



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.1:631.192

© 2022

АДАПТИВНА СИСТЕМА АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ НЕСТІЙКОГО ЗВОЛОЖЕННЯ

Ю.О. Тараріко¹, В.А. Величко²

^{1,2}доктори сільськогосподарських наук, професори, академіки НААН

¹Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна

вул. Васильківська, 37, Київ, 03022, Україна

²ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

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

e-mail: ¹rtar@bigmir.net, ²agrovisnyk@ukr.net

ORCID: ¹0000-0001-8475-240X; ²0000-0003-0831-8390

Надійшла 26.09.2022

Мета. Аналіз сучасного використання агроресурсного потенціалу регіону Полтавщини, опрацювання перспективних, високоприбуткових, адаптованих до умов нестійкого зволоження моделей виробничої діяльності. **Методи.** Для оцінки ефективності сучасної поширеної практики ведення аграрного виробництва в регіоні використовували усереднені за останні 5 років (2016–2020 рр.) статистичні дані Держкомстату України по Полтавській області. Для встановлення агропотенціалу природної та ефективної родючості чорнозему типового задіяно інформаційну базу тривалих агротехнічних дослідів Полтавської дослідної станції. Отримані результати використовували при опрацюванні перспективних варіантів розвитку ДП «ДГ ім. 9 січня» Хорольського р-ну Полтавської обл. Комп'ютерне багатоваріантне імітаційне моделювання здійснювали за допомогою програмного комплексу «Агроекосистема». **Результати.** Сучасна поширена практика рослинницької спеціалізації у Полтавській обл. вирізняється високою нестабільністю продуктивності основних польових культур. У цих умовах середня за 7 років прибутковість 1 га ріллі становить 270 у. о. Комп'ютерне імітаційне моделювання перспективних варіантів виробничої діяльності агропідприємства в Лівобережному Лісостепу показало, що вдосконалення його галузевої структури на біоенергетичній основі дає змогу кардинально підвищити прибутковість виробничої діяльності, істотно зменшити її сталість і стійкість до зовнішніх негативних факторів, зокрема до дефіциту зволоження. Це досягається приведенням у відповідність до потреб тваринництва структури посівних площ, підвищенням продуктивності дійного стада, організацією виробництва м'ясо-молочної продукції, цукру, олії та біоенергії, сертифікацією отриманої продукції як органічної, що в перспективі дасть змогу збільшити чистий прибуток до 8 тис. у. о./га. Освоєння технології тривалого зберігання

цукрової сировини з отриманням жому впродовж усього холодного періоду року, будівництво елеватора та сучасних сховищ для грубих і соковитих кормів, формування достатнього на випадок несприятливих умов вегетації страхового фонду, а також високий рівень фінансового самозабезпечення дадуть змогу істотно зміцнити сталість і стійкість виробничої системи до несприятливих факторів, зокрема агрометеорологічних. Висновки. Міжгалузева біоенергетична оптимізація аграрного виробництва стосовно агроресурсного потенціалу лівобережної частини лісостепової зони без зрошення значно підвищує сталість виробничої діяльності. При цьому заощаджується значна кількість хіміко-техногенних ресурсів і забезпечуються власні енергетичні потреби, що дає змогу значно знизити собівартість продукції та збільшити прибутковість сільськогосподарських підприємств.

Ключові слова: Лісостеп, зміни клімату, аграрне виробництво, сталість, стійкість, прибутковість.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202212-08>

В умовах істотних змін клімату, насамперед систематичного підвищення температури, на більшості сільськогосподарських територій України формується режим недостатнього зволоження, що супроводжується зниженням сталості землеробства та підвищенням ризиків вирощування всіх сільськогосподарських культур. За умов збереження та посилення зазначених вище тенденцій особливого значення для землеробства набувають зрошувані та осушувані землі [1–3].

На жаль, обсяги водних ресурсів в Україні обмежені і не на всіх сільськогосподарських територіях є реальна можливість штучного регулювання водно-повітряного режиму ґрунтів [4–7]. У цих регіонах активно протидія загрозам зниження або втрат урожаю можна лише шляхом оптимізації природного зволоження ґрунтів [8–11]. Проте нівелювати негативні впливи змін клімату можна не лише відомими агротехнічними способами та впровадженням більш адаптованих сортів і гібридів [12–17]. Проблема значною мірою можна розв'язувати через удосконалення самої структури аграрного виробництва щодо підвищення стійкості систем землеробства до можливих або очікуваних екстремальних ситуацій, зокрема агрометеорологічного характеру. Здійснюється це створенням ефективної системи важелів регулювання різних складових потенціалу агроресурсів для оптимізації їх використання у часі та

просторі з метою досягнення високого рівня незалежності від зовнішніх негативних факторів [18–22].

Усе це зумовлює необхідність розроблення систем аграрного виробництва, які дадуть змогу комплексно розв'язувати проблеми окремих сільськогосподарських підприємств і загалом аграрного сектору економіки України. В Інституті водних проблем і меліорації НААН теоретично обґрунтовано і розроблено засади формування збалансованих систем виробництва низьковуглецевих рослинного і тваринного продовольства, промислової сировини та біоенергії, що забезпечують розширене відтворення агроресурсного потенціалу сільськогосподарських територій і дають змогу комплексно розв'язувати проблеми розвитку аграрного сектору економіки на засадах кардинального підвищення його економічної, екологічної та соціальної ефективності. Здійснюється це шляхом використання сучасних інформаційних технологій, зокрема за допомогою багатоваріантного імітаційного комп'ютерного моделювання перспективних варіантів розвитку конкретних сільськогосподарських підприємств стосовно наявного потенціалу кліматичних, ґрунтових, водних, хіміко-техногенних, генетичних, трудових та інших ресурсів [23–25].

Мета досліджень — аналіз сучасного використання агроресурсного потенціалу регіону Полтавщини, опрацювання комп'ютерних імітаційних моделей перспективних систем

виробництва низьковуглецевої органічної сільськогосподарської продукції на основі Державного підприємства «Дослідне господарство ім. 9 січня» Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН.

