

doi: 10.33249/2663-2144-2019-76-3-80-86

УДК 631.816.3

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОЛЬОВОЇ СІВОЗМІНИ ЗА РІЗНИХ ДОЗ І СПІВВІДНОШЕНЬ ДОБРІВ

Г. М. Господаренко, І. В. Прокопчук, О. Ю. Стасінєвич, В. П. Бойко
e-mail: pivotbi@ukr.net

Уманський національний університет садівництва
вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, Україна

Наведено результати вивчення впливу різних доз і співвідношень мінеральних добрив на врожайність культур польової сівозміни та розраховано її продуктивність за дві ротації на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому в умовах Правобережного Лісостепу України. Дослідження проведено в умовах стаціонарного польового досліді, закладеного у 2011 році, суть якого полягає у вивченні можливості зниження доз мінеральних добрив у польовій сівозміні. На основі проведених досліджень було встановлено, що в середньому за дві ротації польової сівозміни різні системи застосування добрив сприяють підвищенню продуктивності сівозміни на 41–107%. При цьому, слід зазначити, про виключення зі складу повного мінерального добрива ($N_{110}P_{60}K_{80}$) азотної складової знижувало її на 36%, фосфорної – на 17 і калійної – лише на 12%. Внесення половини цієї дози добрив (варіант $N_{55}P_{30}K_{40}$) знижувало продуктивність сівозміни на 21%. Найменше середньорічне зниження продуктивності сівозміни – на 0,30–0,51 т з. од/га, або лише 4–6%, відмічено, у варіантах досліді $N_{110}P_{60}K_{40}$ і $N_{110}P_{30}K_{80}$, тоді як у варіанті $N_{110}P_{30}K_{40}$ воно було істотнішим – на 0,67 т з. од/га, або на 9%. Культури сівозміни мали різний вплив на формування її продуктивності за основною продукцією. За цим показником їх можна розмістити у такий ряд: кукурудза > пшениця озима > ячмінь ярий > соя. Це, відповідно, змінювало і їх частку впливу на формування продуктивності сівозміни.

Найбільше на утворення органічного вуглецю в польовій сівозміні впливають азотні добрива. За насиченості сівозміни мінеральними добривами у дозі $N_{55}P_{30}K_{40}$ на 1 кг їх діючої речовини припадає 2,37 кг органічного вуглецю, або на 37% більше порівняно з дозою $N_{110}P_{60}K_{80}$. Це менше рекомендованої кількості. Проте слід зазначити, що, поряд з органічним вуглецем нетоварної частини урожаю культур, у ґрунті залишалась стерня та корені рослин, які не були враховані.

Ключові слова: продуктивність польової сівозміни, співвідношення елементів живлення, мінеральна система удобрення, чорнозем опідзолений.

Постановка проблеми

Потреба в інтенсивному веденні землеробства без значного збільшення хімічного навантаження на навколишнє природне середовище зумовлює необхідність переосмислення проблеми застосування добрив і підходів до обґрунтування системи удобрення в польовій сівозміні встановленням раціональних форм, доз, строків і способів внесення добрив з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов та еколого-біологічних особливостей культур. Високоєфективні агротехнології потребують розроблення нових систем удобрення. Чорноземи Правобережного Лісостепу зазвичай мають середню забезпеченість рослин азотом та підвищену фосфором і високу калієм. Тому оптимальне відношення $N : P_2O : K_2O$ для більшості сільськогосподарських культур є 1 : 0,5–0,7 : 0,2–0,5. Застосування добрив з диспропорційним відношенням між азотом і

фосфором не відповідає біологічним потребам рослин і не забезпечує рентабельності застосування добрив [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Нині в аграрному секторі світової економіки питання підвищення врожайності та продуктивності культур польової сівозміни залишається одним з основних завдань виробництва і з кожним роком набуває все більш актуального значення [2]. Відомо, що врожайність культур, як і продуктивність сівозміни у цілому, виступає інтегральним показником ефективної родючості ґрунту, а її рівень визначається складним поєднанням цілого комплексу ґрунтових, біологічних і погодних чинників, системою удобрення культур, набором та схемою чергування їх у сівозміні [3].

