

ПАРАМЕТРИ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОЛЬОВОЇ СІВОЗМІНИ ЗА ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ І ВАПНА

Г. М. ГОСПОДАРЕНКО, доктор сільськогосподарських наук

В. В. ЛЮБИЧ, доктор сільськогосподарських наук

А. Т. МАРТИНЮК, кандидат сільськогосподарських наук

О. Ю. СТАСІНЄВИЧ, кандидат сільськогосподарських наук

Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати дослідження щодо формування продуктивності польової сівозміни залежно від застосування добрив і вапна. Встановлено, що в першій ротації сівозміни під впливом вапнування й удобрення продуктивність 1 га сівозмінної площі була від 4,75 до 10,07 т кпо залежно від місяця внесення дефекату під культуру в сівозміні. Ефективнішим було внесення дефекату під буряк цукровий, ніж під пшеницю озиму й кукурудзу. Так, у середньому за дві ротації сівозміни у варіанті досліду $1,0 \text{ CaCO}_3 + \text{N}_{97}\text{P}_{75}\text{K}_{75}$ приріст продуктивності сівозміни склад відповідно 9 і 6 %.

Ключові слова: зерно-бурякова сівозміна, врожайність, кислотність ґрунту, поживні речовини.

Вступ. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур є важливим чинником зростання продуктивності й ефективності землеробства [1]. Це можливе за впровадження сучасних сортів і гібридів, використання ефективних засобів захисту рослин й удобрення, а також вдосконалення технологій їх вирощування. Особливо великі резерви мають райони Лісостепу і Полісся України, де природно-кліматичні умови досить сприятливі для вирощування польових культур [2, 3]. Однією з важливих проблем підвищення родючості їх ґрунтів є оптимізація агрохімічних властивостей, важливою складовою яких є кислотність ґрунтового середовища [4]. Поліпшенню агрохімічних властивостей не тільки збільшить, а й стабілізує по роках виробництво продукції рослинництва в Україні. Як свідчить практичний досвід, на агрохімічну складову припадає майже 50 % і більше всіх чинників формування врожаю [5]. Тому вирішення цього питання диктується вимогами сучасного землеробства.

Нині в Україні вапнування ґрунтів проводиться недостатньо, а одностороннє застосування мінеральних добрив, переважно азотних, викликало тенденцію погіршення їх родючості [6]. Цей захід широко впроваджено в практику світового землеробства, тому вчені постійно шукають шляхи його вдосконалення та підвищення ефективності [7]. Тому одержання об'єктивних даних щодо змін агрохімічних властивостей окремих підтипів чорнозему за різного поєднання доз вапна та систем удобрення в умовах тривалих

стаціонарних польових дослідів є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тривале сільськогосподарське використання ґрунту із застосуванням фізіологічно кислих мінеральних добрив зумовлюють зміни у ґрунтово-вбирному комплексі [8]. Погіршення кислотно-основних властивостей істотно гальмує формування врожаю [9]. Підкислення ґрунтів є одним із чинників деградації, що проявляється навіть у чорноземів. Це зумовлено зміною структури сівозмін, глибоким інтенсивним обробітком ґрунту, значною часткою азотної складової у системі удобрення, вилуженням кальцію, дороговартісним проведенням вапнування, різким зменшення виробництва цукросировини, що відповідно знизило застосування для вапнування дефекату. Застосування вапняних добрив позитивно впливає на агрохімічні властивості ґрунту, підвищує ефективність застосування основного удобрення і продуктивність сільськогосподарських культур [10, 11]. Водночас із підкисленням ґрунту знижується ефективність мінеральних добрив і мікробіологічної фіксації газоподібного азоту атмосфери, погіршуються його агрохімічні властивості [12, 13]. Ефективність вапнування залежить від доз, форм, технології внесення вапнувальних матеріалів, кислотно-основних властивостей ґрунту та реакції на них сільськогосподарських культур, поєднання вапнування із системою удобрення [14, 15].

Необхідно відзначити, що після внесення вапняних добрив деякі елементи стають менш доступними для рослин [16, 17]. Так, кальцій є антагоністом калію. На одному і тому самому ґрунті одні культури можуть відчувати значну нестачу калійного живлення, а інші бути достатньо ним забезпечені [18]. Це пояснюється тим, що культури, які здатні засвоювати більше силіцію, менше реагують на внесені калійні добрива [19, 20]. Вчені це пояснюють здатністю їх кореневих систем засвоювати калій з важкорозчинних калієвмісних мінералів ґрунту. До таких культур відноситься зернові колосові. Отже, важливо встановити формування продуктивності польової сівозміни за внесення мінеральних добрив у поєднанні з вапнуванням.

