

- Ahrarna nauka – vyrobnytstvu [Agrarian science – production]. Kyiv [in Ukrainian].*
13. Zalevskiy, R.A. (2005). Otsinka dzhherel nadkhodzhenia vazhkykh metaliv u intensyvnykh ahroekosystemakh polissia [Assessment of sources of heavy metals in intensive forestry agroecosystems]. *Visnyk DAU – GAU Bulletin*, 2, 297–302 [in Ukrainian].
 14. Kisel, V.I. (2001). *Biologicheskoe zemledelie v Ukraine: problemy i perspektivy [Biological farming in Ukraine: problems and prospects]*. Harkov: Shtrih [in Russian].
 15. Syr'ye i produkty pishchevyye. Atomno-absorbtsionnyy metod opredeleniya toksichnykh elementov. [Raw material and food-stuffs. Atomic absorption method for determination of toxic elements]. (2001). *GOST 30178-96. from -01st April 2002*. Kiev: Gosstandart Ukrainy [in Russian].
 16. Dospheov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta [Methodology of field experiment]*. Moskva: Agropromizdat [in Russian].
 17. Kabata-Pendias, A. & Pendias, H. (1989). *Mikroelementy v pochvah i rastenyiah [Trace elements in soils and plants]*. Moskva: Mir [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 30.07.2019

УДК 631.1:631.192

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2019.183476>

ПОТЕНЦІАЛ БІОПРОДУКТИВНОСТІ ЗРОШУВАНИХ АГРОЕКОСИСТЕМ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПІ

Ю.О. Тараріко¹, Я.П. Цвей², Г.І. Личук³

¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН

² Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

³ ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Висвітлено, що у лісостеповій зоні зрошувальною мережею на початку 90-х років минулого століття охоплювалося майже 0,8 млн га. Внаслідок кліматичних змін виникла потреба в обґрунтуванні доцільності відновлення і розширення зрошувальних меліорацій. Встановлено, що за впливом на врожайність усіх культур сівозміни тривале застосування соломи з NPK і гною з NPK виявилось рівнозначним щодо зростання продуктивності сівозміни з 4,7 на природному фоні до 6,4 т к. од./га, або на 27%. У найсприятливіші роки, що демонструють близький до оптимального рівень зволоження, продуктивність сівозміни на контролі збільшується до 7,6 т к. од./га, або на 37%; на тлі застосування соломи + NPK — до 8,9, або на 33%; за застосування гною + NPK — до 8,8 т к. од./га, або на 32%. Добрива зменшують коефіцієнт варіації врожайності культур з високого — 35% до середнього рівня — 23–25%. У загальній продуктивності сівозміни частка пшениці озимої варіює у межах 8–10%, цукрових буряків — 10–12, кукурудзи — 17–23, гороху — 5–6, конюшини — 7–8 і ячменю ярого — 7–9%. Встановлено, що для виробництва оптимальною є короткоротаційна сівозміна: 1 — кукурудза; 2 — пшениця озима (ячмінь ярий); 3 — цукрові буряки. За поліпшення поживного і водно-повітряного режимів та оптимізації сівозмінного чинника очікувана продуктивність чорнозему типового у Правобережному Лісостепі буде на рівні 12 т к. од./га.

Ключові слова: лісостепова зона, кліматичні зміни, стаціонарний дослід, система удобрення, умови зволоження, коефіцієнт варіації, біопродуктивність, зрошення.

Опрацювання сучасних виробничих систем з ефективним використанням усіх складових агроресурсного потенціалу сільськогосподарської території в оптимальному їх поєднанні потрібно розпочинати

з оцінки значення основних чинників у формуванні біопродуктивності агроєкосистем [1–4]. Особливо це стосується агрокліматичних ресурсів, а саме гідротермічних умов, які за останні десятиліття істотно змінилися як у глобальному вимірі [5], так і на території України зокрема [6, 7].

Якщо в Степу такі зміни спричиняють зниження сприятливості умов вирощування усіх польових культур [8, 9], то в гумідній зоні із зменшенням гідротермічного коефіцієнта (ГТК) можна очікувати позитивних тенденцій у продуктивності сільськогосподарських угідь [10, 11]. В умовах лісостепової зони, з великим спектром вірогідності прояву і сприятливих та несприятливих гідротермічних умов, вказані тенденції дають підстави очікувати підвищення варіабельності або нестабільності продуктивності посівів і прибутковості аграрного виробництва [12].

Такий стан обумовлює необхідність уточнення потенціалу біопродуктивності сільськогосподарських регіонів Лісостепу як на фоні природної родючості основних типів ґрунтів, так і за активізації різних чинників інтенсифікації землеробства. Здійснюється це з використанням інформаційної бази стаціонарних агротехнічних дослідів, що дають змогу на основі багаторічних даних з урожайності культур, отриманих за різних варіантів агротехнологій, оцінити значення оптимізації деяких чинників і, зокрема, чинника поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту [13]. Своєю чергою, за змінних погодних умов це надасть можливість обґрунтувати доцільність відновлення і розширення зрошувальних меліорацій, зокрема у лісостеповій зоні. Адже станом на 1994 р. в Україні площа зрошуваних земель становила 2604,9 тис. га, з них у лісостеповій зоні зрошувальною мережею охоплювалося 791,8 тис. га, зокрема в Київській обл. — 43,9 тис. га [14, 15].