Встановлено [4], що підвищення продуктивності сівозміни у часі відбувається за рахунок тривалої післядії внесених добрив,

обгрунтованої сівозміни з урахуванням біологічних особливостей культур, введенням у сівозміну продуктивніших сортів і гібридів, удосконалення технології вирощування культур, високої ефективної родючості ґрунту.

Основою відновлення родючості ґрунтів є землеробський закон повернення поживних речовин. Вважається [5], що поряд з елементами живлення в ґрунт повинна повертатися і видалена з урожаю біомаса рослин. Нині цьому питанню приділяється особлива увага, оскільки колообігу органічної маси належить провідне значення у ґрунтоутворенні та функціонуванні агроєкосистем. Проте підвищення вмісту в ґрунті органічних речовин не повинно бути самоціллю. Основне забезпечити збереження родючості ґрунту та постійне функціонування її у часі [6].

За внесення економічно вигідних доз добрив вміст гумусу в ґрунті не може бути підвищений до рівня цілини [7]. Причиною цього є досить швидко досягнення рівноваги між надходженням і вилученням з ґрунту органічного вуглецю [8].

Для досягнення бездефіцитного балансу гумусу на чорноземах лісостепової зони у ґрунт повинна надходити така кількість органічних речовин, що еквівалентна 11–13 т/га гною на 1 га площі сівозміни. За деякими даними [9] у чорноземі опідзоленому польової сівозміни зерно-бурякового виду його вміст стабілізується за середньорічного внесення 9 т/га гною + NPK. На чорноземі типовому при застосуванні мінеральних добрив вміст гумусу не тільки стабілізується, а і дещо збільшується. В умовах стаціонарних дослідів у Курській області за внесення 4 т/га органічних добрив і $N_{60}P_{30}K_{60}$ вміст гумусу залежав від виду сівозміни: у плодозмінній – він збільшувався, а у просапній зменшувався [10].

Отже, протилежні погляди щодо зміни вмісту гумусу в чорноземі під впливом мінеральних добрив показують складність і неоднозначність процесів, які проходять в ґрунті під впливом добрив.

Мета, завдання та методика досліджень

Оцінити еволюційне спрямування характеру змін продуктивності польової сівозміни на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому Правобережного Лісостепу за різних доз і співвідношень мінеральних добрив на тлі заробляння в ґрунт нетоварної частини врожаю.

Встановити мінімально-оптимальні дози азотних, фосфорних і калійних добрив за тривалого їх застосування у польовій сівозміні, що забезпечують високу продуктивність культур польової сівозміни.

Дослідження проведено в умовах стаціонарного польового дослідів (атестат НААН № 87) [11], закладеного у 2011 році на дослідному полі Уманського НУС, розміщеному в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції з географічними координатами за Гринвічем $48^{\circ} 46'$ північної широти і $30^{\circ} 14'$ східної довготи. Схема дослідів показана в табл. 1. Розміщення варіантів у досліді послідовне. Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур 4-пільної польової сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя) і виявляти вплив агрометеорологічних чинників на їх продуктивність та ефективність добрив. Повторення дослідів триразове. Загальна площа дослідної ділянки – 110 м², облікова – 72 м². Фосфорні і калійні добрива (суперфосфат гранульований і калій хлористий) вносили під зяблевий обробіток ґрунту, азотні (аміачна селітра) – під передпосівну культивування та в підживлення. Технологія вирощування сільськогосподарських культур – загальноприйнята для умов Правобережного Лісостепу.

Для підвищення інформативності впливу добрив на формування продуктивності польової сівозміни врожай сільськогосподарських культур переводили у зернові одиниці та на суху речовину.

Результати досліджень

Як видно з даних табл. 1, систематичне застосування добрив у різних дозах і співвідношеннях елементів живлення значно впливає на формування продуктивності сівозміни. Одержані дані свідчать про високу природну й ефективну родючість чорнозему опідзоленого Правобережного Лісостепу. Проте за тривалого вирощування сільськогосподарських культур без внесення добрив продуктивність сівозміни поступово знижувалася.