Методика досліджень. Для оцінки ефективності сучасної поширеної практики ведення аграрного виробництва в регіоні використовували середні за останні 5 років (2016–2020 рр.) статистичні дані Держкомстату України по Полтавській області: структура посівних площ, урожайність культур, собівартість, ціна реалізації продукції та її прибутковість. Для встановлення потенціалу біопродуктивності чорнозему типового середньогумусного важкосуглинкового на лесовій породі було задіяно інформаційну базу тривалих агротехнічних дослідів Полтавської дослідної станції ім. М.І. Вавилова (географічні координати: 49°57' пн. ш., 34°57' сх. д., висота над рівнем моря 131 м), в яких із середини минулого століття вивчали системи сівозмін, удобрення та обробітку ґрунту, характерні для систем аграрного виробництва різної галузевої структури [26, 27]. У подальшому отримані результати використовували при опрацюванні перспективних варіантів розвитку ДП «ДГ ім. 9 січня» Хорольського р-ну Полтавської обл. Площа орних земель у підприємстві становить 6900 га, ґрунт — чорнозем типовий з умістом гумусу 3,0–3,2% із низькою забезпеченістю доступними сполуками азоту, підвищеною — фосфору і калію, з рН — 6–7. Середньорічна температура повітря за 60 років зросла з 7,5 до 9,7 °С за незмінної на рівні 550 мм кількості опадів, частота повторення сильно- і середньопосушливих років (ГТК<1) — з 48 до 61%.

Комп'ютерне багатоваріантне імітаційне моделювання здійснювали за допомогою програмного комплексу «Агроекосистема» [28,29].

Результати досліджень. Аналіз статистичних даних щодо структури посівних площ у Полтавській обл. показав, що в середньому з 2016 по 2020 рр. площа посівів озимої пшениці становила 14%, ячменю — 5, сояшнику — 19, кукурудзи на зерно — 35, сої — 10, кормових культур — 6%. Аналіз статистичних даних з урожайності сільськогосподарських культур з 2000 по 2020 рр.

свідчить про високу варіабельність цього показника за змінних погодних умов, зокрема зволоження. Вихід зерна пшениці озимої становив 10–48 ц/га (середній рівень 35,2 ц/га), ячменю — 17–36 ц/га (27,2 ц/га), кукурудзи — 28–82 ц/га (53,8 ц/га), сої — 10–24 ц/га (16,1 ц/га), сояшнику — 9–30 ц/га (16,1 ц/га), коренів буряків цукрових — 165–545 ц/га (середній рівень 351 ц/га).

За ґрунтово-екологічним районуванням України [32], регіон дослідження належить до лісостепової помірно зволоженої підзони з $ГТК_{v-ix} = 0,9–1,00$, за параметрами засвоєння опадів холодного періоду (XI–III) — до I ґрунтово-екологічної фації — зимово-сильнохолодної, із засвоєнням опадів холодного періоду 47%. За гідротермічними умовами періодів травень–липень (перша цифра), серпень–вересень (друга цифра) — до зволоженої в першу половину вегетації та недостатньо зволоженої — у другу половину вегетації ґрунтово-екологічної провінції (індекс 8,6).

За цих умов агроґрунтовий потенціал (нормативна врожайність відповідної сільськогосподарської культури конкретного за еколого-генетичним статусом і гранулометричним складом ґрунту співвіднесена до середньобагаторічних гідротермічних показників місця розташування) ефективної родючості ґрунту при застосуванні додаткових матеріальних ресурсів у вигляді добрив і меліорантів в оптимальних обсягах у регіоні досліджень становить для пшениці озимої 35,5 ц/га (середнє), відповідно ячменю ярого — 32,0, ячменю озимого — 35,5, кукурудзи на зерно — 48,0, сояшнику — 24,0, буряків цукрових — 320 ц/га [32].

Собівартість продукції окремих культур у 2017–2019 рр. також істотно змінювалася і становила: пшениці озимої — 79–111 у. о./т, кукурудзи — 73–109, сояшнику — 163–192, ріпаку — 191–222, сої — 163–259 у. о./т із середніми показниками відповідно 106; 89; 176; 204 та 209 у. о./т. У результаті прибутковість пшениці озимої була 96–285 у. о./га (середнє значення 205 у. о./га), ріпаку — 363–562 (468 у. о./га), сояшнику — 307–455 (400 у. о./га), кукурудзи — 125–629 (361 у. о./га), сої — 125–442 (середнє значення 248 у. о./га). Виробництво буряків цукрових попри порівняно високу їх урожайність в області в

окремі роки виявилось збитковим.

Отже, за чистим прибутком культури розміщуються в такий зростаючий ряд: пшениця озима, соя, кукурудза, соняшник, ріпак озимий. З урахуванням структури посівів основних культур у регіоні середній чистий дохід на 1 га ріллі становить майже 270 у. о./га.

Щодо результатів досліджень у стаціонарних дослідках, то їх варіанти розглядали як моделі елементарних агроєкосистем різної спеціалізації: на фонах без добрив, із використанням на добриво малоцінної частини врожаю імітується спеціалізація з виробництва органічних продуктів рослинництва, систематичне внесення гною моделює отримання органічної продукції тваринництва, мінеральні добрива окремо і в різних поєднаннях з органічними моделюють інтенсивні системи землеробства. Максимальна продуктивність посівів на різних агрофонах за роками імітує оптимізацію водно-повітряного режиму в умовах зрошення.

Оцінка продуктивності сівозміни в кормових одиницях показала, що природний потенціал чорнозему типового за впровадження типової зональної сівозміни дає змогу отримувати в середньому за роками 3,6 т к. од./га. Поліпшення поживного режиму ґрунту забезпечує 5,2 т к. од./га, оптимізація умов зволоження — 7,0, перехід до 4-пільної сівозміни з найбільш продуктивних культур — 4,3, зрошення за органічної системи удобрення — 8,3, органо-мінеральної системи удобрення — 9,1 за одночасної оптимізації всіх факторів продуктивність ріллі зростає до 11,0 т к. од./га.

