

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202102-304>

Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/304>

УДК 631.1:631.192

ПОТЕНЦІАЛ БІОПРОДУКТИВНОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ЗА СПРИЯТЛИВИХ УМОВ ЗВОЛОЖЕННЯ

Ю.О. Тараріко¹, докт. с.-г. наук, Р.В. Сайдак², канд. с.-г. наук, Р.В. Олєпір³, канд. с.-г. наук,
Ю.В. Сорока⁴, канд. с.-г. наук, С.В. Вітвіцький⁵

¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0001-8475-240X>; e-mail: urtaur@bigmir.net;

² Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-0213-0496>; e-mail: saidak_r@ukr.net;

³ Полтавська ДС ІС і АПВ НААН, Полтавська обл., с. Степне, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-0825-7914>; e-mail: roman.olepir@pdaa.edu.ua;

⁴ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0001-6228-4131>; e-mail: soroka_2020@ukr.net;

⁵ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0003-1497-137X>; e-mail: svit0505492234@ukr.net

Анотація. У статті наведено результати досліджень щодо оцінювання сучасних кліматичних змін і впливу погодних умов на врожайність основних польових культур за різних систем живлення та обробітку ґрунту. Встановлено, що за 1991–2020 рр. середньорічна температура повітря в регіоні зросла на 1,1°C, а річна кількість опадів зменшилась на 5%. За таких умов частота повторень сильно- та середньопосушливих умов вегетаційного періоду збільшилась від 47% у 1961–1990 рр. до 61% у 1991–2020 рр., натомість імовірність формування достатнього рівня зволоження зменшилась вдвічі. За результатами оцінювання кліматичного водного балансу (КВБ) встановлено, що в західній частині Лівобережного Лісостепу за середньобагаторічним значенням, починаючи з червня, формується від'ємний КВБ, а до кінця серпня його дефіцит сягає понад 140 мм або 1400 м³/га. Загалом до кінця року за 1991–2020 рр. дефіцит КВБ підвищився на 82 мм. На основі інформаційної бази даних, сформованої за результатами довгострокового стаціонарного польового дослідження Полтавської дослідної станції Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН, визначено потенціал врожайності основних культур та продуктивності чорнозему типового за оптимізації сівозмінного фактора, поживного і водно-повітряного режимів. Встановлено, що загальна продуктивність сівозміни за різних систем основного обробітку ґрунту практично залишається беззмінною і дає змогу отримувати в середньому по роках досліджень 3,6–3,8 т к.од./га на фоні природної родючості ґрунту. З органічних систем удобрення ефективність використання на добриво побічної продукції рослинництва переважає гній на 10% і практично не поступається органо-мінеральним системам. В результаті досліджень виявлено, що в регіоні останнім часом відбувається погіршення умов вирощування основних польових культур, що проявляється у формуванні невисокої їх врожайності і продуктивності сівозміни, значній варіації цих показників стосовно особливостей погоди, зокрема на високих агрофонах.

Ключові слова: кліматичні зміни, умови зволоження, водний баланс, система удобрення, обробіток ґрунту, польові культури, продуктивність

Актуальність дослідження. Глобальні зміни клімату по-різному проявляються в різних регіонах земної кулі, а їх вплив на аграрне виробництво стає все відчутнішим. За сучасних змін клімату умови зволоження на території України є головним лімітуючим чинником, що обмежує не лише рівень продуктивності рослинництва, а й використання природного та антропогенного потенціалу землеробства.

Загальновідомо, що найбільш дієвим та ефективним засобом підвищення врожайності

сільськогосподарських культур та забезпечення сталості землеробства в умовах дефіциту природного вологозабезпечення є зрошення. Застосування зрошення дозволяє підвищити врожайність сільськогосподарських культур у 2–3 рази порівняно з богарними умовами та знизити залежність землеробства від несприятливих природних умов. Проте, враховуючи незначний та нерівномірний рівень забезпеченості території України водними ресурсами, важливого значення щодо адаптації

© Тараріко Ю.О., Сайдак Р.В., Олєпір Р.В.,
Сорока Ю.В., Вітвіцький С.В., 2021

землеробства до змін клімату набувають і інші агротехнічні заходи, передусім системи обробітку ґрунту, удобрення та сівозмін.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Численні дослідження останніх років свідчать, що в умовах стрімкого погіршення умов зволоження меліоровані землі в зонах зрошення і осушення характеризуються високим і стабільним потенціалом біопродуктивності [1–5]. За усередненими багаторічними даними зональні сівозміни на природному фоні родючості органогенних і мінеральних ґрунтів Полісся дають змогу отримувати відповідно 40 і 45 ц/га кормових одиниць (к. од.) основної і побічної продукції, в Степу на чорноземі звичайному – 30 ц к. од./га. За покращення поживного режиму продуктивність ріллі зростає відповідно до 65, 75, і 40 ц к. од./га, оптимізація сівозміни і поживного режиму забезпечує 90, 100 і 50 ц к. од./га. На меліорованих землях регулювання водно-повітряного режиму органогенного ґрунту дозволяє отримувати 140 ц к. од./га, мінерального – 150 ц к. од./га, чорнозему звичайного у Степу – 130 ц к. од./га [6–7].

Водночас були проведені дослідження щодо тенденцій змін клімату в різних ґрунтово-кліматичних зонах України [8–10]. Якщо в Степу такі зміни призводять до зниження сприятливості умов вирощування усіх польових культур, то в гумідній зоні спостерігаються позитивні тенденції в напрямку зростання їх продуктивності. В умовах лісостепової зони, з високою вірогідністю формування і сприятливих, і несприятливих гідротермічних умов, вказані тенденції дають підстави очікувати підвищення варіабельності або нестабільності продуктивності посівів і прибутковості аграрного виробництва [11].

Станом на 1994 р. в Україні площа зрошуваних земель становила 2604,9 тис. га. З них у лісостеповій зоні в межах Вінницької, Київської, Полтавської, Сумської, Тернопільської, Харківської, Хмельницької, Черкаської та Чернівецької областей зрошувальною мережею охоплювалося 791,8 тис. га. Зокрема в Полтавській області загальна площа меліорованих земель складала 88,0 тис. га, в т. ч. 69 зрошувальних систем площею 50,8 тис. га, на території Харківської області облікова площа меліорованих земель сягала 94,2 тис. га, з них зрошувані землі – 82,4 тис. га, у Вінницькій області нараховувалося 81,1 тис. га меліорованих земель, із них 23,8 тис. га зрошуваних угідь, у Черкаській області – 118,9 тис. га меліорованих земель, в т. ч. 63,2 тис. га зрошуваних, на території

Київської області площа меліорованих земель становила 232,7 тис. га, з них зрошуваних 43,9 тис. га [12, 13]. На жаль щодо можливості регулювання водно-повітряного режиму ґрунту нині ці землі використовуються незадовільно, що за стрімкого погіршення умов зволоження потребує прийняття відповідних заходів.

Мета досліджень – здійснити аналіз кліматичних змін у західній частині Лівобережного Лісостепу, встановити потенціал врожайності основних культур та продуктивності чорнозему типового за оптимізації сівозмінного фактора, поживного і водно-повітряного режимів.

Методи дослідження. Оцінювання кліматичних змін проводили на основі значень кліматичного водного балансу (КВБ) і гідротермічного коефіцієнта (ГТК). Для вирішення цих завдань використовувалися інформаційна база довгострокового стаціонарного польового дослідження та багаторічні гідротермічні показники по метеостанції Полтавської дослідної станції Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН. Дослід «Вплив систематичного застосування добрив при різних обробках ґрунту на продуктивність культур польової сівозміни, якість урожаю і родючість ґрунту» закладений у 1987 в с. Степне Полтавського району [14]. Ґрунт – чорнозем типовий з умістом гумусу 5%, низькою забезпеченістю доступними для рослин сполуками азоту, середньою – фосфору і калію. Досліджувані культури: кукурудза на силос, пшениця озима, соя, цукрові буряки, ячмінь, горох, пшениця озима, кукурудза на зерно.