Мета — на основі багаторічних даних урожайності культур польового дослідів встановити природний потенціал біопродуктивності чорнозему типового глибокого малогумусного, а також оцінити значення підвищення рівнів живлення і зволоження в умовах правобережної лісостепової частини Київської обл.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Оцінку кліматичних змін здійснювали на основі значень кліматичного водного балансу (КВБ) і ГТК. Для виконання по-

ставлених завдань використовували багаторічні гідротермічні показники метеостанції м. Біла Церква.

Дослідження проводили на інформаційній базі стаціонарного агротехнічного дослідів Білоцерківської дослідної селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН [16]. Ґрунт — чорнозем типовий глибокий малогумусний крупнопилуватолегкосуглинковий із вмістом гумусу 3,6–4,1%, рухомих фосфору і калію (за Чириковим) — 13–15 і 5–7 мг/100 г відповідно, гідролізованого азоту (за Корнфільдом) — 12–14 мг/100 г ґрунту.

Сівозміна: 1 — конюшина; 2 — пшениця озима; 3 — цукрові буряки; 4 — горох; 5 — пшениця озима; 6 — цукрові буряки; 7 — кукурудза на зелений корм; 8 — пшениця озима; 9 — цукрові буряки; 10 — ячмінь. Обробіток ґрунту — різноглибинний комбінований: глибока на 28–30 см оранка під цукрові буряки, на 20–25 — під кормові, мілкий обробіток під зернові — на 12–15 см. Порівнювали системи удобрення: 1 — Контроль, 2 — $N_{50}P_{66}K_{66} + 8$ т/га гною, 3 — $N_{50}P_{66}K_{66}$ + побічна продукція.

Природний фон родючості встановлювали за варіантами без добрив, за показниками середньої за роками врожайності культур. Максимальний рівень продуктивності посівів на цьому фоні у найсприятливіший за історію ведення дослідів рік демонструє поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту. Середня за роки досліджень врожайність за тривалого застосування органічних і мінеральних добрив засвідчує покращення поживного режиму ґрунтового покриву. Максимальна продуктивність культур на фонах тривалого застосування добрив демонструє одночасну оптимізацію умов вологозабезпеченості і живлення рослин.

Для порівняльної оцінки продуктивності культур і сівозмін використовували показник кормової цінності — кормова одиниця (к. од.) [17]. Для оцінки діапазону значень врожайності культур і продуктивності сівозміни за роками використовували коефіцієнт варіації, що групується відпо-

відно до прийнятої шкали: менше 15% — низький; 15–30 — середній; понад 30 — високий [18].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Клімат регіону характеризується задовільним рівнем забезпечення тепловими ресурсами та нестійким зволоженням. Середньорічна температура повітря за 1991–2018 рр. становить 9,0°C і постійно зростає з трендом від 8 до 10°C. За останнє десятиліття її значення лише двічі знижувалось нижче 9,5°C. Середньорічна кількість опадів за вказаний період становить 615 мм.

Упродовж січня — квітня в середньому випадає щомісячно 35–40 мм опадів, що в сумі становить близько 150 мм. За цей період потенційне сумарне випаровування становить в середньому 140 мм. Але наприкінці травня потенційне випаровування (з наростаючим підсумком) у середньому переважає обсяги вологи, що надходить з опадами сумарно з початку року на 33 мм, наприкінці червня дефіцит вологи сягає 70, липня — 127 мм. Це свідчить, що для формування оптимального рівня продуктивності ранніх культур необхідно забезпечити додаткове надходження вологи у

межах 1100–1300 тис. м³/га. До кінця вегетації пізніх культур (серпень — вересень) внаслідок значного рівня випаровування дефіцит зволоження продовжує зростати і досягає 165–175 мм. Загалом, у регіоні через збереження тенденції до підвищення температурного режиму динаміка КВБ спрямовується у бік погіршення умов зволоження (рис. 1).

Для оцінки умов зволоження вегетаційного періоду також використовують ГТК — співвідношення суми опадів та суми активних температур повітря. Якщо на початку 90-х років минулого століття ГТК вегетаційного періоду в середньому становив 1,4 і відповідав умовам задовільного зволоження, то за останні чотири роки цей показник не перевищував 1,0, що відповідає значенню посушливих умов. Окрім того, за 1991–2018 рр. у регіоні у 32% разів, тобто 3 роки із десяти, спостерігаються сильно- та середньопосушливі умови вегетаційного періоду (табл. 1).

На практиці основним критерієм родючості ґрунтів у всіх її складових є врожайність сільськогосподарських культур як функція природних і набутих властивостей, обумовлених складною системою

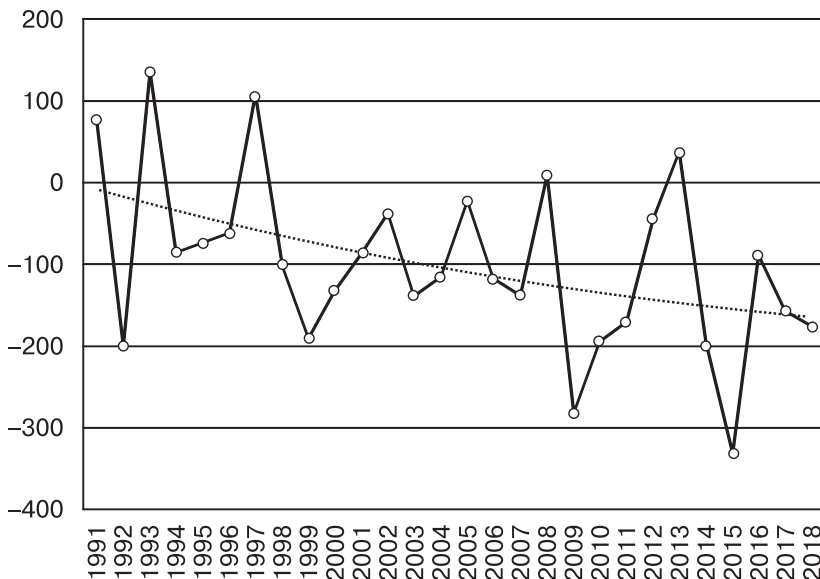


Рис. 1. Динаміка річного кліматичного водного балансу за 1991–2018 рр., мм

Таблиця 1

Частота повторень різних рівнів зволоження вегетаційного періоду (квітень — вересень), за 1991–2018 рр.