Досягнення такої продуктивності в регіоні, де розміщується досліджуване сільськогосподарське підприємство, можливе, але є проблематичним. Це пов'язано з дефіцитом водних ресурсів щодо організації зрошення. Тому в подальшому за комп'ютерного моделювання можливих сценаріїв розвитку підприємства використовували середні багаторічні врожайні дані, отримані в дослідках. Зокрема, за органо-мінеральної системи удобрення вихід основної продукції кукурудзи, пшениці озимої, соняшнику, зернобобових і ярих зернових приймали 4 т/га, зеленої маси кукурудзи на силос — 40, багаторічних і однорічних трав — 30, коренів буряків цукрових — 40 т/га.

Середня за останні роки прибутковість 1 га ріллі в Полтавській обл. за рослинницької спеціалізації аграрного виробництва становила 270 у. о./га. Цей показник використовували для оцінки сучасної моделі ведення виробничої діяльності ДП «ДГ ім. 9 січня». Нині для забезпечення дійного стада в 600 корів продуктивністю 6 тис. л молока на рік з відповідною кількістю телят і нетелів необхідною кількістю кормів потрібно щороку використовувати 800 га ріллі. Для утримання 100 свиноматок і відповідної кількості поросят на відгодівлі потрібно задіяти майже 450 га ріллі. За даними Держкомстату України, ціна реалізації живої ваги свиней останніми роками становить 1384 у. о./т, живої ваги великої рогатої худоби — 1215, молока — 327 у. о./т. Собівартість цієї продукції — 1220, 1926 та 257 у. о./т відповідно. Чистий прибуток від галузі молочного скотарства перебуває на рівні 120 тис. у. о., свиноварства — 35 тис. у. о. У перерахунку на 1 га використаної для виробництва кормів для великої рогатої худоби площі це дорівнюватиме 140 у. о., для свиней — 80 у. о. із середнім показником 120 у. о./га на площу 1300 га. Із загальної площі ріллі 6900 га для виробництва продукції рослинництва залишається 5600 га з очікуваною прибутковістю 270 у. о./га. Отже, за сучасної практики ведення виробничої діяльності щороку чистий дохід у середньому становитиме майже 1,6–1,7 млн у. о., або 230–240 у. о./га. Встановлені параметри прибутковості будуть базовими (Модель № 1) для порівняння з перспективними моделями розвитку підприємства:

Модель № 1 — базова з краплинним зрошенням овочів на площі 100 га (відповідно до наявної кількості води в місцевому ставку).

Модель № 2 — «Переробка продукції тваринництва».

Модель № 3 — «Модель № 1 + буряки цукрові з переробкою».

Модель № 4 — «Модель № 2 + продуктивність корів 10 тис. л молока».

Модель № 5 — «Модель № 3 + на всю площу ріллі».

Модель № 6 — «Модель № 4 + біогазова установка».

Модель № 7 — «Модель № 5 + органічна продукція»

Відповідно до кожної із запропонованих Моделей нижче наводиться короткий опис суті елементу вдосконалення виробничої структури ДП «ДГ ім. 9 січня» та можливі переваги його впровадження та реалізації на практиці (рисунок).

Формування біоенергетичної системи аграрного виробництва на основі ДП «ДГ ім. 9 січня» дасть змогу в перспективі перейти на засади органічного землеробства. Тому що при створенні інфраструктури із замкненим циклом за межі підприємства з продукцією вилучатимуться лише складові атмосферного повітря (N, C, H, O) у вигляді білків, жирів, вуглеводів і вуглеводнів. Скажімо, у вершках міститься лише 0,4% азоту, 0,1 — фосфору, 0,1 — калію, у твердому сири — відповідно 4,2; 0,5 і 0,1%, м'ясі — 2,9; 0,2 і 0,5%. У результаті рециркуляція, або багаторазове використання з органічними добривами азоту за сценаріями Моделей № 5, 6 становитиме 84%, фосфору — 94, калію — 99%. Це дає змогу відмовитися від застосування промислових мінеральних добрив, а повне знезараження всіх відходів

разом з оптимальним чергуванням культур у сівозмінах дає змогу перейти на біологічну систему захисту рослин. При цьому сертифікація та реалізація органічної продукції порівняно зі стандартними технологіями дасть можливість значно підвищити прибутковість аграрного виробництва.

Отже, за сучасного рівня розвитку тваринницької галузь представлена комплексом великої рогатої худоби на 1500 гол. і свиноплексом на 2000 гол. Для переробки наявного молока на вершки і сир потрібно придбати модуль потужністю 10 т на добу. З підвищенням продуктивності дійного стада до 10000 л на рік потрібно буде переробляти вже 16 т молока на добу. У разі максимального розширення молочного стада відповідно до наявного потенціалу біопроductивності всієї ріллі слід облаштувати молокозавод потужністю 100 т молока на добу (табл. 1).

Нині для отримання парного м'яса і субпродуктів потрібно мати м'ясний цех із первинної добової переробки 3 гол. великої рогатої худоби або 5 гол. свиней. За