Мета статті – визначити агрохімічні властивості ґрунту та продуктивність польової сівозміни за різного удобрення і вапнування.

Методика досліджень. Дослідження проведено упродовж 2012–2020 рр. у чотириріпільній короткоротаційній сівозміні (пшениця озима – буряк цукровий – кукурудза – горох) у стаціонарному досліді, що територіально розміщувався у Правобережному Лісостепу (м. Умань Черкаської обл.) з географічними координатами 48°46' пн. ш. і 30°14' сх. д. і висотою над рівнем моря 245 м. За даним метеостанції Умань, розміщеної за 2 км від стаціонарного досліду, клімат регіону помірно-континентальний із нестійким зволоженням, холодними умовами взимку і жаркими, а часто і сухим влітку. Середня багаторічна температура повітря становить 8,8 °С, сума опадів – 586 мм. За теплий період (квітня–жовтень) середня температура повітря складає 15,4 °С, а сума опадів – 395 мм. Ґрунт класифікується як чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі (за класифікацією FAO/WRB 2014 – Luvic Chernozems). Перед закладанням досліду шар ґрунту 0–20 см характеризувався такими показниками: вміст гумусу

3,7 %, рН_{KCl} 5,4, гідролітична кислотність (Нг) 3,19 смоль/кг, ємність катіонного обміну (ЄКО) 31,4 смоль/кг, вміст азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) 112 мг/кг, рухомих сполук фосфору й калію (за методом Чирикова) відповідно 109 мг/кг і 124 мг/кг.

Дослід закладено на трьох полях з триразовим послідовним розміщенням варіантів (табл. 1).

Табл. 1. Схема досліду

Варіант досліду		Доза мінеральних добрив під:			
Доза дефектату, т/га	Насиченість 1 га площі сівозміни	Пшеницю озиму	буряк цукровий	кукурудзу	горох
–	Без добрив	–	–	–	–
	N ₉₇ P ₇₅	N ₉₀ P ₆₀	N ₁₂₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀	N ₆₀ P ₆₀
	N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
	N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₁₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₁₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀
4,5 (0,5 CaCO ₃)	Без добрив	–	–	–	–
	N ₉₇ P ₇₅	N ₉₀ P ₆₀	N ₁₂₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀	N ₆₀ P ₆₀
	N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
	N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₁₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₁₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀
9,0 (1,0 CaCO ₃)	Без добрив	–	–	–	–
	N ₉₇ P ₇₅	N ₉₀ P ₆₀	N ₁₂₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀	N ₆₀ P ₆₀
	N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
	N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₁₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₁₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀
13,5 (1,5 CaCO ₃)	Без добрив	–	–	–	–
	N ₉₇ P ₇₅	N ₉₀ P ₆₀	N ₁₂₀ P ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀	N ₆₀ P ₆₀
	N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀
	N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₁₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₁₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀

Загальна площа дослідної ділянки 36 м², облікової – 30 м². Дефектат, що містив 60 % CaCO₃, у дозах згідно схеми досліду, було внесено під перші три культури сівозміни – пшеницю озиму, буряк цукровий і кукурудзу. На тлі вапнування мінеральні добрива вносили у вигляді суперфосфату гранульованого, калію хлористого та селітри аміачної. До схеми досліду входив варіант без внесення добрив (контроль) і з насиченням 1 га площі сівозміни мінеральними добрива дозою N₉₇P₇₅, N₉₇P₇₅K₇₅ і N₁₃₀P₁₀₀K₁₀₀. Збирання та облік урожаю пшениці озимої і гороху проводили прямим комбайнуванням, кукурудзи – вручну після звільнення качанів від обгорток, коренеплодів буряку цукрового – вручну після механізованого підкопування рослин.

Продуктивність польової сівозміни обчислювали як суму добутків показників урожайності основної продукції на вихід кормопротеїнових одиниць (кпо) з 1 т відповідної продукції. Вважали, що 1 т продукції містить, т кп од.: горох – 1,58, пшениця озима – 1,15, кукурудза – 1,06, буряк цукровий (коренеплоди) – 0,19 [21].

