



# Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.95.620.91  
© 2012

*Ю.О. Тараріко,  
член-кореспондент НААН  
Інститут водних проблем  
і меліорації НААН*

*В.А. Величко,  
доктор сільсько-  
господарських наук*

*ННЦ «Інститут  
грунтознавства та агрохімії  
ім. О.Н. Соколовського»*

## **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА У СТЕПУ**

*На інформаційній базі стаціонарного дослідження здійснено оцінку агроресурсного потенціалу північностепової ґрунтово-екологічної зони України та проведено порівняльний аналіз різних пріоритетів розвитку аграрного виробництва в регіоні.*

Більшість країн Європи опановують відновлювані джерела енергії (ВДЕ) з доведенням їхньої частки у 2020 р. до 20%. Одним із перспективних напрямів є отримання біогазу. В Україні на фоні природної родючості земель потенціал виробництва рослинної маси з однієї з найпродуктивніших культур — кукурудзи становить, за багаторічними даними, у середньому 6 т/га сухої речовини, за орґано-мінеральної системи удобрення — 8 т/га [5], на меліорованих землях із регулюванням водного режиму — до 16 т/га [1]. Тобто на 33 млн га ріллі щороку можна отримувати 200 млн т сухої орґанічної речовини. Якщо припустити, що вихід біогазу від цієї маси становить 70%, а вміст у ньому метану 60%, то обсяги виробництва такого пального становитимуть 70 млрд м<sup>3</sup>, що еквівалентно 336 млн МВт електроенергії вартістю за «зеленим тарифом» (1,3 грн/кВт·год.) майже 440 млрд грн [7]. Цей напрям розвитку має такі переваги: досягається 100%-ва рециркуляція макро- та мікроелементів з орґанічними добривами (біогумусом) — орґанічним залишком після газогенерації, що дає змогу практично відмовитися від застосування промислових мінеральних добрив; забезпечується поліпшення фітосанітарного стану довкілля за рахунок знезараження всієї біомаси в процесі її анаеробного бродіння; досягається розширене відтворення родючості ґрунту та підвищення продуктивності ріллі на 1–3 ц к.од./га на рік [1]; забезпечується додатковий прибуток від скорочення викидів парникових газів в атмосферу від спалювання природного метану — 400–500 грн/га; валовий дохід на 1 га ріллі від реалізації тепло- та електроенергії становитиме 10–

12 тис. грн/га, або переважатиме сучасну поширену практику виробництва й реалізації зерна майже в 1,5 раза.

Слід враховувати, що «зелений тариф» діє обмежений час — 10 років. Його мета — дати можливість інвестору окупити додаткові витрати на встановлення обладнання, щоб отримувати електроенергію з ВДЕ. Коли витрати окупляться, інвестор матиме готові потужності для вироблення «чистої» енергії й продаватиме «зелену енергію» нарівні з усіма (нині 0,35 грн/кВт·год). Унаслідок цього дохід знизиться до 4–4,5 тис. грн/га, що поступається сучасній поширеній практиці виробництва зерна. Такий напрям розвитку не передбачає виробництва продовольства, зокрема тваринного походження, що є загрозою для продовольчої безпеки держави. Однак попередні дослідження свідчать про можливість усунення цих суперечностей через оптимізацію розподілу орґанічного вуглецю рослинної маси між продовольством, енергією та ґрунтом [3, 4, 6].

**Мета досліджень** — на інформаційній базі регіонального стаціонарного агротехнічного дослідження розробити методи більш повної реалізації агроресурсного потенціалу території на прикладі північно-центрального Степу України та здійснити порівняльний аналіз напрямів розвитку регіону з пріоритетами виробництва: зерно для реалізації; енергія з рослинної біомаси; тваринне продовольство та енергія з відходів.

**Методика досліджень.** Дослід «Розробити енергоощадні ґрунтозахисні системи обробітку ґрунту в умовах південного Степу» закладено в 1976 р. на Запорізькій дослідній станції (ДС)

