором розміру і форми нанокристалів.

В цілому, КТ поки ще не можуть забезпечити високий квантовий вихід люмінесценції, в кращому випадку він становить близько 0,8, що недостатньо для їх використання в ЛСК. Хоча останнім часом з'явилися роботи, спрямовані на підвищення квантових виходів емісії КТ і збільшення терміну їх служби, проте квантові точки, що поєднують в собі всі необхідні властивості для ЛСК, поки не отримані.

Ідеальний люмінесцентний матеріал повинен мати такі характеристики:

---

<sup>174</sup> Реабсорбція – ефект поглинання фотонів люмінесценції речовини в області перекривання смуг поглинання та люмінесценції. При цьому сильно послаблюється інтенсивність люмінесценції в короткохвильовій частині спектра

<sup>175</sup> Gutierrez G. D., Coropceanu I., Bawendi M. G., & Swager T. M. A Low Reabsorbing Luminescent Solar Concentrator Employing  $\pi$ -Conjugated Polymers. *Advanced Materials*. 2015. Vol. 28 (3). P. 497–501.

<sup>176</sup> Papakonstantinou I., Tummeltshammer C. Fundamental limits of concentration in luminescent solar concentrators revised: The effect of reabsorption and nonunity quantum yield. *Optica*. 2015. Vol. 2 (10). P. 841–849.

<sup>177</sup> Cook M. J. & Al-Hallaj S. Film-based optical elements for passive solar concentration in a BIPV window application. *Solar Energy*. 2019. Vol. 180. P. 226–242.

- поглинання у всій видимій області до 950 нм;
- квантовий вихід люмінесценції близько 100 %;
- максимальне перекривання кривих випромінювання люмінофора і чутливості фотоелектричних перетворювачів (ФЕП);
- смугу випромінювання в діапазоні найбільшої чутливості комерційних ФЕП – 1000 нм;
- мале температурне і концентраційне гасіння;
- хорошу розчинність в полімерах;
- термін служби не менше 20 років, низьку вартість, екологічність утримання, утилізації та ін.

На сучасному етапі жоден з люмінесціюючих матеріалів не має всіх необхідних характеристик для його застосування в ЛСК і, тому, пошук люмінофорів із означеними властивостями стає визначальним для майбутнього ЛСК.

На сьогодні органічні барвники, які найбільш часто зустрічаються для використання в ЛСК можна, в основному, віднести до кількох молекулярних класів: кумарини [ 178 ], йодиди дікарбоціаніну, діціанметілени, лактони, нафталініміди, оксазин, перилени, периленбісімід оксазини [179, 180], периленбісімідазоли, фталоціаніни, порфірини, білкові комплекси – фікобілісоми, флуоренони [ 181 ], пірометани, родамін і сульфородаміни, третамінові похідні тетра-ціан-р-хінондиметану, тіоксантени, віолантрони і комерційні барвники під марками Ірми BASF – K1, K27 і Lpero і т. ін. [182]. Всі представлені вище барвники мають високі квантові виходи фотолюмінесценції – близько 0,8–1,0, значні коефіцієнти екстинкції – 104–106 М-1см-1, їх смуги поглинання розташовані в області від 350 до 620 нм, вони мають, як правило, хорошу розчинність в поліметилметакрилаті (ПММА) та інших полімерних матрицях, непогану термо- і фотостабільність. Властивості даних барвників детально розглянуті в огляді [ 183 ], присвяченому питанням роботи ЛСК – від їх конструювання до використання.

У нашому дослідженні основна увага приділена роботам, присвяченим таким питанням, як шляхи зниження перепоглинання

<sup>178</sup> Clemens Tummeltshammer, Alaric Taylor, Anthony J. Kenyon, and Ioannis Papakonstantinou. Homeotropic alignment and Förster resonance energy transfer: The way to a brighter luminescent solar concentrator. *J. Appl. Phys.* 2014. Vol. 116. 173103.

<sup>179</sup> Debije M. G., Verbunt P. P. C., Nadkarni P. J., Velate S., Bhaumik K., Nedumbamana S., Rowan B. C., Richards B. S., Hoeks T. L. A promising fluorescent dye for solar energy conversion based on a perylene perinone. *Applied Optics.* 2011. Vol. 50 (2). P. 163–169.

<sup>180</sup> Castiglione F., Lanzani G., Mele A., Monguzzi A., Passarello M., Ruggirello A., Scotognella F., Liveri V.T. Spectroscopic characterization of red perylimide/surfactant nanocomposites. *J. Mater. Sci.* 2011. Vol. 46. P. 6402.

<sup>181</sup> Курдюкова И. В., Иценко А. А. Органические красители на основе флуорена и его производных. *Успехи химии.* 2012. Т. 81, № 3. С. 258–290.

<sup>182</sup> Federico Gianfaldoni, Francesca De Nisi, Giuseppe Iasilli, Annamaria Pannielo, Elisabetta Fanizza, Marinella Striccoli, Daiki Ryuse, Masaki Shimizu, Tarita Biver, Andrea Pucci. A push-pull silafluorene fluorophore for highly efficient luminescent solar concentrators. *RSC Advances.* 2017. Issue 59. P. 37302–37309.

<sup>183</sup> Granchak V. M., Sakhno T. V., Kuchmy S. Ya. Light-Emitting Materials – Active Components of Luminescent Solar Concentrators. *Theoretical and Experimental Chemistry.* 2014. Vol. 50, Issue 1. P. 1–20. URL : <http://link.springer.com/article/10.1007/s11237-014-9342-1>.

барвника, збільшення стоксового зсуву, можливості збільшення квантового виходу люмінесценції і підвищення фотостабільності люмінофорів [184].

Протягом багатьох років ПММА широко використовували як матрицю в ЛСК, в основному, завдяки стійкості до атмосферних умов, і гарній прозорості у видимій області спектра. Лише в деяких ЛСК використовували полістирол, полівінілацетат, полівінілхлорид, полікарбонат, сополімери акрилонітрилу зі стиролом. Як люмінофорні ланки вводили сполуки конденсованих ароматичних і гетероароматичних похідних кумаринових і ксантенових барвників. Останнім часом з'явилися роботи, у яких основна увага приділяється не підвищенню прозорості полімерних пластин, а на перший план висувуються проблеми фотостійкості барвника в матриці. Серед досліджених на предмет фотохімічної стійкості барвників – кумарини 460, 500, 540, деякі ксантенові й оксазинові барвники [155].

Що стосовно конструкцій ЛСК, в нинішній час не існує загально прийнятих, які б забезпечували їх ефективну роботу. Певні успіхи в їх розробці пов'язані з виготовленням конструкцій з декількох полімерних пластин, що містять різні люмінофори. Вибір барвників для розчинення в полімерному матеріалі визначається умовою збігу (для пари пластин) максимумів випромінювання верхньої і поглинання нижньої пластини.

У літературі описана трипластинчаста конструкція ЛСК, у якому кожна пластина активувалася люмінофорами з різними спектрами поглинання (наприклад, у верхній пластині – люмінофором зі спектром поглинання від УФ-області до 550 нм, в середній – 550–900 нм і в нижній – більш 900 нм). Порівняння з однопластинчастим ЛСК, що має область поглинання від УФ-області до 530 нм, показало, що оптична ефективність багатошарового ЛСК приблизно в 1,5 рази вище ефективності однопластинчастої конструкції [156].

У роботі [185] запропоновано і експериментально доведено ефективність застосування сумішей барвників (кумаринових і піранових), які вводили в одну пластину ЛСК, виготовлену на основі епоксидних олігомерів. Використання таких сумішей обмежено через проблему сумісності барвників, для вирішення якої використовують суміш сполук, спектри поглинання й випромінювання яких знаходяться в різних частотних діапазонах. Крім того, такі барвники повинні задовольняти вимогам, які обумовлені фізичними аспектами їх застосування, серед яких, незначне температурне і концентраційне гасіння.

---

<sup>184</sup> *Ищенко А. А., Грабчук Г. П.* Физико-химические проблемы создания фотостабильных преобразователей световой энергии на основе окрашенных полимеров. *Теоретическая и экспериментальная химия.* 2009. Т. 45. № 3. С. 133–155.

<sup>185</sup> *Новикова Т., Сахно Т., Короткова І., Барашков Н., Сахно Ю., Іргібаєва І.* Спектральні властивості деяких кумаринових і піранових барвників у рідких розчинах і зшитих полімерних матрицях. *Фізика і хімія твердого тіла.* 2012. Т. 13, № 1. С. 205–209.

В літературі широко представлені експериментальні і теоретичні роботи з вивчення впливу температури [186] і полярності середовища на флуоресцентні характеристики кумаринових барвників [187]. Незважаючи на значний експериментальний матеріал стосовно фотофізичних характеристик даного ряду сполук, інформації про кумаринвмісні полімери і їх спектральні властивості недостатньо. Основна частина робіт присвячена синтезу таких полімерів і їх експериментальному дослідженню в зв'язку з використанням їх як лазерних барвників.

Однією з можливостей збільшення стоксового зсуву люмінофора є зміна за допомогою замісників геометрії молекул. Такі зміни призводять до значного збільшення світлостійкості і підвищенню квантового виходу люмінесценції. Так, атоми хлору вводили в сполуки типу діамідоперілену як замісники. При цьому слід зазначити, що хлорування не збільшує загальний ланцюг сполуки і практично не змінює положення максимуму смуги поглинання, але призводить до батохромного зсуву смуги випромінювання на 11 нм. Рентгеноструктурні дослідження показали, що в результаті відштовхування між атомами хлору відбувається зміна структури молекули: одна половина періленового скелета викривляється на 420 по відношенню до іншої, що призводить до великих змін електронних оболонок в збудженому стані і, як наслідок, до збільшення стоксового зсуву. Квантовий вихід флуоресценції таких сполук трохи нижче, але висока стабільність і більш висока розчинність в полімерній матриці дозволяють рекомендувати їх для застосування в ЛСК.

В ряді інших робіт [188, 189], показано, що при введенні до люмінесціюючих молекул різних замісників можна змінювати довжину ланцюга органічного барвника або його геометрію, а це призводить до зміни всіх його важливих властивостей як активного елементу ЛСК. Однією з характеристик, важливою для ефективної роботи ЛСК, є ширина смуг в спектрах поглинання барвників – чим вони ширші, тим більше світла поглинається і тим більшу ефективність має концентратор. Для цього пропонують, наприклад, вводити в полімер чотири різних барвника, що перекривають поглинання у всій видимій області спектра, крім області близько 600 нм [188]. До таких люмінофорів відносяться кумарин 6 (3-(2-бензотіазоліл)-7-(діетиламіно)-кумарин), ДСМ2, Нільський Червоний і скваріновий барвник (рис. 1).

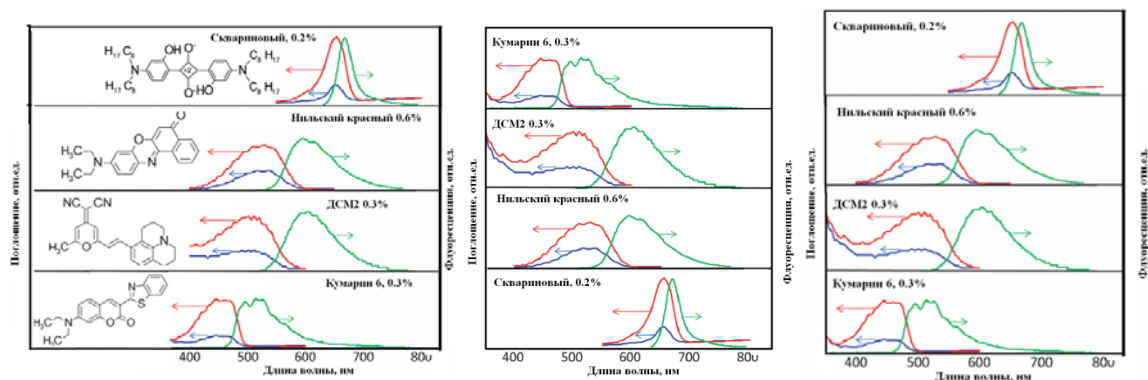
---

<sup>186</sup> Sakhno T. V., Korotkova I. V., Khakhel O. A. A possible mechanism of coumarin derivatives fluorescence quenching. *Functional Materials*. 1996. Vol. 3 (4). P. 502–505.

<sup>187</sup> Короткова І. В., Сахно Т. В., Барашков Н. Н. Температурная зависимость излучательных процессов в 3,4-бензокумарине. *Журн. физ. химии*. 1997. Т. 71 (5). С. 861–863.

<sup>188</sup> Men'endez-Vel'azquez Amador, Mulder Carljin L., Thompson Nicholas J., Trisha L. Andrew, Philip D. Reusswig, Carmel Rotschilda and Marc A. Baldoa. Light-recycling within electronic displays using deep red and near infrared photoluminescent polarizers. *Energy Environ. Sci*. 2013. Vol. 6. P.72–75.

<sup>189</sup> Mulder C. L., Reusswig P. D., Beyler A. P., Kim H., Rotschild C., Baldo M. A. Dye alignment in luminescent solar concentrators: II. Horizontal alignment for energy harvesting in linear polarizers. *Opt Express*. 2010. Vol. 18 (1). P. 91–99.



**Рис. 1. Поглинання паралельно (червона лінія) і перпендикулярно (синя лінія) поляризованого світла і люмінесценція (зелена лінія) в лінійно-поляризованому ЛСК (LP-ЛСК) з чотирьох різних люмінофорів**

Джерело: дані [183].

Як уже зазначалося, ефективність поглинання і випромінювання світла багатьма люмінофорами пов'язана з їх структурою. Якщо молекули спеціально орієнтовані це поліпшує вихід люмінесценції концентраторів сонячної енергії. Це можна легко зробити за допомогою рідких кристалів в якості матеріалу-господаря. Такий підхід реалізований в (LP-ЛСК) на основі двох молекул барвників – 4-діціанометіл-6-діметіаміностірол-4Н-пірану (DCM) і кумарину 6 [189]. В якості господаря був обраний нематичний рідкий кристал LC 242 фірми BASF.

Запропоновано конструкцію люмінесцентного сонячного концентратора, в якому в ЛСК пластину вбудовані барвникові агрегати з циліндричною геометрією. Найбільш придатними агрегатами є ті, що мають смугу Н-синього кольору (по відношенню до поглинання мономеру) і вузьку смугу J-червоного кольору. Такі агрегати мають високе первинне поглинання в Н-смугі, поляризоване в площині ЛСК і випромінювання з J-смуги, поляризованої перпендикулярно площині.

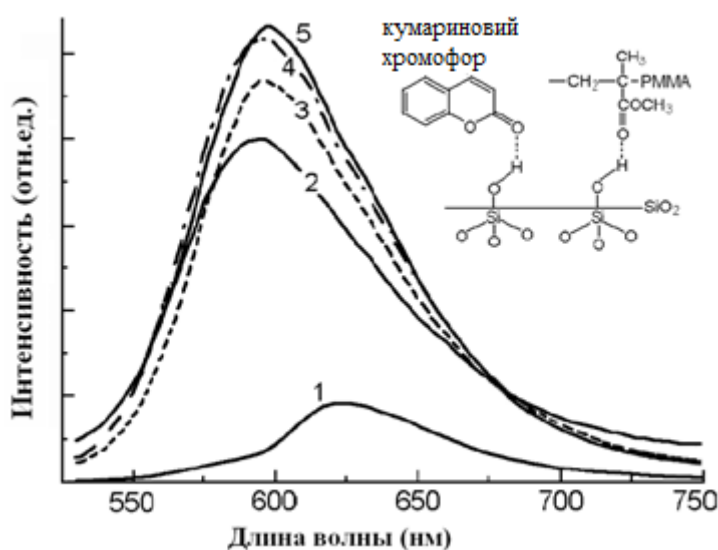
Отже, випромінюване світло спрямоване переважно на кромки ЛСК і втрата в зону виходу значно знижена [190].

До істотного посилення флуоресценції призводить створення умов, що заперечують утворення ексимерів, димерів, а також концентраційне гасіння барвників. Так, в [191] досліджували ЛСК, отримані полімеризацією метилметакрилату з кумариновими барвниками і окисом кремнію. Зафіксоване посилення люмінесценції (рис. 2) як раз і пояснюється взаємодією молекули барвника і молекули ПММА за допомогою водневого зв'язку з окисом кремнію, тобто стабілізацією барвника в полімерній матриці. Встановлено, що при такій взаємодії не

<sup>190</sup> Alexander Eisfeld, John S. Briggs. Dye Aggregates in Luminescent Solar Concentrators. *Physica status solidi (a)*. 2018. Vol. 215 (2). 1700634.

<sup>191</sup> El-Bashir S. M. Photophysical properties of fluorescent PMMA/SiO<sub>2</sub> nanohybrids for solar energy applications. *Journal of Luminescence*. 2012. Vol. 132 (7). P. 1786–1791.

відбувається утворення димерів і ексимерів барвника і відсутнє концентраційне гасіння.



**Рис. 2. Спектри флуоресценції плівок ПММА/SiO<sub>2</sub> з різним вмістом наночастинок двоокису кремнію: 1 - 0; 2  $6 \cdot 10^{-3}$ ; 3  $4 \cdot 10^{-3}$ ; 4  $2 \cdot 10^{-3}$ ; 5  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л**

Вставка: схема взаємодії молекул барвника і ПММА з поверхнею оксиду кремнію  
Джерело: дані [183].

У нанокompозитних плівках ПММА, легованих сумішшю кумаринових барвників і наночастинок срібла і золота (розміром 60 і 100 нм, відповідно), наночастинок металів також підвищують квантовий вихід флуоресценції змішаних барвників кумарину. Такі системи запропоновані для перетворення сонячної енергії в плазмонних тонкоплівкових ЛСК. Причому величина квантового виходу емісії залежить від концентрації золота – при її підвищенні флуоресценція барвника зменшується [192].

В останні роки все більшу увагу дослідників привертають квантові точки (КТ), які використовують в ЛСК як люмінофори. Перетворення сонячного світла в розроблених на теперішній час ЛСК на квантових точках обмежена низьким квантовим виходом флуоресценції і їх недостатньо стабільними характеристиками. Крім того, при високих концентраціях КТ ефективність концентраторів знижується внаслідок реабсорбції. Деякі з цих проблем можуть бути вирішені за рахунок використання плазмонної взаємодії КТ і металевих наночастинок [193].

Так, продемонстровано плазмонне збудження флуоресценції КТ CdSe/ZnS зі структурою ядро/оболонка за участю наночастинок золота.

<sup>192</sup> Mantel, A., Shautenbaeva, N., Irgibaeva, I., Aldongarov, A., Lang, A., Barashkov, N., & Mukatayev, I. Perylene Derivative Dyes Luminescence in Polysiloxane Matrix in Presence of Gold Nanoparticles. *Journal of Fluorescence*. 2016. Vol. 26, Issue 6. P. 2213–2223.

<sup>193</sup> Chandra S., Doran J., McCormack S. J., Kennedy M., Chatten A. J. Enhanced quantum dot emission for luminescent solar concentrators using plasmonic interaction. *Sol. Energ. Mat. Sol. Cells*. 2012. Vol. 98. P.385–390.

Встановлено, що існує оптимальна концентрація наночастинок Au, при якій спостерігається найбільш інтенсивна емісія КТ, що може бути обумовлено природою зв'язку і відстанню між квантовими точками і наночастинами золота. У той же час відмічено, що при більш високих концентраціях наночастинок Au відбувається безвипромінювальна передача енергії від КТ до наночастинок золота, що призводить до зниження емісії. Таким чином, очевидно, що плазмонну взаємодію можна використовувати для збільшення ефективності збудження і випромінювання КТ і, отже, для підвищення ефективності ЛСК, а зменшенням концентрації наночастинок благородних металів можна досягти зниження реабсорбції і вартості ЛСК на основі таких матеріалів.

Важливою характеристикою ЛСК є довгострокова стабільність, зменшення енергетичних втрат при їх експлуатації. Отже, люмінесцентні КТ, особливо зі структурою ядро-оболонка, повинні бути набагато більш стабільними при освітленні і стійкими до фотознебарвлення, в порівнянні з іншими люмінофорами. Необхідно вказати також на процес деградації КТ при їх використанні в ЛСК. Цей процес полягає в фотоокисненні поверхні квантових точок присутнім киснем, який може індукувати фотохімічні процеси в зовнішній оболонці.

Однією з важливих причин, що перешкоджають використанню КТ в ЛСК, є їх токсичність. Багаточисельні КТ містять токсичні елементи, включаючи CdX (X = S, Se, Te), та й сам кадмій, PbX (X = S, Se, Te), HgX (X = S, Se, Te) і XAs (X = Ga, In). У дослідженнях КТ, особливо в зв'язку з їх біологічними властивостями, робляться спроби вирішення цього питання. Так, були синтезовані колоїдні КТ, що складаються з нетоксичних матеріалів, в тому числі ZnX (X = S, Se), InX (X = P, Sb), Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, CZTS (Cu-Zn-Sn-S), CIGS (Cu-In-Ga-S), CuZnInS, а також оксиду цинку. Крім того, при використанні конструкції ядро-оболонка можна значно зменшити токсичність КТ шляхом нанесення на токсичне ядро оболонки з нетоксичних напівпровідників. Прикладами є CdSe/ZnSe, CdS/ZnS і CdSe/CdS/ZnS, коли ядро кристалу КТ, наприклад, CdSe або CdTe, покрите тонким шаром іншого напівпровідника з більшою величиною енергетичної щільності, наприклад, CdS, ZnS або ZnSe. Це дозволяє поліпшити фотостабільність кристалічного ядра, запобігає гасінню екситонів поверхнею і агрегацію частинок, в результаті чого зростає квантовий вихід флуоресценції.

Таким чином, на даному етапі відомі КТ за сукупністю притаманних їм властивостей поки не задовольняють всім вимогам для створення на їх основі ЛСК з необхідною ефективністю.

Зазначимо, що можливі майбутні напрямки в області досліджень як квантових точок, так і барвників, пов'язані з використанням плазмонних ефектів, в тому числі для генерації люмінесценції, як, наприклад, за участю металевих острівцевих плівок, так і для підвищення емісії інших

люмінофорних матеріалів, що дозволяє використовувати меншу їх кількість з більшою квантовою ефективністю ЛСК. Інший можливий шлях – дослідження сонячних концентраторів із застосуванням нанопористих матеріалів (пористі скла, цеоліти, масиви кремнезему і т. п.) для поліпшення параметрів люмінофорів, таких як фотостабільність, рішення проблеми реабсорбції в результаті передачі енергії, а також підвищення квантового виходу флуоресценції. Все це вимагає значних зусиль вчених, що працюють в цій галузі, як в теоретичному, так і в практичному плані.

## РОЗДІЛ 5

### НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

#### 5.1. Використання біоенергетичних технологій як альтернативного джерела енергії для підвищення енергоефективності та енергоощадності сільських територій в Україні

*Бернацька Н. Л., Тупіло І. В.*

*Національний університет «Львівська політехніка»*

Основою економічної стабільності будь-якої держави світу є стан її паливно-енергетичного комплексу, тому важливим є вибір правильної стратегії формування енергетичної політики, яка в кінцевому підсумку сприяє не тільки енергетичній незалежності держави, але й покращує рівень життя людей. Із кожним роком у багатьох країнах світу все гостріше постає проблема забезпечення різними видами енергії. Основними причинами такого становища є нестача та вичерпність традиційних енергоносіїв (вугілля, нафти та природного газу). На тлі енергетичної кризи актуальним є питання переходу від традиційних джерел енергії до нових, альтернативних, які є екологічно менш небезпечні та економічно ефективні.

Одним зі стратегічних шляхів розв'язання проблемних питань в енергозабезпеченні України може стати використання відновлюваних джерел енергії – енергії сонця, вітру, малих річок і водотоків, геотермальної енергії, енергії біомаси та енергії доквілля. Використовуючи втричі більше енергії на одиницю ВВП, порівняно з середніми показниками в країнах ОЕСР, Україна є лідером зі споживання електроенергії [194].

А наявність вкрай обмежених вітчизняних викопних енергоносіїв призводить до необхідності задовольняти власні значні енергетичні потреби за рахунок іноземних енергопостачальників [195].

Суттєве підвищення енергоефективності національної економіки України є одним із основних шляхів забезпечення національної безпеки, наповнення бюджету, підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках, вирішення соціальних питань. Таким чином, впровадження енергозберігаючих

---

<sup>194</sup> Циганок К. О., Череп А. В. Альтернативні джерела енергії як засіб ресурсоефективності. *Глобальні та національні проблеми економіки. Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського*. 2018. № 22. С. 688–691.

<sup>195</sup> Броч Б., Федішин І. Впровадження енергоефективних технологій у сільській місцевості. *ОСББ: досвід, виклики, перспективи* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Тернопіль, 30 січ. 2017 р. Тернопіль, 2017. С. 49–50.

технологій може скоротити імпорт енергоресурсів і нівелювати політичний тиск на нашу країну з боку експортерів нафти і газу. Крім того, зменшення енергетичної складової собівартості продукції дає змогу Україні стати конкурентоспроможною на зовнішніх ринках [196].

Для цього Україні необхідно скоротити енергоспоживання та дослідити можливості використання альтернативних джерел енергії. Україна має значний потенціал основних видів відновлюваних джерел енергії, але на даний час вони становлять досить незначну частку в загальному енергобалансі держави. Відновлюваними джерелами енергії є сонячна, фотоелектрична та геотермальна енергії, тверда біомаса, біогаз, рідке біопаливо, гідроелектростанції, а також енергії припливів, хвиль океану, вітру тощо [196].

За оцінками фахівців, з усіх можливих джерел альтернативної енергії, найбільш прогресивними та перспективними для розвитку в світі та в Україні, зокрема, є біогазові технології, оскільки вони дозволяють одночасно утилізувати відходи, отримувати біодобрива та виробляти електроенергію [197]. Крім того, широке застосування подібних технологій дозволяє, підвищуючи надійність енергопостачання, скорочувати кількість викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу. Європейський досвід свідчить: енергія, вироблена з біомаси та інших відновлювальних джерел, відіграє все більш провідну роль у загальному енергетичному балансі. Згідно з даними фахівців Біоенергетичної асоціації України, в ЄС частка відновлюваних джерел вже сьогодні становить 15% [197]. При цьому саме біомаса складає 62% загального внеску відновлювальних джерел енергії. А в європейських країнах з найбільш високорозвиненим агропромисловим комплексом, таких, як Угорщина, Польща, Фінляндія, країни Балтії, за рахунок великого об'єму біоенергетичної сировини, виробництво енергії з біомаси сягає 95% [198]. Враховуючи потенційні можливості України щодо кількості сировини для виготовлення біомаси, наша держава має усі шанси обійняти лідируючі позиції в галузі біоенергетики. Як країна з досить великим обсягом сільськогосподарського виробництва і тваринництва, Україна має значні енергетичні ресурси для виробництва біогазу, які здатні замінити 2,6 млрд м<sup>3</sup> природного газу на рік.

При подальшому розвитку сільськогосподарського виробництва, відповідно, будуть збільшуватися й обсяги накопичуваних органічних відходів. Передбачається, що біопотенціал може досягти 7,7 млрд м<sup>3</sup>/рік,

---

<sup>196</sup> Пашечко О. А. Особливості реформування енергетики в контексті соціально-економічного стимулювання енергозбереження та міжнародного досвіду. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»: збірник наукових праць.* 2013. № 24. С. 39–43.

<sup>197</sup> Колеватова А. В. Використання альтернативних джерел енергії в аграрному секторі економіки. *Глобальні та національні проблеми економіки. Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського.* 2017. № 16. С. 558–563.

<sup>198</sup> Півняк Г. Г., Шкрабець Ф. П. Альтернативна енергетика в Україні: монографія. Дніпропетровськ: Нац. гірн. ун-т, 2013. 109 с.

в перерахунку на природний газ використання таких обсягів могло б забезпечити близько 10 % загального енергоспоживання країни. Таким чином, Україна володіє величезними ресурсами для повсюдного впровадження біогазових технологій, а 18 кількість потенційних виробників біогазу, тільки на сьогоднішній день, складає більше 3 тисяч [199]. У світовій практиці біотехнології активно використовуються для виробництва біогазу і біопалива, для забезпечення автономного та незалежного електро- і теплопостачання. Крім того, біогазові установки можуть використовуватися в якості очисних споруд: на фермах, птахофабриках, цукрових заводах і м'ясокомбінатах, для знезараження органічних відходів і для отримання цінних органічних добрив. На біогазових установках, можна переробляти спеціально вирощені енергетичні культури і отримувати біопаливо [200]. Серед переваг біогазового виробництва, є ще одна немаловажна – біогаз можна виробляти скрізь, де доступні біовідходи, і тут же використовувати для інших виробничих або побутових потреб, а надлишки після збагачення, використовувати як транспортне паливо. Це тим більш актуально для районів, в яких часто відбуваються збої в енергопостачанні, пов'язані з технічними проблемами транспортування, обривами і втратами в електромережах, при передачі на великі відстані або з причини повної відсутності центрального енергопостачання у віддалених районах.

У таких випадках виділяти державні кошти, як це найчастіше відбувається, для того, щоб прокласти електро- і газотранспортні мережі коштовно і недоцільно, якщо для виробництва енергії є можливість використовувати біовідходи. Біоенергія виробляється в даний час, головним чином, в результаті спалювання деревини, соломи та торфу і використовується в децентралізованому режимі для виробництва тепла та/або гарячої води. Технічний потенціал використання біомаси згідно з відповідними даними становить від 126 до 162 ТВт·год або 195 ТВт·год. Найбільші частки припадають на солому (45 ТВт·год.) і енергетичні культури (41 ТВт·год) [201].

Зважаючи на вже досягнутий рівень використання відновлюваних джерел енергії, слід зазначити, що багаторічні традиції використання біопалива, насамперед, деревини в лісистих місцевостях, наприклад, в Карпатах, збереглися і по сьогоднішній день. Деревина є там одним із основних енергоносіїв для життя в сільській місцевості, однак енергоефективність у порівнянні з сучасними установками для спалювання деревини є дуже низькою, при цьому на короткострокову

---

<sup>199</sup> Піцик М. А. Біоенергетика як новий стимул розвитку АПК та забезпечення енергетичної безпеки регіонів Українського Полісся. *Економічний вісник університету*. 2014. № 23. С. 151–156.

<sup>200</sup> Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Матвеев Ю. Б., Жовмір М. М. Використання місцевих видів палива для виробництва енергії в Україні. *Пром. Теплотехніка*. 2006. № 2. С. 86–93.

<sup>201</sup> Мазур К. В. Розвиток альтернативної енергетики в АПК. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Економічні науки*. 2012. № 1. С. 181–186.