ГТК	Ступінь посушливості	Частота, %
менше 0,7	сильна посуха	7
0,71–1,00	середня посуха	25
1,01–1,20	слабке зволоження	25
1,21–1,80	задовільне зволоження	43

грунтових процесів, які регулюються цілеспрямованою діяльністю людини. Динаміка врожайності культур сівозміни аналізувалася на контролі без дорив і на фоні органо-мінеральної системи удобрення із використанням на добриво побічної частини врожаю. Ці варіанти досліду імітують рослинницьку спеціалізацію аграрного виробництва. Поєднання 8 т/га гною і мінеральних добрив є характерним для змішаної тваринницько-рослинницької галузевої структури з навантаженням 1 умовна голова великої рогатої худоби на 1 га.

Пшениця озима після конюшини. На фоні без добрив урожайність пшениці озимої

після конюшини впродовж 18 років варіювала у межах 20,0–56 ц/га із середнім значенням 40,5 ц/га. До того ж кількість років зі значенням вказаного показника нижче середнього рівня становить 8 порівняно з 10 сприятливішими (рис. 1). Середня продуктивність посівів пшениці озимої за тривалого застосування мінеральних добрив як на фоні внесення соломи на добриво, так і за застосування гною виявилася однаковою — 46 ц/га. Максимальну врожайність цієї культури встановлено за органо-мінеральної системи удобрення з поєднанням соломи і NPK — майже 64 ц/га. Отже, за природного фону родючості вихід

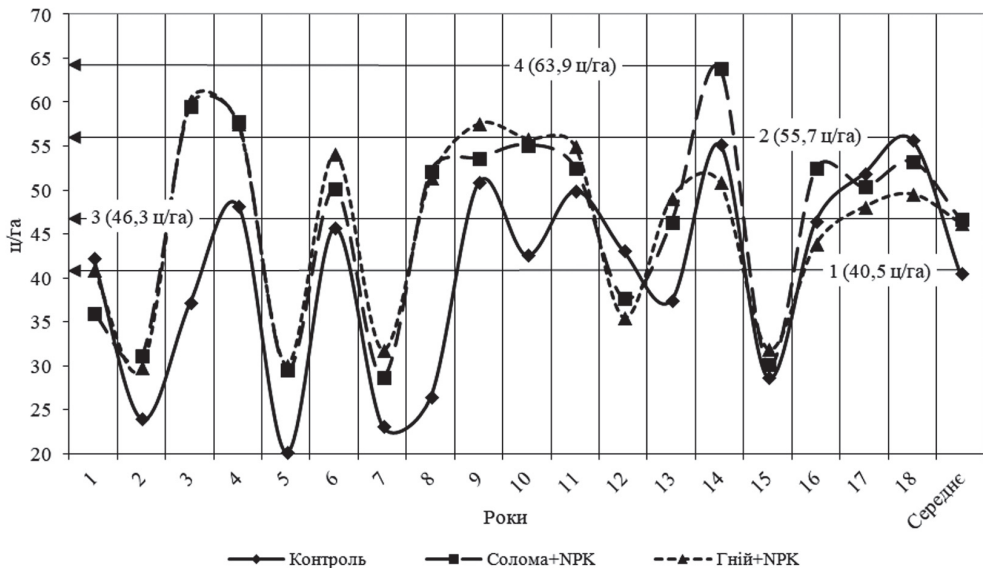


Рис. 2. Діапазон значень врожайності пшениці озимої після конюшини та оптимізації режимів: 1 — природний фон, 2 — зволоження, 3 — живлення, 4 — зволоження і живлення

зерна максимально до середнього у найсприятливіший рік зростає на 38%, а на глі застосування добрив – на 28% (табл. 2).

Коефіцієнт варіації врожайності культури змінювався у межах середнього рівня з тенденцією до зниження на удобрених

Таблиця 2

Середні і максимальні рівні врожайності культур та продуктивність сівозміни за різних систем удобрення

