

УДК 631.1:631.192

© 2023

СІВОЗМІНИ ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ В ОРГАНІЧНОМУ БІОЕНЕРГЕТИЧНОМУ АГРОВИРОБНИЦТВІ

Ю.О. Тараріко¹, Г.І. Личук², В.А. Величко³

^{1,3}доктори сільськогосподарських наук, професори, академіки НААН

²кандидат сільськогосподарських наук

¹Інститут водних проблем і меліорації НААН

вул. Васильківська, 37, Київ, 03022, Україна

²ДУ Національний антарктичний науковий центр МОН України

бульв. Тараса Шевченка, 16, м. Київ, 01601, Україна

³ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024, Україна

e-mail: ¹urtar@bigmir.net, ²aspirant.nnciz@gmail.com, ³agrovisnyk@ukr.net

ORCID: ¹0000-0001-8475-240X, ²0000-0002-2579-5036, ³0000-0003-0831-8390

Надійшла 16.08.2023

Мета. На основі збереженого агроресурсного потенціалу державного сільськогосподарського підприємства в Полтавській обл. розробити перспективні моделі його розвитку та вдосконалити зональну систему землеробства на засадах органічного виробництва. **Методи.** Об'єкт досліджень — Державне підприємство «Дослідне господарство «Імені 9 січня» Хорольського р-ну Полтавської обл., що входить до системи Національної академії аграрних наук України. Площа орних земель підприємств становить 6900 га. Комп'ютерне багатоваріантне імітаційне моделювання здійснювали за допомогою програмного комплексу «Агроекосистема». **Результати.** На базовому рівні підприємство повністю забезпечене основними засобами виробництва, трудовими ресурсами, тваринництво представлено дійним стадом у 600 корів продуктивністю 6 тис. л молока на рік, а також свинотоварною фермою на 2000 свиней. Для забезпечення тваринництва кормами щороку потрібно відводити 1300 га ріллі. Ці землі використовують під кормові прифермські сівозміни з унесенням 10 т/га гною. На решті ріллі за використання на добриво відходів рослинництва їх треба доповнювати $N_{45}P_{40}K_{25}$, у разі відчуження соломи і стебел з поля компенсуюча норма буде на рівні $N_{90}P_{50}K_{80}$. За впровадження біоенергетичної органічної системи агровиробництва інтенсивність балансу азоту становитиме на рівні 120%, фосфору — 95 і калію — майже 100% без застосування мінеральних добрив. Поряд з оптимальним чергуванням культур у сівозмінах, а також із знезараженням усіх відходів на біоенергетичній установці це дає змогу перейти на засади органічного землеробства і загалом виробництва із забезпеченням прибутковості на рівні 8 тис. у. од./га. **Висновки.** Збережені цілісні майнові комплекси державних сільськогосподарських підприємств доцільно використовувати для формування сучасних біоенергетичних систем аграрного виробництва. Вдосконалення систем землеробства на засадах створення замкнених циклів макро- і мікроелементів, упровадження науково обґрунтованих сівозмін

та знезараження органічних відходів дасть можливість отримувати сертифіковану органічну продукцію.

Ключові слова: структура посівних площ, системи землеробства, моделі аграрного виробництва, сівозміни, системи удобрення, органічна продукція.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202309-09>

На початку 90-х років ХХ ст. в Україні середня площа землі в обробітку перевищувала 3000 га на одне сільськогосподарське підприємство [1]. Зокрема у Полтавській обл. налічувалося 654 власники землі та землекористувачі із площею ріллі 1,5 млн га та середньою кількістю землі в обробітку майже 2300 га. Державних сільськогосподарських підприємств було 178 із середньою площею орних земель 1300 га [2, 3].

Навантаження на ріллю сільськогосподарськими тваринами у середньому за адміністративними областями становило 0,81 ум. гол. на 1 га (усього 25,7 млн ум. гол.), а кормові культури займали 37% у структурі посівних площ (12 млн га) [4, 5]. Відповідно до тих умов великотоварного сільськогосподарського виробництва були розроблені зональні [6–8] та регіональні [9–11] науково обґрунтовані системи землеробства. Виконували цю роботу на базі результатів довгострокових досліджень у стаціонарних агротехнічних дослідах розвинутої мережі науково-дослідних установ Академії [12, 13], зокрема у регіоні Полтавщини [14].