перспективу вихід часто вбачається у модернізації на основі установок для спалювання газу. Нинішнє використання твердої біомаси, такої як деревина, солома або торф, у домогосподарствах і промислових об'єктах складає близько 11 МВт. Потенціал цих ресурсів оцінюється на рівні 9200 МВт [202].

Природний газ можна було б зекономити в обсязі 5,2 млрд м<sup>3</sup> (приблизно 52 ТВт·год електроенергії). Для цього були б необхідними інвестиції у розмірі 0,53 млрд дол. США. Технологія не вимагає великих інвестицій на одиницю потужностей і для неї характерні короткі терміни амортизації та наявність національного технологічного потенціалу.

У 2009 р. в Україні було вироблено приблизно 300 тис. т (близько 1,3 ТВт·год електроенергії) пелет і брикетів, з яких приблизно дві третини було експортовано в Польщу і Німеччину [203]. Для їхнього виробництва використовується тверда біомаса, наприклад, деревина або солома. Є близько 200 виробників, і для цього ринку – саме з огляду на великі обсяги експорту – вбачаються непогані шанси зростання. 20 % фірм працюють з німецькою або польською участю. Ринок в Україні все ще незначний, оскільки відповідні установки для спалення майже відсутні. Крім того, субсидування цін на природний газ заважає швидшому освоєнню ринку для приватного використання. Біогазовий потенціал енергетичних культур, таких як кукурудза, оцінюється на рівні приблизно від 6,28 до 12,57 ТВт·год, причому цей показник відповідає обсягам експорту зерна в 2008 р. Тим самим, технічний потенціал виробництва біогазу складає наразі біля 4–8 % від нинішнього виробництва електроенергії в Україні [204].

У селі Кінські Роздори (Запорізька область) перетворюють солому і бур'ян у паливні брикети. Проект будівництва комплексу з ефективною утилізації сільськогосподарських відходів реалізували у рамках програми ЄС/ПРООН «Місцевий розвиток, орієнтований на громаду». У лютому 2016 р. був затверджений проект цеху паливних брикетів, проведено тендер на закупівлю обладнання, а вже у квітні комплекс зі збору соломи та її подальшої переробки ввели в експлуатацію. 80 % від загальної вартості проекту – 618 000 грн – профінансувала програма ЄС/ПРООН, а 10 % – 77 250 грн. – виділили з обласного та сільського бюджетів, ще стільки ж зібрали члени кооперативу. Процес виробництва паливних брикетів відбувається наступним чином: тюки з соломою поміщаються у спеціальну ємність і подрібнюються. Шнеками суміш подається у пресувальну камеру, де і формуються брикети. Готова продукція

---

<sup>202</sup> Чебан І. В., Діброва А. Д. Ринок біоенергії в Україні. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2017. № 14. С. 176–181.

<sup>203</sup> Панчук М. В., Шлапак Л. С. Аналіз перспектив розвитку виробництва та використання біогазу в Україні. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2016. № 3. С. 26–33.

<sup>204</sup> Климчук О. В., Грох Н. В. Виробництво біогазу: досвід зарубіжних країн та перспективи розвитку в Україні. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Економічні науки*. 2012. № 2. С. 50–54.

виходить з охолоджуючої лінії [205].

Новий котел на аграрній біомасі встановлено у с. Невицьке Ужгородського району Закарпатської області в рамках проекту ПРООН «Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні», що реалізується за підтримки Глобального екологічного фонду (ГЕФ). Сучасне обладнання допоможе досягти значної економії коштів та енергоресурсів для опалення навчально-виховного комплексу в Західній Україні [ 206 ]. Для задоволення власних енергетичних потреб Україна використовує традиційні ресурси, зокрема природний газ та вугілля, які складають понад 60 % вітчизняного енергетичного балансу.

Як наслідок, одним із пріоритетних завдань у сфері енергетики, визначених Енергетичною стратегією України на період до 2035 року, є досягнення енергетичної незалежності, що стане можливим завдяки скороченню рівня енергоспоживання та використанню альтернативних джерел енергії. ПРООН сприяє переходу України до відновлювальних джерел енергетики й стимулює використання біомаси як палива в теплопостачанні. Адже це дозволяє містам та селищам досягати значного збільшення ефективності опалення та гарячого водопостачання соціальних об'єктів, таких як школи, лікарні, дитячі садки, а також заощаджувати кошти [206].

Використання аграрної біомаси дозволяє місцевій громаді значно знизити витрати на опалення громадських будівель. Як показав досвід встановлення аналогічних котлів в Україні, громада с. Невицьке зможе заощадити близько 120 тис. грн на рік завдяки використанню місцевого палива. Окрім цього, заміна електроопалення на біомасу також зменшить викиди CO<sub>2</sub>, і таким чином сприятиме боротьбі зі зміною клімату [206].

Встановлення в Закарпатській області нового котла, який працює на аграрній біомасі місцевого походження, дозволить заощадити кошти для бюджету селища завдяки зменшенню споживання електроенергії, а також сприятиме скороченню викидів парникових газів у атмосферу та пом'якшенню наслідків кліматичних змін.

Загалом, у рамках реалізації проекту ПРООН «Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні» за підтримки Глобального екологічного фонду, було встановлено 13 котлів на аграрній біомасі в Донецькій, Житомирській, Київській та Черкаській областях [206].

---

<sup>205</sup> Село на Запоріжжі перетворює соломку і бур'ян у паливні пелети. URL : <http://ecotown.com.ua/news/Selo-na-Zaporizhzhii-peretvoryuye-solomu-i-bur-yan-u-palyvni-pelety/> (дата звернення: 11.03.2018 р.).

<sup>206</sup> На Закарпатті встановили сучасну систему опалення на біомасі за підтримки ПРООН та Глобального екологічного фонду. URL : <http://bioenergy.in.ua/uk/news/zagalni-novini/na-zakarpatti-vstanovili-suchasnu-sistemu-opalennia-na-biomasi-za-pidtrimki-proon-ta-globalnogo-ekologichnogo-fondu/> (дата звернення: 11.03.2018).

У Жмеринському районі Вінницької області висадили 3500 саджанців енергетичної верби для виробництва біопалива. Ініціатором вирощування енергетичних культур, які сприяють зменшенню шкідливих викидів в атмосферу, стала Северинівська об'єднана територіальна громада. Продуктивність верби становить від 10 до 15 т сухої маси на гектар за рік, а це перевищує вихід деревини із традиційних лісових насаджень у 14 разів. Збирати перший урожай біопалива можна через три роки, а потім кожного року скошувати кущі, які весною знову відростають – цикл самовідновлення верби на одному місці може тривати впродовж 3 десятиліть. Рослина непримхлива та може зростати на непридатній для вирощування сільськогосподарських культур землі. Наразі Северинівська ОТГ активно використовує альтернативні джерела енергії: місцеву амбулаторію обігривають енергією землі, електрику для приміщення спортзалу генерує вітряк [207]. У Любашівському районі Одеської області на базі цукрового заводу мають намір побудувати теплоелектроцентраль на сільськогосподарських відходах та завод з виробництва біоетанолу. БіоТЕЦ потужністю 12 МВт зведуть в рамках проекту, який на першому етапі реалізації передбачає запуск цеху з виготовлення олії. Згідно з попередніми підрахунками, теплоелектроцентраль, яку введуть в експлуатацію протягом року, забезпечуватиме електроенергією всі виробничі процеси на підприємстві та прилеглі райони області [208]. Разом з тим, до 2021–2022 рр. у Любашівському районі планують побудувати завод з виробництва біоетанолу, який працюватиме на кукурудзі, соломі та очереті. Передбачається, що завод вироблятиме 50 тисяч тон спирту на рік.

На підприємстві працюватиме близько п'ятидесяти осіб. Згідно з попередніми підрахунками, паливо із додаванням етанолу коштуватиме до 10 гривень за літр [208].

Використовуючи малопродуктивні землі для вирощування енергетичних культур дозволить державі заміщувати 5,5 млрд м<sup>3</sup> газу щороку. Енергетичні культури як джерело біомаси використовують в багатьох європейських країнах. Серед них – Італія, Німеччина, Швеція. В Україні є близько 4 млн га малородючих земель, які підходять для вирощування енергокультур, зокрема в Київській, Житомирській, Чернігівській та Львівській областях. За врожайності 11,5 млн т з 1 млн га, вдасться щорічно заощаджувати близько 5,5 млрд м<sup>3</sup> газу. Якщо охопити весь потенціал – 4 млн га цих культур, то обсяг заміщення газу

---

<sup>207</sup> У Вінницькій області в одній із ОТГ вирощують енергетичну вербу. URL : <https://agropolit.com/news/8259-u-vinnitskiy-oblasti-v-odniy-iz-otg-viroshchuyut-energetichnu-verbu/> (дата звернення: 11.03.2018 р.).

<sup>208</sup> На Одещині побудують ТЕЦ на сільськогосподарських відходах та завод з виробництва біоетанолу. URL : <https://ecotown.com.ua/news/Na-Odeschyni-pobuduyut-TETS-na-silskohospodarskykh-vidkhodakh-ta-zavod-z-vyrobnytstva-bioetanolu/> (дата звернення: 11.03.2018 р.).

сягне 20 млрд м<sup>3</sup>, а це 2/3 потреб країни в газопостачанні [209].

У Бугринській об'єднаній територіальній громаді на Рівненщині відкрили лінію з виробництва паливних пелет і брикетів з соломи, залишків соняшника та тирси (рис.). Опалення на території громади здійснюється 1664 котлами, і його можна суттєво здешевити, якщо перевести на твердопаливні котли, які б опалювалися брекетами та пелетами [210]. До того ж підприємці області продукують тирсу, яку необхідно утилізувати, є солома, обрізані гілки, щепи, відходи кукурудзи, тощо.



**Рис. Лінія з виробництва паливних пелет і брикетів з соломи, залишків соняшника та тирси у Бугринській ОТГ на Рівненщині**  
Джерело: дані [210].

За день лінія здатна переробити більш як півтонни сировини, виробництво безвідходне, а кількість шкідливих викидів мінімальна [210].

Паливні пелети та брикети використовуватимуться для опалення 8 навчально-виховних закладів, 8 закладів культури, 6 фельдшерсько-акушерських пунктів та одна амбулаторія, станція швидкої допомоги, 6 приміщень для розміщення державних органів і установ. Загальна вартість проекту становить 4 млн грн, з яких співфінансування з Державного фонду регіонального розвитку – 3,6 млн грн та з бюджету Бугринської ОТГ – 400 тис. грн. Заявлений строк роботи лінії без капітального ремонту – 8 років, а термін окупності – 5 років [210].

Таким чином, можна говорити про те, що подальший розвиток і повсюдне впровадження новітніх технологій в Україні сприятиме створенню альтернативного енергетичного ресурсу, підвищенню енергетичної безпеки держави, створенню нових робочих місць і, тим самим, сприяти розвитку національної економіки. Стимулюючи виробництво відновлюваної електроенергії, Україна зможе одночасно підвищити і рівень екологічної безпеки, утилізуючи органічні відходи, а також скоротити кількість шкідливих викидів.

<sup>209</sup> Вирощування енергокультур в Київській, Житомирській, Чернігівській і Львівській областях заощадить 5,5 млрд м<sup>3</sup> газу щороку. URL : <http://ecotown.com.ua/news/Vyroshchuvannya-enerhokultur-v-Kyuyivskiy-ZHytomyrskiy-CHernihivskiy-i-Lvivskiy-oblastyakh-zaoshchady/> (дата звернення: 11.03.2018 р.).

<sup>210</sup> ОТГ на Рівненщині запустила виробництво пелет і брикетів з соломи, залишків соняшника та тирси. URL : <http://ecotown.com.ua/news/OTH-na-Rivnenshchyni-zapustyla-vyrobnystvo-pelet-i-bryketiv-z-solomy-zalyshkiv-sonyashnyka-ta-tyrsy/> (дата звернення: 11.03.2018 р.).

## 5.2. Особливості технології виробництва свинини підвищеної харчової цінності

*Усенко С. О., Мазанько М. О., Шостя А. М., Бондаренко О. М., Слинько В. Г., Березницький В. І., Мороз О. Г., Маслак М. М., Усенко О. О. Полтавська державна аграрна академія*

Вплив людини на екосистему в Україні проявляється у розораності сільськогосподарських угідь на 72 %, яка в деяких регіонах перевищила 88 %. Обробляються малопродуктивні угіддя, прирусові луки, пасовища та схилі землі. Україна в Європі займає 5,7 % території, сільськогосподарські угіддя – 18,9 %, а рілля – 26,9 %. Однак і надалі ефективність використання земель в Україні нижча, ніж у по Європі.

В міру підвищення якості життя, люди з року в рік споживають більше м'яса і молочних продуктів. Відповідно до прогнозів, обсяг виробництва м'яса в світі в найближчому майбутньому більш ніж подвоїться.

Інтенсифікація галузі свинарства призводить до збільшення викидів CO<sub>2</sub> та небезпечних парникових газів. На частку тваринництва припадає 65 % вироблених в результаті антропогенної діяльності викидів закису азоту (головного фактора глобального потепління), що вивільняється внаслідок розкладання гною великої рогатої худоби [211].

Зміна природно-кліматичних умов, забруднення навколишнього середовища, збільшення обсягів споживання тваринницької продукції спонукають товаровиробників до пошуку ефективних шляхів забезпечення населення харчовими продуктами. Однак в Україні споживання продуктів харчування тваринного походження є нижчим за фізіологічні норми на 25–30 %. Це відбувається через збитковість виробництва певних видів продукції сільськогосподарського господарства, що призводить до зменшення експортного потенціалу країни та сповільнення розвитку сільських територій.

У сучасних умовах розвитку тваринництва в країнах ЄС широко упроваджується напрям органічного виробництва, що забезпечує збереження довкілля та використання новітніх технологій виробництва для отримання продукції високої якості.

В Україні діють на виробництво органічної сільськогосподарської продукції та сировини стандарти міжнародного співтовариства. Ці законодавчі акти обмежують дію стресових факторів та вимагають природних умов довкілля, яке можливе при застосуванні літньо-табірного утримання свиней.

Впровадження інноваційних технологій у галузі свинарства

---

<sup>211</sup> Бащенко М. І., Волощук В. М., Небилиця М. С., Ващенко О. В. Технологія органічного виробництва свинини. Черкаси : Черкаська ДСБ НААНУ, 2015. 376 с.

спрямоване на збільшення обсягів виробництва свинини в промислових умовах, а також розроблення і впровадження технологій отримання свинини з підвищеною харчовою цінністю. Це зумовлено зростанням попиту споживачів на продукцію з підвищеними харчовими властивостями, не дивлячись на різницю в цінах на неї.

Серед основних факторів формування харчової цінності є: вік, порода, корми та умови утримання. Використання безвигульної системи утримання свиней передбачає знаходження тварин, від народження до досягнення відповідного фізіологічного стану чи вагової кондиції в приміщенні, за виключенням технологічного переміщення відповідно циклограми виробничого процесу.

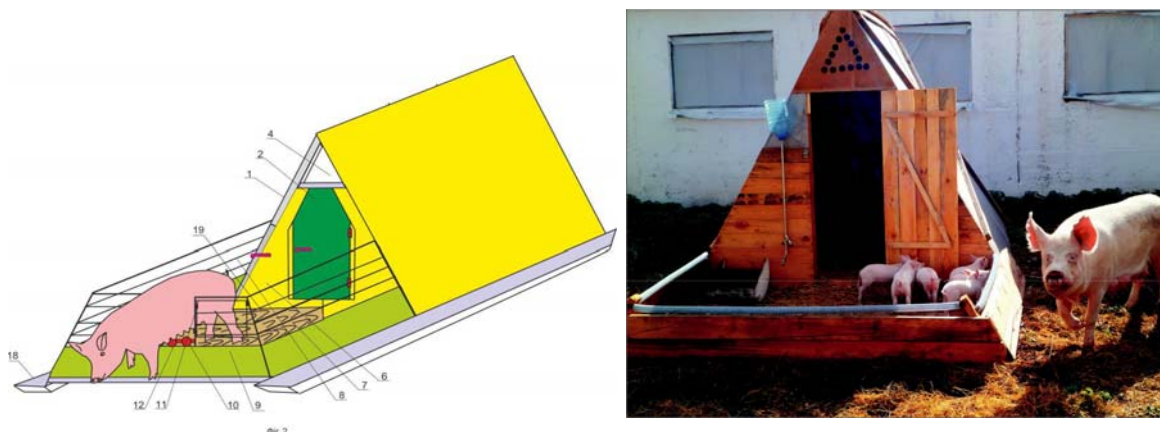
В основі будівництва нових промислових свинокомплексів покладено використання досвіду світових фірм: обладнання, високопродуктивні генотипи та програми годівлі. Це дозволяє отримувати значні обсяги продукції, але промислове великомасштабне виробництво свинини викликає занепокоєння населення є негуманне поводження з тваринами, вплив технології на якість одержаної продукції та навколишнє середовище. Виробники свинини, в свою чергу, стурбовані збільшенням вартості кормів, енергетичних ресурсів, зростаючим ризиком епізоотій при зосередженні великої кількості поголів'я свиней на обмеженій території. Перераховані вище фактори, на сучасному етапі, спонукають виробників проводити пошук альтернативних напрямів розвитку галузі, застосування енерго- і ресурсозберігаючих технологій та інноваційно-інвестиційних розробок при виробництві продукції свинарства.

У багатьох господарствах в умовах традиційних технологій виробництва свинини широко використовують сезонно-турову систему опоросів, де основні свиноматки під час осіменіння, опоросу та у ранній підсисний періоди утримуються фіксовано у станках. При цьому годівля, видалення гною та контроль мікроклімату проводиться автоматизованими системами. Часто це базується на використанні щільних підлог з системою каналізації і програмами застосування ветеринарних препаратів та процедур при догляді за тваринами.

За використання даної системи виробництва молодняк у період відгодівлі утримується у приміщеннях заповнених підстилкою – соломною злакових культур в кількості 0,6–1 кг на голову за добу. За рахунок біокомпостування підстилки з гноєм (температура може досягати +40 °C), підтримується комфортна температура у приміщенні навіть взимку. Після закінчення відгодівлі вся група свиней реалізується на м'ясокомбінат, приміщення очищається, миється, дезінфікується і готується до наступного циклу. Дана система дозволяє отримувати середньодобові прирости у свиней на відгодівлі 700–800 грамів, коефіцієнт конверсії корму – 3,0–3,20 та технологічний відхід – 2–5 %.

На сучасному етапі виробництво свинини набуває екологічного напрямку і тому актуальним є розроблення та удосконалення альтернативних систем утримання свиней, які максимально наближені до природних умов з мінімальною дією стрес-факторів, що відкривають можливість органічно здійснювати зв'язок між ґрунтом, рослинами та тваринами, фізіологічними потребами і поведінкою свиней, їх годівлею якісними та натуральними кормами. Найкраще відповідають вимогам органічного ведення свинарства для отримання свинини підвищеної харчової цінності легкі ангари, в основі конструкції яких є дерево і солома. До основних переваг вирощування свиней в спорудах полегшеного типу відносять: обігрів приміщення за рахунок теплої підстилки (в процесі гниття підстилкового матеріалу) і органічні добрива; утримання тварин великими групами зменшує технологічні стреси при їх перегрупованні, вільний доступ до корму; свобода руху; забезпечення своїх поведінкових потреб; умови наближені до природних; природна вентиляція та максимальне використання сонячного освітлення. Зазначені фактори сприяють зміцненню здоров'я і підтриманню імунітету тварин.

Поєднання перерахованих чинників обумовлює широке застосування споруд куріневого типу і зокрема використання їх при розробці технології виробництва свинини підвищеної харчової цінності (рис. 1) [212, 213].



**Рис. 1. Мобільні споруди куріневого типу для утримання свиноматок і поросят**

У розробленій і впровадженій технології для утримання поросних свиноматок, проведення опоросу і вирощування підсисних поросят широко використовуються легкі дерев'яні будиночки із солом'яною підстилкою, що дозволяє істотно підняти рівень рентабельності

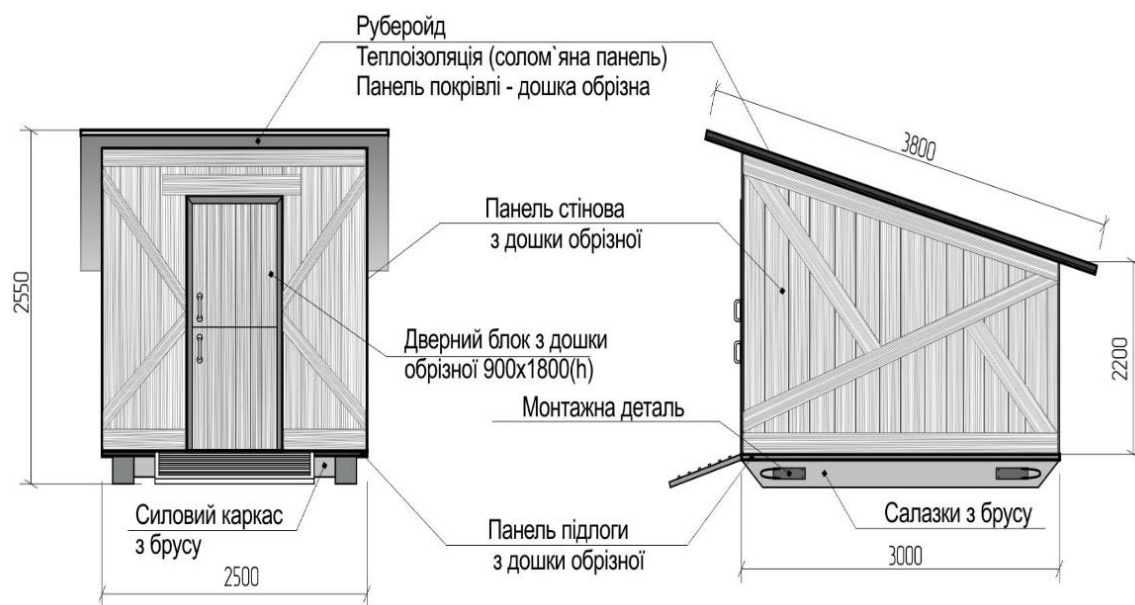
<sup>212</sup> Горіславець А. І. Дослідження параметрів мікроклімату в приміщеннях куріневого типу для утримання підсисних свиноматок. *Свинарство*. 2018. № 71. С.182–189.

<sup>213</sup> Засуха Л. В. Розробка та удосконалення способів утримання й годівлі підсисних свиноматок і молодняку свиней : дис. канд. с.-г. наук : 06.02.04. Миколаїв, 2018. 182 с.

виробництва продукції свинарства (рис. 2) [214].

Перевага даних конструкції полягає в наступному:

- дешевий та доступний матеріал для спорудження;
- простота і надійність при спорудженні;
- холодне утримання на глибокій незмінній підстилці;
- умови наближені до природних;
- природна вентиляція;
- відсутність металевих конструкцій;
- екологічність.



**Рис. 2. Схематична будова будиночків за умов вільно-вигульового утримання**

В умовах господарства свиноматок у теплу пору року за 10–14 днів до опоросу переводять в окремі, спеціально підготовлені будиночки (рис. 3).



**Рис. 3. Загальний вигляд будиночків для вирощування поросят**

<sup>214</sup> Мазанько М. О. Розробка технології виробництва свинини підвищеної харчової цінності з застосуванням ошадних екологічно безпечних ресурсів : дис. канд. с.-г. наук : 06.02.04. Полтава, 2015. 167 с.

Норми споживання кормів за технології вільно-вигульного утримання наведені у табл. 1.

**1. Співвідношення кормів у раціонах для свиней в період утримання на пасовищі (у % за поживністю)**

Група	Кормосуміш	Зелені та соковиті корми
Свиноматки першої половини поросності	55–60	35–45
Свиноматки другої половини поросності	75–85	15–25
Свиноматки підсисні	80	20
Поросята-сисуні	100	Вволю
Відлучені поросята	80	Вволю
Свині на дорощуванні	80	20
Свині на відгодівлі	90	10

У будиночку в якості підстилки використовують солому злакових культур на дерев'яних полах, свиноматок утримують фіксовано, а поросята-сисуні мають відокремлену територію (рис. 4).



**Рис. 4. Утримання підсисних свиноматок на солом'яній підстилці**

Використання пасовища за вільно-вигульного утримання істотно впливає на організм свиней, особливо на процеси травлення, кровообігу, дихання та руху, що суттєво покращує їх розвиток (рис. 5).

Пропонована технологія використання пасовищ є невичерпним джерелом природніх дешевих вітамінів А, D та Е. Споживання корму на пасовищі сприяє виділенню великої кількості слини, що покращує травлення, в той час як скошені і подрібнені рослини швидко втрачають поживну цінність.

Важливим є повноцінне забезпечення свиноматок і молодняку чистою питною водою з урахуванням їх фізіологічного стану та норм споживання (табл. 2).



**Рис. 5. Підсисні поросята на пасовищі**

Поросят після народження з 3–5-денного віку привчають до споживання води (кип'ячена вода), а в годівниці розкладають – підсмажений ячмінь і мінеральну підкормку для стимуляції роботи залоз внутрішньої секреції та шлунку.

## **2. Нормативні витрати води для свиней**

Група	Норми споживання води за добу, л		Фактично, л
	Всього	напування	
Свиноматки холості і поросні	25	12	15
Свиноматки лактуючі з приплодом	60	20	30
Відлучені поросята	5	2	2
Свині на відгодівлі	15	6	5

Лактуючих свиноматок із 10-ї доби після опоросу поступово привчають до прогулянок і випасу на прилеглому природному пасовищі (рис. 6).



**Рис. 6. Вигул поросят**

Свиноматки по різному звикають до випасання залежно від типу їх нервової діяльності та поведінкових особливостей, тому коли вони неохоче залишають гніздо, її виганяють на 30 хв. З віком інтервал між годівлею поросят свиноматкою поступово збільшують до 1,5 год (рис. 7).



**Рис. 7. Свиноматка з поросятами на випасі**

Для зменшення сонячних опіків, свиноматок з приплодом переміщують у затінені ділянки. За використання даної технології відлучення поросят проводять у двох місячному віці відокремлюючи їх від свиноматки.

Відлучених поросят об'єднують в групу по 30 голів, живою масою 16–18 кг. Утримання поросят здійснюють у тих самих будиночках, де проводили опорос. Для забезпечення нормального розвитку поросят, їх випасають 2–3 рази на день. Важливим є те, що поросят у період дорощування підгодовують кормами, що забезпечують тільки 80 % від потреби за поживністю. Решту поживних речовин вони поповнюють за рахунок пасовища, мінеральну частину згодують у вигляді мінеральної добавки в складі, %: кісткове борошно – 40; крейда – 30; сіль – 30.

Особливо важливим при утриманні молодняку в літню пору року коли температурні показники досягають  $+28...+32\text{ C}^0$  є забезпечення оптимальною кількістю води та ван для купання, що вимагає 2-х разового наповнення водою. При цьому за умови наявності відкритої водойми свині купаються досхочу.

Споживання молодняком зеленого корму позитивно впливає на апетит, процеси травлення і засвоєння поживних речовин. У складі зеленого корму міститься високий вміст фізіологічно зв'язаної води – від 70 до 85 % залежно від виду рослин і фази вегетації. Суха речовина зеленого корму, особливо молоді трави, за вмістом перетравного протеїну і загальної поживності близька до концентрованих кормів і

значно перевершує останні за біологічною цінністю білка і вітамінами. Поживні речовини зеленого корму мають високу перетравність.

Склад зеленого корму залежить від багатьох чинників, де поживність 1 кг трави на пасовищі в середньому становить 0,24–0,26 корм, од., а перетравного протеїну міститься 24–28 г.

Важливим є те, що кількість зеленої маси протягом теплих місяців істотно змінюється. Встановлено, що максимальна кількість травостою у серпні, а мінімальна – жовтні (табл. 3).

### 3. Урожайність ділянок для випасу

Показники	Місяці року		
	серпень	вересень	жовтень
Урожайність ділянки для випасу, ц/г	64	25	20

Для підгодівлі свиней окремих вікових груп використовують різну кількість зеленої маси (табл. 4.)

### 4. Норми згодовування зеленої маси

Група	Зеленої маси на 1 гол.	
	на день, кг	на місяць, ц
Свиноматки першої половини поросності	9,0	2,7
Свиноматки другої половини поросності	6,0	1,8
Свиноматки підсисні	5,0–7,0	1,8–2,4
Свині на дорощуванні	0,5	0,03–0,5
Свині на відгодівлі	2,5	0,9–1,8

Основним показником комфортності утримання свиней є високі відтворювальні якості, які визначають ефективність і рентабельність ведення галузі свинарства. Це зумовлено тим, що вони визначають обсяги вирощування та відгодівлі молодняку.

При організації вільно-вигульного пасовищного утримання свиноматок необхідно в повній мірі їх забезпечити кормами, питною водою і постійним доступом до пасовища та природного водоймища, наближеними умовами до природних, для реалізації поведінкових особливостей і уникнення стресів.

Аналіз показників відтворювальної здатності показує, що літньо-табірне утримання свиноматок забезпечує такі показники: багатоплідність – 10,7 гол, молочність – 59,6 кг, кількість порослят при відлученні в 60 днів – 10,0 гол (табл. 5).

Таким чином, отримання опоросів в умовах літньо-табірного пасовищного утримання свиноматок позитивно впливає на багатоплідність, молочність та кількість порослят при відлученні.

Актуальним є застосування вище охарактеризованих приміщень у технології виробництва свинини підвищеної харчової цінності з метою покращення відгодівельних, м'ясних якостей свиней, а також якісних показників м'ясопродуктів.

