

ВПЛИВ ВАПНУВАННЯ НА КИСЛОТНО-ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО

Г. М. ГОСПОДАРЕНКО, доктор сільськогосподарських наук
О. Д. ЧЕРНО, кандидат сільськогосподарських наук
А. Т. МАРТИНЮК, кандидат сільськогосподарських наук
Уманський національний університет садівництва

Розглянуто питання впливу різних доз дефекату і мінеральних добрив на кислотно-основні властивості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового Правобережного Лісостепу України. Розраховано баланс кальцію за дві ротації 4-пільної польової сівозміни. Показана доцільність проведення підтримувального вапнування дозою вапна, розрахованою за обмінною кислотністю.

Ключові слова: чорнозем опідзолений, вапнування, мінеральні добрива, кислотно-основні властивості, баланс кальцію.

Вступ. Одним із чинників деградації ґрунтів є підкислення, що проявляється навіть у чорноземів, що мають близьку до нейтральної або нейтральну за своєю природою реакцією ґрунтового розчину. Це пояснюється низкою чинників: зміною структури сівозмін, системою обробітку ґрунту, значною часткою азотної складової у системі удобрення, дороговартісне проведення вапнування, різке зменшення виробництва цукросировини, що відповідно знизило вихід дефекату. Вапнування є провідним і найбільш радикальним заходом поліпшення агрохімічних, фізико-механічних і біологічних властивостей ґрунтів з кислою реакцією середовища, забезпечує рослини кальцієм і магнієм, мобілізацію і іммобілізацію макро- і мікроелементів у ґрунті [1]. Цей захід широко впроваджено в практику світового землеробства, і наука постійно шукає шляхи його удосконалення та підвищення ефективності [2]. Тому одержання об'єктивних даних щодо змін кислотно-основних властивостей окремих підтипів ґрунтів за різних доз вапна та систем удобрення в умовах тривалих стаціонарних польових дослідів є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тривале застосування фізіологічно кислих мінеральних добрив, особливо азотних у підвищених дозах, інтенсивний глибокий обробіток ґрунту зумовлюють зміни його кислотно-основних властивостей, а також вилучення з верхнього шару кальцію, який має важливе значення у формуванні родючості [3–5]. Водночас з підкисленням ґрунту знижується ефективність мінеральних добрив [6–8]. Ефективність вапнування кислих ґрунтів залежить від форм, доз, строків і

способів внесення вапнувальних матеріалів, чутливості культур і кислотно-основних властивостей ґрунту, поєднання вапнування із застосуванням мінеральних добрив [1, 6, 9–14].

Метою проведення досліджень було встановити вплив вапнування в поєднанні з внесенням різних видів і доз мінеральних добрив на основні показники кислотно-основних властивостей чорнозему опідзоленого та баланс кальцію в польовій сівозміні.

Методика досліджень. Дослідження проведено в стаціонарному досліді (атестат НААН № 86), закладеному на дослідному полі Уманського НУС, що розміщене в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького Лісостепової Правобережної провінції зони Лісостепу з географічними координатами 48°46' 56,47" пн. ш. і 30°14' 48,51" сх. д. з висотою над рівнем моря 245 м. За даним метеостанції Умань, розміщеної за 2 км від стаціонарного досліду, клімат дослідного поля помірно континентальний із середньорічною температурою 8,8 °С і кількістю опадів 586 мм. Ґрунт класифікується як чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі й характеризується низьким вмістом азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда), підвищеним і високим – відповідно рухомих сполук фосфору й калію (за методом Чирикова).

Повну дозу вапна розраховували за рівнем обмінної кислотності. Одиарна доза дефекату, що містив 60 % CaCO_3 , становила 9,0 т/га. Баланс кальцію у ґрунті розраховували із врахуванням його надходження з дефекатом, суперфосфатом гранульованим (12 % Ca) [15], насіннєвим матеріалом і атмосферними опадами (7,4 мг/л Ca) [16]. У витратній частині враховували винесення кальцію з основною продукцією культур сівозміни і вилуження в нижні шари ґрунту.

Дослід закладено в 4-пільній польовій сівозміні (пшениця озима, буряк цукровий, кукурудза, горох) на трьох полях. Дефекат, 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 селітри аміачної, суперфосфату гранульованого і калію хлористого. Повторення досліду триразове з послідовним розміщенням варіантів. Загальна площа дослідної ділянки 36 м², облікової – 30 м².

У зразках ґрунту, відібраних згідно вимог ДСТУ 4287:2004 і ДСТУ ISO 11464:2007, визначали такі показники: кислотність ґрунту $\text{pH}_{\text{кел}}$ – на іонометрі згідно ДСТУ ISO 10390-2007; гідролітичну кислотність – за методом Каппена згідно ДСТУ 7537:2014; вміст увібраних основ – згідно МВВ 31-497058-007-2005; ємність катіонного обміну ґрунту (ЄКО) – за ДСТУ ISO 11260-2001. Для розрахунку балансу кальцію використано довідкові дані його вмісту в основній продукції культур сівозміни.