За роки незалежності України структура агропромислового виробництва істотно трансформувалася. Нині середня площа ріллі сільськогосподарського підприємства зменшилася до 530 га, тваринництво скоротилося до 0,29 ум. гол. на 1 га ріллі, частка кормових культур у структурі посівних площ становить 8% [15]. Відповідно змінилася система сівозмін, удобрення, захисту рослин, обробітку ґрунту тощо. За результатами цих змін також було розроблено наукові основи агропромислового виробництва та систем землеробства [16–18]. Однак у неконтрольованих ринкових умовах сучасної поширеної практики рослинницької спеціалізації зі спонтанним формуванням структури посівних площ без дотримання сівозмін ці розробки в основному виявилися незатребуваними [19, 20].

Водночас вагому частину орних земель України займають державні сільськогосподарські підприємства, зокрема в системі Національної академії аграрних наук України. Здебільшого ці підприємства зберегли розповсюджену за часів колишнього СРСР схему виробничої діяльності. Це цілісні майнові комплекси з високим рівнем зайнятості місцевого населення, з набором необхідних технічних засобів і приміщень, тваринництвом, ремонтною базою та іншими складовими інфраструктури. Кардинально підняти ефективність використання наявного агропромислового потенціалу дає змогу оптимізація галузевої структури на засадах створення замкнених циклів речовини й енергії, зокрема в напрямі організації збалансованого виробництва продуктів харчування (олії, цукру, м'ясо-молочних, овочевих та інших готових до споживання продуктів), сировини для промисловості (рослинного лубна, шкіри тварин), біоенергії (метану, біодизеля, електрики), органічних добрив (гною, дегістату, біогумусу) [21,22]. Така організація виробничої структури потребує опрацювання нових систем землеробства, зокрема систем удобрення та систем сівозмін.

Мета досліджень — на прикладі типового великотоварного сільськогосподарського підприємства Полтавської обл. розробити перспективні моделі його розвитку та вдосконалити зональну систему землеробства для більш повного використання наявного агропромислового потенціалу на принципах біологізації, ресурсо- й енергозбереження, високої прибутковості та зайнятості населення.

Методика досліджень. Об'єкт досліджень — Державне підприємство «Дослідне господарство «Імені 9 січня» Хорольського р-ну Полтавської обл., що входить в систему Національної академії аграрних наук України. Площа орних земель у підприємстві становить 6900 га. Ці землі

розподілені між відділеннями: с. Орликівщина, с. Бригадирівка, с. Новоіванівка, с. Ялосовецьке (див. рисунок).

Ґрунт в основному представлений чорноземом типовим з умістом гумусу 3,0–3,2%, з низькою забезпеченістю доступними сполуками азоту, підвищеною — фосфору і калію, рН — 6–7.

На базовому рівні підприємство забезпечене основними засобами виробництва, трудовими ресурсами. Тваринництво представлено дійним стадом у 600 корів продуктивністю 6000 л молока на рік з відповідною кількістю телят і нетелів, а також свинотоварною фермою на 2000 свиней. Для забезпечення тваринництва кормами щороку потрібно відводити приблизно 1300 га ріллі. На решті площі вирощують зернові колосові культури, кукурудзу та соняшник.

Комп'ютерне багатоваріантне імітаційне моделювання здійснювали за допомогою

програмного комплексу «Агроекосистема» [23, 24]. Розглядали такі варіанти розвитку підприємства:

Модель № 1 — базова (сучасна практика).

Модель № 2 — «Модель № 1 + переробка продукції тваринництва».

Модель № 3 — «Модель № 2 + залучення буряків цукрових з переробкою».

Модель № 4 — «Модель № 3 + підвищення продуктивності корів до 10 тис. л молока на рік».

Модель № 5 — «Модель № 4 + розширення тваринництва відповідно до потенціалу рослинництва».