Вивчали системи основного обробітку ґрунту: 1. Комбінована (оранка під просапні, поверхневий під інші); 2. Мілка безвідвальна (поверхневий обробіток під усі культури) та системи удобрення: 1. Без добрив – контроль (К); 2. Гній 10 т/га сівозмінної площі (Гн); 3. Гній + N52P52K52 (Гн + NPK); 4. Побічна продукція (ПП); 5. Побічна продукція + NPK (ПП + NPK).

Варіанти з використанням на добриво гною імітують галузеву структуру виробничої діяльності з розвинутим тваринництвом, контроль без добрив та варіанти з побічною продукцією на добриво моделюють суто рослинницьку спрямованість аграрного виробництва. Сприятливі роки з максимальною врожайністю досліджуваних культур імітують дію зрошення.

Природний фон продуктивності встановлювався на варіантах без добрив за показниками середньої по роках врожайності культур. Максимальний рівень продуктивності посівів на цьому фоні в найсприятливіший за історію

ведення дослідів рік визначає роль оптимізації водно-повітряного режиму ґрунту. Середня за роки досліджень врожайність за тривалого застосування органічних та органо-мінеральних систем удобрення підкреслює роль поліпшення поживного режиму ґрунтового покриву. Максимальна продуктивність культур на фоні тривалого застосування добрив імітує одночасне покращення умов вологозабезпечення і живлення рослин.

Для оцінювання розмаху коливань урожайності культур і продуктивності сівозміни по роках використовували коефіцієнт варіації [15]. Розрахунковий коефіцієнт варіації (K_v) досліджуваного показника може групуватись відповідно до прийнятої шкали якісної оцінки: менше 15% – низький; 15–30 – середній; понад 30 – високий.

Результати досліджень. Середньорічна температура повітря в Хорольському районі Полтавської області відзначається стійким підвищенням від 7,5°C на початку 60-х років минулого століття до 9,5–9,7°C в 2015–2020 рр. Нині термічний режим регіону відповідає значенням, що відмічались в 1961–1990 рр. у південних областях України.

Загалом, за 1991–2020 рр. середньорічна температура повітря регіону підвищилась проти 1961–1990 рр. на 1,1°C. Найбільш істотне зростання температури повітря спостерігається впродовж січня-березня (1,6–2,2°C) та червня-серпня (1,1–1,5°C), тоді як у вересні-грудні на 0,4–0,7°C.

На фоні зростання температурного режиму в регіоні відмічається незначне (у межах похибки) зменшення річної кількості опадів. Загалом за 1991–2020 рр. середньорічна сума опадів зменшилась на 5% або на 28 мм.

Для оцінювання умов зволоження вегетаційного періоду в регіоні, а в результаті і прийняття рішення щодо доцільності зрошення, можна також використовувати і гідротермічний коефіцієнт (ГТК). Якщо до середини 80-х років минулого століття ГТК вегетаційного періоду в середньому становив близько 1,2 (відповідав слабкому зволо-

женню), то в останні роки рідко перевищує 1,0 (середньопосушливі умови).

Окрім цього, за 1991–2020 рр. у регіоні в 60% випадків (тобто 6 років із десяти) спостерігаються сильно та середньопосушливі умови вегетаційного періоду і лише в 13% випадків – достатнє зволоження, тоді як за 1961–1990 рр. – 48 і 26% відповідно (табл. 1).

За річним кліматичним водним балансом (КВБ – різниця між річною кількістю опадів і потенційним випаровуванням) також спостерігається погіршення умов природного вологозабезпечення. Якщо до кінця 2000-х років дефіцит КВБ становив в середньому близько 40–60 мм, то за останнє десятиріччя досяг 120–200 мм, а у 2019 і 2020 рр. – близько 400 мм, що притаманно крайньому півдню країни (рис. 1).

Оцінка динаміки КВБ наростаючим підсумком по місяцях року засвідчила, що в регіоні до кінця травня в середньому зберігається позитивний водний баланс, проте вже з червня, а особливо з липня – серпня його дефіцит сягає 67–146 мм (табл. 2). Тобто, у період дозрівання основних ранніх культур та в середині вегетації пізніх здебільшого спостерігається значний дефіцит вологозабезпечення.

Згідно з середньо- та довгостроковим кліматичним прогнозом, за умов збереження сучасної тенденції кліматичних змін, умов вологозабезпечення регіону значно погіршаться. До 2050 р. дефіцит КВБ до кінця травня збільшиться до 16 мм, а до 2100 р. – 41 мм, а у вересні може сягати 300–420 мм (рис. 2). Такий рівень дефіциту потребуватиме додаткового залучення вологи близько 3000–4000 м³/га.

Отже, вірогідність настання посушливих умов нині є високою, що відповідним чином відбивається на врожайності окремих культур по роках. Аналізуючи представлені нижче рисунки (6–12) можна порівнювати подекадну динаміку гідротермічних умов у найбільш сприятливому та в інших за сприятливістю роках і встановлювати ключові періоди

1. Частота повторень різних рівнів зволоження вегетаційного періоду (квітень – серпень) за 1961–2020 рр.

ГТК	Ступінь посушливості	Частота, %	
		1961–1990 рр.	1991–2020 рр.
менше 0,7	сильно посушливо	7	13
0,71–1,00	середньо посушливо	41	48
1,01–1,20	слабке зволоження	26	26
1,21–1,80	достатнє зволоження	26	13

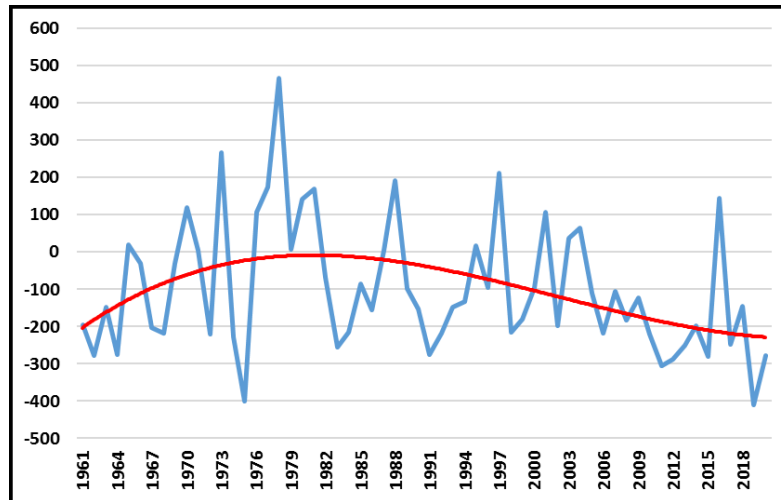


Рис. 1. Динаміка річного КВБ за 1961–2020 рр.

2. Зміна КВБ по місяцях року нарастаючим підсумком за 1991–2020 рр., мм

Роки	Місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII/рік
1961–1990	47	86	110	104	61	21	-20	-76	-111	-116	-82	-29
1991–2020	45	77	101	88	47	-1	-67	-146	-178	-178	-154	-111
±до 1961–1990 рр.	-2	-9	-8	-16	-14	-22	-48	-70	-66	-62	-72	-82

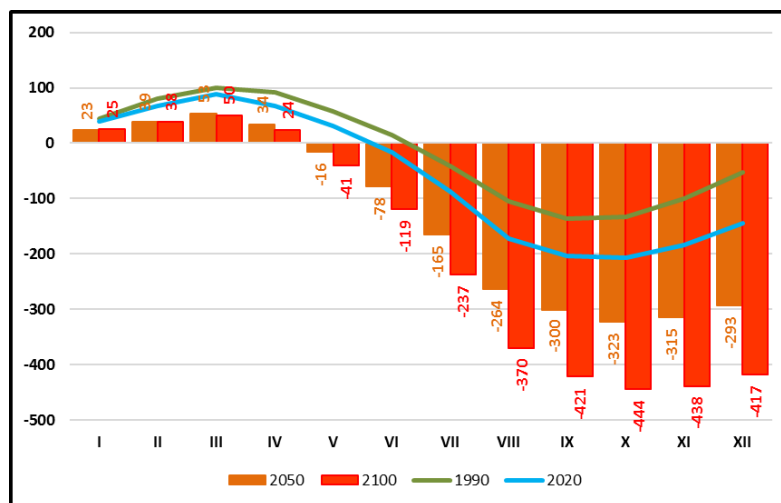


Рис. 2. Динаміка КВБ по місяцях року нарастаючим підсумком за 1991–2020 рр. та прогноз до 2050 і 2100 рр., мм

з оптимальними або критичними для кожної з культур температурним режимом або кількістю опадів.