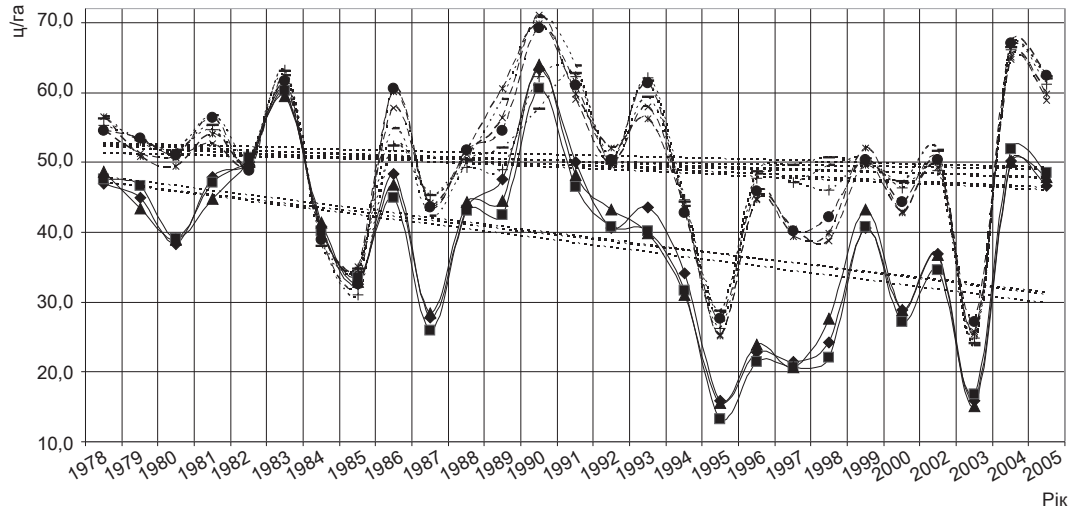


Рис. 1. Динаміка врожайності пшениці озимої по чорному пару залежно від системи удобрення та обробітку ґрунту: К – контроль (без добрив); П – полицевий; Б – безполицевий; Км – комбінований обробіток ґрунту; Д – доза; 1 – одна доза; 1,5 – півтори дози; —◆— — КП; —■— — КБ; —▲— — ККм; —\*— — 1ДП; —ж— — 1ДБ; —●— — 1 ДКм; —+— — 1,5 ДП; —-— — 1,5 ДБ; —-— — 1,5 ДКм

(географічні широта — 47°48' п.ш., довгота — 33°10' с.д., висота над рівнем моря — 230 м) [2]. Системи удобрення та чергування культур у сівозміні наведено в табл. 1. Сівозміну розгорнуто у часі та просторі. Посівна площа ділянки — 350 м<sup>2</sup>, облікова — 150 м<sup>2</sup>. Повторюваність дослідів — 3-разова, розміщення ділянок — систематичне.

Ґрунт — чорнозем звичайний малогумусний слаболужний з потужністю гумусного горизонту 39 см. На момент закладання дослідів вміст гумусу в орному шарі становив 3–3,3%, лужно-гідролізованого азоту за Корнфілдом — 90, рухомого фосфору за Чиріковим — 80, обмінного калію за Масловою — 220 мг/кг абсолютно сухого ґрунту. Реакція ґрунтового розчину нейтральна.

Гранулометричний склад ґрунту — крупнопилуватий середньосуглинковий.

**Результати досліджень.** Отримані за 35 років у стаціонарному досліді Запорізької ДС експериментальні дані свідчать про істотне коливання врожайності культур залежно від особливостей погодних умов окремих років. Скажімо, урожайність пшениці озимої по чорному пару змінюється з 15–20 до 60–70 ц/га залежно від фону удобрення (рис. 1), продуктивність сівозміни коливається з 7–14 до 35–40 ц к.од./га. Тобто добрива, обробіток ґрунту, сорти й гібриди та інші складові сучасних агротехнологій без зрощення не можуть ефективно стабілізувати вплив особливостей погодних умов окремих років на врожайність культур і продуктивність

Табл. 1. Урожайність культур і продуктивність сівозміни в середньому за її другу ротацію (Запорізька ДС)

Культура	Контроль		Гній, 7,5 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>45</sub> (1 доза)		Гній, 11,3 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> (1,5 дози)		Гній, 11,3 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> + 2,7 т/га соломи (1,5 дози+солома)	
	ц/га	ц к.од./га	ц/га	ц к.од./га	ц/га	ц к.од./га	ц/га	ц к.од./га
Пшениця озима	39,1	45,7	49,6	58,0	49,7	58,1	52,3	61,1
Кукурудза на зерно	34,9	46,7	37,4	50,2	37,1	49,7	38,6	51,7
Кукурудза МВС	191,2	45,9	237,9	57,1	237,2	56,9	232,4	55,8
Пшениця озима	18,1	21,2	34,7	40,6	37,7	44,1	38,3	44,8
Горох	17,7	20,5	20,2	23,5	21,8	25,3	21,2	24,6
Пшениця озима	23,2	27,2	38,9	45,5	41,8	48,9	44,0	51,5
Соняшник	19,3	16,6	21,3	18,3	22,0	18,9	22,0	18,9
Продуктивність сівозміни, ц к.од./га	28,0		36,6		37,7		38,6	