Культура	Однієї виміру	Контроль			Солома + NPK			Гній + NPK		
		1*	2	3	1	2	3	1	2	3
Конюшина	ц/га	216	307	30	271	380	29	260	380	32
Пшениця озима	ц к. од./га	38,9	55,3	26	48,9	68,4	27	46,8	68,4	22
	ц/га	41,5	55,7		46,7	63,9		46,8	60,2	
	ц к. од./га	46,8	62,9		52,8	72,2		52,9	68,0	
Цукрові буряки	ц/га	253	375	33	364	469	22	371	469	21
	ц к. од./га	53,1	78,8		76,4	98,5		78,0	98,5	
Горох	ц/га	23,4	30,9	24	29,7	38,7	23	30,4	40,7	25
	ц к. од./га	27,3	36,2		34,7	45,3		35,5	47,6	
Пшениця озима	ц/га	42,1	55,0	24	49,8	61,2	19	48,8	64,6	24
	ц к. од./га	49,2	64,4		58,3	71,6		57,1	75,6	
Цукрові буряки	ц/га	236	358	34	362	470	23	372	499	25
	ц к. од./га	49,6	75,2		76,0	98,7		78,1	104,8	
Кукурудза	ц/га	374	713	48	519	737	30	505	630	20
	ц к. од./га	89,8	171,1		124,5	176,9		121,2	151,2	
Пшениця озима	ц/га	36,4	61,7	41	50,3	70,4	29	49,5	75,4	34
	ц к. од./га	42,6	72,2		58,8	82,4		57,9	88,2	
Цукрові буряки	ц/га	196	354	45	335	508	34	336	509	34
	ц к. од./га	41,0	74,3		70,4	106,7		70,6	106,9	
Ячмінь	ц/га	27,7	53,3	48	38,5	57,6	33	36,2	53,6	32
	ц к. од./га	34,4	66,1		47,8	71,4		44,9	66,5	
Продуктивність сівозміни, ц к. од./га		47,3	75,6	37	64,9	89,2	27	64,3	87,6	27

Примітка: * 1 – середня врожайність і продуктивність; 2 – максимальна врожайність і продуктивність; 3 – частка зростання до середнього.

фонах (табл. 3). Тобто стабілізувати продуктивність посівів пшениці озимої після конюшини на рівні 6–7 т/га за цих умов можливо шляхом оптимізації водно-повітряного і поживного режимів ґрунту.

Пшениця озима після гороху. Різні рівні врожайності пшениці озимої після гороху залежно від погодних умов на природному фоні родючості також є доволі значними — 28–55 ц/га з середнім значенням 42,1 ц/га. До того ж у дев'яти із 14 років продуктивність посівів цієї культури була нижче середньої при максимальному рівні 55 ц/га. Середня врожайність пшениці озимої за обох органо-мінеральних систем удобрення була однаковою — 50 ц/га при максимальному значенні 65 ц/га на фоні тривалого застосування соломи і NPK. Загалом, це відповідає аналогічним показникам пшениці озимої у варіанті дослідів після конюшини, за винятком значно нижчого коефіцієнта варіації врожайності за роками, що майже відповідає низькому рівню. Слід зауважити, що як на контролі без добрив, так і у варіантах з внесенням добрив завдяки поліпшенню умов зволоження у найсприятливішому році врожайність зерна зростає до середнього рівня на 24%.

Пшениця озима після кукурудзи молочно-воскової стиглості. На відміну від бобових попередників, у варіанті без добрив

пшениця озима після кукурудзи забезпечує помітно нижчу середню за роками врожайність — 36,4 ц/га порівняно з 41–42 ц/га. Однак за сприятливих умов зволоження кукурудза як попередник значно переважає конюшину і горох — майже 62 ц/га порівняно з 55 ц/га. Те саме стосується удобрених фонів. Середня врожайність за обох органо-мінеральних систем удобрення становить 50 ц/га при максимальному значенні у найсприятливіший рік 75 ц/га порівняно з 65 ц/га після бобових культур. Отже, у варіанті без використання добрив поліпшення умов зволоження дає змогу підвищити врожайність культури до середнього рівня на 42%, за органо-мінеральних систем удобрення — на 33%.

Коефіцієнт варіації врожайності пшениці озимої після кукурудзи виявився значно вищим порівняно з конюшиною і горохом, особливо на контролі (без добрив) — 39%, що відповідає високому рівню. Така нестабільність продуктивності посівів цієї культури свідчить про особливу необхідність регулювання умов зволоження після кукурудзи, насамперед на фоні без застосування добрив.

Цукрові буряки у ланці з конюшиною. На природному фоні родючості врожайність цукрових буряків після конюшини варіює за роками у межах 100–375 ц/га з серед-

Таблиця 3

Коефіцієнти варіації врожайності культур сівозміни, %

Культура	Контроль	Солома + NPK	Гній + NPK
Конюшина	31	24	32
Горох	28	23	25
Кукурудза	37	23	21
Пшениця озима після конюшини	28	24	23
Пшениця озима після гороху	19	16	22
Пшениця озима після кукурудзи	39	30	30
Цукрові буряки 1	39	16	17
Цукрові буряки 2	37	23	24
Цукрові буряки 3	41	23	30
Ячмінь	46	27	27

нім показником 248 ц/га. Це свідчить, що в найсприятливіші за зволоженням роки врожайність цієї культури до середньої зростає на 44%. Здебільшого за роками система удобрення з використанням гною + NPK за врожайністю переважала систему з використанням соломи + NPK за однакового середнього рівня 370 ц/га.

Максимальні значення продуктивності посівів цукрових буряків у цих системах також були однаковими — на рівні 470 ц/га. Отже, одночасне покращення поживного і водно-повітряного режимів дає змогу збільшити врожайність цукрових буряків у ланці з конюшиною і пшеницею озимою на 21%. Результати порівняння з контролем (44%) можуть свідчити, що досліджувані системи удобрення потребують уточнення.

Коефіцієнт варіації врожайності цукрових буряків у варіанті без добрив є високим — 39%. Органічні і мінеральні добрива зменшують цей показник майже до низького рівня — 15–17%.