Так, найбільш несприятливими для росту і розвитку кукурудзи на силос виявилися 1998 і 2002 роки, коли вихід зеленої маси на контролі становив лише 14 т/га (рис. 3).

Ці роки відрізняються від найбільш сприятливого і врожайного (65 т/га зеленої маси на фоні без добрив) 2011 р. нижчою температурою повітря впродовж періоду від серпня по грудень попереднього року, значно вищою

температурою у період від січня по березень, а також більш прохолодними травнем, червнем і липнем. За умовами зволоження сприятливий рік відрізняється від несприятливого меншою кількістю опадів у холодний період від 3 декади грудня по 1 декаду березня та більш вологим весняно-літнім періодом від 1 декади квітня по 1 декаду липня. Загалом природний фон без добрив має потенціал виробництва зеленої маси кукурудзи на рівні 30 т/га, у сприятливих умовах зволоження досягається рубіж у 65 т/га, використання добрив дозволяє

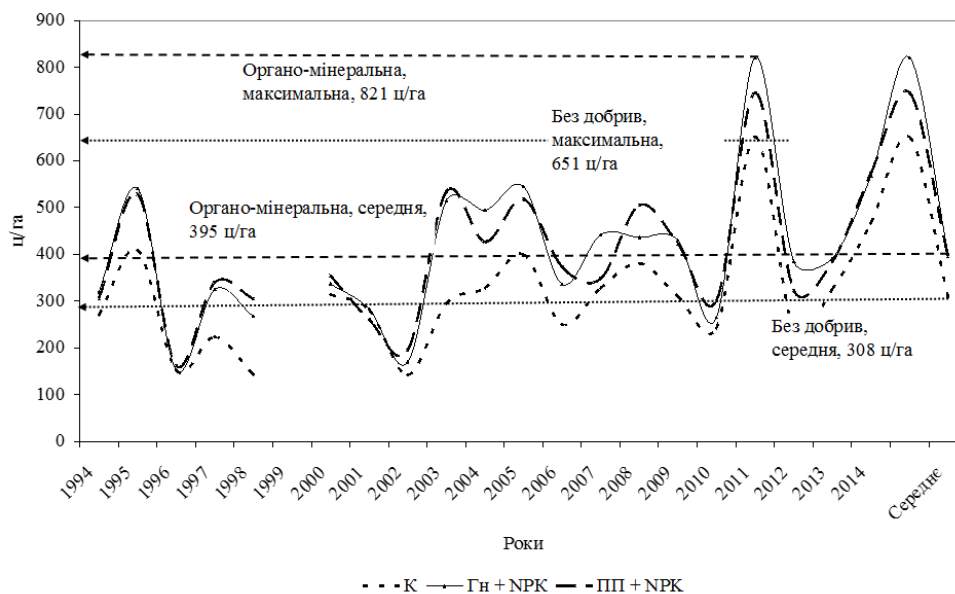


Рис. 3. Коливання врожайності кукурудзи на силос за різних умов живлення і зволоження

у середньому отримувати 35–40 т/га. За сприятливих гідротермічних показників органо-мінеральні системи удобрення забезпечують 75–80 т/га, органічні – 70–75 т/га.

На фоні без добрив врожайність пшениці озимої після кукурудзи МВС протягом 20 років коливалася від 2,6 ц/га у 1998 р. до рівня 36 ц/га у 2001, 2005, 2008 і 2014 роках із середнім показником 22,0 ц/га (рис. 4).

За систематичного використання на добриво всієї побічної продукції рослинництва цей показник був у межах 8,0–53,6 ц/га із середнім значенням 32,0 ц/га. Доповнення

соломи зернових і гички цукрових буряків мінеральними добривами найбільш ефективним було у несприятливому 1998 році із понад 6-разовим зростанням до контролю. Слід відзначити, що цей рік відрізняється від інших більшою кількістю опадів і значно нижчою сумою температур у попередній літньо-осінній період (липень-листопад). При цьому максимальний рівень майже у 60 ц/га досягнуто у сприятливому для культури 2005 р. із середнім по роках значенням 35,8 ц/га. Слід також відзначити рівноцінність органо-мінеральних систем удобрення як із гноєм, так

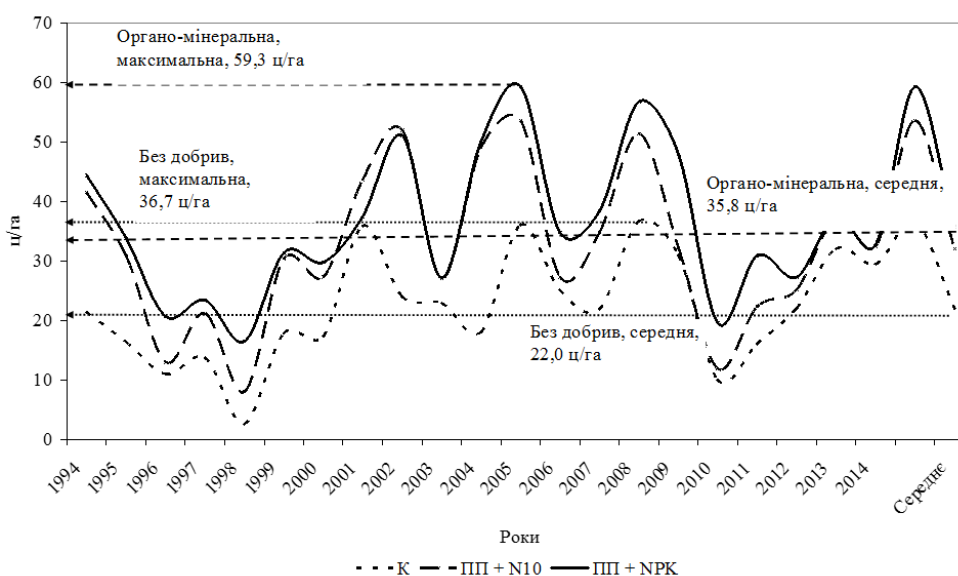


Рис. 4. Коливання врожайності пшениці озимої після кукурудзи на силос за різних умов живлення і зволоження

і з побічною продукцією на добриво. В сприятливих гідротермічних умовах органічні системи удобрення забезпечують 4,8–5,4 т/га, органо-мінеральні – 5,6–5,9 т/га зерна. Тобто потенціал продуктивності пшениці озимої після кукурудзи на природному фоні без добрив можна оцінювати у 2 т/га, за окремого поліпшення умов зволоження і живлення – на рівні 3,5–4,0 т/га, за поєднання цих факторів – 6 т/га.

Як і на кукурудзі найбільш сприятливим для вирощування сої виявився 2011 р., що може свідчити про аналогічні вимоги цих культур до динаміки формування тепло-і вологозабезпечення як попереднього осінньо-зимового періоду, так і протягом вегетації.

Середній потенціал продуктивності сої на природному фоні родючості за характерних для регіону змінних гідротермічних показників невисокий і складає 1,2 т/га, хоча у сприятливих умовах потенціал родючості чорнозему типового реалізується у вигляді 2 т/га зерна (рис. 5).