## 5. Відтворювальні якості досліджуваних тварин

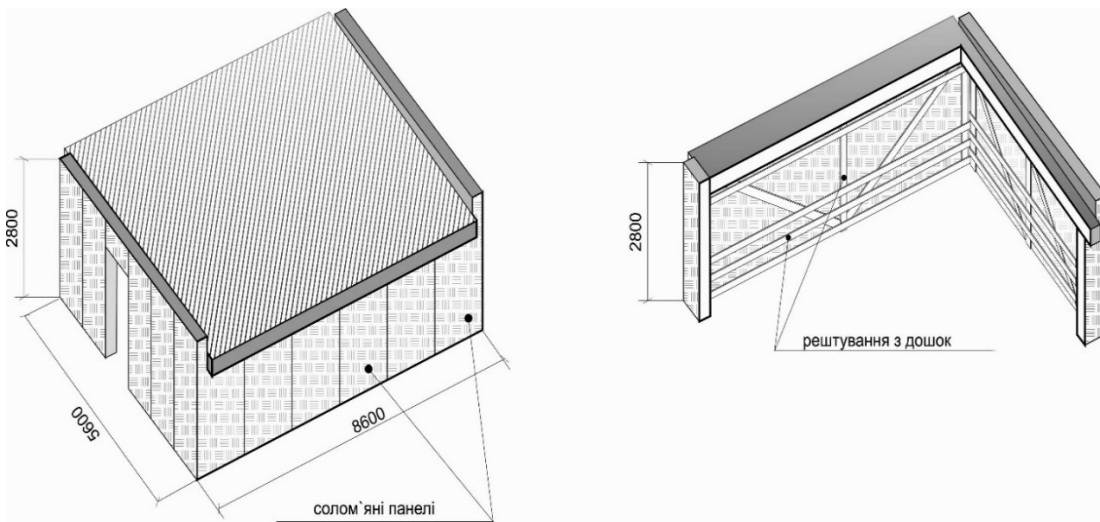
Показники	Технології		У % вільно-вигульна до промислової
	промислова	вільно-вигульна	
Багатоплідність, гол	10,0±0,23	10,7±0,23*	107,0
Великоплідність, кг	1,17±0,03	1,18±0,03	100,9
Молочність, кг	52,9±1,95	59,6±1,54***	112,7
Середня кількість поросят при відлученні в 60 днів, гол.	9,3±0,19	10,0±0,91*	107,5
Середня маса гнізда в 60 днів, кг	172,6±5,40	186,2±6,75	107,9
Середня маса 1-го поросяти в 60 днів, кг	18,5±0,28	18,6±0,48	100,5
Збереженість до відлучення, %	92,9±1,84	93,4±1,70	100,5

Примітка: \* P>0,95; \*\*\* P>0,999.

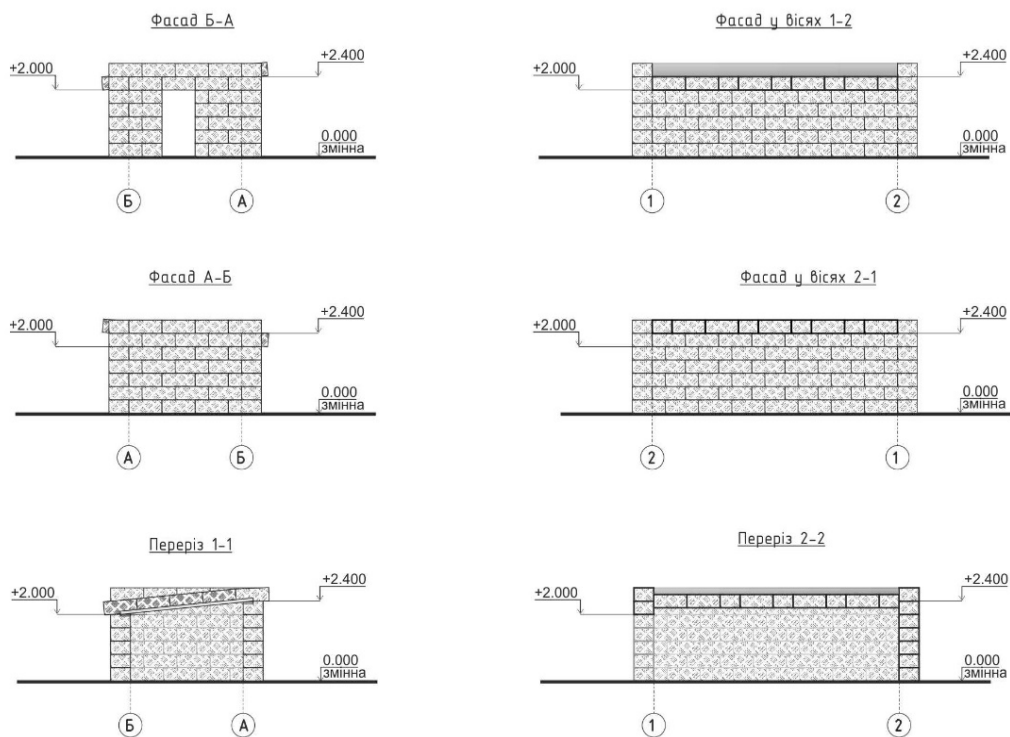
Дослідженнями багатьох вчених встановлено, що м'ясна продуктивність і якість м'ясопродуктів залежить від технології, селекційної схеми та програм годівлі. Існує пряма залежність – підвищення якості свинини при поєднанні ультрам'ясних порід та місцевих чистопорідних свиней, таких як велика біла, велика чорна та миргородська породи. Використання миргородської породи для вільно-вигульного утримання є перспективним через добру її пристосованість до споживання грубих кормів, резистентність та високу багатоплідність.

Дорощений молодняк у віці 90 діб, отриманий в умовах наближених до природних, відгодовують із використанням підготовлених приміщень з солом'яних панелей, що дозволяє його утримувати при підвищених і знижених температурах навколишнього середовища. При спорудженні приміщення використовують солом'яні панелі, з яких обладнують стіни і дах, які закріплюють їх дерев'яну основу конструкції (рис. 8). Для підстилки використовують солом'яну в розрахунок 1,5 кг на кожну голову з метою формування глибокої незмінної підстилки на якій тварини відпочивають, а в холодну пору року отримують додаткове тепло від мікробіологічних процесів – гниття.

Встановлено, що при зниженні температури навколишнього середовища до -5 °С в середині приміщення, на рівні 1,5 м від підлоги, температура становить +10 °С, а в товщі солом'яної підстилки на рівні +16...+18 °С (рис. 9, 10). Отже, утримання в холодну пору року свиней у солом'яних приміщеннях можливе бо температура в районі лігва забезпечує тваринам комфортність, що сприяє підвищенню їх продуктивності, а отже виробництво є рентабельним.



**Рис. 8. Легка споруда з солом'яних панелей для відгодівлі свиней**



**Примітки:**

1. За базову відмітку прийняти рівень полу відносно відмітки рівня поверхні землі.
2. Рівень відміток може корегуватися відповідно до стискання блоків під своєю вагою, вагою конструкції та зовнішніми факторами
3. Дошка та брус беруться з необрізаної, несортової деревини.
4. Покрівлю споруди накрити ПВХ плівкою, частину що звисає на стіни прикріпити до рештування
5. Розміри солом'яних пресованих блоків уточнити до початку будівництва, для уточнення кількості виробів з деревини.

**Рис. 9. Схематичне креслення будови солом'яних будиночків**



**Рис. 10.** Споруда з солом'яних блоків для дорощування та відгодівлі

Висока інтенсивність росту молодняку свиней дає можливість вже у 180–210-денному віці одержати високоякісну свинину. Відгодівельні якості молодняку представлені у табл. 6. Дані зазначеної таблиці свідчать, що утримання молодняку свиней в умовах наближених до природних із використанням пасовищ, позитивно впливає відгодівельні якості молодняку.

#### **6. Відгодівельні якості піддослідного молодняку свиней**

Показники	Технології		У % вільно-вигульна до промислової
	промислова	вільно-вигульна	
Поголів'я, гол.	30	30	-
Середньодобовий приріст, г	575,6	610,4	106,0
Вік досягнення живої маси 100 кг, днів	201,5	193,4	96,00
Витрати корму на 1 кг приросту, корм. од.	4,5	4,1	91,1

Свинина вироблена за пропонованою технологією має кращу ніжність, вологоутримуючу здатність, смак і консистенцію. Отриманий бульйон вигідно відрізняється за запахом, смаком та наваристістю, що вказує на його вищу харчову і поживну цінність та задовольняє потреби покупців і приваблює їх.

Таким чином, вільно-вигульне утримання свиноматок характеризується плановими відтворювальними показниками: за багатоплідністю, великоплідністю, кількістю поросят та масою гнізда при відлученні. Використання пропонованої системи вирощування молодняку свиней із споживанням зелених кормів сприяє підвищенню відгодівельних якостей: скоростиглості і конверсії корму. Запропоновані легкозбірні приміщення істотно подовжують терміни використання вільно-вигульної системи утримання свиней та суттєво знижують техногенний тиск на агроєкосистеми будучи альтернативою потоково-цеховій технології виробництва свинини.

Для організації виробництва свинини підвищеної харчової цінності в умовах фермерських господарств доцільно використовувати пасовища, для зниження собівартості отриманої продукції та покращення її біологічної повноцінності. Використання дерев'яних будиночків для опоросу свиноматок та легких споруд з солом'яних панелей при відгодівлі молодняку сприятиме створенню комфортних умов при технології вільно-вигульного вирощування свиней.

Впровадження технології вільно-вигульного вирощування свиней із використанням легких споруд, дасть змогу знизити: енерго- та матеріалоемність виробництва, навантаження на прилеглі екосистеми, підвищити зайнятість населення на селі, сприятиме розвитку сільських територій, а отже покращити здоров'я населення України. Створення стійкої бази виробництва і наповнення ринку якісними продуктами харчування зміцнить продовольчу безпеку країни, на основі надійного самозабезпечення основними видами вітчизняного продовольства.

### **5.3. Екологічний аспект відновлення родючості техногенно-порушених ґрунтів**

*Чорна В. І., Ворошилова Н. В., Вагнер І. В.*

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

При вивченні техногенно-порушених ґрунтів головною метою стає повернення їх у сільськогосподарське використання. Головний показник якості ґрунтів є родючість. Вона, так само як і ґрунтоутворення, тісно пов'язана з процесами перетворення, акумуляції і передачі речовини, що є причиною кількісних і якісних змін чинників і умов родючості. Ці зміни можуть протікати в сприятливому напрямку для розвитку родючості і призводити до її підвищення (накопичення елементів живлення, перехід їх у більш доступні форми, поліпшення структури тощо) або в несприятливому, приводячи до зниження родючості (винос елементів харчування, закріплення їх у важкодоступних формах, руйнація структури тощо). При сільськогосподарському використанні ґрунтів частина потенційної родючості реалізується в урожаї культурних рослин і являє собою ефективну складову родючості ґрунту. При цьому відбуваються певні «витрати» не тільки поживних речовин ґрунту, а й іншого речовинного складу та агрономічних властивостей, тому визначення цих показників у техногенно-порушених ґрунтах надасть змогу зрозуміти їх подальше використання. Проблема продовольства завжди була і буде актуальною. Чисельність населення зростає, але кількість площ з родючими ґрунтами зменшується внаслідок різних причин, тому повернення у використання техногенно-порушених ґрунтів – проблема сьогодення.

До елементів потенційною родючості відносять азот, фосфор та калій: комплекс NPK, який має важливе значення для отримання врожаю при інтенсивному розвитку сільського господарства. Прогнозування гарного врожаю визначається не кількістю цих елементів у ґрунті, а їх ступенем доступності та екзогенними факторами середовищ [215].

Азот є одним із головних біогенних елементів. Основна частина азоту ґрунтів (70–90 %) входить до складу специфічних гумусних речовин. До складу «неспецифічних органічних речовин» входить 10–30 % азоту ґрунтів. У складі мінеральних солей у ґрунті міститься близько 1 % загального вмісту азоту. Швидкість мінералізації органічних сполук азоту ґрунтовими мікроорганізмами до аміаку та нітратів залежить від умов аерації, вологості, температури та реакції ґрунту. Тому кількість мінеральних сполук азоту в ґрунтах коливається від слідів до 2 % загального вмісту азоту [216]. На накопичення мінерального азоту в ґрунті певною мірою впливають режим зволоження, температура, гранулометричний склад, система обробітку ґрунту, види і норми добрив та ін. На втрату азоту впливає такий важливий фактор як вологість ґрунту. На ґрунтову азотну мінералізацію в значній мірі впливають тип рослинного покриву, потужність родючого шару ґрунту, швидкість вітру, водневий режим ґрунтів тощо. Для діагностики забезпеченості рослин азотом у світовій практиці широко використовують метод визначення запасу мінерального азоту в певному шарі ґрунту. Проте нині його недосить широко застосовують в Україні. Вважають, що оскільки кількість мінеральних сполук азоту величина динамічна, то застосовувати цей показник з діагностичною метою не завжди доцільно. Загалом інформацію про вміст мінерального азоту використовують в розрахунку доз азотних добрив для ранньовесняного підживлення озимих культур.

Відбір зразків ґрунтів проводили на ділянках науково-дослідного стаціонару з рекультиватії земель Дніпровського державного аграрно-економічного університету (м. Покров, Дніпропетровська область), згідно ДСТУ 4287:2004. Дослідження проводили у атестованій науково-дослідній лабораторії гідроекології Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Азот загальний визначали за ДСТУ 4727:2007 в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського (зі скасуванням в Україні ГОСТ 26107-84), який заснований на фотометричному методі з індофеноловою зеленню; азот рухомий легкогідролізований за ДСТУ 7863:2015 «Якість ґрунту. Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда».

---

<sup>215</sup> Фурдичко О. І. Екологічні основи збалансованого розвитку агросфери в контексті європейської інтеграції України : монографія. Київ : ДІА, 2014. 432 с.

<sup>216</sup> Tian Q. Y., Chen F. J., Liu J. X., Zhang F. S., Mi G. H. Inhibition of maize root growth by high nitrate supply is correlated with reduced IAA levels in roots. *J. Plant Physiol.* 2008. Vol. 165. P. 942–951. DOI: 10.1016/j.jplph.2007.02.011.

Статистична обробка проведена за допомогою Statsoft Statistica 10.0. Отримані дані середніх значень, стандартні відхилення не перевищують 5 %, що відповідає нормативам контролю якості результатів аналізу внутрішньо лабораторного контролю и характеризує їх як достовірні.

Азот в ґрунтах є одним із найважливіших показників їх родючості та одним з найважливіших поживних речовин для продуктивності рослин і мікробної активності в наземних екосистемах.

Для повернення техногенно-порушених ґрунтів у сільськогосподарське використання вони повинні бути придатні для вирощування рослин, яким не вистачає азоту, наявного в ґрунті в мінеральній формі та мобілізованого з органічної речовини.

Розроблено ряд хімічних і біохімічних методів характеристики ґрунтів щодо їх здатності забезпечувати рослини азотом. Складніше усього є те, що для азотного живлення неможливо скласти довгострокові прогнози, оскільки в природних умовах кількість азоту, мобілізованого з органічної речовини одного й того самого ґрунту, є дуже мінливою і залежить від багатьох факторів: інтенсивності мінералізації органічної речовини, яка визначається біохімічними процесами, пов'язаними з властивостями ґрунту, агротехнікою вирощування культури та гідрометеорологічними умовами [217].

Відомі такі фракції азоту в ґрунтах: мінеральний (азот нітратів, нітритів і обмінного амонію); органічний: легкогідролізуємий (аміди, частина амінів, частина необмінного амонію); важкогідролізуємий (частина амінів, аміди, необмінний амоній, частина гумінів); негідролізуємий (велика частина амінів, гуміни, меланіни, бітуми, залишок необмінного амонію).

Вперше було запропоновано дослідження азотного ланцюгу у педоземах, дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібних суглинках, червоно-бурих глинах та сіро-зелених глинах, тому що необхідно розуміти потенціал азотного живлення при вивченні таких ґрунтів, і тому що навіть ефективність застосування азотних добрив залежить від біохімічних процесів, які відбуваються у ґрунті.

Визначення запасів доступного азоту в ґрунті дає можливість значно знизити непродуктивні витрати азотних добрив та зменшити їх негативний вплив на довкілля і якість продукції рослинництва.

У педоземах вміст загального азоту коливається від 0,063 до 0,091 % приймаючи найменше значення у шарі 20–30 см, а найбільше – у шарі 40–50 см. Згідно даних [ 218 ] педоземи мають найменшу щільність твердої фази та у шарі 30–100 см ущільнені, можливо тому

---

<sup>217</sup> Zhu J., Li M., Whelan M. Phosphorus activators contribute to legacy phosphorus availability in agricultural soils: A review. *Science of The Total Environment*. 2018. Vol. 612. P. 522–537. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.095>.

<sup>218</sup> Демидов А. А., Кобец А. С., Грицан Ю. И., Жуков А. В. Пространственная агроэкология и рекультивация земель : монография. Днепропетровск : Изд-во «Свидлер А.Л.», 2013. 560 с.

вміст загального азоту приблизно однаковий за всім профілем. Кількість загального азоту у досліджуваних ґрунтах варіює від 9 % до 17,5 % відносно органічної речовини та не залежить від її кількості, яка знижується з глибиною. Понад 50 % глобального органічного вуглецю зберігається в надрах і більше двох третин поживних речовин в ґрунті зберігаються в надрах і використовуються для росту рослин. Це дослідження відповідає Deng, який повідомив про більш значну присутність ґрунтового органічного вуглецю та загального азоту в підґрунті (20–60 см) [219].

За гранулометричним складом кількість фракції тонкого пилу з розміром часток 0,005–0,001 знижується саме у шарі 20–30 см у два рази, а у шарі 30–40 см у чотири рази по відношенню до шару 0–10 см, а у шарі 60–70 см різко зростає у три рази, що можливо пояснює варіативну діаграму вмісту загального азоту у педоземах.

Профіль дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках за отриманими даними вмісту азоту загального можна поділити умовно на два рівні: 1) шар 0–30 см (орний шар), де відбуваються процеси мінералізації азоту з опадів і де переважає темно-коричневий суглинок; 2) шари 30–100 см, де переважає червоно-бура глина пилувато-дрібнозернистої структури та азот зменшується з глибиною. Коефіцієнт кореляції по відношенню до гумусу 0,73, що характеризує високу залежність цих показників. Суглинки достатньо водотривка порода, де обмін речовинами відбувається по глиняним капілярам разом з рідиною. За гранулометричним складом кількість фракції 0,005–0,001 найбільше у верхньому шарі 0–40 см, а далі знижується на 18 %, що власне відображається на вмісті загального азоту, де розбіжність між двома рівнями, які були відмічені близько 13 %.

Дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах мають найбільшу щільність твердої фази та за отриманими нами даними характеризуються трьома умовними рівнями на діаграмі за вмістом загального азоту: 1 – 0–30 см, 2 – 30–60 см, 3 – 60–100 см. Отримані дані підтверджується морфологічним описом розрізу з якого були взяті зразки та візуальним розподілом генетичних горизонтів за кольором порід. Найбільше значення у шарі 60–70 см та у шарах 0–20 см, найменше у шарі 30–60 см, де є значні включення ясно-сірої безструктурної глини і білозірки. Коефіцієнт кореляції з органічною речовиною 0,5, що характеризує незначну залежність. Відсоток загального азоту у органічній речовині змінюється від 2 % до 6 %, а на глибині 60–70 см досягає 13 % від вмісту органічної речовини. Як показали дослідження, проведені багатьма авторами та підтверджені нашими даними, на вміст валового азоту в ґрунтах впливає кількість

---

<sup>219</sup> Deng J., Sun P., Zhao F., Han X., Yang G., Feng Y., Ren G. Soil C, N, P and its stratification ratio affected by artificial vegetation in subsoil, Loess Plateau China. *PLoS One*. 2016. Vol. 11. P. 1–18.

органічної речовини. Саме тому величина співвідношення азоту та гумусу має досить широкий інтервал і залежить як від умов ґрунтоутворення, так і від виду антропогенного навантаження. Щільність ґрунту зростає з глибиною.

Дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах мають найменшу щільність ґрунту та відрізняються тим, що вона знижується за глибиною, хоча в усіх інших досліджуваних ґрунтах – збільшується. Вміст загального азоту зменшується до глибини 60–70 см, потім починає збільшуватись, що, можливо, пов'язано з переходом на іншу породу, яку можна встановити візуально по зміні кольору генетичного горизонту. Залежність від гранулометричного складу не була встановлена, але коефіцієнт кореляції з органічною речовиною склад 0,77, що є найбільшим показником серед досліджуваних ґрунтів. У шарі 0–10 см найбільший вміст органічної речовини за профілем, який у двічі більший за максимальне значення цього показника в усьому профілі. Візуально шар 0–6 см виділили в окремий генетичний горизонт, де під впливом усіх факторів ґрунтоутворення за Докучаєвим за 60 років утворився родючий шар ґрунту. Вміст азоту по відношенню до вмісту органічної речовини коливався від 2 до 9 %.

Будь-які деградовані ґрунти у процесі відновлення прагнуть отримати властивості зональних ґрунтів. У чорноземах загальний вміст азоту – 0,5 %, дерново-підзолистих ґрунтах та сіроземах – 0,05–0,15 %. Встановлений зв'язок між органічною речовиною та загальним азотом у всіх дерново-літогенних ґрунтах, який можна пояснити тим, що переважна частина азоту в ґрунті є складовою специфічних гумусних речовин. Цей зв'язок також був встановлений у роботі А. О. Христенко [220], де результати були отримані на основі значної кількості даних, що підтверджують існування прямої залежності (коефіцієнт кореляції  $r > 0,92$ ) між вмістом у ґрунтах загального азоту і гумусу. За узагальненими оцінками, у складі гумусу міститься 5–10 % азоту. Його загальний вміст у ґрунтах тим більший, чим більше в них гумусу, що також встановлено у роботі Piresa et al. (2017), який встановив що у ґрунтах з низьким вмістом азоту, низьким вміст органічної речовини, але у педоземах ця тенденція не прослідковується [221].

Встановлений зв'язок між вмістом загального азоту та гранулометричним складом ґрунтів та його варіабельність в залежності від генетичних горизонтів, які достатньо різноманітні у кожному досліджуваному розрізі. Можливо, це пов'язано з початковим вмістом азоту у материнській породі та типу ґрунту. Також можна припустити,

---

<sup>220</sup> Христенко А. О., Гладкіх Є. Ю., Юнакова Т. А. Оцінка азотного стану ґрунтів і рівня забезпеченості рослин азотом хімічними методами. *Вісник аграрної науки. Землеробство, ґрунтознавство, агрохімія*. 2013. № 12. С. 17–20.

<sup>221</sup> Piresa C. V., Schaefer C. E. R. G., Hashigushi A. K., Thomazini A., Filho E. I. F., Mendonça E. S. Soil organic carbon and nitrogen pools drive soil C-CO<sub>2</sub> emissions from selected soils in Maritime Antarctica. *Science of The Total Environment*. 2017. Vol. 596–597. P. 124–135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.144>.

що внаслідок життєдіяльності ґрунтових організмів та хімічних процесів, азот переходить у доступну форму, поглинається коріннями рослин та підіймається у верхні шари, а далі відбувається його колообіг, в який входить і амінокислотна мінералізація.

У педоземах вміст рухомого азоту, який доступний для рослин, є найменшим по всьому профілю серед досліджуваних ґрунтів. Прослідковується зниження цього показника до шарів 20–40 см, а потім підвищення його концентрації з глибиною до показників шару 0–10 см і вище. Залежність між мінералізованим азотом і загальним не встановлена, коефіцієнт кореляції 0,25. У літературі описано, що концентрація мінерального азоту приблизно 1–2 % від вмісту загального азоту. В педоземі цей показник був менше одного відсотка та змінювався від 0,26 % до 0,4 %. Встановлена залежність між мулистою фракцією та рухомим азотом, коефіцієнт кореляції 0,96, що свідчить проте, чим більше мулистої фракції, тим більше доступного азоту.

У дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібному суглинку найбільші показники доступного азоту з тенденцією зниження за глибиною. Найбільші значення зосереджені у шарах 0–10 см, 10–20 см, – 20–30 см, далі за глибиною до 100 см показник тримається на рівні близько 0,35 мг/100 г. Встановлена залежність між загальним азотом та доступним азотом, яка згідно знайденому коефіцієнту кореляції – 0,76, характеризується як висока. Збільшення мулистої фракції у два рази по відношенню до педоземів, засвідчило і збільшення доступного азоту теж у декілька раз. Кількість доступного азоту по відношенню до загального складала від 0,41 % до 0,82 %.

У дерново-літогенних ґрунтах на червоно-бурих глинах кількість рухомого азоту коливається від 0,50 мг/100 г до 0,24 мг/100 г ґрунту з чітким зменшенням за глибиною. Не встановлена залежність між доступним та загальним азотом, але з мулистою фракцією коефіцієнт кореляції 0,86, що свідчить про високу залежність та підтверджує, що цей показник достатню динамічний і залежить від багатьох факторів: гранулометричний склад, ґрунтово-кліматичні умови, глибина залягання ґрунтових вод, наявність рослинного покриву та тип культур. Частка доступного азоту у загальному становить від 1,4 % до 8,7 %, що вже більше ніж у зональних непорушених ґрунтах, що потребує вивчення. Вміст доступного азоту приблизно однаковий з цим показником у дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібному суглинку, а вміст саме загального азоту у 2–4 рази менший ніж у педоземі та дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібному суглинку.

У дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених глинах можна окремо виділити шар 0–10 см, що має вдвічі більший вміст доступного азоту, помітно виділяючись на фоні інших значень. Зниження за глибиною не значне та поступове, показник тримається приблизно на

постійному рівні. Частка доступного азоту в загальному варіює між 1–2 %, що за цим показником наближає їх до зональних ґрунтів. Коефіцієнт кореляції між загальним та доступним азотом – 0,92, що свідчить про високу залежність. Муліста фракція у дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених глинах має найбільші значення за глибиною серед усіх досліджуваних ґрунтів, коефіцієнт кореляції з доступним азотом – 0,94, що підтверджує факт залежності доступного азоту від гранулометричного складу ґрунтів.

Вміст доступного азоту у досліджуваних ґрунтах є дуже низьким. Дефіцит азоту збільшує ріст коренів, що допомагає кореневій системі досліджувати більші об'єми ґрунту і збільшувати доступність азоту, але в свою чергу довгостроковий азотодефіцит уповільнює ріст коренів через недостатню доступність азота [222].

В мулістій фракції ґрунтів зосереджена більша частина доступного азоту серед усіх досліджуваних ґрунтів. У літературних джерелах зустрічаються дані, що більша частина азоту та фосфору знаходиться у мулістій фракції, що підтверджує отримані результати.

Встановлено, що потенційна родючість на техногенно-порушених ґрунтах має важливе значення для розуміння процесів ґрунтоутворення та відновлення ґрунтів і повернення їх у сільськогосподарське використання.

Виявлено, що досліджувані ґрунти у ланцюгу азоту відносяться до бідних та мало забезпечених.

При оцінці якості ґрунтів треба враховувати мулісту фракцію, вміст фізичної глини та гранулометричний склад ґрунтів для визначення їх придатності та повернення ґрунтів у сільськогосподарське використання.

Подальші дослідження будуть направлені на вивчення варіантів збільшення ферментативної активності ґрунтів для вивільнення доступних форм азоту, фосфору та калію та підвищення родючості за рахунок решток фітомаси.

## РОЗДІЛ 6

### ВИКОРИСТАННЯ ВІТЧИЗНЯНОГО І ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ У ПІДВИЩЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

#### 6.1. Внесок професора Петра Івановича Бойка у розвиток вітчизняного землеробства

*Коваленко Н. П.,*

*Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН України*

*Опара М. М.,*

*Полтавська державна аграрна академія*

Землеробство та основна його ланка – сівозміни різних типів і видів, ротацій та спеціалізації є надзвичайно важливими складовими сучасної аграрної науки. Серед провідних науковців України у цій галузі важливе місце належить Бойку Петру Івановичу – відомому вченому, головному науковому співробітнику відділу сівозмін і землеробства на меліорованих землях ННЦ «Інститут землеробства НААН», доктору сільськогосподарських наук, професору; заслуженому діячу науки і техніки України; Довічному державному стипендіату видатних діячів науки України; активному популяризатору досягнень науки в аграрне виробництво; ветерану праці; учаснику війни; справжньому вченому; щирій, порядній, доброзичливій людині. У 2019 р. науковець відзначає своє 85-річчя.



**Професор  
П. І. Бойко**

Народився П. І. Бойко 10 липня 1934 р. у с. Гаркушенці Миргородського району Полтавської області. До 1954 р. працював у місцевому колгоспі та Миргородському коноплезаводі, упродовж 1954–1956 рр. – служба в Армії на Північному Флоті Іюканьгської Військово-Морської Бази в Мурманській області. У 1956–1957 рр. – судовий виконавець Миргородського народного суду Полтавської області. Упродовж 1957–1962 рр. навчався на агрономічному факультеті Полтавського сільськогосподарського інституту Міністерства сільського господарства УРСР (нині – Полтавська державна аграрна академія МОН України). Під час навчання П. І. Бойко підтримував наукові стосунки з одногрупниками Г. С. Горбанем, Г. А. Паламарчуком, І. І. Пестовим,

М. А. Сердюком, В. М. Яременком, які згодом стали кандидатами сільськогосподарських наук, а також з М. О. Бескоровайним, М. П. Коновалом, М. Г. Майбородою. Найбільше уваги і часу вони приділяли навчанню за програмами інституту, брали участь у семінарах та практичних заняттях, культурно-масовій роботі агрономічного факультету та займалися спортом.

Ще під час навчання у Полтавському сільськогосподарському інституті у навчальних господарствах «Бречківка», «Лозівка» Полтавського району П. І. Бойко брав участь у виконанні програм досліджень у навчально-методичних кружках з проблем агрохімії, закладав досліди, досліджував дію добрив при стрічковому способі посіву озимої пшениці та під кукурудзу під керівництвом доцентів Л. Л. Рубановського, М. В. Чуба. Навчився керувати автомобілем, комбайном, трактором, проходив виробничу практику на різних сільськогосподарських роботах. Одержаний тут досвід знадобився Петру Івановичу в майбутній науково-дослідній роботі. У 1962 р. після закінчення Полтавського сільськогосподарського інституту отримав спеціальність «вчений агроном» та був направлений на посаду керуючого відділу радгоспу «Оржицький» на Лубенщині.

Наукова діяльність П. І. Бойка є вагомим внеском у розвиток сучасних наукових основ землеробства, теоретичних і практичних аспектів побудови різних типів та видів сівозмін і пов'язана з Національним науковим центром «Інститут землеробства НААН». У 1963–1967 рр. Петро Іванович – головний агроном, старший науковий співробітник, завідувач відділу рільництва Драбівської дослідної станції Українського науково-дослідного інституту землеробства і аспірант лабораторії сівозмін цього ж інституту. Упродовж 1968–2011 рр. працював у лабораторії сівозмін Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН». У 1968–1992 рр. – молодшим, старшим і провідним науковим співробітником, у 1992–2003 рр. – завідувачем, у 2003–2011 рр. – головним науковим співробітником. У зв'язку з реорганізацією у 2011 р. лабораторію сівозмін об'єднали з відділом землеробства на меліорованих землях, де нині професор П. І. Бойко працює головним науковим співробітником.

У 1969 р. захистив кандидатську дисертацію на тему: «Размещение кукурузы в полевых севооборотах левобережной Лесостепи УССР» за спеціальністю 530 – «Общее земледелие», у 1972 р. за цією ж спеціальністю йому присвоєно звання старшого наукового співробітника. У 1997 р. захистив докторську дисертацію на тему «Наукові і технологічні основи вирощування кукурудзи в сівозмінах Лісостепу України» за спеціальністю 06.00.01 – «Загальне землеробство». Звання професора за цією ж спеціальністю йому присвоєно у 1998 р.