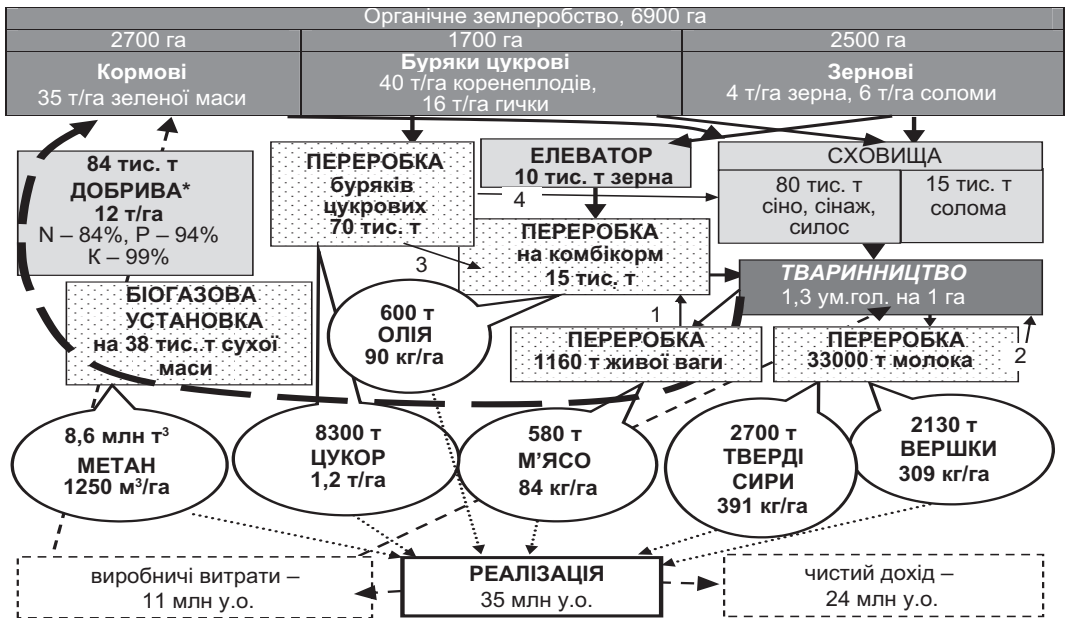


Схема біоенергетичної галузевої структури для ДП «ДГ ім. 9 січня»: *у перерахунку на гній 75% вологості; — — — — трансформація рослинної біомаси; — — — — органічні добрива (гній 75% вологості); — — — — виробничі витрати; — — — — зберігання; — — — — переробка; — — — — готова продукція; 1 — кісткове борошно; 2 — обрат; 3 — меляса; 4 — жом

1. Складові інфраструктури та їх орієнтовна вартість

Складові інфраструктури	Модель, №					
	1	2	3	4	5	6, 7
<i>Параметри складових</i>						
Система зрошення, га	100	—	—	—	—	—
Сховище для овочів, тис. т	5	—	—	—	—	—
Комплекс великої рогатої худоби, тис. ум. гол.	—	1,5	1,5	1,5	8,4	8,4
Свинокомплекс, тис. гол.	—	2	2	2	2	2
Молокозавод, т на добу	—	10	10	15	100	100
М'ясокомбінат, т ж. в. на добу	—	1	1	1	4	4
Елеватор, тис. т	—	1,6	1,6	1,6	10,0	10,0
Склад, тис. м ³	—	1,0	1,0	1,0	5,5	5,5
Цукровий завод, т на добу	—	—	20	30	200	200
Сховище для коренеплодів, тис. т	—	—	8	10	70	70
Комбікормовий завод, т на добу	—	—	—	—	40	40
Сховище для кормів, тис. т сухої речовини (с. р.)	—	—	—	—	25	25
Сховище для органічних добрив, тис. т с. р.	—	—	—	—	40	20
Біогазова установка, тис. т с. р.	—	—	—	—	—	40
<i>Орієнтовна вартість, млн у. о.</i>						
Система зрошення	0,2	—	—	—	—	—
Сховище для овочів	0,2	—	—	—	—	—
Будівництво комплексу великої рогатої худоби (під ключ)	—	—	—	—	8,7	8,7
Придбання корів	—	—	—	1,5	6,8	6,8
Молокозавод	—	0,3	0,3	0,5	2,6	2,6
М'ясокомбінат	—	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4
Елеватор, склад продукції	—	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5
Цукровий завод	—	—	0,3	0,3	2,5	2,5
Будівництво сховища для коренеплодів	—	—	0,2	0,2	2,3	2,3
Будівництво сховища для кормів	—	—	—	—	5,8	5,8
Будівництво сховища для органічних добрив	—	—	—	—	3,8	0,8
Біогазова установка	—	—	—	—	—	7,1
Усього капітальних затрат	0,4	0,5	1	2,7	33,4	37,5

максимального розширення тваринництва річний обсяг переробки живої ваги досягне 1300 т, або 3,6 т на добу.

Крім того, для забезпечення тварин власними концентрованими кормами протягом року доцільно встановити ємності для належного зберігання зерна на 1600 т. Можливо, потрібно було б збудувати елеватор, розрахований на весь обсяг зерна, максимально виробленого підприємстві. У перспективі для забезпечення понад 10 тис. тварин концентрованими кормами потужність елеватора має бути на рівні 10 тис. т.

У разі переробки молока та м'яса на готові до споживання продукти доцільно мати склад об'ємом 1000 м³ із регулюванням температури повітря для їх зберігання до реалізації. З розвитком молочного скотарства до максимального рівня кількість камер для зберігання продукції потрібно буде збільшити в 5 разів.

Для цілорічного забезпечення поточного поголів'я великої рогатої худоби і свиней свіжим жомом, мелясою із супутнім отриманням цукру потужність цукрового заводу має бути на рівні 20–25 т цукрової сировини

2. Структура затрат на виробництво, млн у. о.

Стаття затрат	Модель, №					
	1	2	3	4	5	6, 7
Вирощування овочів і експлуатація сховища	0,4	—	—	—	—	—
Утримання тварин	—	0,9	0,9	0,9	4,9	4,9
Переробка молока	—	0,2	0,2	0,2	1,0	1,0
Переробка живої ваги	—	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5
Виробництво цукру	—	—	0,2	0,2	1,2	1,2
Експлуатація БГУ	—	—	—	—	—	0,2
Накладні витрати (20%)	—	0,2	0,3	0,3	1,5	1,6
ПДВ (20%)	—	0,3	0,4	0,4	1,8	1,9
Разом	0,4	1,7	2,1	2,1	10,9	11,3

на добу. У перспективі за максимального поголів'я великої рогатої худоби і площі буряків цукрових у структурі посівів 25%, обсяги переробки коренеплодів становитимуть 200 т на добу.