Фон тривалого застосування органічних систем удобрення у середньому дозволяє отримувати 1,4–1,5 т/га, органо-мінеральні системи забезпечують 1,6–1,7 т/га. Поліпшення гідротермічних умов істотно посилює вплив тривалого внесення добрив на врожайність культури з максимальним рівнем 3,1 т/га на фоні поєднання гною і мінеральних туків.

За комбінованого обробітку ґрунту у середньому за 10 років цукрові буряки дають змогу отримувати за рахунок природної родючості чорнозему типового 25 т/га коренів із коливанням від 16 до 38 т/га (рис. 6).

Несприятливий сезон 1997–1998 рр. відрізняється від інших нижчою сумою температур за період вересень – грудень і більш високою протягом вегетації при значно меншій кількості опадів у літній період. У близьких до оптимальних умовах 2003–2004 років на фоні без добрив вихід коренів цукрових буряків сягнув майже 38 т/га, системи удобрення із заорюванням побічної продукції у середньому по роках досліджень забезпечують на рівні 40 т/га, у сприятливих умовах добрива дають змогу підвищувати продуктивність посівів культури до контролю на 30% до 53 т/га. Причём органічна система удобрення із систематичним внесенням гною значно поступається за ефективністю побічній продукції рослинництва на добриво.

Середня по роках досліджень врожайність ячменю ярого на контролі без добрив є невисокою – менше 2 т/га зерна (рис. 7). Однак за формування сприятливих агрометеорологічних умов продуктивність культури на природному фоні родючості чорнозему типового зростає до 3 т/га. Сприятливий 1994 р. відрізнявся від несприятливого 2013 р. значно меншою кількістю опадів у попередній осінньо-зимовий період із вересня по січень та істотно нижчою сумою температур за лютий – березень. Середня багаторічна врожайність ячменю ярого сягала максимального рівня за тривалого використання органо-мінеральних систем удобрення – 2,7 т/га, у сприятливих погодних умовах продуктивність посівів культури майже подвоюється. Оскільки ячмінь вважається культурою-індикатором, то це

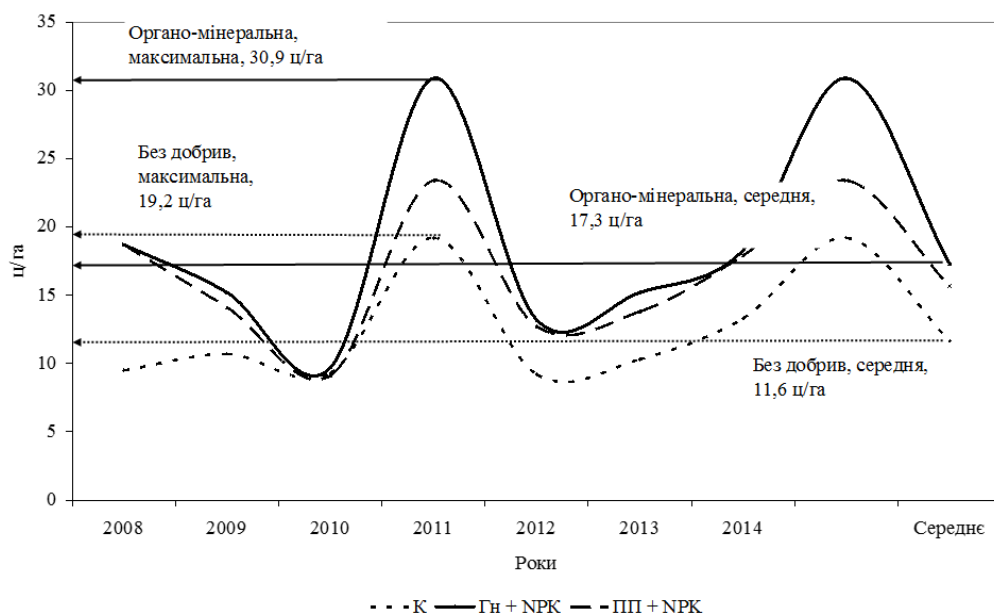


Рис. 5. Коливання врожайності сої за різних умов живлення і зволоження

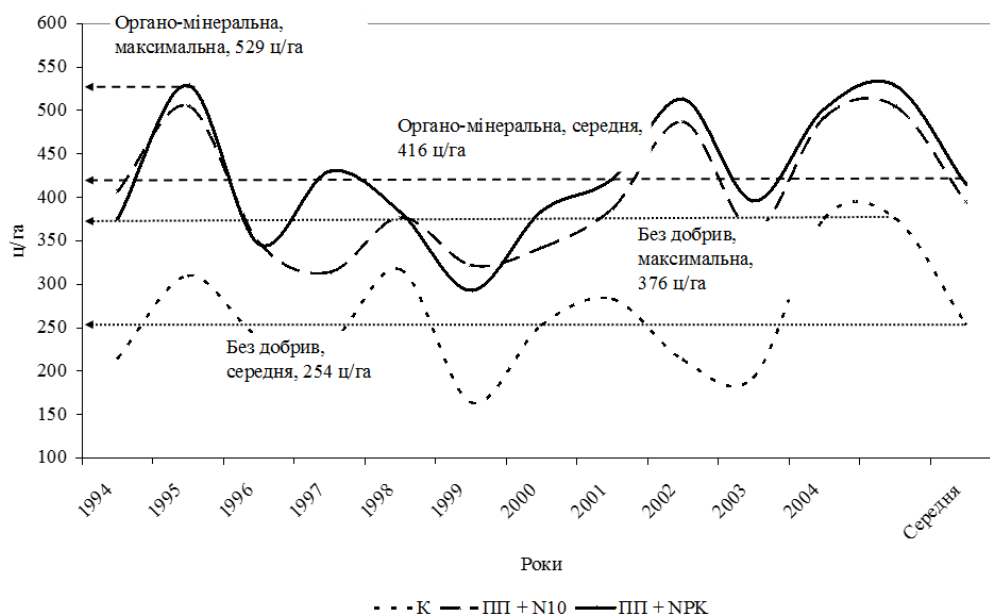


Рис. 6. Коливання врожайності буряків цукрових за різних умов живлення і зволоження

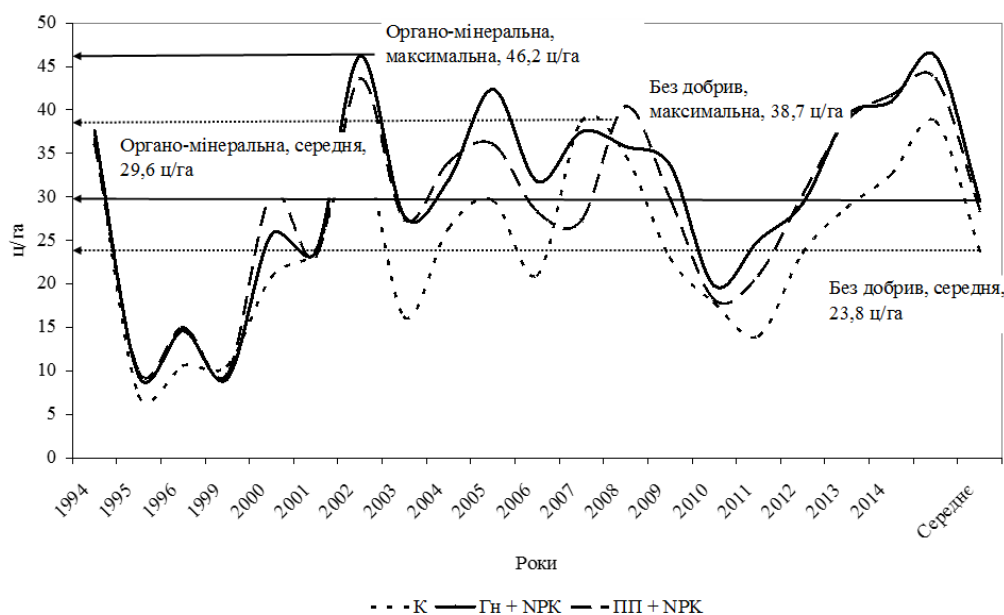


Рис. 7. Коливання врожайності ячменю ярого за різних умов живлення і зволоження

свідчить про значення одночасної оптимізації водно-повітряного і поживного режимів ґрунту в умовах регіону.