Вчений вперше для умов Лісостепу України встановив ефективно

розміщення кукурудзи у польових сівозмінах з різним насиченням цією культурою. Ним доведено переважне значення чергування культур для підвищення урожайності кукурудзи у порівнянні з беззмінними посівами, визначено кращі попередники кукурудзи, вплив на урожай, якість, продуктивність і економічну ефективність різного насичення кукурудзою ланок сівозмін із чорним та зайнятими парами. Науковець вперше для умов Лісостепу України здійснив всебічне агротехнічне оцінювання попередників кукурудзи у зв'язку з дією чинників інтенсифікації землеробства: сівозмін, удобрення та обробітку ґрунту.

Професор П. І. Бойко розробив методичні підходи і комплексні програми та організував закладення тривалих багатофакторних дослідів із встановлення ефективності різноротаційних сівозмін у поєднанні з системами удобрення та обробітку ґрунту в Лісостепу України на Драбівській та Панфільській дослідних станціях. За його участю здійснено всебічне агротехнічне оцінювання попередників сільськогосподарських культур у поєднанні з дією основних чинників інтенсифікації землеробства: сівозмін, добрив та обробітку ґрунту, а також визначено вплив погодних умов на родючість ґрунту, фітосанітарний стан посівів, урожайність польових культур і якість продукції, економічну та енергетичну ефективність сівозмін. Ним теоретично обґрунтовано інтенсивні екологічно збалансовані сівозміни, що відповідають сучасному та перспективному землеробству; визначено зональні особливості насичення та співвідношення сільськогосподарських культур у різноротаційних сівозмінах, нормативи їх чергування, зональну класифікацію попередників, нормативи насичення сівозмін зерновими, технічними, кормовими та овоче-баштанними культурами.

Науковець вперше організував комплексні фундаментальні дослідження з визначення впливу біологічних чинників родючості ґрунту (наявність різних фітонематод, мікрофлори, токсичність ґрунту – алелопатія) на продуктивність сільськогосподарських культур у сівозмінах, родючість та фітосанітарний стан ґрунту у сівозмінах і беззмінних посівах. Результати досліджень забезпечили вагомий внесок у розвиток вчення з сільськогосподарської алелопатії, підсиливши важливу роль науково обґрунтованого чергування сільськогосподарських культур у сівозмінах у подоланні негативної дії ґрунтової.

Під керівництвом Петра Івановича Бойка розроблено теоретичні екологічно безпечні основи відтворення родючості ґрунтів шляхом раціонального землекористування, створено моделі ґрунтозахисних систем землеробства і сівозмін для забезпечення отримання високоякісної конкурентоспроможної продукції та охорони

навколишнього середовища; удосконалено зональні системи землеробства і сівозмін, розроблено біологічні та агроекологічні принципи їх організації для забезпечення раціонального використання та охорони агроландшафтів; обґрунтовано вплив сівозмінного чинника у поєднанні з системами удобрення і обробітку ґрунту на продуктивність сільськогосподарських культур, стан родючості ґрунту та навколишнього середовища. Ним розроблено науково обґрунтовані нормативи екологічної оптимізації сівозмін у системах землеробства; опрацьовано екологічно безпечні сівозміни для господарств з різною виробничою спеціалізацією для забезпечення сприятливого фітосанітарного стану посівів і охорони навколишнього середовища; побудовано довгоротаційні сівозміни для великих господарств різної спеціалізації та короткоротаційні вузькоспеціалізовані сівозміни для фермерських і орендних господарств, а також шляхи послаблення негативного впливу несумісності та самонесумісності культур у сівозмінах. Вчений розробив сівозміни альтернативного землеробства з максимальним використанням біологічних засобів інтенсифікації; опрацював системи сівозмін для забезпечення раціонального використання сільськогосподарських угідь, відтворення родючості ґрунтів і їх захисту від ерозії з метою підвищення продуктивності та стійкості агроценозів.

Упродовж 1970–1995 рр. П. І. Бойко призначений секретарем і Головою Координаційно-методичної Комісії з проблем сівозмін у землеробстві України, з 1996 р. – членом Координаційно-методичної Ради Науково-методичного центру «Землеробство». Вчений є членом редакційних колегій Міжвідомчого тематичного наукового збірника «Землеробство», збірника наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН», а також збірника наукових праць «Вісник Черкаського інституту агропромислового виробництва».

Упродовж 2005–2009 рр. обирався членом спеціалізованої вченої ради із захисту дисертацій Д 26.371.01 в Інституті агроекології та природокористування НААН; 2003–2015 рр. – спеціалізованої вченої ради із захисту дисертацій Д 26.004.10 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України, з 2013 р. є членом спеціалізованої вченої ради із захисту дисертацій Д 27.361.01 у ННЦ «Інститут землеробства НААН». Виступає опонентом, експертом кандидатських і докторських дисертацій, рецензентом наукових та науково-методичних видань, звітів наукових підрозділів і установ.

Професор П. І. Бойко підготував 8 кандидатів сільськогосподарських наук, які досягли значних успіхів у науково-дослідній роботі щодо безпосереднього розвитку сівозмін у системах землеробства України. Одним з його відомих послідовників є директор ННЦ «Інститут землеробства НААН» доктор сільськогосподарських

наук, професор, академік НААН В. Ф. Камінський. Наукову роботу доктора сільськогосподарських наук, професора П. І. Бойка характеризує багатогранний науковий спектр досліджень його учнів, серед яких завідувач відділу кормовиробництва Чернігівської державної сільськогосподарської дослідної станції М. М. Назаренко; менеджер Міжнародної українсько-голландської компанії «Рійк Цваан Україна» Ю. І. Сологуб; завідувач відділу землеробства Чернігівської державної сільськогосподарської дослідної станції О. В. Єгоров; старший науковий співробітник відділу землеробства Рівненської державної сільськогосподарської дослідної станції М. Г. Фурманець; старший науковий співробітник відділу землеробства Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції Л. С. Квасніцька; старший науковий співробітник Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М. І. Вавилова О. Є. Корецький; старший науковий співробітник відділу землеробства Сумської державної сільськогосподарської дослідної станції К. М. Вишнякова. Широкий багаторічний досвід і глибокі знання учнів професора П. І. Бойка примножують значення та актуальність наукових досліджень для сьогодення і для майбутнього розвитку нашої держави.

Ювіляр має понад 280 опублікованих наукових і науково-методичних праць, серед яких основні: індивідуальна монографія «Кукурудза в інтенсивних сівозмінах» (1990 р.), колективна монографія «Сівозміни та родючість чорнозему Лівобережного Лісостепу: монографія» (2019 р.); наукові видання: «Роль сівозмін в інтенсивному землеробстві» (1986 р.), «Біологічна та екологічна роль сівозмін в землеробстві» (1990 р.). Вчений є співавтором підручника «Екологічні проблеми землеробства» (2010 р.), наукових видань: «Вплив попередників і ланок сівозмін на продуктивність основних зернових культур в УРСР» (1972 р.), «Сівозміни в інтенсивному землеробстві» (1974 р.), «Правильна сівозміна – запорука високого врожаю» (1975 р.), «Ефективно використовувати землю» (1976 р.), «Сівозміни – основа інтенсифікації землеробства» (1985 р.), «Устойчивость земледелия: проблемы и пути решения» (1993 р.), «Наукові основи ведення зернового господарства» (1994 р.), «Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України» (2004, 2010 рр.), «Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України» (2008 р.), «Сучасні системи удобрення сільськогосподарських культур у сівозмінах з різною ротацією за основними ґрунтово-кліматичними зонами України» (2008 р.), «Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських

культур» (2012 р.); наукової публікації «Prediction humus level of black soils of Forest-Steppe Ukraine depending on the application of crop rotation, fertilization and tillage» (2019) у виданні «International Journal Of Ecosystems And Ecology Science», що включене до міжнародної наукометричної бази «Web of Science».

Особливе практичне значення для розвитку вітчизняних сівозмін у системах землеробства мають опубліковані професором П. І. Бойком у співавторстві рекомендації «Сівозміни у землеробстві України» (2002 р.), в яких розроблено різноротаційні сівозміни в зональному розрізі: для Степу, Лісостепу, Полісся, Карпат, Закарпаття, низин Криму, а також для поливних і осушених земель; приділено увагу сівозмінам з овочевими культурами та ґрунтозахисним сівозмінам, оптимізації структури посівних площ і системи сівозмін. Важливими для підвищення ефективності науково обґрунтованого землеробства є опубліковані у 2015 р. у співавторстві науково-методичні рекомендації: «Оптимізація систем сівозмін та забезпечення наукового супроводу їх освоєння в агропромисловому виробництві», «Впровадження короткоротаційних сівозмін в органічному землеробстві».

Бойко Петро Іванович відзначається високим професіоналізмом. Зарекомендував себе вмілим організатором науково-дослідної та організаційної роботи. Підтримує тісні зв'язки з галузевими науково-дослідними установами та вищими навчальними закладами України, які розробляють та впроваджують науково обґрунтовані сівозміни у сучасних системах землеробства. Користується повагою і заслуженим авторитетом серед співробітників.

Нагороджений сімома медалями: бронзовою ВДНГ «За достигнутые успехи в развитии народного хозяйства СССР» (1974 р.), «В память 1500-летия Киева» (1984 р.), «Ветеран труда» (1985 р.), «50 лет победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (1995 р.), «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (1997 р.), «Почесною відзнакою Української академії аграрних наук» (2009 р.); Ювілейною медаллю «65 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (2010 р.). За вагомий особистий внесок у розвиток вітчизняної науки, зміцнення науково-технічного потенціалу України, багаторічну сумлінну працю та високий професіоналізм йому присвоєно почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України» (2015 р.), призначено Довічну державну стипендію видатних діячів науки України (2017 р.).

Про визнання доктора сільськогосподарських наук, професора П. І. Бойка в наукових колах України свідчать його вагомі наукові здобутки, про які опубліковано у виданнях: «Інститут землеробства Української академії аграрних наук» (1993 р.); «Імена України. Бібліографічний щорічник» (1999 р.); «Інститут землеробства

Української академії аграрних наук» (2000 р.); «Імена України. Бібліографічний щорічник» (2001 р.); «Вчені-грунтознавці, агрохіміки, землероби» (2003 р.); «Раціональні сівозміни в сучасному землеробстві» (2003 р.); «Енциклопедія сучасної України» (2004 р.); «Вісник аграрної науки» (№ 7) (2004 р.); «Збірник наукових праць ІЗ УААН (вип. 2–3)» (2004 р.); «Золотий фонд ННЦ «Інститут землеробства УААН» (2006 р.); «Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН» (вип. 3) (2009 р.); «Вісник аграрної науки» (№ 7) (2009 р.); Коваленко Н.П. «Науково-організаційна діяльність Координаційно-методичної ради УАСГН, МСГ УРСР, ПВ ВАСГНІЛ та УААН з проблем сівозмін у системах землеробства України (1956–2010 рр.)» (2011 р.); «Календар знаменних і пам'ятних дат в історії сільськогосподарської дослідної справи України на 2014 рік» (2013 р.); «Аграрний тиждень. Україна» (№ 25–26) (2013 р.); «Вісник аграрної науки» (№ 7) (2014); Опара М. М. «Вісник Полтавської державної аграрної академії» (№ 3) (2014 р.); Коваленко Н. П. «Становлення та розвиток науково-організаційних основ застосування вітчизняних сівозмін у системах землеробства (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія» (2014 р.); Коваленко Н. П. «Гілея» (вип. 84 (5) (2014 р.); Орехівський В. Д. «Еволюція наукових основ органічного землеробства в Україні (друга половина ХІХ – початок ХХІ ст.): монографія» (2017 р.).

Узагальнено пріоритетні здобутки професора П. І. Бойка у межах надбань наукової школи з розроблення ефективних сівозмін у Лісостепу та Поліссі України в ННЦ «Інститут землеробства НААН» у авторефераті та докторській дисертації Н. П. Коваленко «Сівозміни у землеробстві України: еволюція теорії, методології та практики другої половини ХІХ – початку ХХІ століть» (2015 р.); розвитку біологізації технологій в органічному землеробстві різних ґрунтово-кліматичних умов України у авторефераті та докторській дисертації В. Д. Орехівського «Становлення та розвиток науково-організаційних основ органічного землеробства в Україні у другій половині ХХ – на початку ХХІ століть» (2019 р.). Встановлено внесок професора П. І. Бойка в удосконалення досліджень у різних ґрунтово-кліматичних умовах України за напрямом сільськогосподарська алелопатія в авторефераті та кандидатській дисертації Е. В. Юрчак «Діяльність Л. Д. Юрчак у становленні та розвитку вчення про екологічні основи хімічної взаємодії рослин в Україні (60-ті роки ХХ – початок ХХІ століття)» (2017 р.); у розвиток досліджень щодо розроблення ґрунтозахисного землеробства та сівозмін у Західній Україні в авторефераті та кандидатській дисертації Г. М. Соловей «Еволюція наукових основ застосування протиерозійних заходів у землеробстві Західної України (друга половина ХХ – початок ХХІ століть)» (2019 р.).

Життєвий шлях та творчі досягнення П.І. Бойка є справжнім

прикладом для всіх його колег та численних учнів. Побажаємо Петру Івановичу – компетентному й мудрому фахівцеві, надзвичайно відданому своїй праці, гарному сім'янину, який вміє вислухати та порадити, бути вимогливим і добродушним водночас, а також патріоту, відданому своїй рідній Україні найціннішого у житті людини – здоров'я і довголіття, щастя та сімейного затишку, достатку й подальших успіхів на науковій і життєвій ниві.

## **6.2. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого в Луганській області**

*Коржова Н. О., Маслійов С. В.*

*ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»*

На підставі аналізованих статистичних даних, щодо тенденцій культивування та особливості вирощування такої цінної харчової, кормової та технічної культури, як ячмінь ярий, з впровадженням його у виробництво сучасних, конкурентоспроможних технологій вирощування, що ґрунтуються на виборі високопродуктивних сортів, пристосованих до умов Луганської області, з оптимізацією живлення за допомогою сучасних органо-мінеральних добрив, є актуальним дослідженням цього напрямку.

На аграрному ринку зернові культури зберігають провідні позиції в експорті, переробці і внутрішньому споживанні, що доводить їх стратегічно важливу роль у забезпеченні продовольчої і економічної безпеки країни [223].

В Україні вирощують майже 90 видів польових культур. Ячмінь належить до найдавніших рослин земної кулі. Якщо у світовому виробництві зерно ячменю посідає четверте місце після пшениці, рису, кукурудзи, то в Україні він займає третє місце після пшениці. Ярий ячмінь – цінна продовольча, кормова і технічна культура. За даними ФАО – 42–48 % зерна використовують на промислову переробку (в тому числі на комбікорм), 6–8 % – на виробництво пива, 15 % – на харчові і 16 % – на кормові цілі. Ячмінь слабо затінює ґрунт, тому є покривною культурою для конюшини, люцерни та інших трав [224]. Він є однією з основних зернофуражних культур, оскільки має більш збалансований амінокислотний склад зерна у порівнянні з іншими злаками та придатний для годівлі майже усіх сільськогосподарських тварин.

---

<sup>223</sup> Зернові культури: тенденції і прогнози ринку. Інформаційно-аналітичне видання «Агробізнес сьогодні». URL : <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichniy-hektar/item/8959-rynok-zerna-pozytyvni-perspektyvy.html>.

<sup>224</sup> Технологія виробництва продукції рослинництва : навч. посіб. Ч. 2 / Мельник С. І., Муляр О. Д., Кочубей М. Й., Іванцов П. Д. Київ : Аграрна освіта, 2010. 405 с.

Стратегічний характер і масштаби розвитку вітчизняної зернової галузі доповнюються досить вагомими її міжгалузевими зв'язками з іншими секторами національного господарства, що справляє істотний вплив на загальний стан усієї економіки країни. Впродовж 7 місяців 2017 р., за даними аналізу митної статистики, з України на світові ринки сільськогосподарської продукції і продовольства було спрямовано близько 24,4 млн т зерна і продуктів його переробки на суму майже 3,9 млрд доларів США, що становить у відносному вимірі 39,2 % від загального аграрного експорту. При цьому частка безпосередньо зернових і зернобобових культур у вартості експорту усієї продукції зернової галузі сягає 94,7 %, тоді як на продукти їх переробки приходить лише 5,3 % [225].

Україна входить в топ 20 країн-виробників ячменю у світі, знаходячись на 4 місці. Максимальна частка посівних площі знаходиться у Російській Федерації і становить 17 %. Найбільша територія, на якій вирощується ячмінь, в межах Європейського Союзу знаходиться в Іспанії і складає 2,8 млн га. Друге та третє місця розділили Франція та Німеччина відповідно – 1,8 та 1,6 млн га.

Якщо виробництво ячменю обчислювати за об'ємом, а не за площею, то трійку лідерів все одно складає Росія, Франція та Німеччина з показниками 17,9:10,7:10,3 млн т відповідно. Україна займає четверте місце в світі з валовим збором зерна 9,4 млн т [226].

За даними Державної служби статистики в Україні, валовий збір (обсяг виробництва) ячменю ярого, протягом 2015–2018 рр. зріс на 10000 т, так в 2015 р. ця цифра складала 60126 т, а уже в 2018 р. – 70057 т. Урожайність також збільшилася, за даний період з 41,1 до 47,4 ц/га.

Загальна урожайність по Україні у 2018 р. склала 28,3 ц/га, Луганська область знаходиться на 15 місці, з показником 19,0 ц/га, що пояснюється складністю погодних умов та природного ландшафту. В п'ятірці лідерів України протягом багатьох уже років є Вінницька, Волинська, Дніпровська, Донецька та Житомирська області [227].

Враховуючи вище перераховані цифри, слід зазначити що наша зона Степу потребує введення у сільське господарство новітніх технологій вирощування зернових культур, а саме ячменю ярого.

У цілому ґрунтові та кліматичні умови області сприятливі для вирощування ячменю ярого. Але значні коливання родючості ґрунтів та погодно-кліматичних умов значно впливають на ріст, розвиток та урожайність ячменю й потребують їх урахування при розробці технологій вирощування різних сортів та гібридів ячменю ярого. Так, з

<sup>225</sup> Ячмінь ярий: сучасні технології вирощування. Агробізнес сьогодні. URL : <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/234-iachmin-iaryi-suchasni-tekhnologii-vyroshchuvannia.html>.

<sup>226</sup> Вирощування ячменю у світі. URL : <https://www.yara.ua/crop-nutrition/barley/barley-key-facts/barley-world-production/>

<sup>227</sup> Державна служба статистики України. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/>

2016 р. по 2018 р. спостерігалось зростання кількості опадів, що мало свій вплив на збільшення врожаю.

Кращими попередниками для ячменю є просапні та озима пшениця, тобто культури, які залишають поле досить чистим від бур'янів з достатньою кількістю в ґрунті легкодоступних рослинам поживних речовин. Важливо також, щоб під попередник ячменю було внесено органічні й мінеральні добрива, бо він добре реагує на їхню післядію. У степовій зоні України кращими попередниками для ячменю є просапні, зернобобові та баштанні культури [228].

Чергування культур з різними біологічними властивостями та неоднаковими потребами у зволоженні, освітленні й поживних речовинах є одним із найважливіших заходів боротьби з усіма бур'янами, що засмічують посіви. Відомо, що сільськогосподарські культури й технології їхнього вирощування по-різному впливають на бур'яни. Тому культури, чутливі до забур'янення, потрібно висівати після таких попередників, які найбільше пригнічують бур'яни або їхнє вирощування сприяє очищенню ґрунту від бур'янів. Зернобобові культури як попередники сприяють не тільки підвищенню врожаю ячменю, але й збільшують вміст білка на 1,5–2 %. У спеціалізованих зернових сівозмінах ярий ячмінь вирощують також і після озимої пшениці. За біологічними особливостями ця культура значно відрізняється з переліченими вище попередниками, тож і на водно-поживний режим та фітосанітарний стан посівів впливає дещо по-іншому [229].

Ячмінь потребує поліпшеного обробітку ґрунту: він має бути пухким, чистим від бур'янів. Залежно від попередника, складу ґрунтів і погодних умов, ґрунт готують по-різному. В разі висівання ярого ячменю після зернових та зернобобових культур система зяблевого обробітку ґрунту передбачає лушення стерні та оранку на зяб. Лушити стерню треба одночасно зі збиранням попередника. Якщо поле засмічене однорічними бур'янами, частіше обмежуються одним лушенням дисковими лушильниками на глибину 6–8 см. За сильної забур'яненості через три-чотири тижні після першого здійснюють друге лушення на глибину 10–12 см лушильниками.

Зяблеву оранку плугами з передплужниками після стерньових попередників здійснюють на глибину 20–22 см, а на полях, засмічених осотом – 25–27 см, гірчаком – до 30 см.

Після таких просапних культур, як картопля, цукрові буряки, зяблеву оранку проводять на глибину 20–22 см і часто без попереднього лушення; після кукурудзи на глибину близько 30 см [230]. У районах

---

<sup>228</sup> Технологія вирощування ячменю. URL : <http://www.semagro.com.ua/info/tehnologija-viroshuvannja-jarogo-jachmenu-412.html>.

<sup>229</sup> Каленська С. М., Єрмакова Л. М. Підручник системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця : ФОП Рогальська І. О., 2015. 448 с.

<sup>230</sup> Фурсова Г. К., Фурсов Д. І., Сергєєв В. В. Рослинництво. Харків : Ексклюзив, 2004. 380 с.

Луганської області орати на зяб найкраще наприкінці вересня.

У районах недостатнього зволоження з можливістю вітрової ерозії застосовують безполицевий обробіток, особливо, якщо ячмінь висіяли після стерньових попередників або кукурудзи. Починають такий обробіток голчастою бороною БИГ-3 (а в разі сильного пересихання ґрунту, замість БИГ-3, застосовують дискове лушення), після чого площу обробляють культиватором на глибину 12–14 см. Восени такі поля обробляють плоскорізами-глибокорозпушувачами на глибину 16–12 см на легких ґрунтах і з мілким орним шаром або на 27–30 см на ґрунтах з глибоким орним шаром [231].

Весняний обробіток ґрунту під ячмінь на пухких ґрунтах потребує раннього дворазового боронування середніми або важкими боронами, на важких ґрунтах боронування (закриття вологи) й культивації з одночасним боронуванням на глибину загортання насіння (6–8 см). Поля, чисті від післяжнивних решток, обробляють агрегатом з послідовно з'єднаних важких, середніх і легких борін. Починати обробіток ґрунту слід після настання його фізичної стиглості [232].

Засвоєння кореневою системою ячменю поживних речовин ґрунту невисоке, тому він дуже добре реагує на внесення добрив.

Удобрюючи посіви ячменю, треба врахувати його потреби в поживних речовинах нарізних ґрунтах. Так на чорноземах слід крім азотних добрив вносити, ще й Калій [233].

Встановлюючи норму висівання, слід враховувати біологічну особливість ярого ячменю, формувати різну кількість пагонів кущіння, знижувати енергію кущіння за рахунок збільшення кількості рослин на одиниці площі. Продуктивність колосу пагонів кущіння зменшується за рахунок надмірного або пізнього їхнього формування. В зріджених посівах, навпаки, ростові процеси посилюються, але підвищення кущіння й продуктивності рослин не компенсує недостатньої щільності колосоносних стебел перед збиранням [233].

Отже, тільки за оптимальних норм висівання створюються умови для формування структури рослин, які забезпечують найвищу продуктивність посівів.

Сіяти ячмінь треба в ранні строки. Запізнення із сівбою на 5–7 днів призводить до зниження врожаю в умовах Луганської області на 4–6 ц/га, в посушливі роки на 10–14 ц/га.

Основний спосіб сівби – звичайний рядковий з міжряддям 15 см. Глибина загортання насіння ячменю становить у посушливих степових районах – 7–8 см.

---

<sup>231</sup> Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навч. посіб. / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. І. Кисіль, В. А. Величко. Київ : Колообіг, 2005. 304 с.

<sup>232</sup> Сільськогосподарські машини. Ч. 3. Посівні машини ; за ред. М. В. Бакума. Харків, 2005. 332 с.

<sup>233</sup> Алімов Д. М., Шелестов Ю. В. Технологія виробництва продукції рослинництва. Київ : Вища школа, 1995. 271 с.

Якщо ячмінь сіють у посушливу весну, то для підвищення польової схожості й дружного проростання насіння здійснюють післясходове коткування посівів кільчасто-шпоровими котками. У період вегетації застосовують інтегровану систему захисту посівів від хвороб, шкідників та бур'янів. У разі виявлення на рослинах ознак борошнистої роси, іржі посіви у фазі кушіння обприскують з обприскувачів.

Перспективні сорти ячменю ярого, які найкраще придатні для вирощування на Луганщині, враховуючи зональний клімат, представлені нижче.

**Геліос.** (Оригіатор: Закрите акціонерне товариство «Селена». В Державному реєстрі сортів рослин України з 2006 р.).

Призначений для інтенсивних технологій вирощування. Рекомендований для вирощування в зоні Степу, Лісостепу та Полісся. Середній урожай – 50,8–55,1 ц/га, потенційна врожайність сорту – 89 ц/га. Висока посухостійкість. Кущ прямостоячий; висота рослин – 70–80 см; лист неопушений, зелений; початок колосіння – ранній; колос має більше 2-х рядів (шестирядний), 8–10 см, неламкий; зерно велике, видовжено-овальної форми, жовте; маса 1000 насінин – 47,8–49,9 гр.

Сорт інтенсивного типу, середньостиглий – 90–93 дня. Напрямок використання – зерновий.

Сорт характеризується (по 10 бальній системі): високою продуктивністю (7–9 балів); посухостійкістю (7–9 балів); стійкістю до вилягання (7–9 балів); високою стійкістю до осипання (9 балів); груповою стійкістю до летючої та кам'яної сажкам, карликової іржі, борошнистої роси, гельмінтоспоріозу; чуйністю на внесення добрив (внесення аміачної селітри 180–200 кг/га збільшує врожайність на 10–15 ц/га). Норма висіву:  $\approx$  180–200 кг/га.

**Вакула.** (Оригіатор: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення Української академії аграрних наук. В Державному реєстрі сортів рослин України з 2006 р.).

Кущ прямостоячий; листки не опушені, проміжні, зелені. Колос шестирядний, середньої довжини (7–9 см), середньої щільності (на 4 см колосового стрижня 10–11 члеників), неламкий, слабо пониклий, прямокутної форми з переходом у ромбічну, солом'яно-жовтий. Остюки довгі 14–18 см, злегка розлогі, тонкі, еластичні. Колоскова луска тоненька, ніжна, з рідкими волосками. Квіткова луска середньо зморшкувата, нервація добре виявлена, без зубчиків; перехід в остюк поступовий. Основна щетинка зерна коротка, довго волосяна. Висота рослин 65–75 см. Зернівка видовжено-овальна, розмір 13–14 мм, жовта, вирівняна. Маса 1000 насінин – 44 г. Середньостиглий, дозріває за 80 днів.

Високий врожай завжди гарантований, якщо з весни склалися умови для нормального розвитку вузлової кореневої системи і в ґрунті є

достатньо поживних речовин. Сорт придатний для вирощування в умовах посухи і підвищеної кислотності ґрунтів.

Сорт має групову стійкість до сажкових хвороб, борошнистої роси, гельмінтоспоріозу. На державних сортодослідних станціях отримали середній врожай – 48,4 ц/га, що на 8,8 % більше стандартів. Потенційна можливість сорту – 105 ц/га.

**Водограй.** (Оригізатори: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення НААН України. В Державному реєстрі сортів рослин України з 2005 р.)

Середньостиглий. Напряма використання – на зерно. Куш напівпрямостоячий. Колос – середньої довжини (8–10 см), середньої щільності (10 члеників на 4 см колосового стрижня), неламкий, солом'яно-жовтий, веретеноподібної форми, пониклий при дозріванні. Зернівка велика, жовта, тонкоплівчаста, ромбічної форми. Маса 1000 зерен – 48–50 г. Лист – неопушений, проміжний, темно-зелений. Остюки – довгі, зазубрені, майже паралельні, тонкі, еластичні, солом'яно-жовті. Стійкість (з 9 балів): до вилягання – 9 балів; до посухи – 9 балів; до збудників хвороб (борошнистої роси, летючої сажки, гельмінтоспоріозу) – 8 балів; проти осипання – 9 балів. Урожайність – 50,8 ц/га в державному сортовипробуванні.

**Сталкер.** (Оригізатори: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення НААН України. В Державному реєстрі сортів рослин України з 1997 р.)

Сорт ячменю Сталкер виведений за програмою селекції на підвищену адаптивність до умов посушливого Степу. Є кращим в Україні для несприятливих умов вирощування. Врожайність у виробничих умовах – 55–70 ц/га.

Високо посухостійкість (9 балів) обумовлена генетично контрольованим показником СОД-s2 посухо-, соле- і кислотостійкості, що дає перевагу над іншими сортами в умовах екстремальної посухи.

Стійкість до поширеним листостеблових захворювань на рівні 5–6 балів, до летючої та кам'яної сажок – 6–8 балів. Добра озерненість (16–26 зерен в колосі). Зерно крупне (маса 1000 зерен 50–55 г). Скоростиглий – 74–81 день. Колос дворядний, середньої довжини (7–9 см), підвищеної щільності (11–12 члеників на 4 см колосового стрижня), не ламкий, звужується до вершин, солом'яно-жовтий. Остюки довгі, зазубрені, паралельні, тонкі, еластичні, солом'яно-жовті. Колоскова луска тонка, вузька, без опушення. Квіткова луска слабо зморшкувата, нервація добре виражена. Перехід квіткової луски в остюк поступовий. Основна щетинка зерна довго волосяна. Куш напіврозлогий. Лист без опушення, вузький, темно-зелений. Висота рослин – 75–100 см. Норма висівання:  $\approx$  200 кг/га.

**Аватар.** (Оригізатори: Селекційно-генетичний інститут –

Національний центр насіннезнавства та сортівивчення НААН України.  
В Державному реєстрі сортів рослин України з 2014 р.)

Вегетаційний період складає 75–80 днів. Напрям використання зерновий. Маса 1000 насінин – 50–55 г. Вміст білка – 11 %. Висота рослини 67–71 см. Вирівняність зерна сягає 80 %. Висока кущистість. Стійкість сорту до хвороб та стресових факторів: до вилягання – 8 балів; до осипання – 8 балів; до чорної сажки – 8 балів; до кам'яної сажки – 7 балів; до смужкового гельмінтозу – 7 балів; стійкість до несправжньої борошнистої роси – 8 балів; стійкість до гельмінтоспоріозу – 7 балів.

**Еней.** (Оригінатори: Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортівивчення НААН України.  
В Державному реєстрі сортів рослин України з 2008 р.)