Для належного зберігання основних кормів (сіна, сінажу та силосу) і коренів буряків цукрових потрібно буде збудувати сховища (силоси) для мінімізації їх непродуктивних втрат через псування. Це стосується й органічних добрив, оскільки за порушення технології їх зберігання втрати елементів живлення, особливо азоту, можуть бути неприпустимими з відповідним неминучим зниженням урожайності вирощуваних культур.

За сценарієм Моделі № 3 планується заміна дійного стада більш продуктивним, за сценаріями Моделей № 4–6 передбачається його розширення до 3,5 тис. гол. Тобто за наявних 600 корів відносно невисокої продуктивності за сценаріями Моделей № 3 і № 4 потрібно буде закупити відповідно 0,6 і 2,9 тис. племінних тварин орієнтовно по 2400 у. о. за 1 гол. на суму відповідно 1,5 і 6,8 млн у. о. При розрахунку затрат на будівництво нового комплексу великої рогатої худоби приймалося, що вартість 1 м² повністю обладнаної споруди з комбікормовим цехом становить 160 у. о. Затрати на будівництво сховищ оцінювали у 80 у. о./м². Вартість інших складових інфраструктури, передбачених досліджуваними сценаріями, за різними інформаційними джерелами істотно змінювалася. У більшості випадків при розрахунках використовували середні ціни між більш дешевими китайськими і більш дорогими цінами західних виробників.

Виробничі витрати на переробку цукрової сировини приймали за 20% від її собівартості. Вартість утримання біогазової установки, за джерелами різних виробників, істотно коливається, але за середніми даними щороку потрібно витрачати майже 200 тис. у. о. (табл. 2).

Є різні методики розрахунку собівартості продукції тваринництва. Як правило, у сільськогосподарських підприємствах облік витрат на утримання дійних корів та інших категорій поголів'я великої рогатої худоби здійснюється окремо. Хоча насправді м'ясо вибраканих корів і телят на відгодівлі можна вважати супутнім до молока продуктом. У результаті аналізу виробничої діяльності ряду сільськогосподарських підприємств із добре розвинутим молочним скотарством було встановлено, що утримання 1 дійної корови з відповідною кількістю нетелів і телят обходиться у 1,3–1,5 тис. у. о. Ця сума містить затрати на виробництво кормів, оплату праці, енергоносії, медикаменти, амортизацію і навіть підстилку.

Витрати на переробку молока та живої ваги також приймали за 20% від затрат на утримання тварин або від їхньої собівартості. Ураховували також накладні витрати (20%) і відрахування на ПДВ (20%).

Загалом за розрахунками витрати на утримання галузі тваринництва нині можуть бути на рівні 1,6 млн у. о. Із залученням до структури посівних площ буряків цукрових, а до інфраструктури цукрового заводу, а також підвищення продуктивності дійного стада і відповідних переробних потужностей істотного зростання виробничих витрат

не очікується. Приведення поголів'я великої рогатої худоби у відповідність до потенціалу продуктивності ріллі призведе до зростання витрат на виробництво до рівня 11 млн у. о. або до 1,6 тис. у. о./га ріллі.

Якщо організувати переробку нинішньої кількості молока, то в перерахунку на сир і сметану можна відповідно отримувати 280 і 220 т продукції. Підвищення продуктивності дійного стада до 10000 л на рік дасть змогу збільшити ці обсяги в 1,7 раза без розширення комплексу великої рогатої худоби. За максимально можливого розвитку галузі молочного скотарства кількість молочних продуктів можна наростити порівняно із сучасними можливостями в 10 разів, м'ясної продукції — 2,8 раза. Виробництво цукру можна довести до 8,3 тис. т, метану — до 8,6 млн м³, добрив у перерахунку на діючу речовину азоту, фосфору і калію — майже до 2 тис. т (табл. 3).

Як зазначалося, із 6900 га загальної площі орних земель під потреби тваринництва нині задіяно майже 1300 га. Решта 5600 га використовують для виробництва зерна, що в середньому по Полтавській обл. дає прибуток 270 у. о./га. За переробки наявної кількості молока і живої ваги та реалізації отриманої продукції за поточними оптовими цінами валовий дохід може становити 2,7 млн у. о. В отриманих від тваринництва органічних добривах буде зосереджено азоту, фосфору і калію на суму в перерахунку на промислові мінеральні туки понад 300 тис. у. о., разом із продуктами тваринництва — 3 млн у. о. При цьому виробничі витрати за сценарієм

Моделі № 1 на утримання тварин і переробку молока і м'яса становитимуть 1,7 млн у. о. з прибутковістю 1,3 млн у. о. (табл. 2). Прибуток від рослинництва з площі 5600 га у середньому буде на рівні 1,5 млн. у. о., разом тваринництво і рослинництво можуть дати 3 млн у. о. (табл. 4).

Вирощування та переробка цукрової сировини в незначних обсягах неістотно впливатимуть на прибутковість виробничої діяльності підприємства.

Однак нарощування продуктивності дійних корів дасть змогу збільшити цей показник у 1,5 раза порівняно із сучасними можливостями. Створення потужної інфраструктури з трансформації всієї рослинної біомаси в продукти харчування тваринництва дасть змогу різко збільшити чистий прибуток, головним чином, за рахунок продукції тваринництва, зокрема молочної. Чиста вигода за такої організації аграрного виробництва досягне понад 16 млн у. о., або у 3,5 раза більше порівняно з попередньою Моделлю № 4. Доповнення подібної галузевої структури біогазовою станцією з переробки всіх відходів на добрива та електроенергію з реалізацією останньої за «зеленим тарифом» дасть можливість збільшити чистий дохід ще в 1,4 раза. За реалізації запланованих обсягів виробництва зазначених продуктів за діючими «органічними» цінами чистий дохід може становити понад 8 тис. у. о./га.