Таблиця 1. Динаміка продуктивності польової сівозміни за різних доз і співвідношень добрив, т з. од/(га·рік) основної продукції

Варіант досліду (насиченість 1 га площі сівозміни)	Рік проведення досліджень								Ротація сівозміни		
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	I	II	I-II
Без добрив (контроль)	4,68	3,02	3,94	4,98	3,07	3,61	3,18	3,96	4,15	3,45	3,80
N ₅₅	6,27	4,43	5,86	6,64	4,76	5,27	4,28	5,21	5,80	4,88	5,34
N ₁₁₀	7,29	4,88	6,35	7,64	5,36	6,11	4,94	6,04	6,54	5,61	6,07
P ₆₀ K ₈₀	6,04	4,02	5,04	6,54	4,31	5,08	4,01	5,33	5,41	4,68	5,04
N ₁₁₀ K ₈₀	7,81	5,17	6,62	7,99	5,65	6,68	5,37	6,72	6,89	6,10	6,49
N ₁₁₀ P ₆₀	7,83	5,71	7,11	8,30	6,00	7,10	5,91	7,27	7,23	6,57	6,90
N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀	7,03	4,92	6,43	7,43	5,33	6,58	5,52	6,62	6,45	6,01	6,23
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀	8,72	6,53	8,12	9,24	6,93	8,24	6,79	8,29	8,15	7,56	7,85
N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀	8,36	5,82	7,43	8,70	6,14	7,34	6,15	7,54	7,57	6,79	7,18
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀	8,56	6,15	7,77	8,96	6,49	8,04	6,50	8,00	7,86	7,25	7,55
N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀	8,47	6,00	7,59	8,90	6,28	7,50	6,29	7,71	7,74	6,94	7,34

Застосування мінеральних добрив сприяло підвищенню продуктивності сівозміни. При цьому, необхідно зазначити, що навіть на удобрених ділянках у першій ротації вона була вищою, ніж у другій. На нашу думку, це пов'язано не стільки з системами удобрення, як з погодними умовами. У другій ротації сівозміни низька врожайність культур формувалася у два роки (2015 і 2017) з чотирьох, це і знижувало продуктивність сівозміни у цілому, але меншою мірою на ділянках з внесенням повного мінерального добрива (N₅₅₋₁₁₀P₃₀₋₆₀K₄₀₋₈₀) – на 7–10 %. У варіантах досліду з внесенням лише азотних добрив (N₅₅₋₁₁₀) вона знизилася на 14–16 %.

У середньому за дві ротації сівозміни різні системи застосування добрив сприяли

підвищенню продуктивності сівозміни на 41–107 %. При цьому, слід зазначити, при виключенні зі складу повного мінерального добрива (N₁₁₀P₆₀K₈₀) азотної складової знижувало її на 36 %, фосфорної – на 17 і калійної – лише на 12 %. Внесення половини цієї дози добрив (варіант N₅₅P₃₀K₄₀) знижувало продуктивність сівозміни на 21 %. Найменше середньорічне зниження продуктивності сівозміни – на 0,30–0,51 т з. од/га, або лише 4–6 %, відмічено у варіантах досліду N₁₁₀P₆₀K₄₀ і N₁₁₀P₃₀K₈₀, тоді як у варіанті N₁₁₀P₃₀K₄₀ воно було істотнішим – на 0,67 т з. од/га, або на 9 %.

Культури сівозміни мали різний вплив на формування її продуктивності за основною продукцією (табл. 2).

Таблиця 2. Частка участі основної продукції культур у формуванні продуктивності сівозміни, %