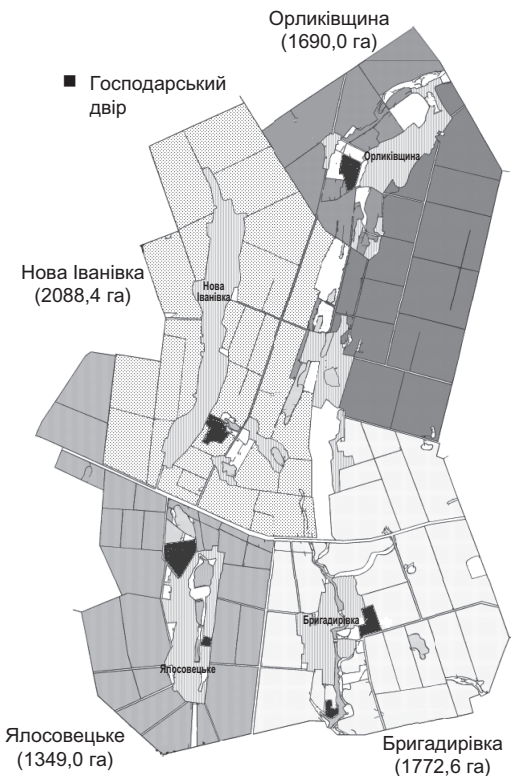
Модель № 6 — «Модель № 5 + біогазова установка».

Модель № 7 — «Модель № 6 + сертифікована органічна продукція».

Аналіз моделей показав, що найперспективнішими є № 6 і № 7. Для реалізації цих варіантів на практиці потрібно залучити 38–40 млн ум. од., очікувані витрати на виробництво — 11 млн ум. од., валовий дохід — 67 млн ум. од., чистий дохід — 56 млн ум. од. або 8,2 тис. ум. од./га, строк окупності капітальних затрат — 2 роки.

Результати досліджень. Згідно зі структурою посівних площ у Полтавській обл. у середньому за останні 10 років на кукурудзу припадає 35% ріллі, соняшник — 20, пшеницю озиму — 14, зернобобові, ріпак, на ярі зернові — 17%. Тобто здебільшого використовують польову сівозміну: 1, 2 — кукурудза на зерно, 3 — зернобобові, ріпак, ярі, 4 — пшениця озима, 5 — соняшник. За середньої врожайності кукурудзи у стаціонарному агротехнічному досліді Полтавської дослідної станції на фоні органо-мінеральної системи удобрення 5,5 т/га, пшениці — 3,5 т/га, соняшнику — 2,5 т/га, інших (по гороху) — 3 т/га середній вихід зерна в такій сівозміні буде на рівні 4 т/га [14].

За ґрунтово-екологічним районуванням України [30] досліджуваний регіон переважно належить до лісостепової помірно зволоженої підзони з ГТК_{V-IV} = 0,9–1,00. За гідротермічними умовами періодів — травень–липень — до зволоженої в першу половину вегетації та недостатньо зволоженої — в другу половину вегетації ґрунтово-екологічної провінції (індекс 86 б').



Розміщення контурів орних земель у полях перспективної 8-пільної зерно-кормової сівозміни

У цих умовах агроґрунтовий агропотенціал ефективної родючості ґрунту [31] при застосуванні додаткових матеріальних ресурсів (добрив та меліорантів) залежно від гранулометричного складу становить для пшениці озимої 35–40 ц/га (середнє), кукурудзи на зерно — 48–52, гороху — 26–29, соняшнику — 24–26 ц/га [29, 32].

Щодо особливостей сучасної структури тваринництва ДП «ДГ Імені 9 січня» за врожайності кукурудзи на корм 40 т/га, багаторічних і однорічних трав — 30 т/га зеленої маси для виробництва достатньої кількості кормів потрібно задіяти 1300 га ріллі, з яких — приблизно половину займають кормові, а іншу половину — зернові культури. Ці землі межують із тваринницькими фермами і знаходяться під кормовими сівозмінами в яких і вноситься отриманий протягом року гній. При розрахунках виходили з того, що у гній переходить половина органічної речовини спожитих тваринами кормів, солома на підстилку, а також зіпсовані в процесі зберігання та згодовування основні корми (20% від загальної кількості). Установлено, що щорічний вихід свіжого гною 75% вологості становить 15–16 тис. т, у результаті гарячепресованого зберігання його маса знижується до 12–13 тис. т або до 10 т/га сівозмінної площі.

Внаслідок узагальнення даних довготривалих стаціонарних дослідів із добривами, було доведено, що з метою виявлення глибини порушення балансової рівноваги як в окремих сівозмінах, так і на земельних територіях більшого масштабу, потрібно використовувати показник інтенсивного балансу [25].

Інтенсивність балансу (ІБ) обчислюється за такою формулою:

$$ІБ = Н/В \times 100,$$

де ІБ — показник інтенсивності балансу речовини, %; Н — надходження поживних речовин у ґрунт, кг/га д. р.; В — їхні втрати, кг/га д. р.