Кущ напівпрямостоячий, рослини середньої висоти. Соломина – слабовиповнена. Остюки мають сильне антоціанове забарвлення на кінчиках і довші відносно колосу. Колос із відсутнім або дуже слабким восковим нальотом, зернівка з наявною плівкою, має довгі волоски основної щетинки. Середньоранній, дозріває за 80–94 день, що на 3–4 дні раніше стандартів. Зерно велике, жовте. Маса 1000 насінин – 45,6 г. Сорт інтенсивного типу. Високоадаптований для будь-яких умов вирощування, має підвищену посухостійкість. Слабко уражується гельмінтоспоріозом і твердою сажкою.

Збирають ячмінь у фазі воскової стиглості зерна, поєднуючи роздільне збирання з прямим. Починають роботу, коли вологість зерна сягає 30–38 %. Скошують ячмінь жатками ЖВП-6А, ЖВН-6А у валки завтовшки 12–18 см і завширшки близько 1,8 м за висоти зрізу середньо- і низькорослих сортів 15–20 см, високорослих – 25–30 см. За такої висоти стерні валки швидше сохнуть. За двофазового збирання виляглого забур'яненого ячменю використовують бобові жатки ЖБА-3,5, бо під час роботи різальних агрегатів зернових жаток втрачається багато зерна [234].

Швидкість за прямого комбайнування становить 6–7, на обмолоті валків – 4,5–5 км/год. Втрати зерна під час збирання мають бути не більше 0,5 %. Після збирання зерно старанно очищають, за потреби, пропускають через сушильні агрегати, доводять вологість до 14–15 % і використовують за призначенням.

У ході дослідження було проаналізовано урожайність ячменю ярого за даними фермерського господарства «Сапфір-К», що знаходиться в Старобільському районі, Луганської області, результати зазначені у табл. 1, 2.

Підбиваючи підсумки відзначимо, що найбільш оптимальними та перспективними сортами ярого ячменю на території Луганської області,

---

<sup>234</sup> Шмат К. І. Методи і принципи проектування сільськогосподарських машин і агрегатів : навч. посіб. Херсон : Олді-плюс, 2004. 176 с.

враховуючи зональний клімат, є сорти Геліос та Сталкер, представники шестирядного та дворядного ячменю відповідно. За рахунок збільшення опадів у період з 2016–2018 рр. вони показали найвищі результати, але навіть в посушливі роки Геліос і Сталкер мали найвищі показники.

**1. Урожайність 6-ти рядного ячменю ярового за роками у фермерському господарстві «Сапфір-К»**

**Старобільського району, Луганської області, ц/га**

	2016	2017	2018
Геліос	48	56	59
Вакула	34	37	39
Водограй	30	33	36

Джерело: довідка з фермерського господарства на основі річних звітів за 2016–2018 рр.

**2. Урожайність 2-х рядного ячменю ярового за роками у фермерському господарстві «Сапфір-К»**

**Старобільського району, Луганської області, ц/га**

	2016	2017	2018
Сталкер	46	53	56
Аватар	32	35	37
Еней	30	32	35

Джерело: довідка з фермерського господарства на основі річних звітів за 2016–2018 рр.

Незважаючи на наявність у Державному реєстрі сортів України, сорту Сталкер з 1997 р., жоден із сучасних сортів не мав таких результатів урожайності, як Сталкер, навіть за оптимальних умов.

Отже, така цінна сільськогосподарська культура як ячмінь ярий, має в Україні значний потенціал розвитку, який безпосередньо пов'язаний із необхідністю впровадження у виробництво нових технологій, що дасть можливість збільшити валове виробництво зерна, підвищити рентабельність даної культури і в цілому покращити стан аграрного виробництва.

**6.3. Оптимізація живлення посівів озимої пшениці в умовах Степу України**

*Маслійов С. В., Бесіда О. О., Ревякіна О. О., Циганок Д. В., Бур'ян Є. В.  
ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»*

Даними на 2018 р. в Луганській обл. площа посіву озимої пшениці склала 34,1 % від загальної кількості посіяних культур [235]. Тому головною проблемою при вирощуванні озимої пшениці є отримання високих врожаїв та якісного зерна. Для її вирішення важливе значення

<sup>235</sup> Посевная онлайн 2017/18. URL : <https://latifundist.com/posevnaya-online-2018> (дата звернення: 10.04.2019 р.).

має якість посівного матеріалу: чистота сорту, енергія проростання, польова схожість, а також врожайні властивості пшениці озимої. Значну роль у цих технологіях відіграють добрива при сівбі.

А саме ультра-локальне внесення добрив (мікродобрив) при сівбі разом з насінням в насінневе ложе дає можливість підвищити енергію проростання, польову схожість, стійкість до хвороб та несприятливих погодних умов, що в кінцевому результаті сприяє додатковому використанню закладеного в рослинному організмі потенціалу та поліпшенню якості продукції.

Безумовно, такі мікродобрива мають бути комплексними, тобто містити широкий спектр поживних елементів, а також включати до свого складу незначну частину стимуляторів росту рослин, проявляти прилипаючі та плівкоутворюючі властивості.

Таким вимогам на наш погляд найбільш повно відповідає мікрогранульоване добриво «Agristart Magnum» [236] яке вноситься при сівбі разом з насінням в насінневе ложе.

Мікроелементи, які входять до складу добрива, знаходяться в доступній для рослин хелатній формі, які при знаходженні біля насінини активують дію гідролізуючих ферментів, роблять її життєздатнішою, з підвищеною енергією проростання та інтенсивнішим розвитком. У результаті досягаються більш дружні сходи, які є стійкими до несприятливих умов навколишнього середовища та зимівлі. Крім того, в добриві присутні гумінові речовини під впливом яких у рослин активізується коренеутворення, посилюється надходження води і елементів живлення.

У даній статті представлено результати наших досліджень з вивчення впливу мікрогранульованого добрива «Agristart Magnum» на польову схожість, розвиток кореневої системи та зимостійкість озимої пшениці сорту «Антара».

Мета дослідження полягала у встановленні впливу мікрогранульованого добрива «Agristart Magnum» для ультра-локального внесення при сівбі разом з насінням в насінневе ложе, на польову схожість, розвиток кореневої системи та зимостійкість озимої пшениці сорту «Антара» у порівнянні з класичними схемами вирощування озимої пшениці в умовах Луганської області. При цьому визначали: висоту рослин, кількість пагонів, листів, глибину залягання вузла кущення, накопичення маси сухої речовини в надґрунтовій частині рослин.

Виходячи з мети дослідження ми поставили перед собою завдання:

1. Дослідити особливості росту і розвитку озимої пшениці (сорт «Антара») залежно від ультра-локального внесення мікрогранульованого добрива «Agristart Magnum» при сівбі.

---

<sup>236</sup> Каталог продукції 2018. Експерти з забезпечення рослин елементами живлення. URL : <https://ru.calameo.com/read/0054063912b2178ef17ff> (дата звернення: 10.04.2019 р.).

2. Визначити як ультра-локальне внесення «Agristart Magnum» впливає на формування вторинної кореневої системи озимої пшениці.

3. Визначити вплив мікрогранульованого добрива «Agristart Magnum» на зимостійкість озимої пшениці сорту «Антара».

Данні дослідів, обособленні, за роки починаючи з 2016 р. кафедрами технології виробництва і професійної освіти й біології та агрономії Луганського національного університету імені Тараса Шевченка на землях Навчально-наукової станції ЛНУ імені Тараса Шевченка й на полях фермерського господарства «Венера-2005» Старобільського району Луганської області, розташованого в північноцентральній помірно посушливій підзоні Степової північної зони.

Ґрунти дослідних ділянок – чорноземи звичайні на лісових породах із товщиною гумусового шару 65–80 см. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту (за Тюрінім) – 3,8–4,2 %, валового азоту – 0,21–0,26 %, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 105–150 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 84–115 мг/кг і обмінного калію (за Чиріковим) – 81–120 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину була нейтральною або слаболужною. Об’ємна маса шару ґрунту 0–30 см – 1,30–1,37 г/см<sup>3</sup>, загальна шпаруватість – 49–51 % [237].

За рівнем агрокліматичних факторів територія проведення польових дослідів відносять до північного теплого і посушливого агрокліматичного району, головною особливістю якого є різка континентальність з чітко вираженою сезонною контрастністю показників погодно-кліматичних елементів.

Середньодобова температура з моменту посіву (24 вересня 2018 р.) до моменту припинення осінньої вегетації (6–11 листопада 2018 р.) склала +9 °С, середньодобова вологість за цей період – 76 %. Середньодобова температура з моменту припинення осінньої вегетації (6–11 листопада 2019 р.) до її поновлення (28 березня 2019 р.) склала - 2,1 °С, середньодобова вологість за цей період – 80 %, середнє значення висоти снігового покриву – 18,2 см, мінімальна температура – 22 °С (22 січня 2019 р.) висота снігового покриву в цей день склала 25 см [238].

Сіяли озиму пшеницю (сорт «Антара») сівалкою СЗ-5,4. Ширина міжряддя 15 см, глибина висіву – 3,5 см, норма висіву 140–180 кг/га. Попередник – чорний пар.

Ультра-локальне внесення мікрогранульованих добрив забезпечує точне дозування та рівномірне розподілення мікрогранул для повного і швидкого засвоєння рослинами поживних речовин, забезпечуючи

---

<sup>237</sup> Маслійов С. В., Беседа О. О., Дрель В. Ф., Арсієнко В. О. Дослідження інтенсивної технології вирощування озимої пшениці та різних агротехнічних прийомів Луганської області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 13–17.

<sup>238</sup> Архів погоди. URL : [http://rp5.ua/%D0%90%D1%80%D1%85%D1%96%D0%B2\\_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B8\\_%D0%B2\\_%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BF%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%96](http://rp5.ua/%D0%90%D1%80%D1%85%D1%96%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B8_%D0%B2_%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BF%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%96) (дата звернення: 10.04.2019 р.).

значно більшу площу контакту добрива з ґрунтом та прискорену дифузію елементів живлення, що зрештою сприяє їх швидшому та ефективнішому поглинанню рослинами.

В результаті пошуку більш ефективного впливу добрив на проростання, кущення та зимостійкість нами було обрано високоефективне мікрогранульоване добриво – «Agristart Magnum», яке дозволяє отримати: більш потужні і дружні сходи; швидкий ріст і розвиток культури; високу інтенсивність формування та розвитку вторинної кореневої системи у порівнянні з традиційними добривами, які найбільш частіше вносяться аграріями нашого краю.

Враховуючи ці цікаві з практичної та наукової точки зору особливості мікрогранульованого добрива, при розробці елементів інтенсивної технології схемою дослідями нами й було передбачено порівняти дію мікрогранульованого добрива «Agristart Magnum» з добривом Нітроамофоска та контрольним варіантом.

Сіяли озиму пшеницю (сорт «Антара») в оптимальний термін – 24 вересня (середньодобова температура – 12,1<sup>0</sup>С, середньодобова вологість – 64,6 %). Не зважаючи на те, що серпень та вересень були посушливими, за день до початку та після сівби пройшов невеликий дощ, який дозволив нам висіяти насіння в вологий ґрунт, що в майбутньому пришвидшило строки проростання насіння.

Сорт озимої пшениці «Антара», м'яка, Оригінація: Агрокорпорація «Степова», рекомендований для інтенсивної технології вирощування в Степовій зоні, група стиглості – скоростигла (270–277), рік реєстрації – 2008 р. (Дніпропетровська обл.) [239]

Характеристика озимої пшениці сорту «Антара»: рослини заввишки – 89 см; зимостійкість сорту в умовах проморожування вищесередня, у польових умовах за роки випробування зимостійкість сорту становила – 8,6 балів; стійкість сорту до вилягання – 8,6 балів; стійкість до осипання – 9,0 балів; стійкість до посухи – 8,2 бали, за роки випробування сорт слабо уражувався основними хворобами та шкідниками; середньоранній, досягає за 277 діб; середня врожайність за роки випробування в зоні Степу 63,3 ц/га; прибавка до національного стандарту 5,4 ц/га; маса 1000 зерен 39,3 г. Борошномельні та хлібопекарські показники сорту добрі та відмінні. Зерно містить 14,3 % білка, клейковини – 30,4 %, сила борошна – 318 о. а., об'єм хліба зі 100 г борошна – 1290 мл. Сильна пшениця.

Тип розвитку – озимий. Кущ – прямостоячий, рослини середньої висоти. Прапорцевий листок має сильний восковий наліт на піхві і відсутнє або дуже слабке антоціанове забарвлення вушок. Соломина слабовиповнена з сильним восковим нальотом на верхньому міжвузлі та помірним опушенням опуклої поверхні верхнього вузла. Колос білого або

<sup>239</sup> Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Київ, 2018. 20 с.

солом'яно-жовтого кольору, циліндричної форми, нещільний, довгий із відсутнім або дуже слабким восковим нальотом та наявними остюками. Нижня колоскова луска: плече піднесене з наявністю другої вершини та вузьке, зубець ледь зігнутий та довгий, ланцетної форми, опушення внутрішньої поверхні – слабке, зовнішньої – слабке. Зернівка червоного кольору, середньої довжини, ширини та крупності. Язичок – короткий, кіль на нижній квітковій лусці – наявний, вушка – гострі [240].

Мікрогранульовані добрива вносили під час сівби за допомогою спеціальних аплікаторів, що монтують на сівалки з розрахунку 60 кг/га («Agristart Magnum» – хімічний склад (%): **N – 10; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 48; SO<sub>3</sub> – 5; CaO – 2; Zn – 1; pH – 6**) та 100 кг/га (Нітроамофоска – хімічний склад (%): **N – 10; P – 26; K – 26**). Спосіб застосування – ультра-локальне внесення в ґрунт разом із насінням (POP-UP розміщення). Контроль – варіант, де посіви виконувались без внесення добрив.

Під час проведення польових досліджень користувалися загальноприйнятою методикою [241]. Повторність у досліді – триразова. Площі облікових ділянок становили 40 м<sup>2</sup>. Технологія вирощування пшениці озимої загальноприйнята для даної зони.

На польову схожість і пов'язану з нею густоту рослин, окрім рівня зволоження, щільності, поживного режиму ґрунту й погодних умов обов'язково впливає ультра-локальне внесення добрив при сівбі. Нашими дослідженнями доведено (табл. 1), що польова схожість насіння та його проростання на пряму залежить від ультра-локального внесення мікрогранульованого добрива «Agristart Magnum».

### 1. Польова схожість насіння озимої пшениці (сорт Антара)

№ п/п	Варіанти	Польова схожість, %
1	Контроль	96,0
2	Ультра-локальне внесення мікрогранульованих добрив «Agristart» Magnum	99,2
3	Ультра-локальне внесення добрив Нітроамофоска	97,6

Джерело: авторські дослідження.

Так за період проведення досліджень в осінній період на момент появи сходів, на ділянці де вносився «Agristart Magnum» польова схожість на 1,6 % була більша ніж на ділянці де вносилося добриво Нітроамофоска, та 3,2 % більша від контрольного варіанта.

Застосування мікрогранульованого добрива «Agristart Magnum» за вирощування пшениці озимої позитивно впливало на ріст, розвиток та куцнення рослин в осінній період (табл. 2).

<sup>240</sup> Пшениця Антара. URL : <http://agroua.net/plant/catalog/cg-1/c-1/s-1513/> (дата звернення: 10.04.2019 р.).

<sup>241</sup> Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Агропромиздат, 1985. 180 с.

## 2. Стан розвитку рослин озимої пшениці (сорт «Антара») до часу припинення осінньої вегетації

Варіанти	Маса сухої речовини (г)	Кількість			Висота рослин (см)	Глибина розміщення вузла кущення (см)
		пагонів	листіків	вторинних коренів		
Контроль	1,088	3,1	7,2	5,8	8,5	6,3
«Agristart Magnum»	1,259	2,7	5,2	6,2	11,8	6,7
Нітроамофоска	1,165	2,2	4,7	5,7	10,1	6,3

Джерело: авторські дослідження.

Кращий розвиток вторинної кореневої системи спостерігався на ділянці де вносився «Agristart Magnum», кількість вторинних коренів цих рослин на 0,5 і 0,4 була більша ніж у рослин де вносилося добриво Нітроамофоска та контрольним варіантом відповідно, маса сухої речовини збільшилася на 0,094 та 0,171 г відповідно, висота рослин збільшилася на 1,7 та 3,3 см відповідно. Кількість пагонів та листків у всіх варіантах була приблизно однаковою. Застосування мікрогранульованого добрива «Agristart Magnum» позитивно впливало на накопичення вуглеводів у вузлах кущення рослин перед входом у зиму і перезимівлю в цілому.

Для забезпечення сприятливої зимівлі наряду з вирощуванням морозостійких сортів та застосуванням комплексу агротехнічних заходів, формуючих стійкість озимих культур до сурових умов перезимівлі, велику роль відіграє і підживлення насіння добривом під час висаджування, саме мікрогранульоване добриво «Agristart Magnum», з самого початку проростання насіння, забезпечувало рослини поживними речовинами, зокрема цинком який запобігає слабкому росту рослин, появі жовтуватих плям та некрозу листя, уникав втрати азоту шляхом вимирання та випаровування, фосфор забезпечив формування потужної кореневої системи рослин. В результаті ми отримали гарно розвинені рослини озимої пшениці, з потужною кореневою системою які загартовані до несприятливих умов зимівлі.

Найбільш оптимальне розташування вузла кущення у дослідних варіантах забезпечувало розвиток більш потужної кореневої системи, що в свою чергу, позитивно вплинуло на зріст надґрунтової частини рослин. Як відмічалось раніше (табл. 2), у рослин де вносилося мікрогранульоване добриво «Agristart Magnum» спостерігалось покращення біометричних показників по відношенню з застосуванням добрива Нітроамофоска та контролем. Вказані зміни сприяли кращій зимостійкості.

На початку весни, до моменту поновлення весняної вегетації ми

перевірили як досліджувані рослини перезимували та почали відновлюватися. Отримані дані показали, що рослини де вносився «Agristart Magnum» у порівнянні з контрольним варіантом та варіантом де вносились Нітроамофоска виходили з зимівлі в кращому стані (табл. 3).

### 3. Загибель рослин озимої пшениці (сорт Антара)

Варіанти	% збережених	
	рослин	стебел
Контроль	97,5	72,9
«Agristart» Magnum	100,0	92,8
Нітроамофоска	100,0	82,9

Джерело: авторські дослідження.

Як показали прямі обліки, всі рослин, на ділянках, де вносилося мікрогранульоване «Agristart Magnum» та Нітроамофоска зберегли свої рослини, на той час, як на контрольних ділянках загибель рослин склала – 2,5 %. Що стосується стебел рослин то тут картина дещо гірше, відсоток їх загибелі – 7,2 % для рослин де вносився «Agristart Magnum» та 17,1 і 27,1 для рослин де вносилося добриво Нітроамофоска та контрольний варіант відповідно.

До моменту поновлення весняної вегетації рослини зберегли більшу кількість пагонів, листів, вторинних коренів та загальної сухої маси. Особливо в цьому плані виділялись рослини, де вносилося мікрогранульоване добриво «Agristart Magnum».

На початку поновлення весняної вегетації з кожної ділянки, методом «конверта» (чотири точки по кутам і один в центрі) в п'яти точках ми відбирали проби масою 200–300 г для перевірки їх стану розвитку.

Як видно з фотографії (рис. 1) рослини де вносилося мікрогранульоване добриво «Agristart Magnum» зберегли більшу кількість пагонів та листів, крім того, стимулювало розвиток потужної кореневої системи та закладання репродуктивних органів, що сприяло кращому формуванню початків та інтенсивному набору їх маси.

Підводячи підсумки з упевненістю можна сказати, що ультра-локальне внесення мікрогранульованого добрива «Agristart Magnum» під озиму пшеницю на прикладі сорту «Антара», сприяло отриманню більш дружніх та потужних сходів, польова схожість яких в середньому на 1,6–3,2 % була більша від рослин де вносилося добриво Нітроамофоска та контрольним варіантом.

Вплив мікрогранульованого добрива «Agristart Magnum» збільшувало масу сухої речовини в середньому на 0,094–0,171 г, кількість вторинних коренів збільшилася на 0,5 і 0,4, висота рослин на 1,7–3,3 см. Відзначалася більш потужна та розвинена коренева система та краще кушіння. Крім цього, ці рослини, краще перенесли період перезимівлі та вийшли з нього з кращими показниками.



**Рис. 1. Різниця у розвитку досліджуваних рослин**

Джерело: авторські дослідження.

Таким чином, результати нашого досліду, свідчать про те, що внесення з посівом мікрогранульоване добриво «Agristar Magnum», яке містить мікроелементи (а також регулятори росту), дозволяє отримати потужні та дружні сходи, кращий розвиток вторинної кореневої системи, що в подальшому вплинуло на кращу зимостійкість рослин озимої пшениці в порівнянні з традиційно застосовуваної Нітроамофоскою.

#### **6.4. Формування поживного режиму ґрунту в органічному землеробстві**

*Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В.,  
Горб О. О., Чайка Т. О.  
Полтавська державна аграрна академія*

Система органічного землеробства базується на створенні агроєкосистем, максимально наближених до природних формацій. Вона враховує базовий принцип розвитку планети, оскільки виникнення життя на Землі забезпечувалося двома глобальними процесами, які і нині, і в майбутньому будуть підтримувати розвиток біосфери. До них належить фотосинтез і азотфіксація в усіх їх проявах. Саме регулювання цих процесів найактивніше відбувається в органічному землеробстві, оскільки його технологічні прийоми забезпечують ефективне використання позитивних факторів навколишнього середовища,

насамперед, шляхом збільшення їхньої питомої ваги у процесі продукування основних біотичних компонентів. Насамперед цьому сприяє використання багаторічних бобових трав, гною та сидеральних культур, що забезпечує підвищення впливу сонячної енергії, біологічної фіксації азоту з атмосфери й ґрунту та покращання умов життєдіяльності ґрунтової біоти.

У природі існує тісний взаємозв'язок між фотосинтезом і симбіотичною фіксацією азоту. Завдяки азотфіксації рослини забезпечуються безперервним азотним живленням в оптимальних дозах, а в процесі фотосинтезу утворюються вуглеводи, які далі використовуються для синтезу всіх органічних речовин.

Потужний резервуар азоту – земна атмосфера, де його запаси становлять близько 4 трлн т (об'ємна частка газоподібного азоту в атмосфері – 78,09 %, масова – 75,6 %). Над кожним гектаром земної поверхні у атмосфері міститься в середньому близько 80 тис. т (над 1 м<sup>2</sup> близько 8 т) молекулярного азоту, єдиного джерела поновлення запасів зв'язаного азоту в ґрунті [242].

Таким чином, азот не лише основний біогенний елемент, головний компонент живої матерії, що відіграє найважливішу роль у житті рослин і тварин, але й провідний елемент землеробства. Однак вищі рослини не здатні використовувати молекулярний азот як джерело азотного живлення. З повітря фіксувати азот можуть лише бактерії, що мають високий коефіцієнт розмноження та адаптації до середовища, а ферментативні системи здатні відновлювати азот до різноманітних хімічних сполук.

Найбільше практичне значення у збагаченні ґрунтів азотом, завдяки засвоєнню його з повітря, мають бульбочкові бактерії, які фіксують молекулярний азот у симбіозі з бобовими рослинами, що є одним з основних елементів системи органічного землеробства. Так, завдяки бульбочковим бактеріям люцерна здатна засвоювати 120–350 кг/га азоту з повітря, еспарцет – 100–200 кг/га, соя – понад 70 кг/га і сформувати врожайність зерна 30–35 ц/га без застосування азотних добрив [242, 243]. Останнім часом виявлено й нові форми мікроорганізмів, здатних засвоювати молекулярний азот в асоціаціях із кореневою системою небобових рослин [242].

Просо стимулює фіксацію азоту за вегетаційний період близько 40 кг/га [244], пшениця озима – до 35–40 кг/га [245], а за даними В. Патики

---

<sup>242</sup> Антоненко Семен Свиридонович: бібліографічний покажчик наукових праць за 1956–2015 роки / уклад. Писаренко В. М., Антоненко А. С.; наук. ред. Вергунов В. А. Київ : ТОВ «Видавництво «Зерно», 2015. 445 с.

<sup>243</sup> *Стеггенберг С.* Почвенный органический углерод и глобальный круговорот углерода. URL : <http://agrotechnology.com/klassicheskaya/teoriya/globalnyy-krugovorot-ugleroda>.

<sup>244</sup> *Патика В. П., Тихонович І. А., Філіп'єв І. Д. [та ін.]*. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. Київ : Урожай, 1993. 176 с.

<sup>245</sup> *Фурман В. М., Олійник О. О., Солодка Г. М., Вавринчук М. А.* Оцінка алелопатичного впливу на ріст і розвиток пшениці озимої : тези міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 90-річному ювілею

[246] – до 60 кг/га в рік. Частка атмосферного азоту в рослинах кукурудзи та сорго становить близько 13 кг/га [247], ячменю – до 20 кг/га [245]. Продуктивність асоціативної азотфіксації в зоні помірних широт, вважає В. Патики [246], становить у середньому 20–30 кг/га азоту.

Таким чином, визначаючи норми азотних добрив (навіть за умов інтенсивного землеробства) слід брати до уваги, що частину своїх потреб в азоті рослини задовольняють завдяки його фіксації з повітря. Так, визначаючи норми азотних добрив для сої, слід враховувати, що, в середньому, 60 % своїх потреб в азоті рослини сої задовольняють завдяки його фіксації з повітря бульбочками в разі обробки насіння препаратами азотфіксуючих бактерій, які утворюються на коренях рослин [242, 248]. Бактерії однорічних зернових культур здатні фіксувати 50–90 кг/га азоту, еквівалентних 25–35 кг/га діючої речовини азотних добрив [246]. На багаторічних бобових (еспарцет, люцерна, буркун, конюшина) асоціативного біологічного азоту накопичується 90–380 кг/га, що еквівалентно 120–250 кг/га діючої речовини азотних добрив.

За органічного землеробства асоціативний біологічний азот паралельно з використанням органічних добрив, включаючи й сидерати, формує оптимальний поживний режим рослин і позитивний баланс гумусу у ґрунті. Фіксований азот надходить у рослини не весь, значна його частина надходить у ґрунт (у зернобобових – 10–12 кг/га, у багаторічних бобових трав – 60–120 кг/га), компенсуючи тим самим винесення рослинами ґрунтового азоту [246].

Іншим важливим чинником оптимізації поживного режиму сільськогосподарських культур за органічного землеробства є органічні добрива, внесення яких сприяє активізації діяльності ґрунтової мікрофлори, а після їхньої мінералізації проходить насичення ґрунту поживними речовинами, які використовують рослини.

Так, за вмісту поживних речовин у гноєві великої рогатої худоби: азоту (N) – 0,40 %, фосфору ( $P_2O_5$ ) – 0,16 %, калію ( $K_2O$ ) – 0,50 %, за внесення 100 т/га у ґрунт після мінералізації органічних речовин надходить азоту 400 кг/га, фосфору – 160 кг/га, калію – 500 кг/га. На другий рік після внесення гною та його часткової мінералізації вміст NPK у ґрунті збільшується на 90; 35; 57 мг/кг відповідно. Мінералізація гною проходить упродовж 3–4-х років за інтенсивності засвоєння рослинами в перший рік: азоту 22 %, фосфору – 30–40 %, калію – 60–66 % від загального вмісту. Використання NPK із гною наступною культурою становить відповідно, 15–20 %, 10–15 %, 5–10 %, а третьою

---

доктора сільськогосподарських наук Мединця Василя Дмитровича (14 січня 2014 р.) Полтавська державна аграрна академія. Полтава, ФОП «Корзун Д. Ю.», 2014. С. 123–125.

<sup>246</sup> Патики В. Ф. Азотфіксація в ризосфері злакових культур та її вплив на урожай рослин. *Мікроорганізми в сільському господарстві*: Респ. конф. Кишинев, 1981. С. 107–108.

<sup>247</sup> Писаренко В. В., Писаренко П. В., Писаренко В. М. [та ін.]. Еколого-економічна ефективність використання сидератів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 122–126.

<sup>248</sup> Полевой В., Деркач Н., Шевчук О. Дорога к прибыли устлана соломой. *Зерно*. 2014. № 1 (94). С. 134–141.

культурою – 10–15 %, 5 % – 10 %; 0–10 %. Використання поживних речовин гною за ротацію сівозміни (з урахуванням післядії) становить: азоту – 50–60 %, фосфору – 50–60 %, калію – 80–90 %, що наближається до показників використання відповідних поживних речовин із мінеральних добрив [249].

Таким чином, повернення у ґрунт малоцінної для харчових потреб і тваринництва продукції, проте вкрай необхідної для активної діяльності ґрунтової біоти, підвищує її деструкційну та синтетичну дії. Це сприяє формуванню позитивного балансу гумусу, надходженню у ґрунт біологічного азоту, фосфору, калію та інших макро- й мікроелементів.

Ще одним чинником у формуванні поживного режиму сільськогосподарських культур є сидерати. «Зелене добриво» є невичерпним, постійно поновлювальним джерелом органічної речовини. Встановлено, що за вегетаційний період на формування біомаси сидеральна культура бере з ґрунту лише 10 % «матеріалу», а 90 % одержує з повітря за рахунок енергії сонячних променів та біологічної азотфіксації. За даними наукових досліджень, сидерати за своєю ефективністю прирівнюються до напівперепрілого гною з коефіцієнтом 1,5. Середня врожайність зеленої маси сидерату (200–300 ц/га) еквівалентна внесенню 20–30 т/га гною. Позитивний вплив сидерації на родючість ґрунту й урожайність сільськогосподарських культур зберігається протягом трьох років. Найефективніші для сидерації багаторічні й однорічні бобові культури. Так, при урожайності зеленої маси вики озимої 250 ц/га, після мінералізації органічної речовини в ґрунті накопичується 160 кг/га азоту, 75 кг/га фосфору і 200 кг/га калію, що еквівалентно внесенню 906,3 кг/га мінерального добрива – нітроамофоски. В цілому ж після вирощування вики ярої на перший рік поживних речовин у ґрунті було: N<sub>143</sub> P<sub>128</sub> K<sub>134</sub>, на другий рік – N<sub>162</sub> P<sub>114</sub> K<sub>108</sub>, на третій – N<sub>178</sub> P<sub>87</sub> K<sub>130</sub>. Широке впровадження сидератів сприяє також включенню в малий кругообіг із більш глибоких генетичних горизонтів ґрунту невикористаних резервів фосфору, калію, кальцію, магнію та інших елементів живлення рослин.

Отже, післядія гною і сидеральних культур відчувається протягом трьох років. Із такою ж послідовністю за органічного землеробства на поля вноситься гній або висівається сидерат, що забезпечує оптимізацію поживного режиму рослин. До цього ж додається накопичення азоту за рахунок біологічної фіксації, особливо багаторічними бобовими травами, які є обов'язковим елементом технологій органічного землеробства, у результаті чого забезпечується його основне завдання – «нагодувати землю».