Культура сівозміни	Ротація сівозміни	Без добрив (контроль)	N ₅₅	N ₁₁₀	P ₆₀ K ₈₀	N ₁₁₀ K ₈₀	N ₁₁₀ P ₆₀	N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀	N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀	N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀	N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀	N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀
Пшениця озима	I	22,9	24,5	25,2	22,7	24,6	25	25,0	25,2	24,4	24,7	24,5
	II	27,1	27,8	27,6	27,1	27,8	27,1	26,0	26,0	26,6	26,0	26,6
	\bar{x} *	25,0	26,1	26,4	24,9	26,2	26,0	25,5	25,6	25,5	25,3	25,5
Кукурудза	I	42,6	45,0	44,9	43,9	44,9	44,6	43,7	45,6	46,1	45,9	46,0
	II	34,7	39,5	41,1	37,5	41,0	41,2	41,4	44,2	42,7	43,1	42,9
	\bar{x} *	38,6	42,2	43,0	40,7	42,9	42,9	42,5	44,9	44,4	44,5	44,5
Ячмінь ярий	I	21,7	20,0	19,9	21,6	20,4	20,2	20,5	19,0	19,6	19,1	21,7
	II	25,8	21,9	20,9	23,4	20,7	21,2	22,1	19,5	20,6	20,7	20,6
	\bar{x} *	23,7	20,9	20,4	22,5	20,5	20,7	21,3	19,2	20,1	19,9	21,1
Соя	I	12,7	10,4	9,9	11,7	10,1	10,1	10,7	10,1	9,9	10,2	10,0
	II	12,4	10,7	10,3	11,9	10,4	10,4	10,3	10,1	10,0	10,2	9,9
	\bar{x} *	12,5	10,5	10,1	11,8	10,2	10,2	10,5	10,1	10,0	10,2	10,0

Примітка: * – середнє за дві ротації сівозміни.

За цим показником їх можна розмістити у такий ряд: кукурудза > пшениця озима > ячмінь ярий > соя. Це, відповідно, змінювало і їх частку впливу на формування продуктивності сівозміни. При цьому, слід зазначити, що у I-й ротації сівозміни на ділянках із застосуванням добрив, за виключенням варіанту дослідів P₆₀K₆₀, частка пшениці озимої збільшувалася з 22,9 до 24,4–25,5 %, але, поряд з цим, знижувалася частка сої з 12,7 до 9,9–11,7 %.

У II-й ротації сівозміни, порівняно з I-ю, частка участі кукурудзи у формуванні продуктивності сівозміни зменшилась з 42,6 до 34,7 %. Це свідчить про значну реакцію цієї культури на родючість ґрунту. За рахунок кукурудзи збільшилась частка участі пшениці озимої (на 4,2 %) і ячменю ярого (на 4,1 %). Проте за внесення мінеральних добрив, навпаки, кукурудза має вирішальне значення, а участь сої, і особливо ячменю ярого, знижується.

У середньому за дві ротації сівозміни у варіанті дослідів з повною дозою мінеральних добрив (N₁₁₀P₆₀K₈₀) порівняно з контролем без

добрив участь пшениці озимої у формуванні продуктивності сівозміни за основною продукцією залишалася майже без змін, кукурудзи – підвищилася з 38,6 до 44,9 %, ячменю ярого і сої знизилася, відповідно, на 4,5 і 2,4 %.

За деякими даними [12], одним із критеріїв екологічно збалансованого землеробства є відношення між кількістю внесених органічних і мінеральних добрив. При цьому, на 1 т органічних добрив не слід вносити більше 10–15 кг д. р. мінеральних добрив в оптимальному співвідношенні N : P₂O₅ : K₂O. Така система удобрення має перевагу за біологічними властивостями ґрунту, стабільністю та продуктивністю, стійкістю до несприятливих умов [13]. Вважається [14], що в Центральній Чорноземній зоні на 1 кг NPK мінеральних добрив необхідно забезпечити надходження 5 кг органічного вуглецю.

Як показали проведенні дослідження, після збирання врожаю на полі залишається значна кількість сухої речовини (табл. 3).

Таблиця 3. Динаміка формування сухої речовини нетоварної продукції у польовій сівозміні за різних доз і співвідношень добрив, т/(га рік) сухої речовини