Близька до оптимальної величина ІБ по азоту становить 105–110%. Орієнтовно-оптимальні показники ІБ фосфору і калію, залежно від їх вмісту у ґрунті, подані в табл. 1.

Зазначені параметри забезпечують високу продуктивність землеробства, розширене відтворення родючості ґрунтів, екологічне

благополуччя агроценозів і якість сільськогосподарської продукції.

Як відзначалося, досліджувані орні землі підприємства мають низьку забезпеченість азотом та підвищену фосфором і калієм. За таких умов оптимальна інтенсивність їхнього балансу становить відповідно 105, 150 і 70%. За внесення 10 т/га органічних добрив у кормових прифермських сівозмінах у поєднанні з $N_{60}P_{40}$ компенсуватиметься винесення поживних речовин та забезпечуватиметься бездефіцитний баланс гумусу. Отримані результати свідчать також про недоцільність внесення калійних мінеральних добрив на фоні 10 т/га сівозмінної площі гною.

На решті орних земель під польовими сівозмінами можливі два варіанти систем удобрення — з використанням на добриво побічної продукції врожаю та без неї. В першому випадку формуватиметься розширене відтворення гумусного стану ґрунту, а оптимальна інтенсивність балансу біогенних елементів досягається за внесення на 1 га орних земель $N_{45}P_{40}K_{25}$. У другому випадку — баланс гумусу буде негативним, а компенсувальні дози мінеральних добрив перебуватимуть на рівні $N_{90}P_{50}K_{80}$.

Якщо гній вноситиметься не тільки в кормових сівозмінах, то оцінюватимуть баланс елементів живлення загалом на всю площу орних земель (табл. 2). Так, винесення з ґрунту основною та побічною продукцією азоту, фосфору і калію становитиме відповідно 800, 280 та 620 т, повертатиметься в ґрунт з побічною продукцією та гноем 130, 50 і 155 т. З урахуванням того, що приблизно половину площі

1. Нормативи інтенсивності балансу фосфору та калію залежно від їхнього вмісту в ґрунті [25]

Рівень умісту поживних речовин у ґрунті	Інтенсивність балансу, %	
	P_2O_5	K_2O
Дуже низький	280	150
Низький	250	130
Середній	200	110
Підвищений	150	90
Високий	100	70
Дуже високий	80	50

кормових культур займатимуть багаторічні бобові трави і на кожну тонну їхньої сухої речовини фіксуватиметься 30 кг молекулярного азоту [26] баланс цього елемента становитиме –592 кг/га, фосфору та калію відповідно –226 та –465 т, або –86, –33 та –67 кг/га. Отже, дози цих елементів для досягнення оптимальної інтенсивності їхнього балансу будуть на рівні $N_{90}P_{50}K_{60}$ на 1 га ріллі.

За впровадження біоенергетичної системи аграрного виробництва, коли практично вся вирощена рослинна біомаса використовуватиметься у тваринництві [29] непотрібно розподіляти площі між польовими та кормовими сівозмінами. Очевидно, що найкращим варіантом є створення єдиного комплексу з виробництва передбаченого асортименту продукції, з новою інфраструктурою по утриманню ВРХ, молокозаводом, м'ясокомбінатом, біогазовою установкою, елеватором тощо. Але, враховуючи, що це підприємство включає 4 відділення, можливий варіант формування кількох таких комплексів. Залежно від їхньої кількості впроваджуватимуться сівозміни типу: 1 — кормові; 2 — зернові; 3 — цукрові буряки. Якщо це буде один комплекс, то більш конкретно за культурами можливий такий варіант чергування культур із середнім розміром поля 862,5 га: 1 — пшениця озима; 2 — буряки цукрові; 3 — кукурудза на зерно; 4 — кукурудза МВС; 5 — буряки цукрові; 6 — соняшник; 7 — кукурудза 3/к 1/2 + однорічні трави 1/2; 8 — багаторічні трави (вивідне поле).

Якщо біоенергетичних комплексів буде кілька, то з погляду логістики більш прийнятним буде варіант 16-пільної сівозміни з середнім розміром поля 431,2 га: 1 — кукурудза на зерно; 2 — зернобобові, ярі зернові; 3 — буряки цукрові; 4 — кукурудза на зерно; 5 — кукурудза МВС; 6 — буряки цукрові; 7 — кукурудза на зерно; 8 — кукурудза МВС; 9 — буряки цукрові; 10 — соняшник; 11 — кукурудза МВС; 12 — пшениця озима; 13 — буряки цукрові; 14 — однорічні трави; 15 — багаторічні трави (вивідне поле); 16 — багаторічні трави (вивідне поле).