На фоні без добрив врожайність гороху протягом 20 років коливалася від 0,7 до майже 4,0 т/га із середнім значенням 2,4 т/га (рис. 8). Невдалий для культури 1996 р. відрізнявся від інших років значно більшою кількістю опадів протягом попереднього осіннього і поточного зимово-весняного періоду. Сума температур за цей проміжок часу була навпаки значно нижчою і протягом із листопада по квітень

становила мінус 300^оС проти плюс 20^оС у сприятливому 2007 р. із врожайністю майже 4,0 т/га. Середня врожайність культури за органічних систем удобрення становила 2,6–2,8 т/га, за органо-мінеральних – 2,9–3,0 т/га. Формування сприятливих для росту і розвитку гідротермічних умов супроводжувалося різким зростанням ефективності добрив, особливо за тривалого застосування гною.

За використання лише природного потенціалу родючості чорнозему типового середня по роках досліджень врожайність пшениці

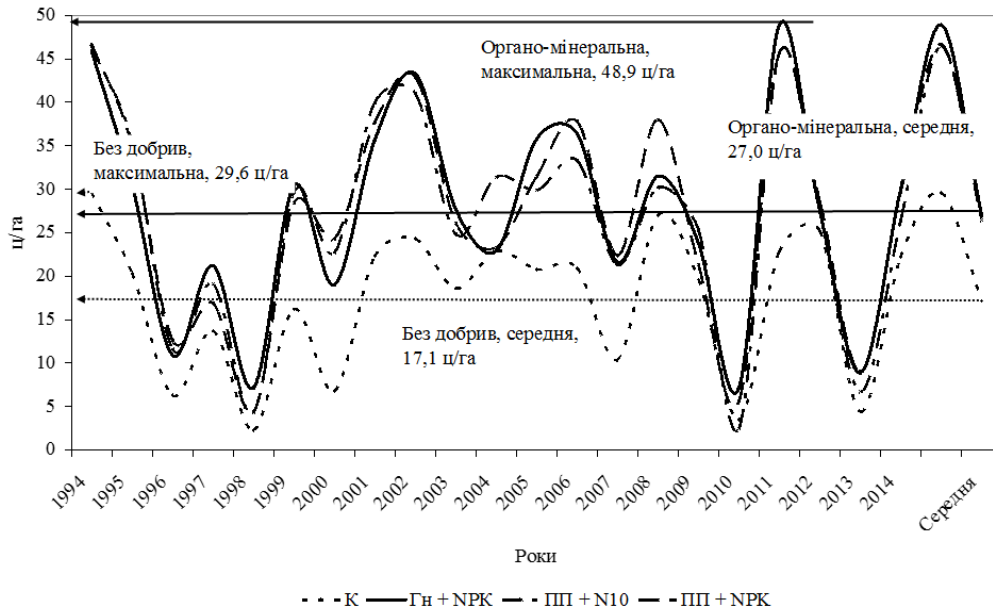


Рис. 8. Коливання врожайності гороху за різних умов живлення і зволоження

озимої після гороху становить на рівні 3 т/га, що істотно вище ніж цей показник після кукурудзи на силос (2,2 т/га). В умовах сприятливого року, що імітують штучне регулювання водно-повітряного режиму ґрунту, продуктивність посівів цієї культури на контролі сягає рівня вище 5 т/га (рис. 9). Цей врожайний рік відрізняється від неврожайного значно більшою кількістю опадів за період серпень – жовтень, що очевидно забезпечує кращий розвиток рослин перед зимівлею. Назадня ситуація спостерігається

в проміжок часу від грудня по березень, коли значно більша кількість опадів відзначається в несприятливі роки порівняно з найбільш врожайним. Період квітень – червень також був набагато вологішим у сприятливому році. За температурним режимом врожайний рік характеризується більш прохолодними осінніми місяцями і більш теплими зимовими. Середня по роках врожайність на удобрених фонах була в межах 3,4–3,9 т/га з перевагою побічної продукції на добриво над гноем. Як на пшениці після кукурудзи максимальний

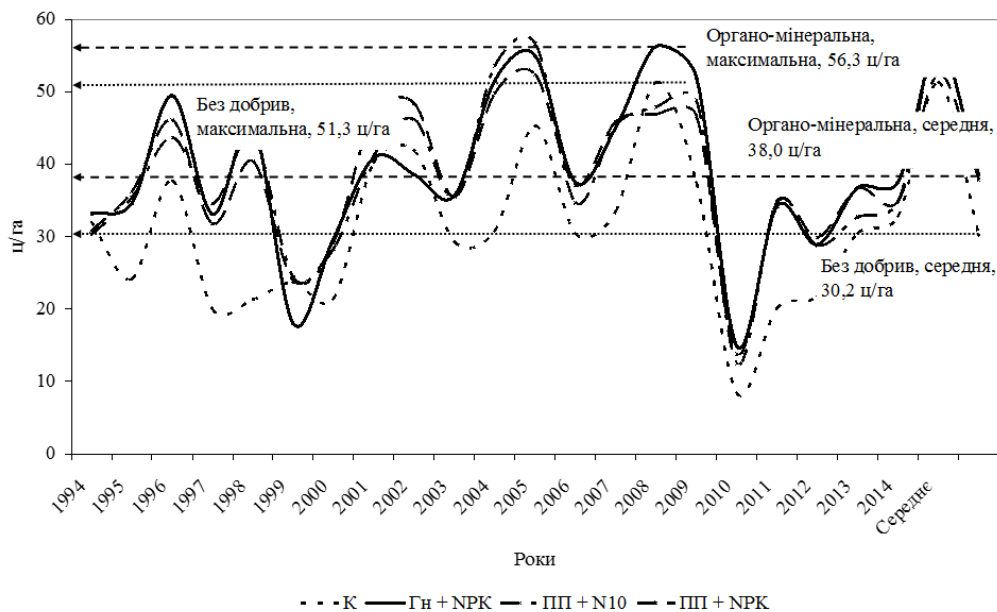


Рис. 9. Коливання врожайності пшениці озимої після гороху за різних умов живлення і зволоження

рівень продуктивності посівів, що відповідає близьким до оптимальних умовам зволоження і живлення, складає на рівні 6 т/га.

Продуктивність посівів кукурудзи на зерно без застосування добрив на чорноземі типовому протягом 20 років коливалася від 2,5 до 7,4 т/га із середнім значенням 4,5 т/га, що значно вище порівняно з іншими зерновими культурами сівозміни (рис. 10). Це свідчить про доцільність збільшення частки культури у структурі посівних площ сільськогосподарських підприємств регіону. Більш врожайні по кукурудзі роки відрізняються від інших більшою сумою опадів за осінньо-зимовий період та більш теплою другою половиною літа. Досліджувані системи удобрення дозволяють підняти середню по роках врожайність культури до 5,2–5,5 т/га з максимальним показником за сприятливих гідротермічних умов майже 10,0 т/га.

У таблиці 3 наведено результати опрацювання врожайних даних по культурах сівозміни за ступенем коливання в часі в розрізі досліджуваних систем удобрення і технологій обробітку ґрунту. Ці результати вказують на те, що на всіх культурах по варіантах дослідів коефіцієнт варіації продуктивності посівів є високим. Таке положення, своєю чергою, свідчить про істотний вплив сильно змінних погодних умов на процеси росту і розвитку рослин. З досліджуваних культур більшою мірою коливається продуктивність буряків цукрових, меншою – пшениці озимої по гороху і кукурудзи на зерно.