Для впровадження в галузевій структурі біогазової станції потрібно рекомендувати сценарій, передбачений Моделлю № 5. На

3. Заплановані обсяги виробництва продукції

Вид продукції	Модель, №					
	1	2	3	4	5	6, 7
Овочі, тис. т	4,5	—	—	—	—	—
Сметана, т	—	225	220	370	2135	2135
Сир, т	—	285	280	470	2700	2700
М'ясні напівфабрикати, т	—	206	205	205	585	585
Цукор, т	—	—	960	1200	8280	8280
Олія, т	—	—	—	—	600	600
Метан, тис. м ³	—	—	—	—	—	8600
Азот, т д.р.	—	130	130	160	740	740
Фосфор, т д.р.	—	50	50	60	280	280
Калій, т д.р.	—	155	160	190	930	930

вдосконалення виробничої структури ДП «ДГ Ім. 9 січня» потрібно залучити значні фінансові ресурси. Однак досягнутий рівень прибутковості забезпечить короткі строки окупності капітальних затрат. Для реалізації цього проекту кращим варіантом було б залучення потрібних фінансових ресурсів (37–38 млн у. о.) із зовнішніх джерел. Це дало б можливість підібрати та придбати всі складові інфраструктури в оптимальному їх поєднанні за потужністю і за короткі терміни запустити в роботу цю біоенергетичну систему.

Є також альтернативний «еволюційний» варіант. Скажімо, якщо припустити, що підприємству вдасться в 2023 р. придбати й запустити мінімолокозавод і цех із переробки м'яса, то його прибутковість зросте більше як до 4 млн у. о. За цілеспрямованого використання цих коштів на одному з відділень можна побудувати новий повністю обладнаний комплекс великої рогатої худоби на 1300 гол., закупити 550 дійних корів, модулі з переробки молока та м'яса, елеватор, склад для готової продукції та цукровий мінізавод. Ці роботи за сучасних технологій підрядники виконають протягом кількох місяців.

Отже, за належної організації робіт можна отримати першу продукцію вже в наступному році. Як результат, річний чистий

дохід досягне 6–7 млн у. о. З надходженням коштів можна розпочинати будівництво комплексу великої рогатої худоби на іншому відділенні вже на 2000 гол., закуповувати високопродуктивних дійних корів та інші елементи інфраструктури.

Ще через рік прибутковість підприємства становитиме майже 10 млн у. о., інвестування якого в подальший розвиток дасть змогу сформуванню ще 1 комплексу великої рогатої худоби на 3000 гол., закупити ще 1300 корів та інші складові. Прибутковість підприємства зросте до 16 млн у. о., що вистачить на заключне будівництво біогазової установки, сховищ для буряків, кормів та органічних добрив.

Запропоновані варіанти розвитку підприємства мають також переваги щодо підвищення стійкості аграрного виробництва до нестабільних гідротермічних умов. Так, висока варіабельність урожайності окремих культур на рівні продуктивності сівозміни стабілізується їх різною реакцією на особливості вегетаційного періоду. Тому для підвищення сталості та ефективності аграрного виробництва в цьому регіоні без зрошення провідне «буферне» значення має оптимальний склад культур у сівозмінах. Часто в несприятливі для ранніх зернових і зернобобових роки для пізніх культур формуються оптимальні умови для росту та розвитку саме в II половині

4. Очікувані обсяги валового і чистого доходу, млн у. о.

Вид продукції	Модель, №						
	1	2	3	4	5	6	7
Площа, задіяна, га: під овочі	100	—	—	—	—	—	—
тваринництво	—	1300	1300	1300	6900	6900	6900
Усього валовий дохід із задіяної площі	0,8	3	3,5	4,8	27,1	34,6	67,4
у т.ч.: м'ясо-молочні продукти	—	2,7	2,7	4	20,5	20,5	42,5
цукор	—	—	0,5	0,5	3,8	3,8	12,4
олія	—	—	—	—	0,9	0,9	3,1
добрива	—	0,3	0,3	0,3	1,9	1,9	1,9
енергія	—	—	—	—	—	7,5	7,5
Виробничі витрати	0,4	1,7	2,1	2,1	10,9	11,3	11,3
Чистий дохід:							
із задіяної площі	0,4	1,3	1,4	2,7	16,3	23,3	56,1
від реалізації зерна	—	1,5	1,5	1,5	—	—	—
Чистий дохід на всю площу	тис. у. о.	0,4	2,8	2,9	4,2	16,3	23,3
	у. о./га	60	435	470	665	2360	3430
Капітальні затрати	0,2	0,5	1	2,7	33,4	37,5	37,5
Строк окупності, років	1	1	1	1	2	2	1

вегетації. І навпаки, близькі до оптимальних гідротермічні умови в I половині вегетаційного періоду можуть бути посушливими або перезволоженими в II половині вегетації. Крім того, специфічно на такі особливості можуть реагувати озими та багаторічні трави. Отже, стосовно агрометеорологічної ситуації, що складається з впровадження біоенергетичної системи, з'являється можливість коригувати поточні виробничі процеси і пріоритети.

Скажімо, у несприятливій для виробництва сіна, сінажу та силосу роки в наступні періоди утримання тварин основою їх годівлі будуть перехідні або страхові запаси грубих і соковитих кормів. За високої врожайності зернових, коли закупівельні ціни знижуються, зерно краще використовувати для отримання максимальної кількості продукції тваринництва або зберігати в зерносховищах. У сприятливій для кормових культур роки будуть поповнюватися основні й максимально збільшуватимуться страхові запаси основних кормів. За низької врожайності зернових і формування високих закупівельних цін на зерно обсяги виробництва концентрованих кормів

відповідатимуть оптимально-мінімальним раціонам годівлі з реалізацією зерна за необхідності.