У результаті впровадження таких сівозмін буде забезпечено повноцінну годівлю тварин, розраховану на досягнення максимальної продуктивності дійного стада. З іншого боку органічні відходи, зокрема відділення тварин, зіпсовані корми, надлишки малоцінної частини урожаю, щороку накопичуватимуться в обсязі 38–40 тис. т сухої речовини. За їхньої переробки на біогазовій установці можна отримати більше 20 тис. т біогумусу (дегістату) або в перерахунок на гній 75% вологості 80 тис. т. Біологічна фіксація азоту бобовими забезпечить його інтенсивність балансу (ІБ) на рівні 120%, ІБ фосфору становитиме 95% і калію майже 100% (див. табл. 2). Тобто, за такого сценарію формуються замкнені цикли макро- і мікроелементів, що є передумовою переходу на засади органічного землеробства та виробництва.

Безпосередньо на виході з реакторів метанового бродіння вологість біогумусу

2. Інтенсивність балансу (ІБ) біогенних елементів за різних варіантів виробничої діяльності підприємства

Елемент	Винесення з ґрунту урожаєм, т	Відчуження за межі підприємства з продукцією, т		Залишається в органічних добривах, т	Біоазот, т	Баланс		ІБ, %
		зерно	м'ясо-молочна			т	кг/га	
<i>Сучасна практика</i>								
Азот	796	646	22	128	76	–592	–86	26
Фосфор	276	224	2	50	–	–226	–33	18
Калій	620	463	2	155	–	–465	–67	25
<i>Перспективний варіант розвитку (Моделі № 6 і № 7)</i>								
Азот	877	–	139	738	286	157	23	117
Фосфор	296	–	17	279	–	–17	–3	94
Калій	939	–	7	932	–	–7	–1	99

становить 93–94%. На відстанях до 5 км його можна вносити за допомогою спеціальних машин: SynCult, МЖУ-20, МВЖУ-20, МЕРРОЗЕТ РН. Однак унесення рідкого біогумусу обмежуватиметься також часовим фактором — періодом від збирання врожаю до замерзання ґрунту. Тому біогумус (дегістат) потрібно зневоднювати за допомогою різних технологій, зокрема у літній період способом випарювання з використанням тепла, що виділяється під час генерації електроенергії. Також із використанням центрифуг можна отримувати добриво 30%-ї вологості. Воно міститиме майже всі винесені врожаєм з ґрунту макро- і мікроелементи. В осінньо-зимовий період за можливості його кагатують на краях найбільш віддалених полів, призначених для удобрення. Коли умови не дають можливості це робити, то біогумус (дегістат) потрібно зберігати у сховищі неподалік від біогазової установки.

У запропонованій 8-пільній сівозміні найраніше поля вивільняються після пшениці озимої та кормових культур на зеленій корм. У роки, коли поле багаторічних трав після збирання зеленої маси готують під наступну культуру, біогумус (дегістат) з осені потрібно вивозити на підготовлені майданчики та вносити під оранку. Після збирання кормових культур на зелену масу здійснюється літній посів багаторічних трав. І, навпаки, якщо багаторічні трави в хорошому стані та їх непотрібно переорювати, після збирання попереднього соняшнику біогумус (дегістат) поступово вивозять і кагатують, а зразу після збирання врожаю зеленої маси кормових культур його вносять і заробляють у ґрунт. Якщо кількість дегістату на полі в кагатах недостатня, то додатково вносяться рідкі органічні добрива, що накопичуються у резервуарі біля реакторів метанового бродіння.

Наприклад, якщо площа поля після соняшнику 1000 га і на нього потрібно вивезти і внести половину виробленого біогумусу (дегістату), то його маса становитиме 15 тис. т. Ці добрива розміщуються вздовж країв контурів, з яких складається поле. В роки, коли люцерна переорюється, вказану «операцію» проводять на полі, зайнятому цією культурою. Органічні добрива з польових буртів розподіляються причіпними

розкидачами типу ПРТ-10.