На силосній і зерновій кукурудзі мілкий обробіток сприяє збільшенню амплітуди коли-

вання її врожайності, на сої – зниженню. На фоні органо-мінеральних систем удобрення можна відзначити тенденцію до зменшення варіації тільки на пшениці озимій по обох попередниках.

Зависокої нестабільності по роках стосовно змінних гідротермічних умов урожайності всіх досліджуваних культур продуктивність сівозміни загалом коливається по роках значно меншою мірою. Коефіцієнт варіації за цим показником по системах удобрення варіював у межах 15–18%, при 13% на контролі без добрив. В цьому і полягає одна з найважливіших функцій сівозміни – на різні агрометеорологічні умови окремих років культури реагують також по-різному. Відповідно, чим більше культур, тим система різноманітніша, що загалом істотно підвищує сталість землеробства. Якщо враховувати, що коливання цін реалізації на різні види продукції рослинництва тісно пов'язано з врожайністю відповідних культур, то стає очевидною роль сівозмінного фактора в підвищенні економічної стабільності аграрного виробництва: більше культур більша вірогідність отримати вищий прибуток за одну з них.

Оцінювання продуктивності сівозміни в кормових одиницях показало, що природний фон без застосування добрив дає змогу отримувати у середньому по роках досліджень 3,6–3,8 т к.од./га (рис. 11).

Спосіб обробітку ґрунту на цей показник практично не впливає. З органічних систем удобрення побічна продукція на добриво переважає гній на 10% і практично не

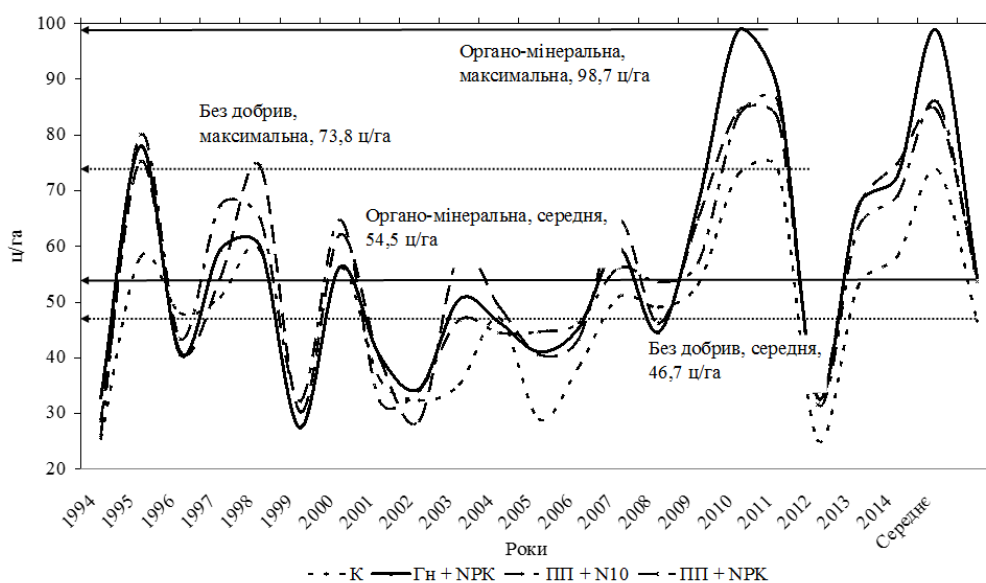


Рис. 10. Коливання врожайності кукурудзи на зерно за різних умов живлення і зволоження

3. Коефіцієнти варіації врожайності культур по варіантах досліду, %

Культури	Обробіток ґрунту	Варіанти досліду				
		К	Гн	Гн+NPK	ПП+N10	ПП+NPK
Кукурудза на силос	комбінований	39	41	39	36	35
	мілкий	43	44	40	38	39
Пшениця озима	комбінований	42	42	36	41	34
	мілкий	40	45	38	36	37
Буряки цукрові	комбінований	50	49	48	47	47
	мілкий	53	49	46	49	48
Соя	комбінований	31	31	39	37	30
	мілкий	28	29	7	11	24
Ячмінь ярий	комбінований	48	47	45	47	46
	мілкий	47	46	42	46	43
Горох	комбінований	40	39	36	36	36
	мілкий	36	44	43	38	40
Пшениця озима	комбінований	33	33	29	28	25
	мілкий	30	31	27	30	27
Кукурудза на зерно	комбінований	31	33	35	33	33
	мілкий	38	36	37	36	37

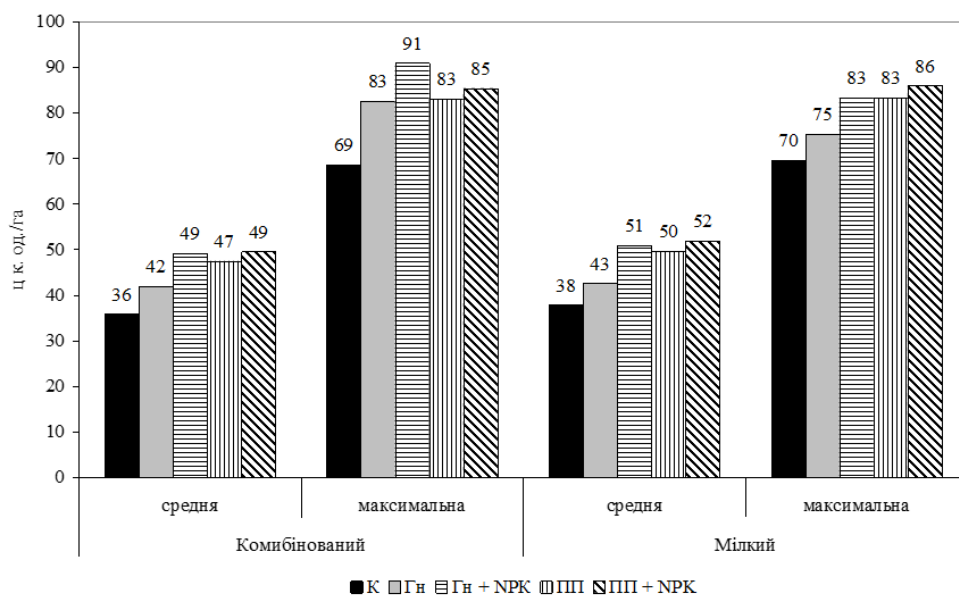


Рис. 11. Продуктивність сівозміни за різних систем удобрення і технологій обробітку ґрунту

поступається органо-мінеральним системам – 47 к.од./га проти 49 к.од./га. Можна очікувати, що за поліпшення гідротермічних умов комбінований обробіток буде більш ефективним за тваринницької спеціалізації аграрного виробництва із систематичним застосуванням гною 8,3 проти 7,5 т к.од./га за мілкого розпушення. Доповнення гною мінеральними добривами в таких умовах забезпечить зростання продуктивності ріллі на рівні 9,1 т к.од./га. За рослинницької спеціалізації виробничої діяльності з використанням на добриво усієї малоцінної частини врожаю культур сіво-

зміни її максимальну продуктивність на обох фонах обробітку ґрунту слід очікувати на рівні 8,3 т к.од./га. Доповнення побічної продукції мінеральними добривами до істотного зростання даного показника не призводить.

Отже, природний потенціал чорнозему типового за впровадження типової зональної сівозміни дозволяє отримувати у середньому по роках 3,6 т к. од./га (рис. 12).