2. Баланс біогенних елементів за різних систем удобрення, кг/га

Варіант	Елемент живлення	Винос з урожаєм	Надходження					Баланс	Інтенсивність балансу, %
			мінеральні добрива	гній	солома	азотфіксація, опади	Разом		
Контроль	N	75,8	—	—	—	26,0	26,0	-49,8	34
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	26,4	—	—	—	1,0	1,0	-25,4	4
	K <sub>2</sub> O	78,2	—	—	—	1,0	1,0	-77,2	1
1 доза	N	87,8	60,0	49,5	—	26,0	135,5	47,7	154
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30,6	60,0	32,3	—	1,0	93,3	62,7	305
	K <sub>2</sub> O	89,8	45,0	36,0	—	1,0	82,0	-7,8	91
1,5 дози	N	91,0	90,0	74,6	—	26,0	190,6	99,6	209
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	31,6	90,0	48,6	—	1,0	139,6	108,0	441
	K <sub>2</sub> O	92,6	60,0	54,2	—	1,0	115,2	22,6	124
1,5 дози + солома	N	92,9	90,0	74,6	13,7	26,0	204,3	111,4	220
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	31,9	90,0	48,6	4,3	1,0	143,9	112,0	451
	K <sub>2</sub> O	94,0	60,0	54,2	26,6	1,0	141,9	47,9	151

сівозміни на певному сталому рівні. У середньому за ротацію цей показник на контролі становив 28, за одинарної дози добрив зростав до 36,6 ц к.од./га, унесення 1,5 дози добрив та додаткове заорювання соломи озимих в умовах дефіциту вологи виявилось неефективним (табл. 1).

Лімітувальну дію недостатнього вологозабезпечення підтверджують балансові дослідження (табл. 2). Так, за внесення одинарної дози добрив азоту та калію забезпечується близька до оптимальної інтенсивність балансу, а надходження фосфору є надмірним, що втричі перевищує його винос з урожаєм. Подальше збільшення дози в 1,5 рази не супроводжується зростанням продуктивності посівів, тобто збільшувати обсяги внесення добрив вище оптимальної інтенсивності балансу без зрощення в цих ґрунтово-кліматичних умовах недоцільно. Досліджувані системи обробітку ґрунту на продуктивність сівозміни практично не впливають, тому в подальшому аналізові підлягатиме лише варіант з 1-ю дозою удобрення на фоні безпліцевого обробітку ґрунту як найменш витратного.

Для більш повної реалізації агроресурсного потенціалу регіону доцільно встановити внесок окремих культур у продуктивність сівозміни. Щодо накопичення біомаси, то найпродуктивнішими є кукурудза на силос і зерно та пшениця озима по чорному пару (рис. 2). Внесок цих 3-х культур у продуктивність 8-пільної сівозміни на фоні природної родючості ґрунту становить майже 62%, удобреному фоні — понад 56%. Постає запитання, чи вигідніше вирощувати пшеницю озиму по чорному пару, де продукцію не отримують, чи після кукурудзи на силос, ураховуючи продуктивність останньої. Середня продуктивність ланки сівозміни: чорний пар; пшениця озима; кукурудза на зерно; кукурудза на силос становить 41,3 ц к.од./га, а ланки: кукурудза на зерно; кукурудза на силос; пшениця озима — 49,3 ц к.од./га (див. табл. 1).

З урахуванням потенціалу врожайності кукурудзи та можливості вирощування її в монокультурі можна запропонувати найпродуктивнішу модель використання земельних ресурсів цього регіону: вирощування кукурудзи на зерно в монокультурі — модель «Зерно»; вирощування кукурудзи на силос у монокультурі на біогаз — модель «Біоенергія»; кукурудза на зерно, кукурудза на силос і пшениця озима в кормовій сівозміні — модель «Біоенергія і продовольство».

Варіанти стаціонарного дослідження можна розглядати як моделі елементарних агроєкосистем певної спеціалізації. Зіставлення ефективності таких моделей дає змогу порівняти пріоритети отримання зерна, біоенергії із силосу та збалансованого виробництва тваринного продовольства і біоенергії (табл. 3).