Варіант дослідів	Рік проведення досліджень								Ротація сівозміни		
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	I	II	I-II
Без добрив (контроль)	4,70	3,05	3,98	5,01	3,13	3,67	3,24	4,00	4,18	3,51	3,84
N ₅₅	6,32	4,48	5,94	6,72	4,86	5,37	4,34	5,25	5,86	4,95	5,40
N ₁₁₀	7,37	4,94	6,44	7,73	5,50	6,21	5,00	6,10	6,62	5,70	6,16
P ₆₀ K ₈₀	6,07	4,07	5,07	6,61	4,40	5,17	4,05	5,37	5,45	4,74	5,09
N ₁₁₀ K ₈₀	7,88	5,22	6,71	8,08	5,77	6,80	5,45	6,80	6,97	6,20	6,58
N ₁₁₀ P ₆₀	7,91	5,80	7,18	8,40	6,12	7,22	6,00	7,33	7,32	6,66	6,99
N ₅₅ P ₃₀ K ₄₀	7,08	5,00	6,50	7,53	5,45	6,70	5,60	6,70	6,52	6,11	6,31
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₈₀	8,83	6,61	8,20	9,36	7,05	8,36	6,90	8,35	8,25	7,66	7,95
N ₁₁₀ P ₃₀ K ₄₀	8,44	5,91	7,50	8,80	6,26	7,45	6,24	7,60	7,66	6,88	7,27
N ₁₁₀ P ₆₀ K ₄₀	8,64	6,23	7,84	9,07	6,61	8,16	6,60	8,06	7,94	7,35	7,64
N ₁₁₀ P ₃₀ K ₈₀	8,54	6,08	7,65	9,00	6,40	7,62	6,39	7,77	7,82	7,04	7,43

Маса її зазвичай повторює закономірності зміни урожайності основної продукції культур сівозміни. Застосування мінеральних добрив у дозі N₁₁₀P₃₀₋₆₀K₄₀₋₈₀ збільшує врожай сухої речовини у два і більше разів. Виходячи з проведеного огляду літератури, це дозволяє збільшити і дози внесення мінеральних добрив.

Якщо врахувати, що в сухій речовині фітомаси сільськогосподарських культур міститься 46–48 % органічного вуглецю, то можна розрахувати, за яких доз і співвідношень мінеральних добрив збільшувати чи зменшувати дозу внесення мінеральних добрив (рис 1).

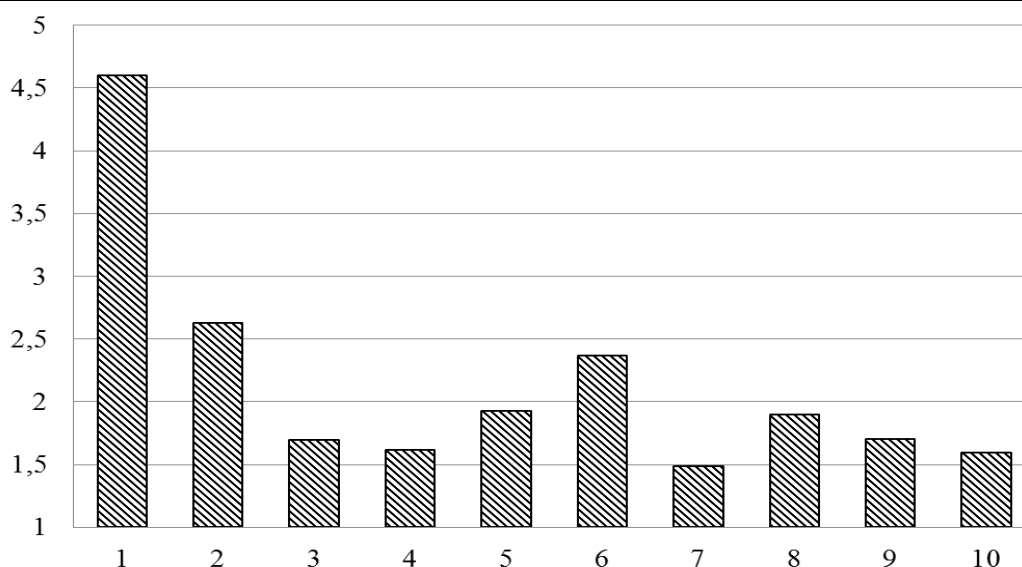


Рис. 1. Надходження органічного вуглецю в ґрунт з нетоварною частиною врожаю культур сівозміни за різних доз і співвідношень добрив (2011–2018 рр.), кг/кг д. р. мінеральних добрив: 1) N_{55} ; 2) N_{110} ; 3) $P_{60}K_{80}$; 4) $N_{110}K_{80}$; 5) $N_{110}P_{60}$; 6) $N_{55}P_{30}K_{40}$; 7) $N_{110}P_{60}K_{80}$; 8) $N_{110}P_{30}K_{40}$; 9) $N_{110}P_{60}K_{40}$; 10) $N_{110}P_{30}K_{80}$