За роки застосування органічного землеробства на полях ПП

---

<sup>249</sup> Патики В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В., Шерстобоева О. В., Мельничук Т. М., Калініченко А. В., Гриник І. В. Біологічний азот : монографія ; під ред. В. П. Патики. Київ : Світ, 2003. 424 с.

«Агроекологія» під впливом чинників системи, згідно з даними Полтавської філії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», вміст гумусу – головного показника родючості ґрунту та ефективності технологій – збільшився на 0,53–1,57 %. Особливо відчутний процес ґрунтоутворення на еродованих землях, урожайність котрих за цей період практично досягла показників на рівнинних полях. Ґрунти господарства характеризуються достатнім вмістом основних макроелементів. Так, за останні роки в середньому на полях вміст основних макроелементів становив: азоту (N) – 109–155 кг/га, фосфору (P) – 78–102 кг/га, калію (K) – 98–105 кг/га, тоді як рекомендованими нормами внесення мінеральних добрив для основних сільськогосподарських культур у зоні Лісостепу є: для пшениці озимої – N<sub>90-120</sub> P<sub>60</sub> K<sub>90</sub>; пшениці ярої та сої – N<sub>60</sub> P<sub>60</sub> K<sub>60</sub>; кукурудзи – N<sub>90-120</sub> P<sub>60-90</sub> K<sub>90-120</sub>; соняшнику – N<sub>60</sub> P<sub>60-90</sub> K<sub>60</sub> [250].

З огляду на сказане можна стверджувати, що системне вирощування багаторічних та однорічних бобових трав, сидеральних культур і внесення гною, враховуючи їхню післядію, практично забезпечує рекомендований режим мінерального живлення основних сільськогосподарських культур.

На поживний режим також значно впливає ще один цікавий чинник: це копроліти дощових черв'яків. Дощові черв'яки створюють легко засвоювані поживні сполуки із органіки, завдяки своїм виділенням – копролітам (до 100 і більше т/га). Своєю діяльністю вони покращують поживний режим ґрунту, його структуру та фізичні властивості. Як уже було відмічено раніше, за органічного землеробства чисельність дощових черв'яків за роки досліджень досягала в середньому 36 особин на 1 м<sup>2</sup>, що в 8 разів більше, ніж на полях з інтенсивними технологіями.

Варто зазначити, що у традиційних технологіях перевага надавалася власне кореневому живленню рослин, як основі підвищення потенційної й ефективної родючості ґрунту. Значно менша увага зверталася на повітряне живлення, тобто асиміляцію зеленим листком CO<sub>2</sub> та окремих сполук мінерального й органічного походження в мікродозах [251]. У зв'язку з цим заслуговує уваги важливий чинник формування високопродуктивних агрофітоценозів, яким є вуглецеве живлення рослин. Маємо на увазі як атмосферний, так і ґрунтовий вуглець, на вміст якого в орному шарі впливає кількість органічної речовини ґрунту і внесення органічних добрив.

Під впливом мікроорганізмів органічні речовини розкладаються на вуглекислоту, азотну кислоту, вільний азот і воду. Зольні елементи

---

<sup>250</sup> Федоров М. М., Ходаківська О. В., Корчинська С. Г. Розвиток органічного виробництва. Київ : ННЦ ІАЕ, 2011. 148 с.

<sup>251</sup> Маслов О. Почвенные микробы, органическое вещество и рециркуляция питательных веществ. *Зерно*. 2006. № 12. С. 130–133.

переходять у розчинні мінеральні солі. Використовуючи енергію сонця і вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) з атмосфери, рослини перетворюють  $\text{CO}_2$  в органічний вуглець, що сприяє утворенню органічних речовин, необхідних для існування людини. Чорний колір, який асоціюється з родючістю ґрунту, – це показник вмісту органічного вуглецю у гумінових кислотах, концентрація якого у ґрунті сягає понад 20 %. Гармонійність органічних добрив тісно пов'язана з життям ґрунту й має забезпечувати рослини вуглецем і азотом у рівноважному стані. Для більшості ґрунтів співвідношення вуглецю до азоту становить 12:1, що вказує на доступність для рослин азоту [252].

Отже, органічні добрива забезпечують рослини не тільки основними макро- і мікроелементами, а й вуглекислою, що утворюється в результаті розкладання органіки. Так, за даними С. Д. Лисогорова і В. О. Ушкаренка [245], інтенсивність виділення  $\text{CO}_2$  із чорнозему звичайного на неудобреному варіанті становила 0,31–0,58 кг/га/год., тоді, як на ділянці, де внесли гній у дозі 50 т/га, – 0,43–0,96 кг/га/год. В цілому у процесі розкладання 30–40 т гною щодня виділяється 35–65 кг  $\text{CO}_2$ , що покращує вуглецеве живлення рослин. У довіднику «Органічні добрива» зазначається, що для формування урожайності пшениці озимої 50 ц/га, в період її інтенсивного росту, добова потреба в вуглекислому газі ( $\text{CO}_2$ ) становить понад 200 кг на гектар. Близько 70 % цієї кількості забезпечується за рахунок вуглекислого газу, який надходить у приземний шар повітря в процесі мінералізації перегною.

Інтенсивний розвиток пшениці озимої триває близько 90 днів. Іншими словами, за цей час на кожному гектарі посіву рослинами буде засвоєно близько 18000 кг  $\text{CO}_2$ , з яких 70 %, або 12000 кг, повинні надійти з ґрунту. Для задоволення такої потреби необхідно внести в ґрунт органіки зі значно більшою кількістю вуглецю у вигляді гною і рослинної маси (сидерати, пожнивні рештки та ін.), з яких за допомогою мікроорганізмів сформується перегній і вуглекислота [253].

Певна частина вуглецю, що міститься в органічних добривах, формує ґрунтову органічну речовину – гумус. На багатому гумусом ґрунті з внесеної органічної речовини постійно виділяється вуглекислота, яка асимілюється листками й забезпечує ріст і розвиток рослин, формування їхньої продуктивності.

Таким чином, органічні добрива є одним із резервів поповнення вмісту вуглекислого газу в приземному шарі атмосфери, що має суттєве значення для фотосинтезу і, в кінцевому результаті, для формування врожайності сільськогосподарських культур.

<sup>252</sup> Лисогоров С. Д., Ушкаренко В. А. Практикум по орошаемому земледелию. Москва : Агропромиздат, 1985. 109 с.

<sup>253</sup> Матвійчук Б. В., Рябчук О. П. Кругообіг органічного вуглецю в агроценозі Північного Лісостепу. Вісник ЖНАЕУ. 2011. № 1, т. 1. С. 136–144.

До сказаного варто додати, що рівномірне розкладання органічної речовини, як джерела вуглекислоти, може досягатися за умови рівномірного розподілу його в горизонтальній площині так, аби вона не піддавалася надмірному тиску. Заробка органіки навіть на незначну глибину гальмує процес розкладання. Більш інтенсивний розпад органічних добрив у верхньому шарі ґрунту обумовлюється кращою аерацією, більш високою температурою, а, відтак й більш активною мікробіологічною діяльністю. Спостерігаємо чітку закономірність: чим глибше зароблено гній, тим повільніше проходить його мінералізація. Так, якщо за поверхневої заробки втрати вуглецю за два роки спостережень досягали 83 % від початкового вмісту, то в шарі 10–20 см і 20–30 см, відповідно, 81,4 % і 74,2 % [245].

Крім того, виділений у ґрунті вуглекислий газ, з'єднуючись із водою, перетворюється у вугільну кислоту, що виступає відмінним розчинником макро- і мікроелементів ґрунту, будучи додатковим резервом оптимізації поживного режиму сільськогосподарських культур.

Водночас слід зазначити, що неконтрольоване накопичення вуглекислого газу в атмосфері шкідливе для природи і здоров'я людини. Вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ ) – один із компонентів, так званих, парникових газів ( $\text{CO}_2$  – вуглекислий газ,  $\text{CH}_4$  – метан,  $\text{N}_2\text{O}$  – окис азоту), які містяться в атмосфері, сприяють утриманню тепла, що, зазвичай, виділяється з поверхні ґрунту. Наслідком цього є глобальні зміни клімату [254]. З початку промислової революції рівень вмісту  $\text{CO}_2$  збільшувався з інтенсивністю близько 1,5 % у рік. Зростання рівня вмісту  $\text{CO}_2$  в атмосфері приводить до глобального потепління [253, 254].

Зменшити викиди  $\text{CO}_2$  на 20 % і більше можна шляхом впровадження технологій органічного землеробства [255, 256], які включають: мінімальний та протиерозійний обробітки ґрунту, внесення органічних добрив, впровадження науковообґрунтованих сівозмін, використання сидеральних, проміжних культур і збереження поживних решток, максимальне покриття поверхні ґрунту рослинами. Такі заходи сприяють зменшенню вмісту діоксиду вуглецю в атмосфері та збільшенню вуглецю в ґрунті.

Враховуючи зазначене вважаємо, що саме в цьому заключається планетарна роль органічного землеробства як системи, яка забезпечує максимальну кількість атмосферного вуглецю, переводячи його в ґрунтовий елемент і біомасу рослин, очищаючи атмосферу і виробляючи при цьому екологічно безпечну продукцію харчування людини.

<sup>254</sup> Тимирязев К. А. Солнце, жизнь и хлорофилл: избранные работы. Москва: Сельхоз, 1956. 227 с.

<sup>255</sup> Jenkinson D. S. Organic matter and nitrogen in soils of the Rothamsted Classical Experiments. *J. Sc. Food Agr.* 1973. № 24. P. 1149–1150.

<sup>256</sup> Yasnolob I. O., Pysarenko V. M., Chayka T. O., Gorb O. O., Pestsova-Svitalka O. S., Kononenko Zh. A., Pomaz O. M. Ecologization of tillage methods with the aim of soil fertility improvement. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (2). 280–286. doi: <http://dx.doi.org/10.15421/2018082>.

## **6.5. Дизайнерські рішення енергоефективних систем в умовах сільських територій**

*Чайка Т. О., Пономаренко С. В., Тараненко С. В.*

*Полтавська державна аграрна академія*

*Лотин І. І.*

*Аграрно-економічний коледж*

*Полтавської державної аграрної академії*

Природні чинники впливають на сільські території, як природні об'єкти, та можуть спричинити як благо, так і шкоду, в залежності від того, як вони використовуються. Ці фактори, прийнято ділили на 4 елементи або так звані «стихії»: Світло (Сонце), Вода (дощ, річки, моря), Повітря (вітер) і Земля (грунт, гірські породи).

«Стихії», або природні фактори, є природними носіями величезної енергії, яка часто має руйнівний характер, але може бути цілеспрямовано застосована людиною на благо шляхом створення енергоефективних та екологічно безпечних систем. Створення таких систем вимагає спершу уважного спостереження за природними явищами, з подальшим детальним плануванням і тільки після цього здійснення дизайнерських заходів.

Якісний дизайн енергоефективних систем передбачає максимальне використання усіх видів енергії, наявних в умовах сільських територій.

Дизайн (від англ. Design – задум, намір, план) енергоефективних систем – в нашому розумінні, це творчий процес і результат проектування цих систем, орієнтований на досягнення:

- найбільш повної гармонії створюваних об'єктів і середовища в цілому;
- задоволення можливостей і потреб людини, як утилітарних, так і естетичних.

Причому кожен елемент створеної таким чином енергоефективної системи повинен бути у певній функціональній залежності з іншими елементами та працювати на ефективність системи в цілому.

«Стихії» проявлені в природі або безпосередньо (у вигляді води, світла тощо), або, найчастіше, у вигляді біологічних ресурсів. При цьому кожен ресурс зазвичай включає в себе, у більшій чи меншій мірі, але всі чотири елементи (наприклад: екосистеми, рослини, тварини, грунт, компост, гній тощо). Важливим в ефективному використанні біологічних ресурсів сільських територій є правильна організація. Якщо немає такої організації, ресурси можуть вийти з-під контролю та завдати замість користі шкоду. Іноді такі ресурси, що вийшли з-під контролю, можуть виступати навіть як фактори забруднення. У цій ролі може бути і домашня худоба, що поїдає молоді дерева та городину, домашні птиця,

яка розводить бруд на відведеному їм місці. Це можуть бути також дерева сімейства бобових, які надмірно розрослися та заступають світло для інших рослин.

Отже, головним чином стратегія організації раціонального використання біологічних ресурсів ґрунтується на розрахунку часу. Наприклад, необхідно, щоб гуси очистили від бур'янів город, на якому росте полуниця, агрус, цибуля, картопля, помідори тощо. У цьому випадку стратегія полягає у тому, щоб запуснути гусей в город вже після того, як рослини підросли досить, щоб гуси не могли пошкодити їх своїми лапами, і до того, як дозріють плоди (гуси з'їдять стиглу полуницю та томати). В системі пермакультури всі зусилля спрямовані на те, щоб зупинити витік енергії та поживних речовин за межі конкретного місця і замість цього надати процесу циклічний характер, щоб, наприклад, кухонні відходи були використані для компосту, гній служив би добривом або джерелом біогазу, вода, яка була вже використана у будинку, потім вживалася для поливу, опале листя збиралося б навколо дерев і слугувало мульчею [257].

Хороший дизайн енергоефективних систем в умовах сільських територій має передбачає максимально можливе використання всіх видів енергії, характерних для данної місцевості, з метою організації замкнутого енергоциклу. Відповідно до другого закону термодинаміки, енергія постійно зменшується в кількості або стає менш придатною для вживання в межах даної системи. Проте життя на Землі розвивається саме завдяки циркуляції енергії. Реальна взаємодія рослинних і тваринних видів збільшує кількість наявної енергії на відповідній території. Завдання полягає не тільки в тому, щоб використовувати повторно енергію і таким чином максимально підвищити енергоефективність сільських територій, але також у тому, щоб визначити, зберегти та використати все до того моменту, коли кількість доступної енергії наблизиться до свого мінімуму і потім знизиться до нуля [258].

Таким чином, доцільно використовувати енергію, що є у наявності або знаходить, не втрачаючи нічого на кожному конкретному етапі, здійснюючи те ж саме на наступному тощо. Необхідно створити проміжні напрями використання «від джерела до стоку», перш ніж енергія буде втрачена.

Невеликі деталізовані розробки завжди повинні співвідноситися з генеральним планом, які можуть бути використанні для будинку, саду або господарських будівель. Дуже важливо пам'ятати, що спочатку необхідно розробити центр системи, а вже від нього потім приступати до інших речей. Цим ядром може бути велика група дерев, які насаджені на самому початку та не потребують постійного догляду. З початку підготовлюється

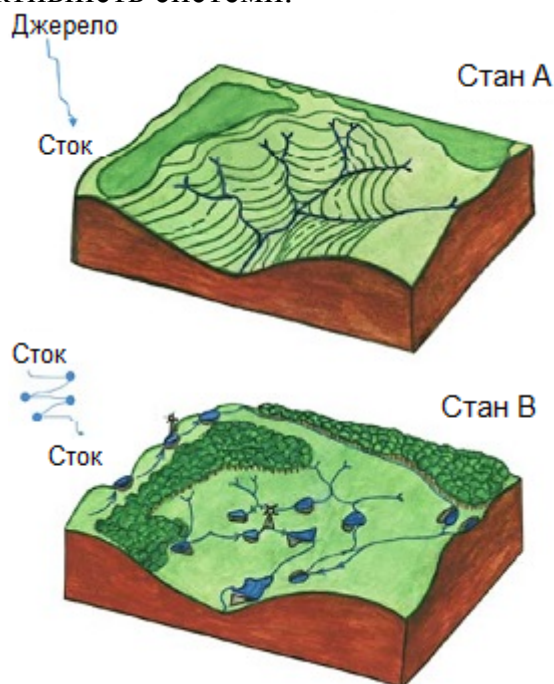
---

<sup>257</sup> Молисон Б., Слей. Р. М. Введение в пермакультуру. Минск : «Экодом», 1999. 264 с.

<sup>258</sup> Пфайфер Э. Плодородие земли. Калуга : «Духовное познание», 1994. 304 с.

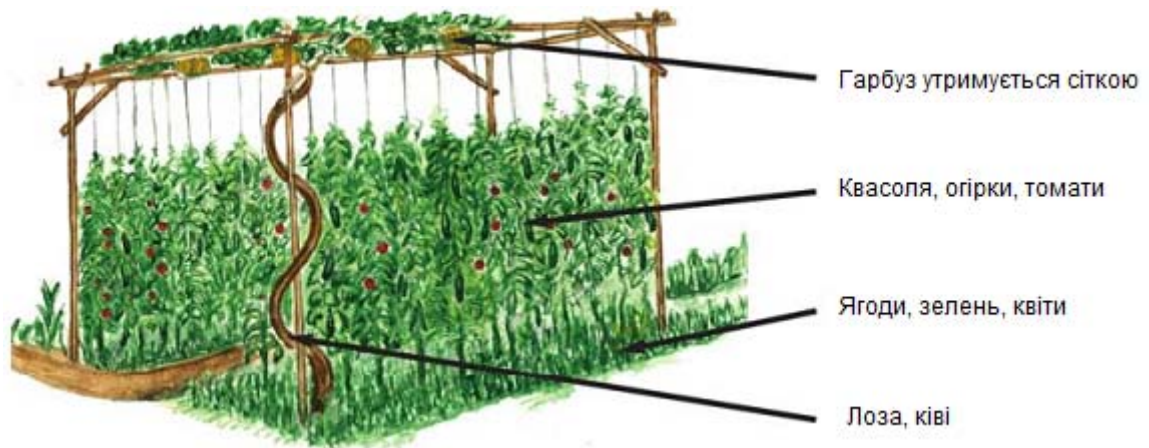
грунт для посадки цих дерев, і, якщо це необхідно, ретельно продумана система забезпечення водою. Або це може бути густо засаджений, відгороджений город, на якому було проведено мульчування. Це може бути система для забезпечення тварин кормом, сад або ж ставок. Для того щоб заощадити енергію та воду, а також для того, щоб уникнути розростання бур'янів, система повинна бути повністю засаджена рослинами, навіть якщо деякі з них повинні бути згодом зрізані. Можливо, що на самому початку всі заходи здаються досить трудомісткими, витрачається багато енергії та часу, але врешті-решт всі зусилля окупляться тим, що система виявиться більш життєздатною та рослини вже не будуть потребувати постійного догляду.

Однім з важливих завдань дизайну є відповідне розміщення накопичувачів енергії, взаємопов'язаних з ландшафтом та існуючими будівлями (перехід від стану А до стану В на рис. 1). Облаштування таких накопичувачів істотно підвищує продуктивність всієї системи. Системи для уловлювання влаштовуються таким чином, що вода проходить зверху вниз через комплекс, що складається з водойм, малих сховищ і генераторів енергії. При цьому доцільно звертати увагу на височини та влаштовувати загати внизу в долині, щоб не втрачати можливість використати силу земного тяжіння, і не качати воду назад наверх. Насправді важливо не кількість опадів, що випадають, а кількість циклів, які можна влаштувати для того, щоб використовувати всю воду найкращим чином. Чим більш ефективні сховища можна організувати між точкою надходження енергії та точкою її відходу, тим кращою є енергоефективність системи.



**Рис. 1. Схематичний маршрут руху енергії через долину**  
Джерело: дані [259].

<sup>259</sup> Карбелашвили З. Основы биохозяйствования : Учебное пособие для фермеров. Грузия : Из-во «Элкана», 2009. 88 с.



**Рис. 2. Доріжка з навісом і овочева грядка на одній площі**  
Джерело: дані [259].

Також балкон може бути не тільки приємним і гарним місцем для відпочинку, а й місцем для вирощування розсади, невеликою овочевою грядкою або теплицею. Кучеряві рослини крім естетики можуть створювати тінь, термоізоляцію й їжу (наприклад, ківі або томати).

Краще розробляти малорозмірні енергоефективні, інтенсивні системи, ніж великі за площею екстенсивні системи, які споживають велику кількість зовнішньої енергії.

Таким чином, основні правила дизайну енергоефективних систем полягають у:

1. Кожен елемент системи організується таким чином, що він виконує багато функцій. Наприклад, ставок може використовуватися для іригації, забезпечення худоби водою, для аквакультури, а також з метою пожежної безпеки.



**Рис. 3. Приклад дизайнерського оформлення фасаду та балкону будинку**  
Джерело: дані [259].

2. Кожна важлива функція здійснюється за рахунок багатьох елементів.

Першочергові потреби в таких компонентах, як вода, їжа, енергія та пожежна безпека, повинні забезпечуватися за рахунок декількох джерел. Ретельний дизайн ферми, наприклад, буде передбачати як пасовище з однорічними та багаторічними травами, так і кормові види дерев (тополя, верба, гледичія солодка, робінія псевдоакація, *Cytisus Proliferus* L. F.), гілки яких можна обрізати і згодовувати худобі, або час від часу запускати туди худобу на випас і вони самі будуть поїдати стручки, листя і звисаючи гілки. Точно таким же чином будинок, забезпечений системою сонячного нагріву води, необхідно, крім того, обладнати дерев'яною піччю з водяною сорочкою, що дозволить не страждати через відсутність гарячої води в похмуру погоду.

3. Елементи розташовуються:

- з урахуванням інтенсивності проведення робіт, пов'язаних з ними (зони). Під плануванням зон мається на увазі розміщення елементів в залежності від того, наскільки часто вони використовуються або наскільки часто потребують догляду. Елементи, які необхідно відвідувати щодня (теплиця, курник, город), повинні бути поміщені поблизу будинку, а місця, які не потребують такої уваги (сад, пасовище, ділянку лісу), можна розмістити на деякій відстані;

- з метою контролю над зовнішніми енергіями (секторами). Поняття про сектори пов'язано з природними носіями енергії, такими, як світло, вітер, дощ, вогонь, вода. Для полегшення завдання бажано скласти секторну діаграму, засновану на особливостях конкретної ділянки, яка має вигляд кола, поділеного променями, що виходять з центру на сегменти (зазвичай таким центром є будинок, але це може бути і будь-яка інша споруда). Ось лише деякі з тих чинників, які необхідно враховувати при складанні секторної діаграми: небезпека виникнення пожеж; холодні або сильні вітри; гарячі, солоні або пилові вітри; небажаний вигляд; зимове та літнє сонце; відображення світла від водойм; можливість повені.

- в залежності від особливостей ландшафту (схили) та кліматичних умов. Коли об'єкт розташований на схилі, необхідним є аналіз профілю ділянки. При цьому відзначають всі височини і западини, для того щоб вирішити, де будуть влаштовані загати, водозбірники або колодязі (над будинком). Також плануються забезпечення доступу, дренажна система, водовідводи на випадок повені, а також передбачається каналізаційна система, пристрої для виробництва біогазу тощо.

Бажано розробляти такі системи, в яких вода буде текти самопливом, а дороги планувати таким чином, щоб крім основної функції вони виконували б ще й функцію дренажу та системи водовідведення.

Клімат також є головним чинником, що обмежує біологічне різноманіття видів на будь-якій конкретній території. Незважаючи на те, що при плануванні чільну роль грає загальний тип клімату (жаркий, сухий, вологий, арктичний, помірний тощо), все ж доводиться враховувати різний мікроклімат. Мікроклімат утворюється завдяки рослинності, ґрунту, топографії та інших факторів. Дві ділянки, віддалені один від одної лише на декілька кілометрів, можуть відрізнятися за кількістю опадів, швидкістю вітру, відносній вологості тощо.

Вивчення мікроклімату на ділянці також дасть можливість зробити наступне:

1. Розмістити споруди, рослини і тварин в найбільш підходящих для цього місцях (будинок буде стояти на сонячній стороні пагорба в помірному кліматі та на тіньовий – у жаркому).

2. Сфокусувати корисні енергії та розсіяти небажані (облаштування ветролому перед будинком і полем або, навпаки, якщо мова йде про жаркий клімат, облаштування спеціальної алеї з дерев, по якій вітер надходить до будинку).

3. Розширити зону зі сприятливим мікрокліматом.

Отже, енергоефективність планування – економічно ефективно планування. Так, кількість продукції, яку можна виростити на конкретній ділянці, обмежується не розмірами ділянки, але більш всього тим, наскільки ефективно буде використана певна ніша. Кількість наявних ніш визначає число видів, які можуть бути включені в систему. Багато в чому робота зі створення енергоефективного дизайну, полягає у штучному створенні таких ніш.

Завжди можна відшукати порожні ніші в уже створеній системі та відповідні елементи, якими можна їх заповнити. Єдиним обмеженням тут є недолік уяви або інформації, доступної дизайнеру.

Інформація – це найбільш компактне і гнучке вкладення капіталу, яке можна собі уявити, бо вона включає в себе досвід, знання, ідеї й експерименти багатьох людей. Тільки в цьому випадку можна здійснювати успішний дизайн систем, що характеризуються продуктивністю і малим споживанням енергії.

## **6.6. Енергоефективність видів палива для виробничого устаткування елеватора**

*Шило Р. А.*

*Полтавська державна аграрна академія*

Ринок зерна є стратегічно важливою сферою агропромислового комплексу, від якого залежить рівень життя населення. Він є предметом

постійної уваги як влади, вчених, так і господарників. Близько 40 % агропромислового виробництва безпосередньо пов'язано із зерновими ресурсами. Розширене відтворення зернового ринку з огляду на його місце і значення для економічного та соціального розвитку суспільства слід вважати однією з найважливіших передумов досягнення стійкого економічного зростання й забезпечення першочергових потреб населення [260].

Елеватори — невід'ємна частина інфраструктури агробізнесу. На сучасних зерносховищах фермерам надають і супутні послуги: сушіння, транспортування збіжжя, забезпечення логістичними послугами.

У період збору врожаю ціни на зерно знижуються до мінімуму, а розцінки на пальне та транспортні перевезення підіймаються, що, в більшості випадків, призводить до збитковості виробництва. Тому постає питання щодо подальшого зберігання зерна для продажу в більш вигідні періоди.

В Україні існують проблеми з інфраструктурою зберігання зерна. Оскільки зерно за ринкових умов господарювання краще продавати тоді, коли можна реалізувати за найвищими цінами, його зберігають певний час. Якість довгострокового зберігання зерна залежить від вологості і температури в складських приміщеннях. Ціль просушування зерна полягає в тому, щоб за короткий час знизити його вологість. Вологість є досить вагомим елементом і показником якості зерна. Якщо вологість зерна 15 % воно починає інтенсивно дихати, при цьому виділяється багато тепла, підвищується температура зернової маси, і, як наслідок, виникає процес самозігрівання, що призводить до розвитку різних мікроорганізмів, які дихають інтенсивніше за саме зерно. Тому при їх розвитку процес самозігрівання маси вологого зерна відбувається швидко і зерно може зіпсуватися за досить короткий термін [261].

На високопотужних елеваторах продуктивністю більше 50 т/год. використовуються шахтні зерносушарки, які працюють на природному або зрідженому газі, дизельному паливі або твердому паливі (синтетичне паливо або відходи виробництва). Нині постає основна проблема — елеватори потребують великих затрат на паливо-мастильні матеріали, які займають у структурі собівартості просушеного зерна найбільшу питому вагу (65–70 %). Тому крім пропускної потужності зерносушарки також потрібно орієнтуватися на вид палива для її роботи, який дає найбільший показник теплотворності при мінімальних фінансових витратах та кількісних затратах палива (табл. 1).

---

<sup>260</sup> Бойко В. І. Зерно і ринок : монографія. Київ : ННЦ «Інститут аграрної економіки», 2007. 310 с.

<sup>261</sup> Зерновые культуры (выращивание, уборка, доработка и использование) : учебно-практическое руководство / [Дитер Шпаар и др.] ; под общ. ред. Д. Шпаара ; 3-е изд., дораб. и доп. Москва : DLV Агрodelo, 2008. 656 с.

## 1. Середня енергоефективність видів палива для шатної зерносушарки змішаного типу

Найменування палива	Середня ціна, грн	Середня теплотворність, гкал/т	Середні потреби палива при зменшенні вологості зерна на 1 т/%
Відходи виробництва та солома, кг в т.ч.:	-	4,3	26,3
пшениці	-	4,0	27
сої	-	4,8	25,4
соняшнику	-	4,3	26,3
кукурудзи	-	4,2	26,5
Пічне паливо (синтетичне), кг	13,50	9,5	17
Газ природний, м <sup>3</sup>	9,41	8,8	1,4
Газ зріджений, л	12,28	10,8	1,9
Дизельне паливо (Євро5), л	29,60	7,8	1,4
Електроенергія, кВт/ч	1,85	8,5	3,4

Джерело: побудовано за даними [262].

Наведені дані в табл. 1 свідчать, що перше місце серед покупних видів палива за показником теплотворності займає синтетичне пічне паливо, який становить 9,5 гкал/т при витратах 1,5 м<sup>3</sup> на 1 т/% вологості, друге місце – природний газ 8,8 Гкал/т при затратах 17 кг на 1 т/% та третє місце – дизельне паливо 7,8 гкал/т при затратах 1,5 л на 1 т/%. Відходи виробництва мають найменшу теплотворність, але їх використання має мінімальні затрати, що суттєво зменшить питому вагу паливно-мастильних матеріалів у структурі собівартості.

Використання природного газу для зерносушарки є більш економічно вигідним, тому що має достатньо високий показник теплотворності при мінімальних затратах при ціні 9,41 грн за м<sup>3</sup>. Ціна зрідженого газу становить 12,28 грн при виділенні 10,8 гкал/т тепла, затрати зрідженого газу на 26,31 % більше чим природний газ і дизельне паливо. Ціна пічного палива 13,5 грн/кг, але через великі об'єми використання воно є менш економічно вигідним, ніж природний газ. Використання дизельного палива приносить найменший економічний ефект через його високу ціну, яка становить 29,6 грн/л.

У кожного вище названого виду палива для зерносушарок є свої переваги та недоліки. Перевагам використання виробничих відходів зерно очистки і соломи в якості полива для зерно сушарки є:

1. Висока калорійність – калорійність відходів складає 4,0–4,8 Гкал/кг. В одному рулоні довжиною 1,2 м, діаметром 1,8 м, складає

<sup>262</sup> Экономика процессов сушки зерна: виды зерносушилок. URL : <https://propozitsiya.com/ekonomika-processov-sushki-zerna-vidy-zernosushilok>.

приблизно 300 кг соломи. По калорійності це приблизно  $4,4 \text{ Гкал/кг} \times 300 \text{ кг} = 1320 \text{ Гкал}$  тепла. Якщо порівняти калорійність газу  $8,8 \text{ Гкал/м}^3$ , отримаємо, що один рулон соломи по калорійності складає  $150 \text{ м}^3$  газу ( $1320 \text{ Гкал} / 8,8 \text{ Гкал/м}^3 = 150 \text{ м}^3$ ).