Отже, у цьому регіоні за найпоширенішої сучасної практики ведення аграрного виробництва з відчуженням з поля всієї основної та побічної продукції без застосування добрив максимальну кількість зерна можна отримати за масового вирощування зернової кукурудзи. Тому для подальших розрахунків приймають

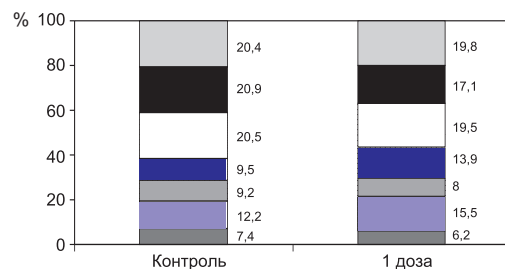


Рис. 2. Внесок культур у продуктивність сівозміни: □ — соняшник; ■ — пшениця озима; □ — горох; ■ — пшениця озима; □ — кукурудза MBS; ■ — кукурудза на зерно; ■ — пшениця озима

**3. Варіанти найпродуктивніших агроєкосистем, ц к.од./га**

Варіант сівозмін як модель розвитку	Контроль	1 доза
Кукурудза на: зерно — модель № 1 «Зерно»	46,7	50,2
силос — модель № 2 «Біоенергія»	45,9	57,1
зерно, силос, пшениця озима — модель № 3 «Біоенергія і продовольство»	37,9	49,3

урожайність кукурудзи на контролі (без добрив) 3,49 т/га (див. табл. 1).

Зелена маса кукурудзи є сировиною для отримання біогазу, а з нього — тепло- й електроенергії. При цьому з органічним добривом, що залишається після газогенерації, у ґрунт повертаються всі вивінені з біомасою макро- та мікроелементи. Тому врожайність силосної кукурудзи приймають відповідно до варіанта з 1-ю дозою удобрення 23,8 т/га (див. табл. 1).

Зерно кукурудзи та пшениці, їхня побічна продукція і кукурудзяний силос — оптимальна кормова база для тваринництва. За щільності розміщення тварин 1 ум. гол./га та продуктивності дійних корів 4 тис. кг/рік на кожні 5,1 к. од. [5] рослинної біомаси сівозміни отримують 1 кг готових до споживання продуктів тваринництва. Оскільки після відокремлення біогазу з біогумусом у ґрунт повернеться переважна частина всіх вивіненіх з біомасою біогенних елементів, урожайність зазначених культур приймають відповідно до варіанта дослідів з одиначною дозою добрив (див. табл. 1).

Отже, за поширення на всю територію регіону стратегії, спрямованої на виробництво максимальної кількості зерна кукурудзи, валовий дохід становитиме близько 8 тис. грн/га (табл. 4).

Якщо орієнтуватися на виробництво біогазу з біомаси силосної кукурудзи, то за сучасного «зеленого тарифу» на вироблену з нього електроенергію з урахуванням супутньої теплоенергії та заощаджених за рахунок рециркуляції біогенних елементів промислових мінеральних добрив можна отримувати 12,7 тис. грн/га. При цьому слід мати на увазі, що такий варіант розвитку через 10 років після закінчення дії «зеленого тарифу» за економічними показниками поступатиметься попередньому, оскільки за цей термін переваги зникнуть, і валовий дохід становитиме лише 5,8 тис. грн/га. Однак важливо, що за умови подальшого розвитку галузевої структури аграрного виробництва, зокрема внаслідок організації адекватної наявному потенціалу виробництва рослинної біомаси галузі тваринництва, досить капіталоємні потужності біогазових станцій знову використовуватимуться ефективно. Тому модель «Біоенергія» можна розглядати як перехідну.

Головна перевага молочного скотарства перед іншими напрямками розвитку тваринництва полягає в здатності худоби трансформувати майже всі види рослинної біомаси в продукцію — молоко і м'ясо. Скажімо, за силосного типу годівлі тварин силосуванню підлягає зелена маса кукурудзи МВС у суміші із соломкою озимини та стеблами зернової кукурудзи. Соковиті корми доповнюють концентрованими, отриманими із зерна кукурудзи та пшениці. Це дає змогу виробити на 1 га ріллі 1,1 т готової до споживання м'ясо-молочної продукції та 4,1 Гкал/га тепло- та 4,1 тис. кВт/га електроенергії з відходів тваринництва. З урахуванням заощаджених мінеральних добрив валовий дохід становитиме понад 50 тис. грн/га, а через 10 років скоротиться лише до 46,5 тис. грн/га.