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

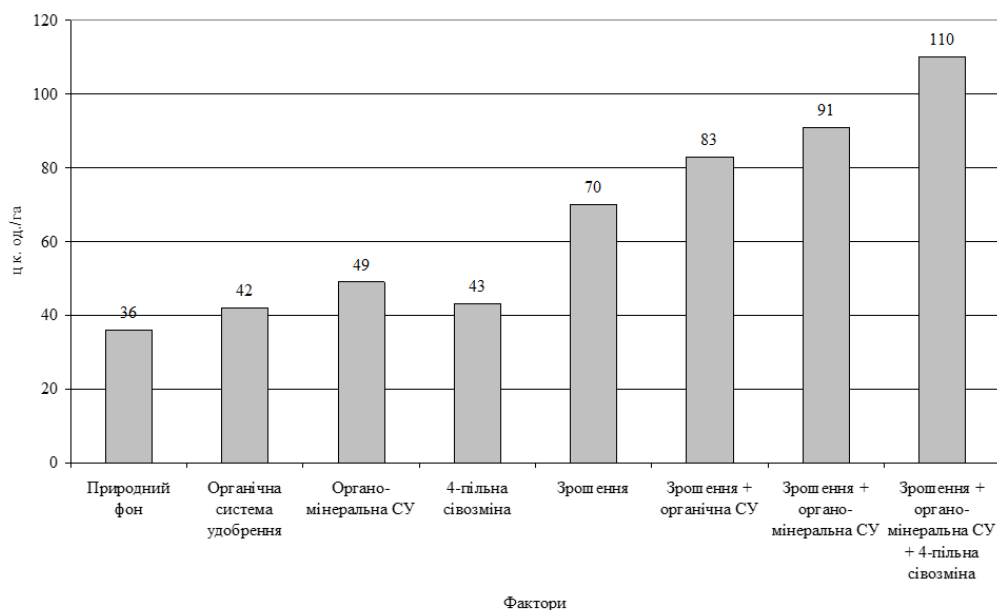


Рис. 12. Фактори підвищення продуктивності чорнозему типового в Лівобережному Лісостепу

культури – 4,3 т к. од./га, зрошення за органічної системи удобрення – 8,3 т к. од./га, за органо-мінеральної системи удобрення – 9,1 т к. од./га, одночасна оптимізація усіх факторів буде супроводжуватися зростанням продуктивності ріллі до 11,0 т к. од./га. Отримані показники доцільно використовувати при поточному і перспективному плануванні виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств регіону. Вони дають можливість моделювати різні сценарії, порівнюючи параметри сучасної найбільш поширеної рослинницької практики з варіантами залучення різних нових складових галузевої структури аграрного виробництва: органічне землеробство, тваринництво, біоенергетика, переробка, зберігання тощо.

Висновки. У регіоні останніми десятиліттями відбувається погіршення умов вирощування основних польових культур, що виражається у формуванні невисокої у середньому по роках їх врожайності і продуктивності сівозміни, значній варіації цих показників стосовно особливостей погоди, зокрема на високих агрофонах. Деякою мірою, таке положення стабілізується тим, що різні культури сівозміни по різному реагують на змінні гідротермічні умови.

Прогнозування рівня сприятливості умов вирощування різних культур доцільно шляхом порівняння подекадної динаміки

гідротермічних умов у найбільш сприятливому і в інших за сприятливістю роках та встановлення ключових періодів з оптимальними або критичними для кожної з культур температурним режимом або кількістю опадів.

Як за середніми багаторічними, так і за максимальними показниками врожайності культур сівозміни удобрювальна дія побічної продукції рослинництва без мінеральних добрив істотно переважає органічні добрива тваринницького походження, що слід враховувати при формуванні систем виробництва органічної продукції. Це пояснюється надходженням у ґрунт більшої кількості органічної біомаси з відносно вузьким співвідношенням C/N та більш тривалою удобрювальною і мульчуючою дією.

Відповідні інтенсивні органо-мінеральні системи удобрення за впливом на продуктивність сівозміни є рівноцінними.

Організація штучного регулювання водно-повітряного режиму ґрунту буде супроводжуватися збільшенням виходу кормових одиниць за усіх досліджуваних систем удобрення в 1,6–1,8 рази. Одночасна оптимізація водно-повітряного, поживного та сівозмінного факторів дає змогу підвищити продуктивність чорнозему типового у 3 рази.

Отримані результати доцільно використовувати при поточному і перспективному плануванні виробничої діяльності в регіоні.

Бібліографія

1. Інтегроване управління водними і земельними ресурсами на меліорованих територіях : монографія / за заг. ред. П.І. Коваленка. Київ : Аграрна наука, 2016. 784 с.

2. Концепція відновлення та розвитку зрошення у південному регіоні України. Київ : ЦП «Компринт», 2014. 28 с.
3. Концепція ефективного використання осушуваних земель гумідної зони України (наукові засади). Київ : ЦП «Компринт», 2015. 22 с.
4. Меліоровані агроєкосистеми / за ред. М.І. Ромащенко, Ю.О. Тараріко. Київ – Ніжин : Видавець ПП Лисенко М.М., 2017. 696 с.
5. Наукові засади розвитку аграрного сектора економіки південного регіону України / за науковою редакцією: Ромащенко М.І., Вожегової Р.А., Шатковського А.П. Херсон : ОЛДІ-ПЛІУС, 2017. 438 с.
6. Біоенергетичні зрошувані агроєкосистеми. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва (Південний Степ України) / за ред. Ю. Тараріко. Київ : ДІА, 2010. 86 с.
7. Біоорганічні системи землеробства в зоні осушення (Рекомендації) / за ред. чл.-кор. Ю.О. Тараріка. Київ : ДІА, 2013. 216 с
8. Romashchenko M.I., Saydak R.V., Matyash T.V. Development of irrigation and drainage as the basis of sustainable agriculture in Ukraine in climate change/IX International scientific and technical conference «Modern problems of water management, environmental protection, architecture and construction», 22–27 July. Georgia. С. 243–250.
9. Районування території України за рівнем забезпеченості гідротермічними ресурсами та обсягами використання сільськогосподарських меліорацій / Ю.О. Тараріко, та ін. Київ : ЦП «Компринт», 2015. 62 с.
10. Тараріко Ю.О., Величко В.А., Сайдак Р.В. Сучасна практика та перспективи розвитку аграрного виробництва в Одеському регіоні / *Вісник аграрної науки*, № 3. 2020. С. 32–46.
11. Стан та перспективи розвитку аграрного виробництва в Лісостепу в умовах змін клімату / Тараріко Ю.О., та ін. *Вісник аграрної науки*, № 6. 2019. С. 52–59.
12. Наличие и распределение земельного фонда в Украинской ССР // Киев : ГОСАГРОПРОМ УССР. Управление землепользования и землеустройства. 1987. 99 с.
13. Державний земельний кадастр України // Київ : Державний комітет України по земельних ресурсах. 1994. 179 с.
14. Стационарні польові досліді України. Реєстр атестатів. Київ : Аграрна наука, 2014. 146 с.
15. Математическая статистика. Иванова В.М., и др. Учебник, 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Высш. школа, 1981. 371 с.