Цукрові буряки у ланці з горохом. На природному фоні родючості (без добрив) урожайність цукрових буряків після гороху варіювала у межах 70–360 ц/га з середнім значенням 236 ц/га. Тобто поліпшення умов зволоження дає змогу підвищити продуктивність цієї культури у ланці з горохом і пшеницею озимою в 1,5 раза, або на 44%. У цій ланці за систематичного застосування органо-мінеральних систем удобрення врожайність цукрових буряків варіювала у межах 207–499 ц/га на тлі застосування гною + NPK та у межах 227–470 ц/га — соломи + NPK за середніх значень 372 і 362 ц/га відповідно. Отже, у найсприятливішому за зволоженням році продуктивність культури збільшується лише на 25% при 44% на контролі.

Врожайність цукрових буряків на природному фоні родючості є високою і становить 37%, за застосування органічних і мінеральних добрив вона знижується до середньої — 23%, що свідчить про їх високу стабілізуючу дію за змінних погодних умов.

Цукрові буряки у ланці з кукурудзою. Врожайність коренеплодів цукрових бу-

ряків після кукурудзи на контролі (без добрив) варіювала у межах 97–354 ц/га із середнім значенням 195 ц/га. У варіантах з удобренням ці показники становили 94–509 та 336 ц/га відповідно. Тобто поліпшення умов зволоження у ланці з кукурудзою дає змогу збільшити вихід коренеплодів на природному фоні родючості на 45%, за органо-мінеральної системи удобрення — на 34%.

Коефіцієнт варіації врожайності цукрових буряків після кукурудзи на контролі є високим — 41%, у варіантах з органо-мінеральним удобренням — середнім: 23% — за поєднання соломи і NPK та 30% — за сумісного застосування гною і NPK.

Загалом, порівнюючи середню за роками продуктивність поля цукрових буряків у різних ланках сівозміни, необхідно відзначити перевагу бобових попередників як на природному фоні родючості, так і за систематичного застосування добрив. У найсприятливіші за зволоженням роки на контролі (без добрив) як попередник переважає конюшина, за застосування добрив — горох і кукурудза. Необхідно також відзначити рівноцінну ефективність для цукрових буряків внесення гною і соломи як в аспекті зростання врожайності, так і щодо підвищення стабільності продуктивності за змінних погодних умов.

Багаторічні трави. Врожайність конюшини на контролі (без добрив) варіює у межах 117–307 ц/га зеленої маси з середнім значенням 216 ц/га. Здебільшого за роками досліджень за ефективністю солома переважає гній, хоча середні показники продуктивності культури є близькими — 271 та 260 ц/га відповідно, а максимальні однаковими — 380 ц/га. Це пояснюється рівнем варіації врожайності, що на фоні внесення соломи є середнім — 24%, гною — високим — 32% порівняно з 31% на контролі.

У найсприятливішому році як за природного фону, так і на тлі систематичного застосування добрив вихід зеленої маси конюшини зростає до середнього на 30%. Порівняно з іншими культурами сівозміни, це може свідчити про відсутність обмежувальної дії дефіциту азоту щодо цієї

бобової культури за поліпшення умов зволоження.

Горох. Вирощування гороху без добрив в умовах регіону дає змогу отримувати 12,2–30,9 ц/га зерна з середнім рівнем 23,4 ц/га. У варіантах з удобренням соломою і гноєм урожайність культури є подібною — у межах 17–41 ц/га із середніми значеннями 30,4 та 29,7 ц/га відповідно. Тобто на природному фоні родючості за поліпшення умов зволоження врожайність гороху зростає на 24%, а за систематичного застосування органо-мінеральних систем удобрення — на 27%. Це може свідчити про незалежність бобових культур від дефіциту доступних форм азоту у ґрунті. До того ж коефіцієнт варіації врожайності гороху за роками на контролі становить 28%, а за застосування добрив знижується до 23–25%.

Кукурудза молочно-воскової стиглості. Врожайність кукурудзи на зелену масу на контролі (без добрив) варіює у межах 190–713 ц/га з середнім значенням 374 ц/га. У варіанті із сумісним застосуванням соломи і мінеральних добрив ці показники становлять 252–737 та 519 ц/га, а за поєднання гною і NPK — 265–630 та 505 ц/га відповідно. Тобто кукурудза значно краще реагує на поліпшення умов зволоження порівняно з рівнем живлення, хоча коефіцієнт варіації виходу зеленої маси цієї культури на тлі застосування добрив знижується з високого (37%) до середнього (21–23%) рівня.

Ячмінь ярий. Урожайність ячменю на контролі (без добрив) варіює у межах 10,0–53,3 ц/га у найсприятливішому році з середнім показником 27,7 ц/га. За поєднання гною і мінеральних добрив максимальне значення, як і за природного фону родючості, також сягає 53,3 ц/га при середньому рівні 36,2 ц/га. На тлі сумісного застосування соломи і NPK максимальний вихід зерна становить 57,6 ц/га при середньому значенні 38,5 ц/га. Це може свідчити, що продуктивність посівів ячменю, як і кукурудзи, значно більшою мірою залежить від умов зволоження, ніж від рівня живлення рослин.

Коефіцієнт варіації врожайності ячменю ярого за природного фону родючості за

роками виявився найвищим серед інших культур сівозміни — 46%. Органо-мінеральні системи знижують цей показник до середнього рівня — 27%.