Крім того, в екстремальні роки за низької продуктивності сівозмін щільність поголів'я великої рогатої худоби може знижуватися до рівня 0,7–0,8 ум. гол./га за рахунок скорочення, зокрема за рахунок кількості телят, корів на відгодівлі тощо. Якщо дефіциту кормів не спостерігається, чисельність великої рогатої худоби можна довести до оптимального рівня.

Через значні зміни за роками врожайності культур і продуктивності тварин в інфраструктурі таких виробничих систем потрібно мати потужності з належного зберігання зерна і кормів, власні модулі з глибокої переробки молока та м'яса до кінцевих продуктів споживання. З відходів рослинництва, тваринництва і зберігання доцільно додатково виробляти біоенергетичні ресурси та корми. Це знижує собівартість продукції на 30% й підвищує сталість і незалежність аграрного виробництва від агрометеорологічних умов за рахунок накопичення додаткових фінансових ресурсів.

Висновки

Середньорічна температура повітря в досліджуваному регіоні відзначається стійким підвищенням на 2,0–2,2 °C від початку 60-х років минулого століття до 2015–2020 рр. зі збереженням кількості опадів на попередньому рівні.

Останніми роками середній валовий прибуток сільськогосподарської продукції, отриманий агропідприємством Полтавської області, на 1 га ріплі становить майже 270 у. о./га.

Природний потенціал чорнозему типового за впровадження типової зональної сівозміни дає змогу отримувати в середньому за роками 3,6 т к. од./га. Поліпшення поживного режиму ґрунту забезпечує 5,2 т к. од./га, оптимізація умов зволоження — 7,0 т к. од./га, перехід до 4-пільної сівозміни з найбільш продуктивних культур — 4,3, зрошення за органічної системи удобрення — 8,3, органо-мінеральної системи удобрення — 9,1, за одночасної

оптимізації всіх факторів продуктивність ріплі зростає до 11,0 т к. од./га.

Удосконалення галузевої структури підприємства потрібно розпочинати з організації переробки наявних обсягів молока та м'яса, підвищення продуктивності тварин. Це дасть можливість істотно підвищити дохідність підприємства за незначних фінансових затрат. Цілеспрямоване інвестування отриманих коштів дасть змогу системно нарощувати чистий прибуток і розвивати інфраструктуру до запланованого рівня.

Результати моделювання сценаріїв розвитку господарства на засадах створення збалансованої різнопрофільної інфраструктури свідчать про можливість отримання 8 тис. у. о. чистого прибутку з 1 га сільськогосподарських угідь.

За реалізації на практиці одного із зазначених перспективних варіантів сценаріїв розвитку господарства формуються

біоорганічні системи землеробства з мінімальним використанням агрохімікатів та екологічним маркуванням продукції найвищої якості.

У майбутньому при формуванні біоенергетичної інфраструктури для запобігання негативним наслідкам аномальних кліматичних впливів ДП «ДГ Ім. 9 січня» доцільно створити перехідний страховий

фонд кормів у розмірі 20–30% до основної потрібної кількості з відповідним коригуванням інфраструктури. Невикористані або зіпсовані основні корми утилізуються на біогазовій установці з отриманням енергії та добрив. Висока прибутковість і фінансовий стан підприємства будуть основою його стійкості до екстремальних гідротермічних умов.

Tarariko Yu.¹, Velychko V.²

¹Institute of Water Problems and Reclamation of the National Academy of Sciences, 37 Vasylykivska Str., Kyiv, Ukraine; ²NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky», 4 Chaikovska Str., Kharkiv, 61024, Ukraine; e-mail: ¹urtar@bigmir.net, ²agrovysnyk@ukr.net; ORCID: ¹0000-0001-8475-240X, ²0000-0003-0831-8390.

Adaptive system of agricultural production in conditions of unstable moisture

State of the problem. The latest predictive studies indicate that the trend towards climate warming will continue in the next decade. In regions with conditions of insufficient moisture due to a shortage of water resources, it is possible to counteract the threats of a decrease in the productivity of field crops not only by improving the use of the available potential of natural moisture, but also by improving the sectoral structure of agricultural production. Such improvement is carried out on a bioenergy basis and makes it possible to ensure sustainable and balanced production of food, industrial raw materials and bioenergy. **The goal** is to analyze the modern use of the agricultural resource potential of the Poltava region, to develop promising, highly profitable models of production activity adapted to the conditions of unstable moisture.

Methodology and conditions. Statistical data of the State Committee of Statistics of Ukraine for the Poltava region averaged over the last 5 years were used to assess the effectiveness of the modern extended practice of agricultural production in the region. For the innovative bioproductivity potential of typical chernozem, the information base of long-term agrotechnical experiments of the Poltava research station was used. In the future, the obtained results were used in the development of promising options for the development of the SE "DG Im. January 9" Khorolsky district, Poltava region. Computer multivariate simulation modeling functioned with the help of the "Agroecosystem" software complex.

The results. The analysis of statistical information showed that the modern widespread practice of crop

specialization in the Poltava region is characterized by high instability of the productivity of the main field crops. Under these conditions, the average profitability of a hectare of arable land for 7 years is 270 u.o.

Computer simulation modeling of promising options for the production activity of an agricultural enterprise in the Left Bank Forest Steppe showed that improving its branch structure on a bioenergy basis makes it possible to radically increase the profitability of production activity, to significantly strengthen its stability and resistance to external negative factors, in particular to a lack of hydration. This position is achieved by bringing the structure of acreage in line with the needs of animal husbandry, increasing the productivity of dairy herds, organizing the production of meat and dairy products, sugar, oil and bioenergy, and certifying the obtained products as organic. In the future, this will make it possible to increase the net profit to 8 thousand u.o./ha.

Mastering the technology of long-term storage of sugar raw materials with the production of pulp throughout the cold period of the year, construction of an elevator and modern storage facilities for rough and juicy fodder, the formation of an insurance fund sufficient in case of adverse vegetation conditions, as well as a high level of financial self-sufficiency will make it possible to significantly strengthen the stability and sustainability of the production system to adverse factors, including agrometeorological ones.