2. Доступність – солома і відходи очистки зерна доступні для сільськогосподарських підприємств і елеваторів. Порівняно з іншими видами палива мають обмежену доступність.

3. Низька собівартість – солома і відходи очистки зерна отримуються в результаті ведення господарської діяльності, тому витрати на їх отримання зводяться до пресування і транспортування для зберігання.

Недоліки використання соломи і виробничих відходів [263]:

1. Труднощі при автоматизації – налаштування автоматичної подачі рулонів в теплогенератор трудомістке і дороге.

2. Переривчастість процесу сушіння – через потребу завантаження нового рулону в піч згорання, температура зменшується в шахті зерносушарки. Також, періодично потрібно проводити очищення теплогенератор, що перериває процес горіння.

3. Зольність – солома і відходи очистки мають великий склад золи, який має властивості кристалізуватися на стінках теплогенератора. Що потребує особливо продуманої конструкції теплогенератора з системою відводу і видалення золи.

4. Низька температура сушки – інші види палива дають змогу проводити сушіння прямими газами з печі згорання.

5. Потрапляння продуктів згорання в зерно – сушіння соломною і відходами очистки зерна може привести до потрапляння продуктів згорання в зерно, що зменшить якість зерна.

Проблему переривчатості процесу сушіння можна вирішити підключенням додаткового теплогенератора. Це дасть змогу проводити очистку від золи і завантаження нового баула один теплообмінник поки працює інший. Але дане рішення не допоможе з падінням температури в шахті зерносушарки.

Два останніх недоліки можна нівелювати за допомогою теплообмінного бар'єра, але його встановлення потребує значних додаткових інвестицій.

Пічне паливо порівняно з іншими видами палива має більше недоліків чим переваг. Серед основних переваг можна виділити невелику вартість даного виду палива та доступність. Серед недоліків твердого синтетичного палива можна виділити зольність, потрапляння продуктів згорання в зерно та обмеження в температурі сушки. Також для пічного палива важко контролювати якість та вміст сірки при його прийманні.

Використання електроенергії в якості палива для зерносушарки в

---

<sup>263</sup> Зерносушилки на соломі. URL : <https://www.finpro.group/wiki/zernosushilki/toplivo/123-na-solome>.

Україні є непопулярним рішенням. Щоб використання електроенергії для сушіння зерна було ефективним і економічним, підприємство має мати доступне джерело отримання електроенергії. Тому, щоб реалізувати зерносушарку на електроенергії потрібно мати доступ до сонячної електростанції або теплоенергоцентраль. В інших умовах даний вид палива не є ефективним.

Найбільш популярними видами палива для зерно сушарок в Україні вважаються: природній газ, зріджений газ (пропан-бутан) та дизельне пальне, їх переваги і недоліки наведені в табл. 2.

Найбільше переваг серед традиційних видів палива має природній газ. Його перевагою є простота використання і низька ціна. Природній газ не потребує додаткових ємностей для зберігання, щоб його використовувати непотрібно впроваджувати додаткові заходи по протипожежній безпеці на елеваторі та отримання ліцензій на зберігання паливо-мастильних матеріалів. Низькі витрати природного газу на зняття 1 % вологості зерна та невисока вартість робить газ найбільш ефективним видом традиційного палива для зерно сушарки. Серед недоліків можна виділити дорогі умови підключення до газових магістралей. Підключення нового елеватора або повторне підключення до газотранспортних магістралей підприємство несе високі збитки через монопольне становище комунальних підприємств. Через незначні об'єми видобутку природного газу в Україні та конфлікт з Російською Федерацією виникає потреба в транзиті газу через Європу, що створює залежність ціни від політичної кон'юнктури.

Перевагами зрідженого газу є висока калорійність і більша екологічність палива. Головним недоліком пропан-бутану в якості полива для зерносушарок є слабка розвиненість ринку зрідженого газу в Україні. Другою проблемою з якою стикається елеватор при використанні зрідженого газу в якості полива це – потреба в ємностях для зберігання. Через внесення змін до Закону України «Про державне регулювання виробництва і обігу спирту етилового, коньячного і плодового, алкогольних напоїв та тютюнових виробів» сільськогосподарські підприємства та агропромислові виробники повинні сплачувати штраф у розмірі 500 тис. грн за зберігання зрідженого газу та дизельного пального в ємностях без ліцензії. В свою чергу для отримання ліцензії потрібно [264]:

1. подати заяву в орган ДФС по місцю зберігання пального;
2. документи, які підтверджують право власності або право користування земельною ділянкою;
3. акт введення в експлуатацію об'єкта зберігання або інший документ, указаний в ч. 37 ст. 15 Закону № 481;

---

<sup>264</sup> Зерносушилка на природном газе или газовая зерносушилка. URL : <https://www.finpro.group/wiki/zernosushilki/toplivo/45-zernosushilka-na-gaze>.

## 2. Переваги і недоліки традиційних видів палива

Найменування палива	Переваги	Недоліки
Газ природний	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не потребує ємностей для зберігання – газ подається безпосередньо в зерносушарку.</li> <li>2. Простота використання.</li> <li>3. Низька собівартість сушки.</li> <li>4. Чистота вихідного продукту – сушіння зерна можна проводити без теплообмінної пластини, без ризиків потрапляння відходів в зерно.</li> <li>5. Виключено крадіжку палива.</li> <li>6. Відсутність втрати тепла.</li> <li>7. Висока температура сушки.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Відсутність газових магістралей або їх мала потужність.</li> <li>2. Дорогоговизна підключення – через монопольне становище газових вартість проведення магістралі на елеватор та підключення має значну вартість.</li> <li>3. Політичні ризики.</li> <li>4. Штрафні санкції за недовикористання лімітів.</li> </ol>
Газ зріджений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вища калорійність порівняно з природним газом.</li> <li>2. Більш екологічний – низький вміст сірки в зрідженому газі.</li> <li>3. Технологічна ефективність – для подачі пропан-бутану в зерно сушку не потрібно додаткових насосів і випарників.</li> <li>4. Виключено крадіжку палива.</li> <li>5. Відсутність втрати тепла.</li> <li>6. Висока температура сушки.</li> <li>7. Енергонезалежність.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обмеженість ринку – в Україні ринок зрідженого газу не достатньо розвинутий.</li> <li>2. Потреба в ємностях для зберігання.</li> <li>3. Вибухонебезпечність використання і зберігання.</li> <li>4. Потреба в навчанні персоналу – експлуатація зерносушарки на зрідженому газі потребує додаткового навчання персоналу технології та техніки безпеки.</li> </ol>
Дизельне паливо	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Доступність.</li> <li>2. Відсутність втрати тепла.</li> <li>3. Висока температура сушки.</li> <li>4. Висока собівартість сушки порівняно з природним газом.</li> <li>5. Відсутність втрати тепла.</li> <li>6. Енергонезалежність.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дорогоговизна використання.</li> <li>2. Потреба в ємностях для зберігання.</li> <li>3. Вибухонебезпечність використання і зберігання.</li> <li>4. Крадіжка палива.</li> <li>5. Забруднення зерна – зерносушарку на дизельному паливі обов'язково потрібно укомплектовувати теплообмінною пластиною для запобігання забруднення зерна.</li> </ol>

Джерело: побудовано за [265].

<sup>265</sup> Сжиженный газ для зерносушилок: «за» и «против». URL : <https://elevatorist.com/blog/read/413-sjjennyiy-gaz-dlya-zernosushilok-za-i-protiv>.

4. дозвіл на початок виконання робіт підвищеної небезпеки і початок експлуатації (використання) машин, механізмів, обладнання підвищеної небезпеки;

5. документацію з охорони праці;

6. копії експлуатаційних документів на ємності.

Дані умови значно ускладнюють використання зрідженого газу і дизельного пального в якості пального для зерносушарок.

В зв'язку з підвищеною небезпекою при використанні та зберіганні зрідженого газу і дизельного пального через їх вибухонебезпечність, виникають потреби в провадженні додаткових заходів по охороні праці та пожежній безпеці на елеваторі. Також потрібно проводити регулярні навчання персоналу з техніки безпеки. Серед переваг дизельного пального можна виділити його доступність. Основними недоліками є його висока ціна порівняно з іншими традиційними видами палива. Дизельне пальне має аналогічні проблеми з зберіганням як і зріджений газ. Також можна виділити можливість крадіжки палива, що призведе до додаткових збитків підприємства. Ще одним з недоліків дизельного пального в якості палива для зерносушарки є необхідність встановлення теплообмінної пластини, в зв'язку з тим, що сушіння зерна прямими потоками повітря може забруднити зерно зменшивши його якість. Встановлення теплообмінної пластини потребує значних грошових вкладень.

Для наглядного відображення переваг традиційних видів палива в табл. 3 наведений розрахунок сезонних витрат палива на основі середніх показників витрат. Розрахунок вказаний для шахтної зерносушарки змішаного типу, які найбільш розповсюджені в Україні, продуктивність зерносушарки, 500 т на добу, знаття вологості по кукурудзі з 28 % до 14 %.

### **3. Розрахунок сезонних витрат палива для шахтної зерносушарки змішаного типу**

Найменування	Природний газ	Зріджений газ	Дизельне пальне
Зняття вологості, %	14	14	14
Витрати пали на тоннопроцент, м <sup>3</sup>	1,4	1,96	1,4
Вартість використання палива за сезон (70 днів), тис. грн	6455,26	11793,71	20305,60
Переплата порівняно з природнім газом, тис. грн	x	5338,45	13850,34

Джерело: побудовано за даними [262].

Розрахунок табл. 3 показав, що серед традиційних видів палива найбільш економічно ефективним є природній газ, витрати в сезон становлять 6455,26 тис. грн. Друге місце займає зріджений газ, витрати якого становлять 11793,71 тис. грн у сезон, що на 5338,45 тис. грн (або на 45,3 %) більше порівняно з природнім газом. Вартість використання

дизельного пального дорівнює 20305,60 тис. грн у сезон і більше на 13850,34 тис. грн більше порівняно з природнім газом і на 8511,89 тис. грн порівняно зі зрідженим газом.

Також при виборі палива для зерносушарки потрібно враховувати безпеку його використання. При спалюванні пічного палива утворюється великий стовп вогню, що може привести до займання через потрапляння іскор в зерно. Через значний вміст сірки синтетичне паливо наносить шкоду навколишньому середовищу. Виробничі відходи мають більш контрольований потік вогню порівняно з пічним паливом, його використання і зберігання є екологічно безпечним, відходи від його використання можна легко утилізувати при мінімальних затратах.

Дизельне паливо має рівномірний потік вогню довжиною приблизно 1,5 м, що мінімізує потрапляння вогню на зерно. Потрібно враховувати, що дизельне паливо є легкозаймистою рідиною й зберігатися повинне у відповідних ємностях при додержанні правил пожежної безпеки. Викиди від використання дизельного палива є шкідливими для екології, використання палива сорту Е, класу К5 мінімізує загрозу навколишньому середовищу, але його ціна значно вища. Природний газ має контрольований рівномірний потік вогню, як дизельне паливо. Пропан-бутан є більш вибухонебезпечним порівняно з дизельним паливом. Викиди від використання є мінімально шкідливими для екології [265].

Отже, серед наведених видів традиційного палива для зерносушарки найоптимальнішим є використання природного газу, який забезпечує достатній рівень теплотворності при мінімальних об'ємах та порівняно низькій ціні. Серед недоліків можна виділити важкість підключення до газотранспортних магістралей та залежність ціни і поставок від політичної кон'юнктури. Зріджений газ (пропан-бутан) є прекрасною заміною природному газу, через середню ціну на даний вид палива та високу калорійність. Недоліками є слабкий розвиток ринку даного палива та додаткові витрати на зберігання і пожежну безпеку. Дизельне паливо є доступним видом палива для зерносушарки, але дорогим. Крім аналогічних недоліків як у зрідженого газу, може приносити додаткові збитки через розкрадання.

Відходи виробництва є перспективним видом палива для зерносушарок, що значно знижує питому вагу паливно-мастильних матеріалів у структурі собівартості та є повністю екологічно безпечним. Основною його перевагою є доступність через утворення відходів в наслідок ведення господарської діяльності. Недоліками є труднощі при автоматизації процесу доставки і очистки теплогенератора, переривчатість процесу сушіння та низька температура сушки.

## 6.7. Роль бізнес-освіти у підвищенні ефективності альтернативної енергетики в Україні

*Мороз С. Е., Калашник О. В., Шведенко П. Ю.  
Полтавська державна аграрна академія*

Україна має амбітні плани стосовно запровадження альтернативних джерел енергії. Зокрема, енергетичною стратегією України до 2035 року державними пріоритетами в енергетичній політиці визначені перетворення паливно-енергетичного комплексу країни з проблемного сектору, що потребує постійної державної підтримки, на сучасний, ефективний, конкурентоспроможний сектор національної економіки [266].

Аналіз літературних джерел показав, що аналітики, науковці та експерти приділяють велику увагу проблемі підвищення рівня енергоефективності в усіх секторах економіки, досліджуючи напрямки економії енергоресурсів, перспективи оновлення устаткування в електроенергетиці, потенціал нових заощадливих технологій і резерви поновлюваних джерел енергії.

У публікаціях, зокрема, зазначається, що Україна, маючи значний потенціал для розвитку відновлювальних джерел енергії, сьогодні, на жаль, використовує його вкрай неефективно, оскільки частка «зеленої» електроенергії становить лише біля 1 % в енергобалансі країни. Проте, за даними статистичної служби Європейського союзу, Україна потенційно може виробляти не менше 74 % енергії у країні, використовуючи альтернативні джерела [267].

Не зважаючи на те, що держава тільки-но починає свій шлях впровадження інноваційних технологій у енергетиці, в Україні вже напрацьоване «...комплексне бачення узгоджених дій, необхідних для трансформації енергетики з огляду на проблеми зміни клімату, національної безпеки держави, розвитку та інтеграції до ЄС окремих енергетичних ринків, трансформації свідомості громадян та звичок споживачів тощо» [268] та визначені основні засади державної політики щодо використання альтернативних джерел енергії, зокрема, це:

– підвищення об'ємів виробництва та споживання енергії виробленої з альтернативних джерел енергії та зниження споживання традиційних паливно-енергетичних ресурсів;

---

<sup>266</sup> Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» : Розпорядження Кабінету Міністрів України № 605-р від 18.08.2017 р. URL : [zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p).

<sup>267</sup> Чому енергоефективність та альтернативна енергетика приваблюють інвесторів і як скористатись розвитком енергоринку України. URL : <https://mind.ua/publications/20185494-chomu-energoefektivnist-ta-alternativna-energetika-privablyuyut-investoriv>.

<sup>268</sup> Енергетична стратегія 2030 vs 2035. Чому не виконана перша та чи буде виконана друга? URL : <https://uatom.org/index.php/2019/07/12/energetichna-strategiya-2030-vs-2035-chomu-nevikonana-persha-ta-chi-bude-vikonana-druga/>.

- зниження негативного впливу на навколишнє середовище;
- науково-технічне забезпечення розвитку альтернативної енергетики, популяризація та впровадження науково-технічних досягнень у цій сфері, підготовка відповідних фахівців;
- раціональне споживання та економія енергії;
- залучення інвестицій у розвиток сфери альтернативної енергетики [269].

Задля досягнення відчутних реальних результатів у підвищенні ефективності альтернативної енергетики в Україні, доцільно не лише вивчати та впроваджувати кращі європейські практики та досвід, але й мотивувати підприємства переглядати свої способи ведення бізнесу з орієнтацією на цілі сталого розвитку.

На наш погляд, сьогодні вкрай важливо, щоб підприємства малого і середнього бізнесу були соціально відповідальними щодо суспільства, навколишнього середовища та гармонійно поєднували у своїй діяльності всю сукупність цінностей, представлених якістю, безпекою, екологічністю та інноваційністю. Повною мірою вищеозначене стосується відповідального споживання енергетичних ресурсів.

Аналіз публікацій свідчить про те, що різні ідеї та пропозиції щодо збалансованого розвитку відновлюваних джерел енергії та необхідності дотримання високих світових екологічних стандартів господарської діяльності у державі висловлюють політики, філософи, економісти, юристи, екологи та інші фахівці. Однак, на наш погляд, у багатогранних наукових розвідках недостатньо уваги приділяється педагогічним аспектам розв'язання проблеми розвитку альтернативної енергетики в Україні.

На нашу думку, варто взяти до уваги той факт, що прийняття рішень про те, які енергетичні ресурси використовувати у своїй господарській діяльності – це свідомий вибір домогосподарств, промисловців, приватних підприємств, бізнесменів. З огляду на зазначене, можемо припустити, що шлях до підвищення ефективності альтернативної енергетики в Україні безпосередньо пов'язаний з усвідомленням майбутніми фахівцями спеціальності 076 «Підприємництво, торгівля та біржова діяльність» важливості впровадження у господарську діяльність підприємницьких структур еколого-енерго-ефективних інноваційних технологій.

Оскільки альтернативна енергетика має численні приклади застосування у сфері малого та середнього бізнесу, важливо у процес професійної підготовки майбутніх підприємців впровадити просвітницькі програми з проблем сталого розвитку та енергозбереження. Яскравими прикладами реалізації креативних

---

<sup>269</sup> Дешко В. І., Замулко А. І., Карпенко Д. С. Аналіз принципів формування локальних ринків теплової енергії в системах централізованого тепlopостачання. *Проблеми загальної енергетики*. 2018. № 4 (55). С. 51–58.

підходів до розв'язання проблем енергоефективності є використання у господарській діяльності малого бізнесу сонячної, вітряної, геотермальної енергетики, інтелектуальних систем управління енергоефективністю, гібридних авто, електромобілів, вдосконалених батарей, «зелених» будівель тощо [270].

На наш погляд, зважаючи на вищевикладене, реалізація компетентнісного підходу у професійній підготовці майбутніх підприємців, має бути спрямована на формування еколого орієнтованого фахівця, який сприймає «...екологічний імператив як основу розвитку економіки...» [271] та власного бізнесу. У своїх міркуваннях ми схилиємось до думки, що впровадження такого підходу сприятиме започаткуванню та розвитку малих підприємницьких структур, спроможних з високою точністю вирішувати комплекс питань щодо раціонального споживання традиційних паливно-енергетичних ресурсів, прогнозувати результати управлінських рішень та обирати з них найбільш оптимальні щодо збереження довкілля та розвитку альтернативної енергетики.

Безперечно, сьогодні у центрі уваги професійної підготовки повинна стояти унікальна цілісна особистість, яка прагне до максимальної реалізації своїх можливостей (самоактуалізації), відкрита для сприйняття нового досвіду, здатна на усвідомлений і відповідальний вибір у різноманітних життєвих ситуаціях. Нам імпонує позиція науковців, які звертають увагу на важливість відповідності компетенцій, розвинених у рамках вищої освіти, реальним умовам ринку праці, та вважають, що наразі «...доцільно переглянути навчальні програми у системі професійного навчання ... з метою їх актуалізації відповідно до концепції сталого розвитку, головним чином через коригування змісту» [272].

І ще один суттєвий аспект. Під час проектування і реалізації умов навчання майбутніх фахівців у вищій школі науковці моделюють умови професійної діяльності, освітнього середовища, кінцеві результати навчання. При цьому, модель професійної діяльності, як правило, орієнтована на вивчення сфери діяльності фахівця відповідного профілю, опис умов праці, необхідних знань, умінь, навичок і професійно важливих якостей, характеризує систему вимог до кінцевого результату навчання. Модель підготовки визначає конкретні вимоги до освітнього процесу у вищій школі і дає відповідь на питання, що потрібно майбутньому фахівцю для успішного функціонування. Також для оптимізації навчального процесу освітяни ретельно складають

---

<sup>270</sup> *Возняк О. Т., Янів М. С.* Енергетичний потенціал сонячної енергетики та перспективи його використання в Україні. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2010. № 664. С. 7–10.

<sup>271</sup> *Дробноход М.* Стійкий екологічно безпечний розвиток: український. URL : <http://www.dt.ua/3000/3320/31183>.

<sup>272</sup> *Матукова Г. І.* Педагогічні умови розвитку в студентів економічних спеціальностей компетентності до підприємницької діяльності. *Професійна освіта: проблеми і перспективи*. 2015. № 8. С. 35–42.

узагальнений професійний образ фахівця, здатного виконувати необхідні функції у визначеній сфері діяльності.

Спираючись на розвідки деяких авторів, визначимо характерні риси підприємця. На думку Н. Комих, десять найважливіших якостей, що демонструються найбільш щасливими підприємцями різних країн: ініціативність, наполегливість, готовність до ризику, орієнтація на ефективність та якість, цілеспрямованість, прагнення бути поінформованими, систематичне планування і спостереження, здатність переконувати і встановлювати зв'язки, незалежність і самовпевненість [273].

Цікавими для нашого дослідження є висновки науковців, які вивчаючи типологію підприємців, приклади і конкретні ситуації реальної господарської практики відомих бізнесменів, дійшли висновку, що велике значення для успішного підприємництва відіграє прагнення до досконалості [274] та соціальна спрямованість діяльності [275].

Закордонні дослідники виокремлюють п'ять найважливіших рис, властивих підприємцю: енергія і вміння змусити працювати, вміння думати, вміння будувати взаємини з людьми, комунікабельність, знання техніки і технології [276].

За результатами проведеного аналізу можемо зробити висновок, що характеризуючи особу сучасного підприємця, науковці найчастіше вживають слова «самостійна», «активна», «ініціатива», «авантюризм», «творення», «спосіб життя», «інноваційний характер», «новаторство», «творчість», «усвідомлення відповідальності», «суспільна користь», «інтелектуальна діяльність», «задоволення».

Варто також зазначити, що у процесі дослідження узагальнено й наукові підходи щодо трактування підприємництва. Приміром В. Акопян робить висновок про те, що «... не можна поліпшити стан справ в економіці і зробити життя людини цивілізованим без активізації механізмів індивідуального і групового підприємництва, без розвитку форм демократії, світогляду та системи цінностей, що спонукають особистість виявляти ініціативу, самостійність, творчу активність» [277].

Аналіз результатів наукових розвідок доводить, що більшість сучасних аналітиків дотримуються думки, що підприємництво – це процес творчої креативної діяльності, здатний змінити обличчя

---

<sup>273</sup> Комих Н. Г. Соціокультурний контекст становлення та розвитку підприємництва в Україні : автореф. дис. канд. соціол. наук: спец. 22.00.04. Харків, 2006. С. 6.

<sup>274</sup> Как добиться успеха: практические советы деловым людям ; под общ. ред. В. Е. Хруцкого. Москва : Политиздат 1991. 520 с.

<sup>275</sup> Zahra S., Gedajlovic E., Neubaum D., & Shulman J. A typology of social entrepreneurs: Motives, search processes and ethical challenges. *Journal of Business Venturing*. 2009. Vol. 24 (5). P. 519–532.

<sup>276</sup> Ahmadi A., Mohammadkazemi R., & Elyasi GM. Identification of entrepreneurship teaching methods in education's affective domain through edutainment approach. *Journal of Entrepreneurship Development*. 2017. Vol. 10 (2). P. 11–27.

<sup>277</sup> Акопян В. Г. Морально-етичні цінності підприємця: формування та розвиток (соціально-філософський аналіз) : дис. канд. філософ. наук : спец. 09.00.03. Київ, 2004. 170 с.

суспільства, сприяти його науково-технічному і економічному розвитку. Зокрема, Р. Олексенко у монографічному дослідженні [ 278 ] звертає увагу на те, що повсякчас збільшується тенденція перетікання креативних підприємців до сектора саме креативних індустрій. Водночас науковець наголошує, що лише ціннісні орієнтації на інтелектуальний продукт, креативність, культурні цінності, синергію та співробітництво можуть привести завдяки креативному підприємництву до процвітання країни у довгостроковій перспективі.

Ми погоджуємося з науковцями, які вважають, що сучасне підприємництво передбачає вихід за межі буденних, персоналізованих проявів ділової активності людей, націлює їх на ініціативні перетворюючі дії у сфері предметної діяльності; акцентують увагу на перевагах використання відновлюваних енергоресурсів у підприємницькій діяльності, їх невичерпності та екологічній чистоті, важливості енергетичного балансу для поліпшення екологічного стану планети [279, 280].

Процеси глобалізації сприяють включенню у цінності підприємництва нових, не властивих їм раніше, категорій, наприклад, розумного ставлення до природи. Характеру беззаперечних цінностей сьогодні набувають поняття соціальної та екологічної відповідальності бізнесу; збереження, відновлення та раціонального використання ресурсів; забезпеченості відтворюваними видами енергії.

Логічно припустити, що формування підприємницьких компетенцій здобувачів вищої освіти у галузі відновлюваних джерел енергії, має не лише охоплювати знання про стан енергетичного потенціалу традиційних та альтернативних джерел енергії, але й моделювати індивідуальну економічну поведінку майбутніх фахівців щодо розв'язання проблем соціальної сфери за рахунок збільшення частки використання відновлюваних джерел енергії.

Необхідно визнати, що альтернативна енергетика – найдинамічніша в Україні, тому, на наш погляд, одним з головних завдань аграрних закладів вищої освіти має стати популяризація ідей сталого розвитку, щоб під час здобуття вищої освіти кожен з майбутніх українських підприємців знайшов для себе ідеї економії енергоресурсів, які можна впроваджувати у підприємницьку діяльність вже завтра.

Вища освіта до пріоритетів сьогодення відносить уміння оперувати такими технологіями та знаннями, які спроможні задовольнити потреби суспільства та підготувати молодь до нових ролей у суспільстві. Основними завданнями такої підготовки майбутніх підприємців мають

---

<sup>278</sup> Олексенко Р. І. Особливості формування світоглядних цінностей креативних підприємців в умовах глобальних викликів та трендів розвитку сучасного світу : монографія. Мелітополь : ФОП Однорог Т.В., 2017. 228 с.

<sup>279</sup> Гайдасенко І. Альтернативна енергетика в Україні: стан на перспективи розвитку. *Наук. зап. з укр. історії: збір. наук. ст.* 2013. Вип. 34.

<sup>280</sup> Сотник І. М. Організаційно-економічні проблеми і перспективи розвитку відновлювальної енергетики у приватних домогосподарствах України. *Економічний форум.* 2018. Вип. 3. URL : nbuv.gov.ua/j-pdf/ecfor\_2018\_3\_10.pdf.

статі: створення необхідних умов для проведення практичних занять, навчальної, технологічної і виробничої практик студентів з питань енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на основі широкого впровадження досягнень сучасної науки, техніки, передового досвіду та апробації нових технологій; формування свідомого ставлення до необхідності підвищення енергоефективності, розвитку та використання відновлюваних джерел енергії [281].

Саме тому у процесі фахової підготовки майбутніх підприємців важливо навчити їх бути готовими змінюватися та пристосовуватися до нових потреб ринку праці. Адже саме освічені небайдужі професіонали з відкритим світоглядом зможуть побудувати нове майбутнє для України.

Ми свідомі того, що наше дослідження не вичерпує глибину проблеми підвищення ефективності альтернативної енергетики в Україні. Подальші дослідження доцільно проводити у напрямку розробки і включення до освітніх програм нових дисциплін, які поєднують у собі проблеми енергетики, екології, економіки та управління для формування підприємницьких здібностей у студентської молоді.

## **6.8. Оцінювання якості та придатності для використання агроволокна**

*Калашник О. В., Мороз С. Е., Суворов Д. А.  
Полтавська державна аграрна академія*

Виробництво нетканих матеріалів (НМ) останнім часом стає найперспективнішим напрямом в текстильній індустрії. Обсяг їх виробництва і споживання зростає незрівнянно швидше, ніж тканин і трикотажу. Це пов'язано з тим, що вироблення НМ є найкоротшим і дешевим способом отримання широкого асортименту текстильних полотен від вихідної сировини до готової продукції.

Одним з найбільш швидкозростаючих продуктів серед НМ на світових ринках є матеріал, отриманий за технологією спанбонд, який залежно від щільності має найширший спектр споживання: від використання у виробництві виробів медичного та санітарно-гігієнічного призначення до застосування в якості фільтрувальних матеріалів [282].

Агроволокно (інша назва «спанбонд») – це унікальний за дієвості

---

<sup>281</sup> Досвід університету у сфері розвитку альтернативної енергетики. URL : <http://znau.edu.ua/m-nauka/service-research-and-innovation/types-of-nauka-innovation/m-alternative-energy/dosvid-universitetu-u-sferi-rozvitku-alternativnoji-energetiki>.

<sup>282</sup> Спанбонд: основы технологии производства. URL : <http://rustm.net/catalog/article/976.html>.

матеріал, як альтернатива поліетилену. Область його використання значно ширша аніж поліетиленової плівки.

Агроволокно це поліпропілен, що має дуже тонку структуру і нагадує звичайне полотно. Завдяки своїй нехитрій структурі, воно зуміло поєднати ряд позитивних якостей. Тобто, цей матеріал дозволяє проникати сонячним променям, одночасно захищаючи від дії ультрафіолету, і прекрасно пропускає вологу. При цьому світло і волога приходять в таких пропорціях, що нормалізує мікроклімат під собою до ідеального рівня. Тому рослини і ґрунт, накритий агроволокном, набагато краще себе почувають у даному середовищі і в результаті все ефективніше росте і плодоносить. І сфера використання спанбонду майже безмежна, це і овочеві культури, і плодові дерева, і квіти [283].

НМ типу агроволокно – це новий матеріал на ринку, його ще не так широко використовують у сільському господарстві, тому дослідження показників його властивостей, встановлення рівня якості, проведення натурних випробувань є актуальним та своєчасним.

Однією з одвічних проблем у сільському господарстві є вирощування овочів, фруктів і квітів у несезонний час року. Її намагалися вирішити спочатку з використанням парників, а потім скляних і плівкових теплиць, для вирощування розсади та отримання позасезонної продукції.

В овочівництві агроволокно було вперше застосовано в 70-х роках минулого століття, а сьогодні в країнах Євросоюзу його вже використовують на 30 % площ. В Україні піонерами із впровадження цього матеріалу в середині 90-х стали, як не дивно, аматори, а тепер воно широко застосовується і в промисловому овочівництві. Сьогодні неткані синтетичні матеріали (агроволокно) широко і успішно використовуються під час вирощування ранніх овочів, ягід, квітів. У числі головних його переваг:

- високі повітро- (чим нижче щільність, тим інтенсивніше газообмін, рослини дихають крізь матеріал), волого- (можливість поливати через матеріал) і світлопропускання (пропускає достатню кількість світла в той же час захищає від прямих сонячних променів);
- однорідна структура – гарантія рівномірного розподілу і збереження вологи і тепла і підтримки постійного мікроклімату;
- створення умов мікроклімату для росту плодів без формування конденсату («менеджер температури»);
- прискорення дозрівання рослин і підвищення врожайності;
- забезпечення захисту ґрунту від тріщин, програвів і заморозків;
- дозволяє адаптувати рослини до кліматичних особливостей

---

<sup>283</sup> Как выбрать агроволокно? URL : <http://kak-vybrat.com/sad-i-ogorod/agrovolokno/166/kak-vybrat-2agrovolokno.html>.