Отже, попередній аналіз даних урожайності культур сівозміни свідчить, що чинник поліпшення умов зволоження більшою мірою впливає на продуктивність посівів, ніж покращення поживного режиму ґрунту. Про це свідчить порівняння діапазону середніх і максимальних обсягів виходу продукції на контролі і удобрених варіантах досліду. Одним із чинників такого стану може бути дефіцит одного з елементів живлення рослин. Зважаючи на те, що частка збільшення середньої до максимальної врожайності бобових культур за варіантами досліду є майже однаковою, можна припустити існування дефіциту саме азоту.

Необхідно також відзначити подібність показників урожайності всіх культур сівозміни на фонах поєднання гною і мінеральних добрив та соломи і NPK ($R^2 = 0,8–0,9$). Це також може свідчити на користь припущення про існування певного обмежувального продуктивності рослин чинника. Тобто за її усунення рівень біопродуктивності культур і сівозміни, загалом, може бути значно вищим порівняно з показниками, отриманими у досліді.

З вирощуваних у сівозміні культур у перерахунку на кормові одиниці найвищою продуктивністю відрізняється кукурудза в усіх досліджуваних варіантах удобрення. Так, на контролі (без добрив) ця культура забезпечує середній вихід 90 ц к. од./га, максимальний рівень у найсприятливіший рік, що імітує зрошення, досягається за поєднання соломи і мінеральних добрив — 180 ц к. од./га (рис. 3).

За природного фону родючості вищою середньою продуктивністю порівняно з іншими культурами відрізняються пшениця озима і цукрові буряки у сівозміні після конюшини і гороху (47–53 ц к. од./га), що також може свідчити про обмежувальний чинник азотного живлення у цих умовах. Максимальний рівень продуктивності на контролі у найсприятливішому році продемонстрували цукрові буряки після усіх по-

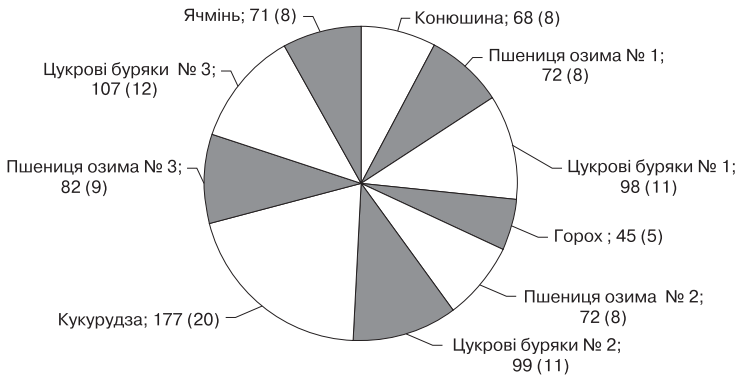


Рис. 3. Частка культур у продуктивності сівозміни на фоні удобрення соломою + NPK за сприятливих умов зволоження, ц к.од./га (%)

передників (74–79 ц к. од./га) та пшениця озима після кукурудзи (72 ц к. од./га).

У варіантах з удобренням середнім за роками виходом кормових одиниць з 1 га відрізнялася пшениця озима у сівозміні після гороху і кукурудзи, цукрові буряки — після кукурудзи. Максимальні рівні продуктивності у найсприятливіших умовах зволоження продемонстрували ті самі культури у сівозміні після кукурудзи на зеленому кормі. Отже, в умовах зрощення для впровадження на виробництві тваринницької спеціалізації та за органіко-мінеральної системи удобрення доцільно

запропонувати таку сівозміну: 1 — кукурудза на зелений корм; 2 — пшениця озима; 3 — цукрові буряки з продуктивністю 122 ц к. од./га (рис. 4).

За рослинницької спеціалізації виробництва з вирощування ліквідних культур без кормових сівозмін: 1 — горох; 2 — пшениця озима; 3 — цукрові буряки за зрощення матимуть продуктивність у 80 ц к.од./га. Якщо припустити дозрівання кукурудзи молочно-воскової стиглості за умов коефіцієнта перерахунку на зерно на рівні 0,12 [4], то його вихід з 737 ц/га зеленої маси буде становити 89 ц/га, або

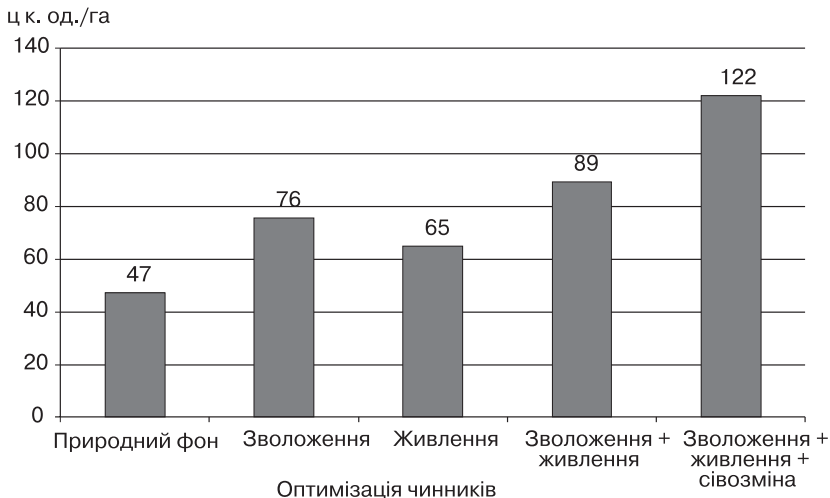


Рис. 4. Потенціал продуктивності чорнозему типового глибокого малогумусного в Правобережному Лісостепі за оптимізації різних чинників

120 ц к. од./га. У сівозміні: 1 — ячмінь ярий; 2 — цукрові буряки; 3 — кукурудза на зерно можна буде отримувати близько 100 ц к. од./га.