Статистичне оброблення даних здійснювали методом однофакторного дисперсійного аналізу польового досліду.

Результати досліджень. Проведеними дослідженнями встановлено, що застосування мінеральних добрив достовірно поліпшує агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого [22, 23]. За таких умов росту значно зростала продуктивність сільськогосподарських культур [24, 25].

Зміна фізико-хімічних властивостей ґрунту та вмісту в ньому поживних речовин під впливом вапнування й удобрення істотно впливало на продуктивність польової сівозміни (табл. 2).

Табл. 2. Продуктивність сівозміни за проведення вапнування під різні культури, т/га кпо

Варіант досліду	Перша ротація			Друга ротація			I–II ротації		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
Без добрив (контроль)	4,75	5,06	4,77	4,48	4,91	3,69	4,62	4,99	4,23
N ₉₇ P ₇₅	7,83	8,58	8,06	7,06	7,46	6,83	7,45	8,02	7,45
N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	7,81	8,46	8,35	7,33	8,08	7,12	7,57	8,27	7,74
N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	8,96	8,98	8,92	8,17	9,01	7,70	8,57	9,00	8,31
0,5 CaCO ₃	5,06	5,50	5,13	4,62	5,09	3,83	4,84	5,30	4,48
0,5 CaCO ₃ + N ₉₇ P ₇₅	7,62	8,75	8,52	7,20	7,67	6,96	7,41	8,21	7,74
0,5 CaCO ₃ + N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	8,43	9,14	9,03	7,53	8,39	7,55	7,98	8,77	8,29
0,5 CaCO ₃ + N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	9,50	9,74	9,60	8,38	9,37	7,86	8,94	9,56	8,73
1,0 CaCO ₃	5,37	5,70	5,35	4,72	5,15	3,89	5,05	5,43	4,62
1,0 CaCO ₃ + N ₉₇ P ₇₅	8,06	8,94	8,92	7,15	7,67	7,05	7,61	8,31	7,99
1,0 CaCO ₃ + N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	8,82	9,46	9,36	7,63	8,42	7,46	8,23	8,94	8,41
1,0 CaCO ₃ + N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	10,00	10,08	9,97	8,44	9,33	8,08	9,22	9,71	9,03
1,5 CaCO ₃	5,44	5,68	5,34	4,79	5,25	3,97	5,12	5,47	4,66
1,5 CaCO ₃ + N ₉₇ P ₇₅	8,02	9,02	8,84	7,38	7,45	7,17	7,70	8,24	8,01
1,5 CaCO ₃ + N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	8,80	9,42	9,31	7,77	8,64	7,66	8,29	9,03	8,49
1,5 CaCO ₃ + N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	10,07	10,01	9,89	8,65	9,62	8,30	9,36	9,82	9,10

Примітка. *Вапнування проведено під: 1 – пшеницю озиму; 2 – буряк цукровий; 3 – кукурудзу.

У першій ротації сівозміни під впливом цих чинників продуктивність 1 га сівозмінної площі була від 4,75–5,06 до 9,89–10,07 т кпо залежно від місця внесення дефекату під культуру в сівозміні. У другій ротації сівозміни продуктивність культур була нижчою, що можна пояснити зниженням дії

дефекату і більш посушливими погодними умовами у роки проведення досліджень. У середньому за дві ротації сівозміни ефективнішим було внесення дефекату під буряк цукровий, ніж під пшеницю озиму й кукурудзу. Так, у варіанті досліду $1,0 \text{ CaCO}_3 + \text{N}_{97}\text{P}_{75}\text{K}_{75}$ приріст продуктивності сівозміни від цього склад відповідно 9 і 6 %.

У середньому по трьох полях, на яких було проведено вапнування під пшеницю озиму, буряк цукровий і кукурудзу, у першій ротації приріст продуктивності сівозміни порівняно з абсолютним контролем (без вапнування й удобрення) склав 0,37–0,63 т/га кпо, у другій – 0,15–0,31 т/га кпо залежно від дози внесення дефекату. У середньому за дві ротації сівозміни цей показник за внесення 9,0 т/га дефекату склав 0,42 т/га кпо, а 13,5 т/га – 0,47 т/га кпо, тобто приріст був – 12 %.