місцевості;

- захист від комах, птахів та інших несприятливих впливів навколишнього середовища

- захист від бур'янів, земляних шкідників, бруду і мульчування ґрунту;

- можливість використання протягом всього року (від посіву до збирання) або тимчасово, на певних етапах росту (наприклад, тільки для одержання дружних сходів), збільшуючи вегетаційний період,

- легко знімається перед проведенням прополок та інших технологічних операцій;

- мінімізує ризик втрати врожаю під впливом різних зовнішніх чинників, здатність до захисту від короткочасних заморозків;

- вирощування рослини без використання пестицидів і гербіцидів;

- легкість матеріалу (рослини в міру зростання не гнуться і не ламаються) і одночасно висока міцність, стійкість до стирання і зминання;

- інертний до різних хімічних сполук (обробки ніяк не позначаються на стані матеріалу);

- стійкість до впливу несприятливих атмосферних чинників (не змінює своїх властивостей при температурах від  $-55$  до  $100$  °С);

- не боїться впливу гнильних бактерій і цвілі;

- безпечний для майбутнього врожаю людей і тварин тощо [284].

Слід все ж врахувати, що цей матеріал – не панацея на всі випадки життя. До основних недоліків можна віднести нагальну екологічну проблему по його утилізації (так само як і для всіх інших синтетичних матеріалів, що застосовуються у овочівництві, – горщиків, пакетів, касет, плівки та інших продуктів хімії).

Хоча агроволокно і захищає від перегріву, але в окремі спекотні весняні дні грядки слід відкривати, принаймні з одного боку. Перегрів зазвичай буває в сонячну безвітряну погоду, тоді як при вітряній – навпаки, такого явища не спостерігається. Крім того, виникають проблеми із захистом від різких поривів вітру, який розриває полотно і ушкоджує рослини (в першу чергу – листя салату і шпинату) [283].

Застосовують агроволокно в овочівництві і для інших цілей:

- в теплиці або в парнику вкривають розсаду для тимчасового захисту від різкого похолодання;

- утеплюють бічні стінки теплиць;

- вкривають насінники редису, редьки і капусти від горобців, які з'їдають насіння;

- вкривають часник і багаторічники на зиму (зазвичай

застосовують полотна, вживані, що підвищує їх рентабельність);

- мульчують ґрунт.

Таким чином, НТ типу агроволокно має різні сферу використання у сільському господарстві, які з часом розширюються [285, 286].

Відомо, що для класифікації виробів в товарознавстві, як правило, виділяють такі ознаки: призначення і область використання. З огляду на це, пропонуємо асортимент НМ типу агроволокно розділити за призначенням на матеріали:

- для закритого ґрунту;
- для відкритого ґрунту.

За функціональною ознакою (сфера використання):

- для укріття і захисту рослин;
- для тимчасових конструкцій;
- для мульчування ґрунту [284, 287].

НМ типу агроволокно відрізняються періодичністю застосування – тимчасово, на певних етапах росту рослин, або постійно (від посіву до збирання), а також використання при певній температурі зовнішнього середовища.

З вищевказаними критеріями в повній мірі узгоджується вказаний в специфікаціях виробників показник – щільність. Саме цей показник, на наш погляд, впливає на вибір фахівцями НМ типу агроволокно, що дозволяє розглядати його як ознака класифікації. Цей показник, залежно від функції, яку буде виконувати НМ, варіюється від 17 до 60 г/м<sup>2</sup> і навіть 80 г/м<sup>2</sup> [288, 289, 290, 291, 292, 293, 294].

Для виконання своїх функціональних можливостей і визначення сфери використання НМ типу агроволокно, а також для їх швидкої ідентифікації виробники використовують барвники. В основному НМ типу агроволокно бувають чорними (для мульчування ґрунту, щільністю 50–80 г/м<sup>2</sup>), білими (укривне для захисту рослин, щільністю 17–60 г/м<sup>2</sup>) і комбінованими [290–291].

НМ типу агроволокно чорного кольору використовують для мульчування укріття ґрунту.

Призначено для захисту кореневої системи від морозів та прискореного прогрівання ґрунту навесні. Запобігає росту бур'янів на

---

<sup>285</sup> Свойства агроволокна и его сезонное использование URL : <http://texton.com.ua/content/view/107/30/lang,russian/>.

<sup>286</sup> Агроволокно. URL : <http://agropro.biz/2fermera/agrovolokno/~idp/28460/uk/>

<sup>287</sup> Агроволокно применение. Виды агроволокна. URL : <http://agropolex.com/vidi-agrovolokna-po-sposobu-primeneniya-.html>.

<sup>288</sup> Сельскохозяйственное агроволокно. URL : <http://contact.kh.ua/selyskohozyaystvennoe-agrovolokno.html>.

<sup>289</sup> Агроволокно. URL : <http://www.agrikulture.ru/agro/info/27.html>.

<sup>290</sup> Агроволокно – на страже здоровья растений. URL : <http://nasha-stroyka.com.ua/article/agrovolokno-na-strazhe-zdorovya-rastenii/>.

<sup>291</sup> Нетканое полотно. URL : <http://greensector.ru/sad-i-ogorod/chto-takoe-spanbond-primeneniye-i-kharakteristiki-ukryvnogo-materiala.html>.

<sup>292</sup> Типы агроволокно. URL : <http://texton.com.ua/content/view/106/30/lang,russian/>.

<sup>293</sup> Агроволокно. URL : <http://agrovolokno.com/catalog/agrovolokno>.

<sup>294</sup> Агроволокно. Технические характеристики. URL : <http://polix.com.ua/agrovolokno.html>.

присадибна ділянках, полях. Чорне полотно не пропускає сонячне світло, яке життєво необхідно для росту бур'янів, зберігаючи при цьому тепло ґрунту, запобігаючи випаровуванню вологи та дозволяє ґранту дихати, що виключає розвиток цвілі та інших захворювань ґрунту. Окрім того НМ для мульчування зберігає плоди и ягоди чистими.

НМ типу агроволокно білого кольору укривний щільністю:

- 17–23 г/м<sup>2</sup> захищають рослини від заморозків до –3 °С і в основному призначені для укриттів і парників тимчасового типу, їх можна укласти безпосередньо на ґрунт без використання каркаса; пропускає біля 80% ультрафіолетового опромінювання; захищає рослини від перегріву та шкідників; використовується в теплицях і на грядках;

- 30–42 г/м<sup>2</sup> захищають рослини від заморозків до –6 °С, сонця, вітру та шкідників; рекомендується використовувати для облаштування сезонних теплиць, має високу міцність; використовується в теплицях і на грядках;

- 60 г/м<sup>2</sup> здатний зберігати тепло і рослини при морозах до –10 °С; захищає від вітру; використовують при облаштуванні теплиць; завдяки високій міцності матеріал не знімають з настанням зими; використовують для укриття дерев та кущів; пропускає біля 65 % ультрафіолетового опромінювання; заміняє сніжний покрив пізньою осінню та ранньою весною.

Останнім часом популярності набувають двошарові НМ, в яких поєднуються такі комбінації шарів:

- чорно-білий (зовнішній білий шар відбиває сонячні промені, тим самим прискорюючи процеси фотосинтезу в рослині; внутрішній чорний шар не пропускає сонячні промені, забезпечуючи надійний захист від бур'янів);

- чорно-жовтий (зовнішній жовтий шар привертає шкідників на матеріал, а не на рослину; внутрішній чорний шар пригнічує ріст бур'янів);

- червоно-жовтий (зовнішній червоний шар сприяє ранньому цвітінню, підвищенню врожайності; внутрішній жовтий шар захищає рослини від шкідників;

- біло-червоний (зовнішній білий шар захищає від різких коливань погодних умов; внутрішній червоний шар уповільнює процес тепловіддачі);

- фольгований чорний і фольгований смужками білий (ефективно відбиває світло) [290–295].

У реалізацію НМ типу агроволокно надходять в рулонах і упаковках.

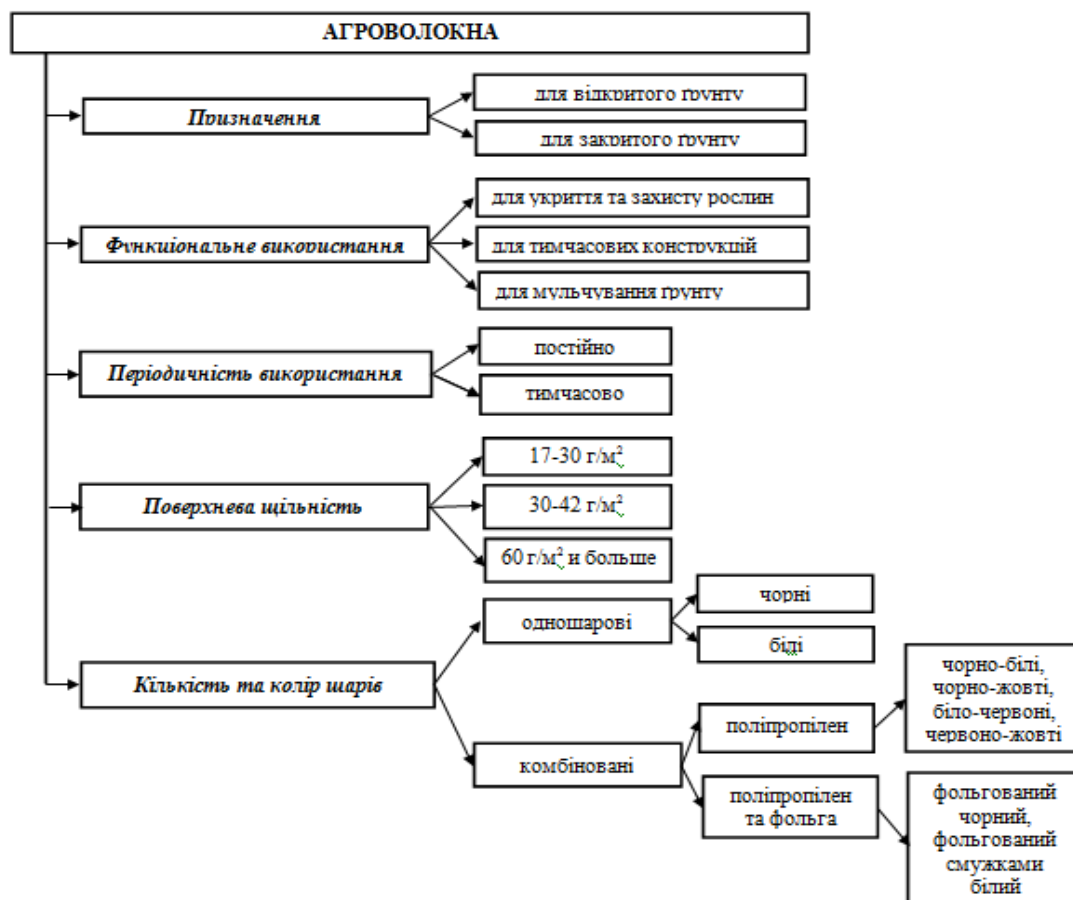
---

<sup>295</sup> Двухслойное агроволокно. URL : <http://10sotok.com.ua/dvuhsloynoe-agrovolokno.html>.

Довжина полотна коливається залежно від призначення: для присадибних ділянок – від 5 до 10 м; для великих сільськогосподарських господарств 100 м і більше, а ширина – від 1,05 м до 15,0 м.

На ринку України агроволокна пропонують багато компаній. Однак, для споживачів критеріям їх вибору служать сфера використання, призначення, поверхнева щільність, лінійні розміри полотен тощо [296].

Проведений аналіз публікацій і особистих досліджень властивостей, характеристик, сфери застосування цих полотен надав можливість класифікувати НМ типу агроволокно за фасетним методом і відобразити складену класифікацію у вигляді схеми (рис. 1):



**Рис. 1. Удосконалена класифікація НМ типу агроволокно**

Джерело: авторська розробка.

Ширина агроволокна визначається виробником і різновидом, вона може бути як кілька сантиметрів, так і кілька метрів. Товщина полотна впливає на призначення виробу. Залежить вона від щільності і способу отримання полотна. Поверхнева щільність – один з основних технологічних показників, що визначають матеріалоемність полотна.

Отже, в результаті проведених досліджень встановлено, що лінійні розміри (довжина, ширина) та поверхнева щільність агроволокна з УФ

<sup>296</sup> Как выбрать агроволокно? URL : <http://kak-vybrat.com/sad-i-ogorod/agrovolokno/166/kak-vybrat-agrovolokno.html>.

стабілізатором виробництва ТОВ «Одетекс» відповідають реквізітам маркування, які нанесені на НМ.

### 1. Лінійні розміри та поверхнева щільність агроволокна з УФ стабілізатором виробництва ТОВ «Одетекс»

Назва показника	Значення показника		Відповідність реквізітам маркування
	на маркуванні	виміряне	
Ширина, м	1,6	1,6	Відповідає
Довжина, м	10	10	Відповідає
Товщина, мм	-	0,08	Не зазначено на маркуванні
Поверхнева щільність, г/м <sup>2</sup>	17,0	17,0	Відповідає

В результаті дослідження було встановлено, що прилади не дають змогу виміряти показники повітропроникності та розривного навантаження через малу щільність агроволокна. За допомогою розривної машини було виміряно тільки показник розривного видовження, що становив 64 мм, але він не нормується відповідними НД.

Разом з тим, проведене дослідження дало змогу визначити рівень якості агроволокна з УФ стабілізатором та його відповідність НД. Але для визначення функційності агроволокна з УФ стабілізатором виробництва ТОВ «Одетекс» були проведені натурні випробування, що дають можливість зіставити результати застосування та визначити ефективність використання агроволокна з УФ стабілізатором.

Натурні випробування були проведені на помідорах сорту «Гердез F1», які для нівелювання похибок дослідження були вирощені самостійно. Застосування агроволокна з УФ стабілізатором виробництва ТОВ «Одетекс» було здійснено відразу після посадки помідорів у ґрунт – 12 травня 2016 року.

Травнева температура коливалася в день від +15 до + 23 °С; та в ночі від +8 до + 20 °С. Температура червня визначалася ще більш різкими коливаннями в день від +15 до + 34°С; та в ночі від +12 до + 27 °С.

Особливо важким для рослин видався липень 2016 року, коли на початку місяця (до 18 липня 2016 року) денна температура коливалася від +22 до + 36 °С, нічна від +18 до + 31 °С, а наприкінці місяця денна температура від +18 до + 29 °С, нічна від +16 до + 24 °С. Окрім того негативну дію на цю культуру спричинили ливневі дощі, сильний вітер [297].

Відомо, що помідори – теплолюбна культура, яка боїться коливань температури повітря. Агроволокно з УФ стабілізатором виробництва ТОВ «Одетекс» змогло створити умови мікроклімату для росту плодів

<sup>297</sup> Дневник погоди в Полтаве. URL : <https://www.gismeteo.ru/diary/4957/2016/5/>.

без формування конденсату на них ( «менеджер температури»). Про комфортність вирощування рослин під агроволокном свідчив і той факт, що листова пластина у помідорів в самий спекотний час була рівною без скручувань, рівномірно забарвленою на відміну від помідорів, що вирощувалися в звичайних умовах (рис. 2).



**Рис. 2. Фотографічне зображення листя помідорів, що вирощувалися: 1 – із застосуванням агроволокна з УФ стабілізатором виробництва ТОВ «Одетекс»; 2 – в звичайних умовах**

Це одним свідченням ефективності застосування агроволокна є відмінності у розмірі плодів помідора (рис. 3), які вирощувалися під ним.



**Рис. 3. Фотографічне зображення плодів помідорів, що вирощувалися: 1 – із застосуванням агроволокна з УФ стабілізатором виробництва ТОВ «Одетекс»; 2 – в звичайних умовах (дата знімання 27 липня 2016 року)**

Слід відмітити, що на даній присадибній ділянці не застосовувалися препарати хімічного захисту рослин від хвороб. Агроволокно оберігало рослини від намокання, і як наслідок від поширення хвороб [298].

<sup>298</sup> *Калашиник О., Кириченко О.* *Натурні випробування агроволокна виробництва ТОВ «Одетекс». Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації* : зб. наук. праць XVII Міжнар. наук.-практ. інтер.-конф. Переяслав-Хмельницький, 2016. Вип. 17. С. 242–245.

Аналіз сучасного асортименту НМ типу агроволокно дозволив виявити основні ознаки його класифікації. Ознаки, які були встановлені, дозволять формувати торговий асортимент, надавати достовірну інформацію про основні властивості матеріалів і область їх застосування, а також допоможуть споживачам здійснювати свідомий вибір.

Застосування агроволокна дало змогу:

- отримати дружні сходи та більш раннє отримання редису сорту «Французский завтрак»;
- захистити помідорів від несприятливих температурних коливань та отримання більшого розміру плодів;
- зменшити кількість поливів, бо агроволокно захищало ґрунт від надмірного вивітрювання вологи;
- не застосовувати препарати хімічного захисту рослин від хвороб.

Основними недоліками агроволокна з УФ стабілізатором виробництва ТОВ «Одетекс», які виявилися під час експлуатації були:

- після посадки розсади помідорів в ґрунт потрібно застосовувати опори для підтримки агроволокна; хоча НМ легкий ( $17 \text{ г/м}^2$ ) рослини щойно посаджені в ґрунт слабкі і потребують тендітного відношення;
- не можна накривати огірки, бо горохувата поверхня їх листя та стебел розволокнує агроволокно та призводить до його розшарування та непридатності до подальшого використання.

*Для виробників:*

- вдосконалити власні ТУ щодо реквізитів маркування та гармонізувати їх відповідно до національних стандартів України;
- скористатися удосконаленою класифікацією НМ типа агроволокно для виявлення шляхів розширення асортименту за рахунок випуску комбінованих НМ;

На підставі натурних досліджень були сформульовані завдання для подальших досліджень і експлуатаційних заходів:

- визначення необхідної щільності агроволокна на всіх етапах його експлуатації;
- вибір асортименту рослин для вирощування під укриттям;
- визначення необхідної періодичності очищення або прання агроволокна;
- оцінка термінів експлуатації агроволокна.

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

**Арестов Олександр Олександрович**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: Arestov2017@ukr.net.

**Барсукова Олена Анатоліївна**, кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів Одеського державного екологічного університету, e-mail: misha8549@mail.ru.

**Безкровний Олександр Валентинович**, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри фінансів і кредиту Полтавської державної аграрної академії, e-mail: bezkrovnujov@ukr.net.

**Беседа Олександр Олександрович**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», e-mail: tvipobeseda@gmail.com.

**Березницький Віктор Іванович**, старший викладач кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії, e-mail: viktor.bereznytskyi@pdaa.edu.ua.

**Бернацька Наталія Любомирівна**, кандидат технічних наук, старший лаборант кафедри ФАЗХ Національного університету «Львівська політехніка», e-mail: bernatska.nati@gmail.com.

**Божко Людмила Юхимівна**, кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів Одеського державного екологічного університету, e-mail: bozko@i.ua.

**Бондаренко Олена Миколаївна**, Кандидат сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри технології виробництва продукції тваринництва, Полтавської державної аграрної академії, e-mail: olena.bondarenko@pdaa.edu.ua.

**Бортник Марія Володимирівна**, магістр II-го року навчання кафедри агрометеорології та агроекології Одеського державного екологічного університету, e-mail: kostyukevich1604@i.ua.

**Бур'ян Євген Володимирович**, студент кафедри біології та агрономії ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка».

**Вагнер Ігнатій Вадимович**, молодший науковий співробітник д/б теми кафедри екології та охорони навколишнього середовища Дніпровського державного аграрно-екологічного університету.

**Волошина Олена Вікторівна**, кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри метеорології та кліматології Одеського державного екологічного університету, e-mail: rada.d.4109001@gmail.com.

**Вольвач Оксана Василівна**, кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри агрометеорології і агроекології Одеського державного екологічного університету, e-mail: rada.d.4109001@gmail.com.

**Ворошилова Наталія Володимирівна**, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Дніпровського державного аграрно-екологічного університету, e-mail: Khlyzina@ukr.net.

**Галанець Володимир Васильович**, кандидат державного управління, доцент, доцент кафедри адміністративного та фінансового менеджменту Національного університету «Львівська політехніка», e-mail: volodymyr\_halanets@ukr.net.

**Гончар Марина Олександрівна**, магістрантка кафедри фінансів і кредиту Полтавської державної аграрної академії, e-mail: marinagonchar96@gmail.com.

**Горб Олег Олександрович**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля, проректор з науково-педагогічної, наукової роботи Полтавської державної аграрної академії, e-mail: gorb@pdaa.edu.ua.

**Горобець Максим Вікторович**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: gorobestmaks995@gmail.com.

**Громик Оксана Миколаївна**, кандидат географічних наук, доцент кафедри туризму та готельно-ресторанної справи Луцького національного технічного університету, e-mail: ilyinleo@ukr.net.

**Дем'яненко Наталія Василівна**, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри підприємництва і права Полтавської державної аграрної академії, e-mail: innanataha@gmail.com.

**Дзюрах Юрій Михайлович**, асистент кафедри адміністративного та фінансового менеджменту Національного університету «Львівська політехніка», e-mail: yriu.dziurakh@ukr.net.

**Диченко Оксана Юріївна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля Полтавської державної аграрної академії, e-mail: ksenijadichenko84@ukr.net

**Жигайло Олена Леонідівна**, кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри агрометеорології і агроекології Одеського державного екологічного університету, e-mail: rada.d.4109001@gmail.com.

**Зоря Олексій Петрович**, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри фінансів і кредиту Полтавської державної аграрної академії, e-mail: zorya31031983@gmail.com.

**Ільїна Ольга Вікторівна**, кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри туризму та готельного господарства Східноєвропейського національного університету імені лесеї України, e-mail: beekeeper.misha@gmail.com.

**Калашник Олена Володимирівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри підприємництва і права Полтавської державної аграрної академії, e-mail: kalashnik1968@meta.ua.

**Климчук Олександр Васильович**, доктор економічних наук, доцент, доцент кафедри адміністративного менеджменту та альтернативної енергетики Вінницького національного аграрного університету, e-mail: klymchukov@ukr.net.

**Коваленко Наталія Петрівна**, доктор історичних наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник сектору наукознавства Національної наукової сільськогосподарської бібліотеки Національної академії аграрних наук України, e-mail: VoikoNP@ukr.net.

**Колосовська Валерія Валеріївна**, кандидат географічних наук, асистент кафедри агрометеорології та агроекології Одеського державного екологічного університету, e-mail: v.kolosv@ukr.net.

**Коржова Наталія Олександрівна**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії кафедри біології та агрономії ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», e-mail: korjovanatalia@ukr.net.

**Костогриз Катерина Павлівна**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: kostogriz.pdaa@gmail.com.

**Костюкєвич Тетяна Костянтинівна**, кандидат географічних наук, асистент кафедри агрометеорології та агроекології Одеського державного екологічного університету, e-mail: kostyukevich1604@i.ua.

**Крикунова Валентина Юхимівна**, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри землеробства і агрохімії ім. В. І. Сазанова Полтавської державної аграрної академії, e-mail: 2irinakorotkova10@gmail.com.

**Кулик Максим Іванович**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри селекції, насінництва і генетики Полтавської державної аграрної академії, e-mail: kulykmaksym@ukr.net.

**Левченко Лариса Миколаївна**, старший науковий співробітник, завідувача лабораторією землеробства та агрохімічних досліджень, завідувач відділу по науковій роботі Веселоподільської дослідно-селекційної станції.

**Лотиш Ігор Ігоревич**, кандидат сільськогосподарських наук, викладач землевпорядних дисциплін, завідувач навчальної лабораторії Аграрно-економічного коледжу Полтавської державної аграрної академії, e-mail: il.acad2010@gmail.com.

**Мазанько Микола Олександрович**, кандидат сільськогосподарських наук, науковий співробітник Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН.

**Маслак Марина Миколаївна**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії.

**Маслійов Сергій Володимирович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри біології та агрономії, ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», e-mail: msv.lug@gmail.com.

**Мороз Олег Григорович**, Кандидат сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри технології виробництва продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії, e-mail: oleg.moroz@pdaa.edu.ua.

**Мороз Світлана Едуардівна**, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри підприємництва і права Полтавської державної аграрної академії, e-mail: smog@meta.ua.

**Німець Олег Миколайович**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії.

**Однорог Максим Анатолійович**, кандидат економічних наук, доцент, докторант відділу теорії економіки і фінансів Науково-дослідного фінансового інституту ДННУ «Академія фінансового управління» Міністерства фінансів України, e-mail: Odnorog\_BTNAU@ukr.net.

**Опара Микола Миколайович**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри землеробства і агрохімії ім. В. І. Сазанова Полтавської державної аграрної академії, заслужений працівник сільського господарства України, заступник голови з наукової роботи Громадської спілки «Полтавське товариство сільського господарства», e-mail: mykola.opara@pdaa.edu.ua.

**Опара Надія Миколаївна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри безпеки життєдіяльності, почесний член Громадської спілки «Полтавське товариство сільського господарства».

**Перепелиця Аліна Анатоліївна**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії.

**Польовий Анатолій Миколайович**, доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів Одеського державного екологічного університету, e-mail: apolevoy@te.net.ua.

**Писаренко Віктор Микитович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри захисту рослин, заслужений діяч науки і техніки України Полтавської державної аграрної академії, заслужений діяч науки і техніки України, e-mail: kafedra.zahystu-roslyn@ukr.net.

**Писаренко Павло Вікторович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля, перший проректор Полтавської державної аграрної академії, член-кореспондент інженерної Академії України, e-mail: pavlo.pysarenko@pdaa.edu.ua.

**Писаренко Володимир Вікторович**, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри маркетингу Полтавської державної аграрної академії, e-mail: volodymyr.pysarenko@pdaa.edu.ua.

**Пономаренко Сергій Володимирович**, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри захисту рослин Полтавської державної аграрної академії, e-mail: ponomar0868@gmail.com.

**Радіонова Яна Вікторівна**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії, начальник міжнародного відділу Полтавської державної аграрної академії, e-mail: yana\_radionova89@ukr.net.

**Ревякіна Ольга Олександрівна**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», e-mail: olga.0509239777@gmail.com.

**Рожко Ілона Іванівна**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: ilona.rozhko1@ukr.net.

**Руденко Ольга Миколаївна**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: olgarudenkopoltava@ukr.net.

**Самойлік Марина Сергіївна**, доктор економічних наук, доцент, завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля Полтавської державної аграрної академії, Лауреат Державної премії Президента України, e-mail: maryna.samoilyk@pdaa.edu.ua.

**Самойлик Юлія Василівна**, доктор економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки підприємства Полтавської державної аграрної академії, e-mail: iuliia.samoilyk@gmail.com.

**Сахно Тамара Вікторівна**, доктор хімічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри землеробства і агрохімії ім. В.І. Сазанова, e-mail: sakhno2001@gmail.com.

**Семенов Анатолій Олексійович**, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри товарознавства, біотехнології, експертизи та митної справи ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі», e-mail: asemen2015@gmail.com.

**Семенова Наталія Володимирівна**, науковий співробітник відділу нових матеріалів Полтавського відділення Академії наук технологічної кібернетики України, e-mail: ktsemenova5@gmail.com.

**Слинько Віктор Григорович**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри технології виробництва продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії.

**Соломон Юлія Володимирівна**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: hicetnunc955@gmail.com.

**Тараненко Сергій Володимирович**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри землеробства і агрохімії ім. В.І. Сазанова Полтавської державної аграрної академії, e-mail: taranenkoserg@ukr.net.

**Типіло Ірина Василівна**, кандидат хімічних наук, завідувач лабораторії кафедри ФАЗХ Національного університету «Львівська політехніка», e-mail: itypilo@gmail.com.

**Толмачова Алла Вікторівна**, кандидат географічних наук, завідувач лабораторії кафедри агрометеорології та агроєкології Одеського державного екологічного університету, e-mail: alla.tolmach@mail.ru.

**Усенко Олег Олександрович**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії.

**Усенко Світлана Олексіївна**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри технологій дрібного тваринництва Полтавської державної аграрної академії, e-mail: sveta\_usenko@ukr.net.

**Ходаківська Ольга Василівна**, доктор економічних наук, старший науковий співробітник, заступник директора ННЦ «Інститут аграрної економіки», e-mail: iae\_zem@ukr.net.

**Циганок Дмитро Володимирович**, студент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка», e-mail: tsyganok.dmitriy96@gmail.com.

**Чайка Тетяна Олександрівна**, кандидат економічних наук, начальник редакційно-видавничого відділу Полтавської державної аграрної академії, e-mail: чайка\_ta@ukr.net.

**Чорна Валентина Іванівна**, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Дніпровського державного аграрно-екологічного університету.

**Шандиба Валентина Олегівна**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії.

**Шведенко Павло Юрійович**, кандидат юридичних наук, старший викладач кафедри Підприємництва і права Полтавської державної аграрної академії.

**Шило Руслан Анатолійович**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії Полтавської державної аграрної академії, e-mail: rusbka.shil@gmail.com.

**Шостя Анатолій Михайлович**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач кафедри технології виробництва продукції тваринництва Полтавської державної аграрної академії, заслужений діяч науки і техніки України, академік Академії наук вищої освіти України, e-mail: sveta\_usenko@ukr.net.

**Яснолоб Ілона Олександрівна**, кандидат економічних наук, доцент кафедри підприємництва і права, начальник науково-дослідного сектору Полтавської державної аграрної академії, e-mail: 1-ka@ukr.net.

Наукове видання

**АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ  
У ПІДВИЩЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ  
ТА ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ  
СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ**

Колективна монографія

**За редакцією І. О. Яснолоб,  
Т. О. Чайки, О. О. Горба**

Комп'ютерна верстка – Т. О. Чайка

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Полтавської державної аграрної академії

Підписано до друку 27.09.2019 р.  
Формат 60x84/8. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Умовн. друк. арк. 15,99.  
Наклад 300 шт. Замовлення 2019-105

**Видавництво ПП «Астрая»**  
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20, кв. 4  
Тел.: +38 (0532) 509-167, 611-694  
E-mail: [astraya.pl.ua@gmail.com](mailto:astraya.pl.ua@gmail.com), веб-сайт: [astraya.pl.ua](http://astraya.pl.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5599 від 19.09.2017 р.

**Друк ПП «Астрая»**  
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20, кв. 4  
Тел.: +38 (0532) 509-167, 611-694  
Дата державної реєстрації та номер запису в ЄДР  
14.12.1999 р. № 1 588 120 0000 010089