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз засвідчив, що за останні десятиліття в Правобережному Лісостепі відбулися значні негативні кліматичні зміни щодо погіршення умов зволоження. Такий стан супроводжується значним діапазоном значень врожайності культур і продуктивності сівозміни за роками. Так, на природному фоні родючості чорнозему типового глибокого малогумусного забезпечується продуктивність врожайності культур на рівні 50 ц к. од./га (з варіацією 35%) з середніми за роками досліджень рівнями показників, а саме: пшениця озима після конюшини — 41,5 ц/га (28%), після гороху — 42,1 (19), кукурудзи — 36,4 (39); буряки цукрові у ланці з кукурудзою — 200 (41), з бобовими — 250 (37–39); кукурудза — 370 (37), конюши-

на — 220 (31), горох — 23,4 (28), ячмінь — 27,7 ц/га (46%). У варіантах з удобренням продуктивність сівозміни зростає до 65 ц к. од./га, з коефіцієнтом варіації 23–25%. За сприятливих умов живлення і зволоження максимально щодо досліджуваних культур ці показники сягають: пшениця озима за різних систем удобрення і бобових попередників — на рівні 60–65 ц/га, після кукурудзи — 70–75; буряки цукрові — 470–510, кукурудза — 740, конюшина — 380, горох — 40, ячмінь — 58 ц/га з середньою продуктивністю культур у 10-пільній сівозміні на рівні 90 ц к. од./га. Вихід кормових одиниць в короткоротаційній 3-пільній сівозміні можна очікувати на рівні 120 ц/га. Все це свідчить, що в умовах існуючих кліматичних змін навіть у лісостеповій зоні для істотного підвищення продуктивності і сталості землеробства, і загалом аграрного виробництва, потрібно відновити та розширити відповідно до наявних у регіоні водних ресурсів зрошувальні меліорації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Розробка ґрунтозахисних ресурсо- та енергозберігаючих систем ведення сільськогосподарського виробництва з використанням комп'ютерного програмного комплексу: Рекомендації. — К.: Нора-Друк, 2002. — 122 с.
2. Біоенергетичні зрошувальні агроєкосистеми. — К.: ДІА, 2010. — 86 с.
3. Рекомендації з формування біоенергетичних агроєкосистем. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва (Лівобережний Лісостеп). — К.: ДІА, 2010. — 156 с.
4. Формування біоенергетичних агроєкосистем в зоні Полісся України (Рекомендації). Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва Лівобережного Полісся. — К.: ДІА, 2012. — 248 с.
5. North-Eurasian Climate Center — Review of the state of climate change for 2016 (January-December) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201613>
6. *Ромащенко М.І.* Районування території України за рівнем забезпеченості гідротермічними ресурсами в умовах глобальних кліматичних змін / М.І. Ромащенко // Збірка наукових праць, присвячена Міжнародному року ґрунтів та Міжнародному дню ґрунту, який відзначають щорічно 5 грудня «Ґрунти та меліорація: минуле і майбутнє». — К., 2015. — С. 11–16.
7. Районування території України за рівнем забезпеченості гідротермічними ресурсами та обсягами використання сільськогосподарських меліорацій / Ю.О. Тараріко, Р.В. Сайдак, Ю.В. Сорока, С.В. Вітвіцький. — К.: ЦП «Компринт», 2015. — 62 с.
8. Наукові засади розвитку аграрного сектора економіки південного регіону України / За наук. ред. М.І. Ромащенко, Р.А. Вожегової, А.П. Шатковського. — Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. — 438 с.
9. Методичні рекомендації з планування зрошення на територіях з урахуванням змін клімату та моделей аграрного виробництва. — К., 2015. — 54 с.
10. Меліорація та облаштування українського Полісся (колективна монографія) / За ред. Я.М. Гадзала, В.А. Сташук, А.М. Рокочинського. — Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. — Т. 2. — 854 с.
11. Меліоровані агроєкосистеми. — Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2017. — 696 с.
12. Стан та перспективи розвитку аграрного виробництва в Лісостепу в умовах змін клімату / Ю.О. Тараріко, Ю.В. Сорока, Р.В. Сайдак, В.П. Лукашук // Вісник аграрної науки. — 2019. — № 6. — С. 52–59.
13. Стационарні польові дослідження України. Реєстр атестатів. — К.: Аграр. наука, 2014. — 146 с.
14. Наличие и распределение земельного фонда в Украинской ССР. — К.: ГОСАГРОПРОМ УССР. Управление землепользования и землеустройства, 1987. — 99 с.

15. Державний земельний кадастр України. — К: Державний комітет України по земельних ресурсах, 1994. — 120 с.
16. Довгострокові стаціонарні польові дослідження України. Реєстр атестатів. — Х.: Вид. «Друкарня № 13», 2006. — 120 с.
17. Довідник поживності кормів / М.М. Карпусь та ін.; за ред. М.М. Карпуся. — К.: Урожай, 1988. — 400 с.
18. *Лакин Г.Ф.* Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.