References

1. Kovalenko, P.I. (Ed.) (2016). *Intehrovane upravlinnya vodnymy i zemel'nymy resursamy na meliorovanykh terytoriyakh: monohrafiya [Integrated management of water and land resources in reclaimed territories: a monograph]*. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian]
2. Kontseptsiya vidnovlennya ta rozvytku zroshennya u pivdennomu rehioni Ukrayiny [The concept of restoration and development of irrigation in the southern region of Ukraine] (2014). Kyiv : TSP «Komprynt». [in Ukrainian]
3. Kontseptsiya efektyvnoho vykorystannya osushuvanykh zemel' humidnoyi zony Ukrayiny. Naukovi zasady [The concept of effective use of drained lands of the humid zone of Ukraine. Scientific principles]. (2015). Kyiv : TSP «Komprynt». [in Ukrainian]
- 4 Romashchenko, M.I., & Tarariko, Yu.O (Ed.). (2017). *Meliorovani ahroekosystemy [Reclaimed agroecosystems]*. Nizhyn : Vydavets' PP Lysenko M.M. [in Ukrainian]
5. Romashchenko, M.I., Vozhehova, R.A., & Shatkovskiyi, A.P. (2017). *Naukovi zasady rozvytku agrarnoho sektoru ekonomiky pivdennoho region Ukrainy [Scientific bases of development of agrarian sector of economy of the southern region of Ukraine]*. Kherson : OLDI-PLJUS. [in Ukrainian]
6. Tarariko, Yu.O. (Ed). (2010). *Bioenerhetychni zroshuvani ahroekosystemy. Naukovo-tekhnologichne zabezpechennya aharnoho vyrobnytstva (Pivdennyy Step Ukrayiny) [Bioenergy irrigated agroecosystems. Scientific and technological support of agricultural production (Southern Steppe of Ukraine)]*. Kyiv : DIA. [in Ukrainian]
7. Tarariko, Yu.O. (Ed). (2013). *Bioorhanichni systemy zemlerobstva v zoni osushennya, Rekomendatsiyi [Bioorganic systems of agriculture in the drainage zone. Recommendations]*. Kyiv : DIA. [in Ukrainian]
8. Romashchenko, M.I., Saydak, R.V., & Matyash, T.V. (2019). *Development of irrigation and drainage as the basis of sustainable agriculture in Ukraine in climate change/IX International scientific and technical conference «Modern problems of water management, environmental protection, architecture and construction»*. [in Georgia]

9. Tarariko, Yu.O., Saydak, R.V., Soroka, Yu.V., & Vitvits'kyi, S.V. (2015). Rayonuvannya terytoryi Ukrayiny za rivnem zabezpechenosti hidrotermichnymy resursamy ta obsyahamy vykorystannya sil's'kohospodars'kykh melioratsiy [Zoning of the territory of Ukraine according to the level of provision with hydrothermal resources and volumes of use of agricultural reclamation]. Kyiv : TSP «Komprynt». [in Ukrainian].
10. Tarariko, Yu.O., Velychko, V.A., & Saydak, R.V. (2020). Suchasna praktyka ta perspektyvy rozvytku ahrarnoho vyrobnytstva v Odes'komu rehioni [Modern practice and prospects for the development of agricultural production in the Odessa region]. Visnyk ahrarnoyi nauky, 3, 32–46. [in Ukrainian]
11. Tarariko, Yu.O., Soroka, Yu.V., Saydak, R.V., & Lukashuk, V.P. (2019). Stan ta perspektyvy rozvytku ahrarnoho vyrobnytstva v Lisostepu v umovakh zmin klimatu [Status and prospects of agricultural production in the Forest-Steppe in the conditions of climate change]. Visnyk ahrarnoyi nauky, 6, 52–59. [in Ukrainian]
12. Nalychye y raspredelenye zemel'noho fonda v Ukraynskoj SSR. [Availability and distribution of the land fund in the Ukrainian SSR]. (1987). Kiev : HOSAHROPROM USSR. Upravlyenye zemlepol'zovannya y zemleustroystva. [in Russian]
13. Derzhavnyy zemel'niy kadastr Ukrayiny [State Land Cadastre of Ukraine]. (1994). Kyiv : Derzhavnyy komitet Ukrayiny po zemel'nykh resursakh. [in Ukrainian]
14. Statsionarni pol'ovi doslidy Ukrayiny. Reyestr atestativ. [Stationary field experiments in Ukraine. Register of certificates]. (2014). Kyiv : Ahrar. Nauka. [in Ukrainian]
15. Ivanova, V.M., & Kalinina, V.M. (1981). Matematycheckayastatystyka. Uchebnyk. [Mathematical Statistics: A Textbook]. (2nd ed.). Moscow : Vyshchaya Shkola. [in Russian]

Ю.А. Тарарико, Р.В. Сайдак, Р.В. Олэпир,
Ю.В. Сорока, С.В. Витвицкий

**Потенциал биопродуктивности чернозема типичного в Левобережной Лесостепи
Украины в условиях достаточного увлажнения**

Аннотация. В статье отражены результаты оценивания современных климатических изменений и влияния погодных условий на урожайность основных полевых культур при различных системах удобрения и обработки почвы. Установлено, что за 1991–2020 гг. среднегодовая температура воздуха в регионе выросла на 1,10С, а годовое количество осадков уменьшилось на 5%. При таких условиях частота повторений сильно- и среднезасушливых условий вегетационного периода увеличилась от 47% в 1961–1990 гг. до 61% в 1991–2020 гг. По результатам оценивания климатического водного баланса (КВБ) установлено, что в западной части Левобережной Лесостепи по среднемноголетнему значению, начиная с июня, формируется отрицательный КВБ, а к концу августа его дефицит достигает более 140 мм или 1400 м³/га. В целом к концу года за 1991–2020 гг. дефицит КВБ вырос на 82 мм. На основе информационной базы данных, сформированной по результатам долгосрочного стационарного полевого опыта Полтавской опытной станции Института свиноводства и агропромышленного производства НААН, определен потенциал урожайности основных культур и продуктивности чернозема типичного при оптимизации севооборотного фактора, питательного и водно-воздушного режимов. Установлено, что общая производительность севооборота при различных системах основного возделывания почвы практически остается бесменной и позволяет получать в среднем по годам исследований 3,6–3,8 т к.ед./га на фоне естественного плодородия почвы. Из органических систем удобрения эффективность использования на удобрения побочной продукции растениеводства преобладает навоз на 10% и практически не уступает органо-минеральным системам. В результате исследований установлено, что в регионе в последние десятилетия происходит ухудшение условий выращивания основных полевых культур, что отображается на формировании невысокой их урожайности и продуктивности севооборота, значительной вариации этих показателей в связи с погодой, в частности на высоких агрофонах.

Ключевые слова: климатические изменения, условия увлажнения, водный баланс, система удобрения, обработка почвы, полевые культуры, продуктивность

Yu. O. Tararico, R.V. Saidak, R.V. Olepir,
Yu.V. Soroka, S.V. Vitvitskiy

**Bioproductive capacity of typical chernozem in the Left-Bank Forest-Steppe
of Ukraine under favorable humid conditions**

Abstract. The article presents the results of research on the assessment of modern climate change and the impact of weather conditions on the yield of main field crops when using different feeding systems and tillage. It was established that during 1991–2020 the average annual air temperature in the region

increased by 1,1°C, and the annual precipitation decreased by 5%. Under such conditions, the frequency of recurrence of highly and moderately arid conditions of the growing season increased from 47% in 1961–1990 to 61% in 1991–2020, however the probability of forming a sufficient moisture supply decreased by half. Based on the results of the Climate Water Balance (CWB) assessment, it was specified that in the western part of the Left-Bank Forest-Steppe, according to average long-term data a negative WBC has been formed since June, and by the end of August its deficit reaches over 140 mm or 1,400 m³ / ha. In general, by the end of the period for 1991–2020, the deficit of WBC increased by 82 mm. Based on the information database made on the results of long-term stationary field experiment at Poltava Research Station of the Institute of Pig Farming and Agroindustrial Production of NAAS, the yield potential of main crops and the productivity of typical chernozem subject to the optimization of crop rotation and nutrient and water-air regimes, were evaluated.

It was determined that optimization of crop rotations increases plant productivity by 19%, fertilizer systems – by 19–36%, irrigation – by 94%, irrigation and fertilization – by 130–153%, and a comprehensive combination of all agronomic measures – by 200% and more. It was also established that the total productivity of crop rotation under different systems of basic tillage remains virtually unchanged and enables to obtain average by year 3.6–3.8 t kd / ha against the background of natural soil fertility. From the organic fertilizer systems, the efficiency of using crop by – products as fertilizers is 10% higher than using manure and practically does not concede to organomineral fertilizer systems. As a result of research it was found that in the region in recent decades there is a tendency of deteriorating growing conditions of main field crops, which is reflected in the formation of low yields and poorer crop rotation productivity, significant variation of these factors in terms of weather, especially when having high soil fertility.

Key words: climate change, humidification conditions, water balance, fertilizer system, tillage, field crops, productivity