Для досягнення таких показників слід створити відповідну інфраструктуру. На відміну від зернової спеціалізації аграрного виробництва перехід до енергогенерації з біомаси передбачає будівництво біогазової установки та при-

**4. Виробництво і реалізація продукції за різної спеціалізації агроєкосистеми**

Модель	Продукція	Одиниця виміру	Кількість	Ціна, грн	Вартість, грн/га
№ 1 «Зерно»	Зерно	т/га	3,5	2200	7673
	Стебла	т/га	4,5	90	408
	Разом	грн/га			8082
№ 2 «Біоенергія»	Теплоенергія	Гкал/га	7,3	280	2040
	Електроенергія	тис. кВт·год	7,3	1300/350	9440/2555
	Мінеральні добрива	т/га	0,2	6000	1218
	Разом	грн/га			12698/5813*
№ 3 «Біоенергія і продовольство»	Теплоенергія	Гкал/га	4,1	280	1143
	Електроенергія	тис. кВт·год	4,1	1300/350	5291/1435
	Мінеральні добрива	т/га	0,2	6000	1110
	Продукти	т/га	1,1	40000	42870
	Разом	грн/га			50414/46558*

\* Через 10 років.

**5. Витрати на інфраструктуру та економічна ефективність за моделями розвитку, грн/га**

Складові інфраструктури та економічні показники	Модель № 1 «Зерно»	Модель № 2 «Біоенергія»	Модель № 3 «Біоенергія і продовольство»
Витрати на інфраструктуру	–	<b>28350</b>	<b>53573</b>
У т.ч.:			
Біогазова установка	–	25900	25900
Комплекс ВРХ	–	–	3750
Придбання поголів'я	–	–	7690
Переробка:			
молока	–	–	1938
м'яса	–	–	12000
Технологічні витрати	2864	2450	2870
Валовий дохід	8082	12698/5813*	50414/46558*
Чистий прибуток	5218	10248/3363	47544/43688
Строк окупності, років	–	2,2	1,1/1,2

\* Через 10 років.

дбання когенераційної теплоелектростанції. У перерахунку вартості біогазової станції з потужністю переробки біомаси з 500 га на 1 га витрати фінансових ресурсів будуть істотними і становитимуть 25,9 тис. грн/га (табл. 5). З урахуванням агротехнологічних затрат на вирощування зеленої маси кукурудзи та валового доходу очікуваний термін окупності біогазового обладнання становитиме 2,2 року, а чистий дохід після повернення коштів — понад 10 тис. грн/га, хоча через 10 років знизиться лише до 3,4 тис. грн/га.

У разі створення галузі молочного скотарства витрати на будівництво тваринницького комплексу за щільності ВРХ 1 ум. гол./га становитимуть 3,7 тис. грн/га, на придбання дійних корів і нетелів потрібно 8 тис. грн/га, організацію переробки молока і м'яса — відповідно 2 і 12 тис. грн/га, а сумарні витрати на створення інфраструктури сягнуть понад 53 тис. грн/га зі строком окупності 1,1 року.

Після повернення витрат на інфраструктуру щорічний чистий прибуток становитиме 43–47 тис. грн/га.

### **Висновки**

*За аналізом інформаційної бази стаціонарного агротехнічного дослідження в північно-центральному Степу, з порівнюваних напрямів розвитку аграрного виробництва найперспективнішою є галузева структура, що забезпечує комплекс-*

*не отримання тваринного продовольства та біоенергії з відходів тваринництва. Саме цей варіант доцільно брати за основу для опрацювання перспективних моделей розвитку господарських формувань регіону.*

### **Бібліографія**

1. *Біоенергетичні* зрошувані агроєкосистеми. — К.: ДІА, 2010. — 86 с.
2. *Довгострокові* стаціонарні польові дослідження України. Реєстр атестатів. — Харків: Друкарня № 13, 2006. — 120 с.
3. *Рекомендації* з формування біоенергетичних агроєкосистем. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва (Лівобережний Лісо-
4. *Системи* біоенергетичного аграрного виробництва. — К.: ДІА, 2009. — С. 16.
5. *Формирование* устойчивых агроєкосистем. — К.: ДІА, 2007. — 560 с.
6. *Формування* енергогенеруючих біоорганічних агроєкосистем. — К.: ДІА, 2008. — 152 с.
7. <http://ecoclubua.com/tag/zelenyj-taryfi/>