REFERENCES

1. *Rozrobka grutozakhysnykh resurso- ta energozberihayuchykh system vedennya sil'skohospodars'koho vyrobnytstva z vykorystannyam komp'yuternoho prohramnoho kompleksu. Rekomendatsiyi* [Development of soil protection resource and energy saving systems for agricultural production using a computer software complex [Recommendations]]. (2002). Kyiv: Nora-Print [in Ukrainian].
2. *Bioenerhetychni zroshuvani ahroekosystemy. [Bioenergy irrigated agroecosystems]*. (2010). Kyiv: DIA [in Ukrainian].
3. *Rekomendatsiyi z formuvannya bioenerhetychnykh ahroekosystem. Naukovo-tehnolohichne zabezpechennya ahromoho vyrobnytstva (Livoberezhnyy Lisostep)* [Recommendations for the formation of bioenergy agroecosystems. Scientific and technological support of agricultural production (Left Bank Forest Steppe)]. (2010). Kyiv: DIA [in Ukrainian].
4. *Formuvannya bioenerhetychnykh ahroekosystem v zoni Polissya Ukrainy. Rekomendatsiyi. Naukovo-tehnolohichne zabezpechennya ahromoho vyrobnytstva Livoberezhnoho Polissya* [Formation of bioenergy agro-ecosystems in the Polesie region of Ukraine. Recommendations. Scientific and technological support of agricultural production of the Left Bank Polissya]. (2012). Kyiv: DIA [in Ukrainian].
5. North-Eurasian Climate Center — Review of the state of climate change for 2016 (January-December). (n.d.). www.ncdc.noaa.gov. Retrieved from <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201613> [in English].
6. Romashchenko, M.I. (2015). Rayonuvannya terytoriyi Ukrainy za rivnem zabezpechenosti hidrottermichnykh resursamy v umovakh hlobal'nykh klimatychnykh zmin [Zoning of the territory of Ukraine by the level of provision of hydrothermal resources in the conditions of global climate change]. *Zbirka naukovykh prats', prysvyachena Mizhnarodnomu roku gruntiv ta Mizhnarodno dnyu gruntu, yakyy vidznachayut' shchorichno 5 hrudnya «Grunty ta melioratsiya: mynule i maybutnye»* — A collection of scientific papers dedicated to the International Soil Year and International Soil Day, celebrated annually on December 5, «Soils and reclamation: past and future». Kyiv [in Ukrainian].
7. Tarariko, Yu.O., Saydak, R.V., Soroka, YU.V., Vitvits'kyi, S.V. (2015). *Rayonuvannya terytoriyi Ukrainy za rivnem zabezpechenosti hidrottermichnykh resursamy ta obsyahamy vykorystannya sil'skohospodars'kykh melioratsiy* [Zoning of the territory of Ukraine by the level of provision of hydrothermal resources and volumes of utilization of agricultural land reclamation]. Kyiv: SP «Kompynt» [in Ukrainian].
8. Romashchenko, M.I., Vozhehova, R.A., Shatkovsky, A.P. (Eds.). (2017). *Naukovi zasady rozvytku ahromoho sektora ekonomiky pivdennoho rehionu Ukrainy* [Scientific bases of development of agrarian sector of economy of the southern region of Ukraine]. Kherson: Oldie-Plus [in Ukrainian].
9. *Metodychni rekomendatsiyi z planuvannya zroshennya na terytoriyakh z urakhuvannyam zmin klimatu ta modeley ahromoho vyrobnytstva* [Methodical recommendations for irrigation planning in the territories in the light of climate change and agricultural production models]. (2015). Kyiv [in Ukrainian].
10. Hadzalo, Ya.M., Stashuk V.A., Rokocinski A.M. (Eds.) (2018). *Melioratsiya ta oblashtuvannya ukraiyins'koho Polissya (kolektyvna monohrafiya)*. [Reclamation and arrangement of the Ukrainian Polissya (collective monograph)]. (Vol. 2). Kherson: OLDI-PLIUS [in Ukrainian].
11. *Meliorovani ahroekosystemy* [Reclaimed agroecosystems]. (2017). Nizhyn: Publisher of PP Lysenko M.M [in Ukrainian].
12. Tarariko, Yu.O., Soroka, YU.V., Saydak, R.V., & Lukashuk, V.P. (2019). Stan ta perspektyvy rozvytku ahromoho vyrobnytstva v Lisostepu v umovakh zmin klimatu [State and prospects of development of agricultural production in the forest-steppe in the conditions of climate change]. *Visnyk ahraryi nauky — Bulletin of agrarian science*, 6, 52–59 [in Ukrainian].
13. *Statsionarni pol'ovi doslidy Ukrainy. Reyestr atestativ. [Stationary field experiments of Ukraine. Register of certificates]*. (2014). Kyiv: Ahrar. Nauka [in Ukrainian].
14. *Nalichiye i raspredeleniye zemel'nogo fonda v Ukrain-skoy SSR* [The presence and distribution of the land fund in the Ukrainian SSR]. (1987). Kiev: GOSAGROPROM USSR [in Russian].
15. Derzhavnyy zemel'nyy kadastr Ukrainy [State Land Cadastre of Ukraine]. (1994). Kyiv: Derzhavnyy komitet Ukrainy po zemel'nykh resursakh [in Ukrainian].
16. *Dovhostrokovyi statsionarni pol'ovi doslidy Ukrainy. Reyestr atestativ [Long-term stationary field experiments of Ukraine. Register of certificates]*. (2006). Kharkiv: «Printing House №13» [in Ukrainian].
17. Karpus, M.M. et al. (1988). *Dovidnyk pozhycnosti kormiv* [Handbook of feed nutrition]. M.M. Karpus (Ed.). Kyiv: Urozhay [in Ukrainian].
18. Lakin, G.F. (1990). *Biometriya* [Biometrics]. Moskva: Vysshaya shkola [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 30.07.2019