Другу нагромаджену у стаціонарному гноєсховищі половину біогумусу (дегістату) після збирання зеленої маси кормових культур вивозять і рівномірно розподіляють наявними транспортними засобами купами, які потім розкидають роторними розкидачами типу РУН-15А. Таке положення зумовлено тим, що при внесенні нагромаджених у прифермському гноєсховищі добрив причіпні розкидачі при суміщенні з їх транспортуванням на відстань 2–3 км і розкиданням мають дуже низьку продуктивність. Невигідно також перевозити транспортом і вивантажувати добрива на полі, а потім знову завантажувати ними причіпні розкидачі. З іншого боку, не завжди доцільно при внесенні добрив з польових буртів застосовувати роторні розкидачі, оскільки це потребує виконання додаткової «операції» розвезення добрив з буртів купами по полю. Отже, найбільш раціональним є поєднання роботи роторних (унесення добрив зі сховища) і причіпних розкидачів (унесення з польових буртів).

Добрива з гноєсховища вибирають зворотно до процесу їх закладання й транспортують на поле, де розподіляють по купам певному порядку. Відстань між рядами куп визначають залежно від раціональної ширини розкидання, зазвичай оптимальна відстань між рядами становить 20–25 м.

Перед вивезенням добрив, на полі позначають ряди, а кожному водію автосамоскида чи тракторного транспортного засобу роз'яснюють, на якій відстані слід розміщувати купи в ряду. Роторні розкидачі РУН-15А працюють надійніше, якщо маса куп не перевищує 2–2,5 т. Тому при вивезенні добрив автосамоскидами чи тракторними причепами більшої вантажопідйомності, купи перед розкиданням бульдозерами або валкоутворювачами роторних розкидачів потрібно ділити на дві–три частини. З куп органічні добрива розкидають роторними розкидачами, які рухаються човниковим способом.

Норму внесення органічних добрив розкидачем РУН-15А регулюють також шляхом підбору величини прохідного вікна валкоутворювача. За правильно підібраної величини прохідного вікна маса однієї

купи має розтягуватись у рівномірний валок до наступної купи. Дозволяється переривчастість валка не більше 15 м.

Добрива, вивезені в бурти на краї поля, розкидають гноєрозкидачами. Під час унесення добрив на полі навантажувач завантажує в гноєрозкидачі тільки половину кожного бурта в ряду, а при зворотному русі навантажувача — другу половину. Це дає змогу швидко підготувати окремі частини поля для обробітку ґрунту. Кількість буртів та їх величину розраховують згідно площі кожного контуру.

У разі переробки свіжого гною на біогаз і біогумус 30%-ї вологості, його норма в полі площею 1000 га становитиме 17 т/га, що має супроводжуватися відповідним регулюванням технічних засобів, уточненням розмірів буртів та їх маси, відстані між купами та ін.

Перехід до органічних систем землеробства передбачає відмову від застосування синтетичних мінеральних добрив, зокрема азотних. Покращується азотне живлення рослин за рахунок застосування бактеріальних препаратів азотофіксуючої дії на всіх культурах сівозміни [27]. За останніми дослідженнями, використання таких препаратів дає змогу у середньому збільшувати врожайність польових культур на 15% [22].

Дефіцит у балансі фосфору ліквідується унесенням мінеральних фосфатів у запас. Для посилення рухомості внесених фосфорних добрив доцільно використовувати фосформобілізувальні біопрепарати. Одним з таких препаратів є поліміксобактерин — оригінатор Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН [28].

Органічні системи виробництва передбачають також відмову від застосування пестицидів. За впровадження виробничої структури, що передбачається Моделями № 6 і № 7, буде здійснено перехід до сівозмін з оптимальними попередниками та термінами повернення культур на попереднє місце вирощування. Це є важливою передумовою, що блокує поширення шкочинних організмів. Крім того, у запропонованих сівозмінах більшість культур є просапними, де гербіциди можна замінити механічними прийомами боротьби з бур'янами.

Важливим також є те, що на біогазовій установці в процесі метанового бродіння відбувається повна стерилізація усіх відходів рослинництва і тваринництва, зокрема насіння бур'янів втрачає схожість. З упровадженням оптимальних сівозмін у перспективі це дасть змогу перейти до біологічної системи захисту рослин.