Conclusion. Cross-industry bioenergy optimization of agricultural production in relation to the agricultural resource potential of the left-bank part of the forest-steppe zone without irrigation significantly increases the sustainability of production activity. At the same time, a significant amount of chemical and man-made resources is saved and one's own energy needs are provided, which makes it possible to significantly reduce the cost of production and increase the profitability of agricultural enterprises.

Key words: Forest-steppe, climate change, agricultural production, stability, sustainability, profitability.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202212-08>

Бібліографія

1. *Інтегроване управління водними і земельними ресурсами на меліорованих територіях:* монографія. Київ: Аграрна наука, 2016. 784 с.

2. *Меліорація та облаштування українського Полісся (колективна монографія);* за ред. Гадзала Я.М., Сташука В.А., Рокочинського А.М.

Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. Т. 2. 854 с.

3. Наукові засади розвитку аграрного сектора економіки південного регіону України; за ред. Ромащенко М.І., Вожегової Р.А., Шатковського А.П. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 438 с.

4. Водна стратегія України на період до 2025 року (наукові основи); за ред. М.І. Ромащенко, М.А. Хвесика, Ю.О. Михайлова. Київ, 2015. 46 с.

5. Romaschenko M., Jatsiuk M., Shevchuk S. et al. Vodna bezpeka – zaporuka staloho rozvytku Ukrainy [Water safety – as the mortgage of stable development of Ukraine]. Bulletin of Agricultural Science, 2018. V. 11(788). P. 177–185. Retrieved from: doi: 10.31073/agroviznyk201811-22

6. Romashchenko M., Gusev Yu., Shatkovskiy A. et al. Impact of climate change on water resources and agricultural production. Reclamation and water resources management. (1). 2020, P. 5–22. doi: 10.31073/mivg202001-235

7. Ромащенко М.І., Сайдак Р.В., Матяш Т.В., Диденко Н.А. Влияние изменения климата на состояние обеспеченности водными ресурсами в условиях ведения сельского хозяйства в Украине. Агротехнологический саммит, секция «Водная безопасность в концепции устойчивого развития АПК»: материалы Междунар. саммита, 3–4 декабря 2020 г., Казахстан.

8. Бомба М., Бомба М. Регулювання процесів нагромадження та використання ґрунтової вологи в умовах сучасного землеробства. 36. наук. праць. ЛОГОС, 2020. Р. 113–116. doi: 10.36074/05.06.2020.v1.43

9. Циліорік О. Водний режим чорнозему залежно від систем обробки ґрунту. Агробізнес сьогодні. 2015. Вип. 5 (300). С. 12–14.

10. Свисюк І.В. Погода, клімат, ґрунт, добрива та урожай. Ростов-на-Дону: Литера-Д, 2005. 220 с.

11. Медведев В.В., Лактионова Т.Н., Донцова Л.В. Водные свойства почв Украины и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур. Харьков: Апостроф, 2011. 224 с.

12. Носко Б.С., Медведев В.В., Непочатов О.П., Скороход В.І. Роль добрив у підвищенні ефективності землеробства в посушливих умовах. Вісник аграрної науки. 2000. № 5. С. 11–15.

13. Танчик С.П. No-till і не тільки. Сучасні системи землеробства: наук. вид. Київ: Юніверс Медіа, 2009. 160 с.

14. Минасов М.Ш. Стабилизация сельскохозяйственного производства с учетом циклических изменений климатических условий. Мелиорация и водное хозяйство. 2004. № 4. С. 55–56.

15. Іващенко О.О., Рудник-Іващенко О.І. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату. Вісник аграрної науки. 2011. № 8. С. 10–13.

16. Васюта В.В., Ківер Г.Ф., Мацько П.В., Мелашч А.В. Шляхи оптимізації умов вологозабезпечення сільськогосподарських культур.

Таврійський науковий вісник. Херсон, 1998. Вип. 5. Ч. 2. С. 33–35.

17. Балюк С.А., Христенко А.О., Воротинцева Л.І. Загальний стан і тенденції зміни родючості і продуктивності ґрунтів у сучасних системах землеробства. Адаптивні системи землеробства і сучасні агротехнології — основа раціонального землекористування, збереження і відтворення родючості ґрунтів; за ред. Камінського В.Ф. Київ, 2013. С. 25–39.

18. Екологічні проблеми землеробства: підручник; за ред. Т.І. Гудзя. Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроєкологічний університет», 2010. 708 с.

19. Шамин А.Е., Лисина А.Ю., Заикин В.П., Мартынычев А.В. Система земледелия и ее экономическая эффективность. Вестник НГИЭИ. 2017. № 5 (72). С. 54–60.

20. Моргунов Ф.Т., Шукла Н.К., Тарарико А.Г. Почвозащитное земледелие. Киев: Урожай, 1983. 240 с.

21. Воронова Л.М., Мязиров М.А., Зинченко С.И. Оптимизация планирования системы земледелия. Агрохимический вестник. 2009. № 4. С. 2–5.

22. Боинчан Б.П. Альтернативные системы земледелия. Плодородие. 2013. № 5. С. 2–6.

23. Формування сталих агроєкосистем: теорія і практика Київ: Аграрна наука, 2005. 508 с.

24. Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агоресурсного потенціалу України (рекомендації). Київ: ДІА, 2011. 576 с.

25. Меліоровані агроєкосистеми. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2017, 696 с.

26. Стаціонарні довгострокові польові дослідження Полтавської дослідної станції ім. М.І. Вавилова: Ч. 2; за ред. Кохана А.В., Олєпіра Р.В., Глушенка Л.Д. Полтава, 2019. 295 с.

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

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

29. Рекомендації з формування біоенергетичних агроєкосистем. Київ: ДІА, 2010. 156 с.

30. Стаціонарні польові дослідження України. Реєстр атестатів. Київ: Аграрна наука, 2014. С. 109–110.

31. Полупан М.І., Соловей В.В., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України. Київ: Аграрна наука, 2004. 298 с.

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