Як видно з даних рис. 1, найбільше на утворення органічного вуглецю на одиницю діючої речовини впливають азотні добрива. За зменшення насиченості сівозміни вдвічі – з $N_{110}P_{60}K_{80}$ до $N_{55}P_{30}K_{40}$ на 1 кг діючої речовини мінеральних добрив припадає 2,37 кг органічного вуглецю, або на 37 % більше. За внесення повного мінерального добрива в дозі $N_{110}P_{30-60}K_{40-80}$ цей показник був у межах 1,49–1,90 кг/га, тобто значно менше оптимального (5 кг/кг). Проте слід зазначити, що поряд з органічним вуглецем нетоварної частини урожаю культур, у ґрунті залишається стерня та корені рослин. Вважається [15], що під час збирання врожаю на полі залишається 20 % соломи. За систематичного застосування високих доз добрив у сівозміні збільшується надходження в ґрунт органічних речовин за рахунок корневих залишків на 30–36 % [4]. Тому на залишкову частину сформованої біомаси рослин припадає значна, а іноді й більша, частка біологічного врожаю [7].

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Виключення зі складу повного мінерального добрива ($N_{110}P_{60}K_{80}$ на 1 га сівозмінної площі азотної складової знижувало продуктивність сівозміни на 36 %, фосфорної – на 17 і калійної – на 12 %. Найменше її зниження

(на 4–6 %) відмічено у варіантах дослідження $N_{110}P_{60}K_{40}$ і $N_{110}P_{30}K_{80}$.

2. У середньому за дві ротації сівозміни найбільший вплив на формування продуктивності сівозміни за товарною продукцією мала кукурудза (38,6–44,9 %), а найменше – соя (10,0–12,5 % залежно від варіанту дослідження).

3. Найбільше на утворення органічного вуглецю у польовій сівозміні впливають азотні добрива. За насиченості сівозміни мінеральними добривами у дозі $N_{55}P_{30}K_{40}$ на 1 кг їх діючої речовини припадає 2,37 кг органічного вуглецю, або на 37 % більше порівняно з дозою $N_{110}P_{60}K_{80}$. Проте слід зазначити, що поряд з органічним вуглецем нетоварної частини урожаю культур, у ґрунті залишається стерня та корені рослин, які не були враховані. Тому дослідження в цьому напрямку слід продовжити.

References

1. Lisovyi, M. V. (2006). Rehionalnyi asortyment mineralnykh dobryv ta efektyvni ahrotekhnologii yikh zastosuvannya [Regional assortment of mineral fertilizers and effective agrotechnologies of their application]. *Visnyk ahrarynoi nauky, Spetsvyпуск*, 52–55 [in Ukrainian].
2. Hospodarenko, H. M. (2018). Systema zastosuvannya dobryv [System of application of fertilizers]. Kyiv: SIK HRUP Ukraina [in Ukrainian].