Висновки

Збережені цілісні майнові комплекси державних сільськогосподарських підприємств доцільно використовувати для формування сучасних біоенергетичних систем органічного агропромисловості. Вдосконалення систем землеробства на засадах створення замкнених циклів макро- і мікроелементів дасть змогу мінімізувати застосування агрохімікатів. Проведені балансові дослідження та висвітлені технологічні аспекти впровадження органічної системи удобрення свідчать, що за масштабної реалізації

на практиці біоенергетичної системи аграрного виробництва йдеться про освоєння технологій з мінімальним використанням агрохімікатів та можливістю екологічного маркування продукції найвищої якості, збереженням і відтворенням навколишнього природного середовища та створенням гармонійних умов життя для сільського населення. Ці аспекти є важливими чинниками і передумовами високої ефективності та конкурентоспроможності аграрного виробництва України у майбутньому.

Tarariko Yu.¹, Lychuk G.², Velychko V.³

¹Institute of Water Problems and Reclamation of NAAS, 37 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine; ²SE National Antarctic Scientific Center of the Ministry of Education and Science of Ukraine, 16 Tarasa Shevchenka

Boulevard, Kyiv, 01601, Ukraine; ³National Scientific Center "Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O.N. Sokolovskiy", 6 Chaikovska Str., Kharkiv, 61024, Ukraine; e-mail: ¹urtar@bigmir.net, ²aspirant.nnciz@gmail.com, ³agrovivnyk@ukr.net;

ORCID: ¹0000-0001-8475-240X, ²0000-0002-2579-5036, ³0000-0003-0831-8390

Crop rotation and fertilizer systems in organic bioenergy agricultural production

Goal. Using the preserved agricultural resource potential of the state agricultural enterprise in the Poltava region to develop promising models of its development and to improve the zonal system of agriculture based on organic production. **Methods.** The object of research was the State Enterprise "Research Farm "Imeni 9 Januari" (Khorolsky district, Poltava oblast), which was part of the system of NAAS. The area of arable land of enterprises was 6900 hectares. Computer multivariate simulation modeling was carried out using the "Agroecosystem" software complex. **Results.** At the basic level, the enterprise was fully equipped with the main means of production, labor resources. Animal husbandry was represented by a dairy herd of 600 cows with a productivity of 6000 liters of milk per year, as well as a pig farm for 2000 pigs. 1300 hectares of arable land had to be set aside every year to provide fodder for animal husbandry. These lands were used for fodder on-farm crop rotations with the addition of 10 t/ha of manure. On the rest of the arable land, for the use of plant

waste as fertilizer, they had to be supplemented with $N_{45}P_{40}K_{25}$, in case of alienation of straw and stalks from the field, the compensatory rate would be at the level of $N_{90}P_{50}K_{80}$. With the implementation of the bioenergetic organic system of agricultural production, the intensity of the nitrogen balance was at the level of 120%, phosphorus — 95%, and potassium — almost 100% without the use of mineral fertilizers. Along with the optimal alternation of crops in crop rotations, as well as the disinfection of all waste at the bioenergy plant, that made it possible to switch to the principles of organic farming and production in general, ensuring profitability at the level of 8000 cond. units/ha. **Conclusions.** It is expedient to use preserved integral property complexes of state agricultural enterprises for the formation of modern bioenergy systems of agricultural production. Improvement of agricultural systems based on the principles of creating closed cycles of macro- and microelements, introduction of scientifically based crop rotations, and decontamination of organic waste will provide an opportunity to obtain certified organic products.

Key words: structure of sown areas, farming systems, agricultural production models, crop rotation, fertilization systems, organic products.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202309-09>

Бібліографія

1. *Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур*; за ред. В.Ф. Камінського. Київ: ВП «Едельвейс», 2012. 196 с.

2. *Державний земельний кадастр України за станом на 1 січня 1994 року*. Державний комітет України по земельних ресурсах. Київ, 1994. 179 с.

3. *Наличие и распределение земельного фонда в Украинской ССР*. Киев: ГОСАГРОПРОМ УССР. Управление землепользования и землеустройства, 1987. 99 с.

4. *Народное хозяйство СССР в 1988 г.:* статистический ежегодник. Госкомстат СССР. Москва: Финансы и статистика, 1989. 766 с.

5. *Меліоровані агроєкосистеми*. Ніжин: Видавць ПП Лисенко М.М., 2017. 696 с.