Окупність 1 кг діючої речовини мінеральних добрив ($\text{N} + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{K}_2\text{O}$) приростом продуктивності культур сівозміни у першій ротації була вищою і становила 12,4–22,0 кг кпо залежно від доз дефекату і мінеральних добрив, тоді як у другій ротації знижувалась до 11,9–17,3 кг кпо. Вапнування ґрунту сприяло підвищенню окупності мінеральних добрив. Так, внесення $\text{N}_{97}\text{P}_{75}\text{K}_{75}$ на 1 га площі сівозміни на тлі 4,5 т/га, 9,0 і 13,5 т/га дефекату підвищувало окупність 1 кг д. р. мінеральних добрив відповідно на 1,9 кг кпо, 2,7 і 3,0 кг кпо.

Відомо, що під час живлення рослин кальцій гальмує засвоєння калію [26, 27]. Крім цього, на тлі проведення вапнування продуктивність сільськогосподарських культур підвищується. Тому потреба в засвоєнні калію рослинами зростає [28, 29]. Дослідженнями встановлено, що за дві ротації польової сівозміни приріст продуктивності культур польової сівозміни від калійних добрив, внесених у дозі 75 кг/га д. р. на тлі $\text{N}_{97}\text{P}_{75}$ на ділянках без вапнування становив 7 %, тоді як на тлі внесення 4,5 т/га, 9,0 і 13,5 т/га дефекату – 17–18 %. Окупність 1 кг K_2O мінеральних добрив на тлі $\text{N}_{97}\text{P}_{75}$ на ділянках без проведення вапнування склала 2,9 кг кпо, тоді як за внесення різних доз дефекату – 7,5–8,3 кг кпо. Окупність 1 т CaCO_3 внесеного з дефекатом, значно залежала від його дози і тривалості післядії. 78–137 кг кпо, тоді як у другій ротації знижувалась до 38–56 кг кпо і була найнижчою за високої дози дефекату (13,5 т/га).

Висновки. У першій ротації сівозміни під впливом вапнування й удобрення продуктивність 1 га сівозмінної площі була від 4,75 до 10,07 т кпо залежно від місця внесення дефекату під культуру в сівозміні. Ефективнішим було внесення дефекату під буряк цукровий, ніж під пшеницю озиму й кукурудзу. Так, у середньому за дві ротації сівозміни у варіанті досліду $1,0 \text{ CaCO}_3 + \text{N}_{97}\text{P}_{75}\text{K}_{75}$ приріст продуктивності сівозміни склав відповідно 9 і 6 %.

Порівняно з абсолютним контролем (без вапнування й удобрення) проведення вапнування підвищило продуктивність сівозміни у першій на 0,37–0,63 т/га кпо, у другій – на 0,15–0,31 т/га кпо залежно від дози внесення дефекату. Вапнування ґрунту сприяє підвищенню окупності мінеральних добрив. Так, внесення 4,5 т/га, 9,0 і 13,5 т/га дефекату підвищувало окупність 1 кг д. р. мінеральних добрив ($\text{N}_{97}\text{P}_{75}\text{K}_{75}$) відповідно на 1,9 кг кпо, 2,7 і 3,0 кг кпо. Приріст

продуктивності культур польової сівозміни за дві ротації від калійних добрив, внесених у дозі 75 кг/га д. р. на тлі $N_{97}P_{75}$ становив 7 %, тоді як на тлі внесення 4,5 т/га, 9,0 і 13,5 т/га дефекату – 17–18 %. Окупність 1 кг K_2O мінеральних добрив при цьому підвищується з 2,9 кг кпо до 7,5–8,3 кг кпо.

Література:

1. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.
2. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ*. 2017. №2. С. 35–41.
3. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. №3. С. 18–24.
4. Ткаченко М. А., Борис Н. С. Оптимізація живлення сільськогосподарських культур за фізико-хімічної деградації кислих ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2021. Т. 99. № 1. С. 15–22.
5. Господаренко Г. М., Любич В. В., Листопад Ф. К. Вихід біоетанолу з урожаю зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 94. С. 74–85.
6. Балюк С. А., Медведєв В. В., Носко Б. С. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти. Харків: Стильна типографія, 2018. 364 с.
7. Любич В. В., Новак Л. Л., Возіян В. В. Технологічні властивості зерна тритикале озимого залежно від норм азотних добрив. *Збірник Уманського НУС*. 2018. Вип. 92. С. 119–125.
8. Marschner P. 2012. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Third edition. Elsevier Academic Press, Netherlands. 684 p.
9. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Трансформація кислотно-основних властивостей ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2014. №1. С. 8–12.
10. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Леонова К. П. Трансформація сполук фосфору чорнозему опідзоленого за різних систем удобрення в польовій сівозміні. *Вісник Уманського НУС*. 2021. №2. С. 31–36.
11. Господаренко Г. М., Любич В. В., Матвієнко Н. П. Хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої залежно від удобрення, попередника та тривалості зберігання. *Агробіологія*. 2018. №1 (138). С. 98–106.
12. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Вплив вапнування на вміст рухомих сполук мікроелементів у чорноземі опідзоленому. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2018. Вип. 92. С. 187–195.
13. Alzahraniya Y., Kuşvuranb A., Alharbya H. F., Kuşvuranb S., Radyc M. M. The defensive role of silicon in wheat against stress conditions induced by drought, salinity or cadmium. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2018. Vol. 154. P. 187–196.
14. Paradelo R., Virto I., Chenu C. Net effect of liming on soil organic carbon