3. Smaha, I. S. (2014). Otsinka produktyvnosti zerno-prosapnykh sivozmin za riznoi nasychenosti kukurdzoiu ta tsukrovym buriakom [Estimation of the productivity of зерно-просапних crop rotations at a different saturation by a corn and sugar beet]. *Aktualni problemy gruntoznavstva, zemlerobstva ta ahrokhimii* : materialy mizhnar. nauk.-prakt. Internet-konf. (pp. 145–153). Lviv [in Ukrainian].
4. Hospodarenko, H. M. (2002). Osnovy intehrovanooho zastosuvannya dobryv [Bases of the integrated application of fertilizers]. Kyiv: Nichlava [in Ukrainian].
5. SHilnikov, I. A. & Lebedeva, L. A. (1987). Izvestkovanie pochv [Liming of soils]. Moskva: Agropromizdat [in Russian].
6. Polovyi, V. M. (2006). Ahroekologichnyi monitorynh ta vidtvorennia rodiuchosti gruntiv pivnichno-zakhidnoho rehionu Ukrainy [Agroecological monitoring and recreation of fertility of soils of north-western region of Ukraine] (Avtoreferat dysertatsii doktora silskohospodarskykh nauk). Kyiv [in Ukrainian].
7. Tkachenko, M. A. & Drach, Yu. O. Vydove henotypove spivvidnoshennia elementiv zhyvlennia yak osnova optymizatsii udobrennia silskohospodarskykh kultur [Species genotype ratio of nutrients as a basis for optimization of fertilizer crops]. *Zb. nauk. pr. NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 1, 113–123 [in Ukrainian].
8. Shatokhina, S. F. & Khrystenko, S. I. (1998). Vplyv zasobiv khimizatsii na biolohichniy potentsial i produktyvnist chornozemu pviddennoho [Influence of facilities of ximizatsii is on biological potential and productivity of black earth south]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 12, 10–14 [in Ukrainian].
9. Hospodarenko, H. M. (2015). Ahrokhimiia [Agricultural chemistry]. Kyiv: SIK HRUP UKRAINA [in Ukrainian].
10. Bondareva, K. G. & Halyavina, I. T. (1989). Vliyanie dlitel'nogo vneseniya udobreniy na agrohimicheskie svoystva temno-seryih lesnyih pochv i produktivnost razlichnyih tipov sevooborotov [Influence of the protracted bringing of fertilizers on agrochemical properties of darkly-grey forest soils and productivity of different types of crop rotations]. *Pochvozaschitnaya obrabotka i ratsionalnoe primenenie udobreniy*. (pp. 105–110). Kamennaya Step [in Russian].
11. Zaryshniak, A. S., Baliuk, S. A. & Lisovyi, M. V. (2014). Statsionarni polovi doslidy Ukrainy. Reiestr atestativ [Stationary field experiments of Ukraine. Register of certificates]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
12. Hrekov, V. O., Datsko, L. V., Zhylnin, V. A., Maistrenko, M. I. ... & Datsko, M. O. (2011). Metodychni vказivky z okhorony gruntiv [The methodical pointing is from the guard of soils]. Kyiv [in Ukrainian].
13. Kotvytskyi, B. B. (2002). Kompleksna otsinka system udobrennia v sivozminakh na dernovo-pidzolystykh supishchanykh gruntakh Zakhidnoho Polissia Ukrainy [A complex estimation of the systems of fertilizer is in crop rotations on sod-podzolic sandy-loam soils of Western Polesye of Ukraine]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*, spetsvypusk (kn. 3), 223–224 [in Ukrainian].
14. Zezyukov, N. I., Evseev, A. A. & Dedov, A. R. Efektivnost organo-mineralnoy sistemyi udobreniy s ispolzovaniem dopolnitelnykh istochnikov organichnykh udobreniy [Efficiency of organo-mineral fertilizers system with the use of additional sources of organic fertilizers]. *Tezisy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Himizatsiya selskogo hozyaystva i okrujayuschaya sreda»* (pp. 58–59). Chelyabinsk [in Russian].
15. Parkhomenko, M. M. (2018). Produktyvnist korotkorotatsiinykh sivozmin za riznykh system udobrennia v umovakh Polissia [The productivity of korotkorotatsiinykh crop rotations is at the different systems of fertilizer in the conditions of Polesye]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo*, spetsvypusk (kn. 2), 203–204 [in Ukrainian].
16. Medvedev, V. V. (Ed.). (1989). Ekologicheskie posledstviya primineniya mineralnykh i organicheskikh udobreniy. Chtobyi ne ubyvalo plodorodiya zemli [Ecological consequences of application of mineral and organic fertilizers. In order not to decrease the fertility of the earth]. Kiev: Uroжай [in Ukrainian].

INFLUENCE OF FERTILIZER APPLICATION RATIO ON FIELD CROP ROTATION EFFECTIVENESS

**H. Hospodarenko, I. Prokopchuk,
A. Stasinevich, V. Boyko**

e-mail: pivotbi@ukr.net

Uman National University of Horticulture
1, Institutes Str., Uman,
Cherkasy region, 20305, Ukraine