6. *Научные основы ведения сельского хозяйства зоны Лесостепи УССР в системе агропромышленного комплекса*. М-во сел. хоз-ва УССР; Южн. отд. ВАСХНИЛ; отв. ред. М.В. Хорунжий. Киев: Урожай, 1982. 384 с.

7. *Научные основы ведения сельского хозяйства зоны Степи УССР в системе агропромышленного комплекса*. М-во сел. хоз-ва УССР; Южн. отд. ВАСХНИЛ; отв. ред. М.В. Хорунжий. Киев: Урожай, 1982. 408 с.

8. *Науково обґрунтована система ведення сільського господарства на Поліссі та в західних районах УРСР*. Редкол.: П.О. Дорошенко (гол. ред.) та ін. Київ: Урожай, 1967. 512 с.

9. *Комплексная программа по научно обоснованной системе земледелия Полтавской области*. Полтавский агропромышленный комитет. Полтава, 1988. 248 с.

10. *Научно обоснованная система земледелия для Харьковской области*. Харьковское областное управление сельского хозяйства. Харьков: Облполиграфиздат, 1983. 253 с.

11. *Научно обоснованная система земледелия для Сумской области*. Сумское областное управление сельского хозяйства. Сумы, 1982. 292 с.

12. *Стаціонарні польові досліді України*. Реєстр атестатів. Київ: Аграрна наука, 2014. 146 с.

13. *Довгострокові стаціонарні польові досліді України*. Реєстр атестатів. Харків: Друкарня № 13, 2006. 120 с.

14. *Стаціонарні довгострокові польові досліді Полтавської дослідної станції ім. М.І. Вавилова*. Ч. 2; за ред. А.В. Кохана, Р.В. Олєпіра, Л.Д. Глуценка. Полтава, 2019. 295 с.

15. *Статистичний збірник «Сільське господарство України» за 2017 рік*. Державна служба статистики України, Київ, 2017. С. 2–246.

16. *Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону Країни; редкол. М.В. Зубець (голова редкол.) та ін.* Київ: Урожай, 2004. 560 с.

17. *Наукові основи ефективного розвитку землеробства в агроландшафтах України; за ред.*

В.Ф. Камінського. Київ: ВП «Едельвейс», 2015. 428 с.

18. *Гадзало Я.М., Гладій М.В., Саблук П.Т.* Аграрний потенціал України: напрями розвитку: монографія. Київ: Аграрна наука, 2016. 332 с.

19. *Єщенко В.О.* Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Землеробство*. Київ: ВП «Едельвейс», 2015. Вип. 1. С. 23–27.

20. *Кохан А.В., Глущенко Л.Д., Гангур В.В.* та ін. Насичення сівозмін соняшником; за ред. А.В. Кохан. Полтава: ПП Астроя, 2018. 83 с.

21. *Формування* сталих агроecosистем: теорія і практика. Київ: Аграрна наука, 2005. 508 с.

22. *Енергозберігаючі* агроecosистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України: рекомендації. Київ: ДІА, 2011. 576 с.

23. *Рекомендації* з формування біоенергетичних агроecosистем. Київ: ДІА, 2010. 156 с.

24. *Розробка* ґрунтозахисних ресурсо- та енергозберігаючих систем ведення сільськогосподарського виробництва з використанням комп'ютерного програмного комплексу: рекомендації. Київ: Нора-Друк, 2002. 122 с.

25. *Методика* суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь

України. Київ, 1994. 162 с.

26. *Нормативи* ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства. Київ: 1998. 158 с.

27. *Волкогон В.В.* Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур: монографія. Київ: Аграрна наука, 2007. 144 с.

28. *Волкогон В.В., Надкернична О.В., Токмакова Л.М.* Експериментальна ґрунтова мікробіологія. Київ: Аграрна наука, 2010. 464 с.

29. *Тараріко Ю.О., Величко В.А.* Адаптивна система аграрного виробництва в умовах нестійкого зволоження. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 12. С. 54–65. doi: 1031073/agrovisnyk202212-08

30. *Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А.* Класифікація ґрунтів України. Київ: Аграрна наука, 2005. 208 с.

31. *Полупан М.І., Соловей В.Б., Кисіль В.І., Величко В.А.* Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України: навч. посібн. Київ: Колообіг, 2005. 304 с.

32. *Полупан М.І., Величко В.А., Соловей В.Б.* Розвиток українського та агрономічного ґрунтознавства: генетичні та виробничі аспекти. Київ: Аграрна наука, 2015. 400 с.