Результати досліджень. Як видно з даних табл. 1, перед закладанням досліду кислотність ґрунту була слабо кислою (pH 5,4), що нижче оптимального рівня для пшениці озимої (pH 6,3–7,5), ячменю ярого (6,5–7,5), гороху (6,0–7,0) і буряку цукрового (pH 6,5–7,5) [17].

Табл. 1. Зміна кислотно-основних властивостей шару ґрунту 0–20 см під впливом вапнування та удобрення (у середньому по 3-х полях)

Варіант досліджу	рН _{ккл}	Вміст, смоль/кг ґрунту				ЄКО, смоль/кг
		Нг	Са ²⁺	Mg ²⁺	К ⁺	
Перед закладанням досліджу	5,4	3,19	24,8	2,51	0,56	31,4
Після першої ротації сівозміни						
Без добрив (контроль)	5,3	3,25	24,3	2,50	0,55	31,0
N ₉₇ P ₇₅	5,3	3,48	23,6	2,52	0,54	29,6
N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	5,2	3,58	23,0	2,51	0,57	29,3
N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	5,1	3,68	22,8	2,50	0,57	31,5
0,5 СаСО ₃	5,5	2,47	26,5	2,52	0,55	31,6
0,5 СаСО ₃ + N ₉₇ P ₇₅	5,3	2,54	26,2	2,50	0,57	31,7
0,5 СаСО ₃ + N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	5,3	2,61	25,9	2,51	0,57	31,7
0,5 СаСО ₃ + N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	5,3	2,68	25,5	2,50	0,57	31,9
1,0 СаСО ₃	5,7	2,30	27,3	2,50	0,53	32,0
1,0 СаСО ₃ + N ₉₇ P ₇₅	5,6	2,35	27,0	2,49	0,55	32,1
1,0 СаСО ₃ + N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	5,5	2,42	26,7	2,50	0,56	31,9
1,0 СаСО ₃ + N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	5,5	2,46	26,5	2,49	0,56	32,4
1,5 СаСО ₃	6,1	2,05	28,3	2,48	0,53	32,3
1,5 СаСО ₃ + N ₉₇ P ₇₅	6,0	2,18	27,8	2,49	0,56	32,3
1,5 СаСО ₃ + N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	5,9	2,24	27,6	2,48	0,57	32,3
1,5 СаСО ₃ + N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	5,8	2,30	27,2	2,50	0,57	31,9
HIP ₀₅	0,1	0,11	1,6	0,15	0,04	1,7
Після другої ротації сівозміни						
Без добрив (контроль)	5,2	3,33	23,6	2,61	0,55	31,1
N ₉₇ P ₇₅	5,2	3,69	23,1	2,64	0,52	30,8
N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	5,1	3,78	22,8	2,68	0,53	30,6
N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	5,1	3,87	22,2	2,73	0,54	30,5
0,5 СаСО ₃	5,3	3,01	25,3	2,62	0,58	31,2
0,5 СаСО ₃ + N ₉₇ P ₇₅	5,2	3,16	24,8	2,64	0,57	31,2
0,5 СаСО ₃ + N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	5,2	3,18	24,5	2,71	0,59	31,1
0,5 СаСО ₃ + N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	5,2	3,18	24,2	2,75	0,59	31,1
1,0 СаСО ₃	5,4	2,51	26,1	2,65	0,55	31,6
1,0 СаСО ₃ + N ₉₇ P ₇₅	5,3	2,61	25,8	2,59	0,54	31,9
1,0 СаСО ₃ + N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	5,2	2,86	25,5	2,58	0,57	31,6
1,0 СаСО ₃ + N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	5,2	2,93	25,1	2,60	0,57	31,4
1,5 СаСО ₃	5,6	2,97	27,2	2,61	0,55	32,2
1,5 СаСО ₃ + N ₉₇ P ₇₅	5,4	2,48	26,8	2,63	0,54	32,1
1,5 СаСО ₃ + N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	5,4	2,64	26,4	2,66	0,57	31,7
1,5 СаСО ₃ + N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	5,3	2,69	26,1	2,68	0,58	31,5
HIP ₀₅	0,1	0,13	1,5	1,17	0,03	1,9

За гідролітичною кислотністю, що знаходиться в межах 3,0–4,0 смоль/кг, такий ґрунт у зоні Лісостепу потребує першочергового вапнування [17]. Відношення $Mg^{2+} : K^+$ у ГВК 4,5, тобто знаходиться в діапазоні 2–5, що свідчить про збалансоване живлення ними рослин [18]. Насиченість ЄКО кальцієм становила 79 %. Поряд з кальцієм важливе значення у формуванні оптимальних фізико-хімічних властивостей ґрунту та живленні рослин має магній. Забезпечення рослин магнієм була достатньою, тому що його нестача спостерігається за вмісту менш як 2 смоль/кг ґрунту [18].