stocks: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2015. Vol. 202. P. 98–107.

15. Господаренко Г. М., Любич В. В., Олійник О.О. Анізотропні властивості питомої активності радіонуклідів ґрунту та зерна пшениці м'якої озимої за тривалого застосування добрив. *Збірник Уманського НУС*. 2022. Вип. 100. С. 242–252.

16. Господаренко Г. М., Любич В. В., Бурляй О. Л., Притуляк Р. М. Агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого за різних доз азотних добрив і їх поєднання з іншими видами мінеральних добрив. *Аграрні інновації*. 2022. №14. С. 18–22.

17. Господаренко Г. М., Любич В. В., Черно О. Д. Вплив вапнування та мінеральних добрив на врожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 32–36.

18. Господаренко Г. М., Любич В. В., Леонова К. П. Агрохімічні параметри родючості чорнозему опідзоленого та врожайність кукурудзи залежно від вапнування і удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 126. С. 22–28.

19. Baldock J. A., Hawke B., Sanderman J., Macdonald L.M. Predicting contents of carbon and its component fractions in Australian soils from diffuse reflectance mid-infrared spectra. *Soil Res*. 2013. Vol. 51. P. 577–595.

20. Gong H. J., Chen K. M., Chen G. C., Wang S. M., Zhang C. L. Effects of silicon on growth of wheat under drought. *J. Plant Nutr*. 2003. Vol. 26 (5). P. 1055–1063.

21. Деталізована поживність кормів зони Лісостепу України / М. М. Карпусь та ін. Київ, 1995. 347 с.

22. Господаренко Г. М., Любич В. В., Стоцький В. В. Вплив фосфорних добрив на продуктивність зернової сівоzmіни. *Вісник Сумського НАУ*. 2022. Вип. 2 (48). С. 46–50.

23. Агрохімічна складова технології вирощування буряку цукрового / Г. М. Господаренко, Л. В. Вишнеvsька, А. Т. Мартинюк та ін.; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2020. 308 с.

24. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2022. 376 с.

25. Любич В. В., Желєзна В. В. Хлібопекарські властивості зерна пшениці спельти залежно від удобрення і тривалості зберігання. *Агробіологія*. 2021. №1. С. 75–84.

26. Сіліфонов Т. В., Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В. Урожайність і якість зерна різностиглих сортів пшениці м'якої озимої за різних систем удобрення в сівоzmіні. *Агробіологія*. 2021. №2. С. 146–156.

27. Господаренко Г. М., Рябовол Я. С., Черно О. Д., Любич В. В., Крижанівський В. Г. Ріст і розвиток пшениці озимої у весняно-літній період вегетації залежно від умов мінерального живлення в Правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського НУС*. 2020. № 2. С. 3–8.

28. Сухомуд О.Г., Любич В. В. Урожай і якість зерна пшениці ярої за різних умов мінерального живлення. *Вісник Уманського НУС*. 2013. Вип. 1–2. С. 51–55.