The article presents the results of study the influence of various doses and ratios of mineral fertilizers on the yield of field crop rotation and calculates its effectiveness for two rotations on podzolized heavy clay loam chernozem within the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. The research was conducted under the conditions of a stationary field experiment established in 2011, the main

point of which is to study the possibility of reducing the dose of mineral fertilizers in field crop rotation. On the basis of conducted researches, it was found that on average for two field crop rotations, different systems of fertilizers application contribute to increase in productivity of crop rotation by 41–107%. It should be noted that the exclusion from the composition of complete mineral fertilizer ($N_{110}P_{60}K_{80}$) of the nitrogen component reduced it by 36%, phosphorous – by 17 and potassium - by 12% only. The application of half of this fertilizer dose (variant $N_{55}P_{30}K_{40}$) reduced productivity of crop rotation by 21%. The least average annual decrease in productivity of crop rotation - by 0.30–0.51 t of grain units/ha or only 4–6% was noted in the experimental versions of $N_{110}P_{60}K_{40}$ and $N_{110}P_{30}K_{80}$, whereas in variant $N_{110}P_{30}K_{40}$ it was more significant - 0.67 t of grain units/ ha or by 9%. Crops of crop rotation had a different influence on its productivity according to the main products. By this indicator they can be placed in the following series: corn > winter wheat > spring barley > soybeans. It accordingly changed their influence on the formation of crop rotation productivity.

Mostly, the formation of organic carbon in the field crop rotation is affected by nitrogen fertilizers. At crop rotation saturation of mineral fertilizers at a dose of $N_{55}P_{30}K_{40}$ per 1 kg of their active ingredient account for 2.37 kg of organic carbon, or 37% more compared to $N_{110}P_{60}K_{80}$ dose. This is less than preferred amount. However, it should be noted that, along with organic carbon of the non-market part of the crop yield, the stubble and plant roots remain in the soil, which were not taken into account.

Keywords: productivity of field crop rotation, ratio of nutrients, mineral fertilizer system, podzolized chernozem.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА ПРИ РАЗНЫХ ДОЗАХ И СООТНОШЕНИЯХ УДОБРЕНИЙ

Г. Н. Господаренко, И. В. Прокопчук,

А. Ю. Стасиневич, В. П. Бойко

e-mail: pivotbi@ukr.net

Уманский национальный университет садоводства

г. Умань, ул. Институтская, 1

Уманский национальный университет садоводства

ул. Институтская, 1, Умань, Черкасская обл., 20305, Украина

Приведены результаты изучения влияния различных доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность культур полевого

севооборота и рассчитана ее производительность за две ротации на черноземе оподзоленном тяжелосуглинистом в условиях Правобережной Лесостепи Украины. Исследования проведены в условиях стационарного полевого опыта, заложенного в 2011 году, суть которого заключается в изучении возможности снижения доз минеральных удобрений в полевом севообороте. На основе проведенных исследований было установлено, что в среднем за две ротации полевого севооборота различные системы применения удобрений способствуют повышению продуктивности севооборота на 41–107%. При этом следует отметить, что исключение из состава полного минерального удобрения ($N_{110}P_{60}K_{80}$) азотной составляющей снижало ее на 36%, фосфорной – на 17 и калийной – на 12%. Внесение половины этой дозы удобрений (вариант $N_{55}P_{30}K_{40}$) снижало продуктивность севооборота на 21%. Меньше среднегодовое снижение продуктивности севооборота – на 0,30–0,51 т з. ед/га, или только 4–6% отмечено в вариантах опыта $N_{110}P_{60}K_{40}$ и $N_{110}P_{30}K_{80}$, тогда как в варианте $N_{110}P_{30}K_{40}$ оно было существенным – на 0,67 т з. ед/га, или на 9%. Культуры севооборота имели различное влияние на формирование его производительности по основной продукции. По этому показателю их можно разместить в такой ряд: кукуруза > пшеница озимая > ячмень > соя. Это, соответственно, меняло и их долю влияния на формирование продуктивности севооборота.

Больше всего на образование органического углерода в полевом севообороте влияют азотные удобрения. По насыщенности севооборота минеральными удобрениями в дозе $N_{55}P_{30}K_{40}$ на 1 кг их действующего вещества приходится 2,37 кг органического углерода, или на 37% больше по сравнению с дозой $N_{110}P_{60}K_{80}$. Это меньше рекомендуемого количества. Однако следует отметить, что наряду с органическим углеродом нетоварной части урожая культур, в почве оставалась стерня и корни растений, которые не были учтены.

Ключевые слова: производительность полевого севооборота, соотношение элементов питания, минеральная система удобрения, чернозем оподзоленный.