29. Nang Seng Aye, Peter W. G. Sale, Caixian Tang. The impact of long-term liming on soil organic carbon and aggregate stability in low-input acid soils. *Biology*

References:

1. Liubych, V. V. (2017). Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, no. 95, pp. 146–161. (in Ukrainian).
2. Lyubich, V. V. (2017). Breadmaking properties of winter wheat varieties depending on species, norms and periods of application of nitrogen fertilizers. *Bulletin of the Dnipropetrovsk DAEU*, no. 2, pp. 35–41. (in Ukrainian).
3. Liubych, V. V. (2017). The influence of abiotic and biotic factors on the productivity of varieties and spelled wheat lines. *Bulletin of Poltava SAA*, no. 3, pp. 18–24. (in Ukrainian).
4. Tkachenko, M. A., Borys, N. E. (2021). Optimizing the nutrition of agricultural crops during physical and chemical degradation of acidic soils. *Herald of Agrarian Science*, no. 99(1), pp. 15–22. (in Ukrainian).
5. Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Listopad, F. K. (2017). Yield of bioethanol from the grain yield of winter wheat varieties depending on the species, norms and periods of application of nitrogen fertilizers. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, no. 94, pp. 74–85. (in Ukrainian).
6. Balyuk, S. A., Medvedev, V. V., Nosko, B. S. (2018). Adaptation of agricultural technologies to climate change: soil and agrochemical aspects. Kharkiv: Stylish Typography. 364 p. (in Ukrainian).
7. Lyubich, V. V., Novak, L. L., Voziyan, V. V. (2018). Technological properties of winter triticale grain depending on nitrogen fertilizer rates. *Collection of the Uman NUS*, no. 92, pp. 119–125. (in Ukrainian).
8. Marschner, P. (2012). Marschner's mineral nutrition of higher plants. Third edition. Elsevier Academic Press, Netherlands. 684 p.
9. Gospodarenko, G. M., Prokopchuk, I. V. (2014). Transformation of acid-base properties of soil during long-term use of fertilizers in field crop rotation. *Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, no. 1, pp. 8–12. (in Ukrainian).
10. Gospodarenko, G. M., Chernov, O. D., Leonova, K. P. (2021). Transformation of phosphorus compounds of podzolized chernozem under different fertilization systems in field crop rotation. *Bulletin of the Uman State University*, no. 2, pp. 31–36. (in Ukrainian).
11. Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Matvienko, N. P. (2018). Breadmaking properties of winter wheat grain depending on fertilizer, precursor and duration of storage. *Agrobiology*, no. 1 (138), pp. 98–106. (in Ukrainian).
12. Gospodarenko, G. M., Prokopchuk, I. V. (2018). The effect of liming on the content of mobile compounds of microelements in podzolized chernozem. *Collection of the Uman NUS*, no. 92, pp. 187–195. (in Ukrainian).
13. Alzahrana, Y., Kuşvuranb, A., Alharbya, H. F., Kuşvuranb, S., Radyc, M. M. (2018). The defensive role of silicon in wheat against stress conditions induced by drought, salinity or cadmium. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, no. 154, pp. 187–196.
14. Paradelo, R., Virto, I., Chenu, C. (2015). Net effect of liming on soil organic carbon stocks: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, no. 202, pp. 98–

107.

15. Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Oliynyk, O. O. (2022). Anisotropic properties of the specific activity of soil radionuclides and soft winter wheat grain during long-term fertilizer application. *Collection of the Uman NUS*, no. 100, pp. 242–252. (in Ukrainian).

16. Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Burlyai, O. L., Prytulyak, R. M. (2022). Agrochemical properties of podzolized chernozem with different doses of nitrogen fertilizers and their combination with other types of mineral fertilizers. *Agrarian innovations*, no. 14, pp. 18–22. (in Ukrainian).

17. Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Chernov, O. D. (2022). The effect of liming and mineral fertilizers on the yield of winter wheat on podzolized chernozem. *Bulletin of the Uman State University*, no. 1, pp. 32–36. (in Ukrainian).

18. Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Leonova, K. P. (2022). Agrochemical parameters of podzolized chernozem fertility and corn yield depending on liming and fertilization. *Taurian Scientific Bulletin*, no. 126, pp. 22–28. (in Ukrainian).

19. Baldock, J. A., Hawke, B., Sanderman, J., Macdonald, L. M. (2013). Predicting contents of carbon and its component fractions in Australian soils from diffuse reflectance mid-infrared spectra. *Soil Res*, no. 51, pp. 577–595.

20. Gong H. J., Chen K. M., Chen G. C., Wang S. M., Zhang C. L. (2003). Effects of silicon on growth of wheat under drought. *J. Plant Nutr.*, no. 26 (5), pp. 1055–1063.

21. Karpus, M. M. et al. (1995). Detailed nutrition of fodder in the forest-steppe zone of Ukraine. Kyiv. 347 p. (in Ukrainian).

22. Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Stotskyi, V. V. (2022). The influence of phosphorus fertilizers on the productivity of grain crop rotation. *Bulletin of the Sumy NAU*, no. 2 (48), pp. 46–50. (in Ukrainian).

23. Gospodarenko, G. M., Vishnevskaya, L. V., Martyniuk, A. T. et al. (2020). Agrochemical component of sugar beet growing technology. Kyiv: SIK GROUP UKRAINE LLC. 308 p. (in Ukrainian).

24. Gospodarenko, G. M. (2022). Fertilizer application system. Kyiv: "TROPEA" LLC. 376 p. (in Ukrainian).

25. Lyubich, V. V., Zhelezna, V. V. (2021). Breadmaking properties of spelled wheat grain depending on fertilization and duration of storage. *Agrobiology*, no. 1, pp. 75–84. (in Ukrainian).

26. Silifonov, T. V., Gospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Polyanetska, I. O., Novikov, V. V. (2021). Yield and grain quality of soft winter wheat varieties of varying maturity under different fertilization systems in crop rotation. *Agrobiology*, no. 2, pp. 146–156. (in Ukrainian).

27. Gospodarenko, G. M., Ryabovol, Y. S., Chernov, O. D., Lyubich, V. V., Kryzhanivskyi, V. G. (2020). Growth and development of winter wheat in the spring-summer vegetation period depending on the conditions of mineral nutrition in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Bulletin of the Uman State University*, no. 2, pp. 3–8. (in Ukrainian).

28. Sukhomud, O. G., Lyubich, V. V. (2013). Yield and grain quality of spring wheat under different conditions of mineral nutrition. *Bulletin of the Uman State University*, no. 1–2, pp. 51–55. (in Ukrainian).

29. Nang, S. A., Peter, W. G. Sale, C., T. (2016). The impact of long-term liming

on soil organic carbon and aggregate stability in low-input acid soils. *Biology and Fertility of Soils*, no. 52, pp. 697–709.

Annotation

Hospodarenko H. M., Liubych V. V., Martyniuk A. T., Stasinevich O. Yu.
Parameters of soil fertility and productivity of field crop rotation with the application of fertilizers and lime

The purpose of the article is to determine the agrochemical properties of the soil and the productivity of field crop rotation under different fertilization and liming.

Methods. Field, laboratory, measurement, calculation and comparison, analysis, statistical.

The results. On average, in the three fields where liming was carried out under winter wheat, sugar beet and corn, in the first rotation, the increase in crop rotation productivity compared to the absolute control (without liming and fertilization) amounted to 0.37–0.63 t/ha kpo, in the second – 0.15–0.31 t/ha kpo depending on the dose of feces application. On average, for two rotations of crop rotation, this indicator for the application of 9.0 t/ha of feces was 0.42 t/ha kpo, and 13.5 t/ha – 0.47 t/ha kpo, that is, the increase was 12 %. Compared to the absolute control (without liming and fertilization), liming increased crop rotation productivity in the first by 0.37–0.63 t/ha kpo, in the second – by 0.15–0.31 t/ha kpo, depending on the dose of manure application. Soil liming helps to increase the profitability of mineral fertilizers. Thus, the introduction of 4.5 t/ha, 9.0 and 13.5 t/ha of feces increased the profitability of 1 kg of mineral fertilizers (N₉₇P₇₅K₇₅) by 1.9 kg per hectare, 2.7 and 3.0 kg, respectively kpo. The increase in the productivity of field crops for two rotations from potash fertilizers applied at a dose of 75 kg/ha per year on the background of N₉₇P₇₅ was 7 %, while on the background of the application of 4.5 t/ha, 9.0 and 13.5 t/ha of feces – 17–18 %. At the same time, the profitability of 1 kg of K₂O mineral fertilizers increases from 2.9 kg kpo to 7.5–8.3 kg kpo.

Conclusions. In the first rotation of the crop rotation under the influence of liming and fertilization, the productivity of 1 ha of the crop rotation area was from 4.75 to 10.07 t kpo depending on the place of introduction of feces under the culture in the crop rotation. It was more effective to apply manure under sugar beet than under winter wheat and corn. So, on average, for two rotations of crop rotation in the 1.0 CaCO₃ + N₉₇P₇₅K₇₅ experiment, the increase in crop rotation productivity was 9 and 6 %, respectively.

Key words: grain-beet crop rotation, productivity, soil acidity, nutrients.