Проведення вапнування, завдяки насиченню ГВК кальцієм, суттєво зменшувало кислотність ґрунту. Залежно від доз внесення дефекату (9,0 і 13,5 т/га) та мінеральних добрив pH_{KCl} після першої ротації сівозміни була вищою на 0,3–0,7 од. За дози внесення 4,5 т/га дефекату і мінеральних добрив кислотність ґрунту зберігалася на вихідному рівні (pH 5,3).

Після другої ротації сівозміни показник pH_{KCl} ґрунту залежно від варіанту досліду був 5,1–5,6. При цьому необхідно зазначити істотне зниження кислотності ґрунту під впливом мінеральних добрив. Показник pH_{KCl} зберігався на рівні 5,3–5,4 у варіантах досліду з внесенням дефекату 4,5–9,0 т/га, а також 9,0 т/га + $N_{97}P_{75}$. Лише за внесення 13,5 т/га дефекату кислотність ґрунту через вісім років проведення досліду зберігалась на початковому рівні – pH_{KCl} 5,3–5,6 залежно від доз мінеральних добрив.

Поряд з обмінною кислотністю, вапнування сприяло інтенсивному зменшенню гідролітичної кислотності ґрунту – після першої ротації сівозміни до 2,05–2,68 смоль/кг, а після другої – до 2,48–3,18 смоль/кг залежно від доз дефекату та мінеральних добрив. При цьому необхідно зазначити, що мінеральні добрива істотно впливають на підвищення гідролітичної кислотності ґрунту. Так, після першої ротації сівозміни вони її підвищили на 0,29–0,49 смоль/кг, а після другої – на 0,50–0,65 смоль/кг.

Дослідженнями встановлено, що проведення вапнування та внесення мінеральних добрив змінювало ЄКО в незначних межах і вона знаходилась у межах 29,3–32,4 смоль/кг. Насиченість ЄКО обмінним кальцієм залежно від варіанту досліду і ротації сівозміни змінювалася від 73 до 87 %. При цьому необхідно зазначити, що 0,5 дози вапна, розрахованої за обмінною кислотністю, дозволяє зберегти частку кальцію в ЄКО на вихідному рівні (79 %), тоді як за внесення 1,0–1,5 дози вапна навіть після двох ротацій сівозміни вона залишається на рівні 80–84 % залежно від варіанту удобрення. Відомо, що надлишок кальцію може викликати нестачу магнію у живленні рослин навіть за високого його вмісту в ґрунті, а за насичення кальцієм 85 % до 90 % заліза блокується. Кальцій також зв'язує магній, калій, бор, цинк і мідь, але підвищує доступність азоту [19]. Отже, проведення вапнування змінює структуру ЄКО в бік збільшення частки кальцію, в той час як застосування лише мінеральних добрив, особливо високих їх доз, кількість його зменшується. Це зумовлено підкислювальною дією мінеральних добрив.

Між дозою внесення мінеральних добрив, встановлено пряму залежність з вилуженням кальцію [20, 13]. Розрахунки балансу кальцію показали, що

надходження його у варіантах досліду без вапнування в середньому за дві ротації сівозміни становило 47–104 кг/(га·рік) залежно від удобрення, тоді як у варіантах досліду з вапнуванням – 160–443 кг/(га·рік) (табл. 2).

Табл. 2. Баланс кальцію у ґрунті (кг/(га·рік) і його інтенсивність (ІБ, %) за дві ротації сівозміни

Варіант досліду	Надходження	Вилучення			Баланс	ІБ
		з основною продукцією	вимивання	всього		
Без добрив (контроль)	47	4	152	156	-109	30
N ₉₇ P ₇₅	92	5	177	182	-90	51
N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	92	5	188	193	-91	48
N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	104	6	205	211	-107	49
0,5 CaCO ₃	160	4	163	167	-7	96
0,5 CaCO ₃ + N ₉₇ P ₇₅	204	5	195	200	4	102
0,5 CaCO ₃ + N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	204	6	212	218	-14	94
0,5 CaCO ₃ + N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	218	6	220	226	-8	96
1,0 CaCO ₃	272	4	177	181	91	150
1,0 CaCO ₃ + N ₉₇ P ₇₅	317	5	191	196	121	162
1,0 CaCO ₃ + N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	317	6	214	220	97	144
1,0 CaCO ₃ + N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	330	6	225	231	99	143
1,5 CaCO ₃	384	4	188	194	190	198
1,5 CaCO ₃ + N ₉₇ P ₇₅	429	6	205	211	218	203
1,5 CaCO ₃ + N ₉₇ P ₇₅ K ₇₅	429	6	228	234	195	183
1,5 CaCO ₃ + N ₁₃₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	443	6	231	237	206	187

Розрахунки показали, що з основною продукцією врожаю з ґрунту щорічно вилучається від 4 до 6 кг/га кальцію. Незначне вилучення кальцію пояснюється залишенням на полі нетоварної частини урожаю, яка містить переважні кількість цього елемента живлення від загального засвоєння рослинами [16]. У разі її видалення з поля баланс кальцію навіть за внесення одинарної дози вапна складається різко дефіцитним.

Отже, на частоту проведення вапнування майже не впливає поглинання кальцію сільськогосподарськими культурами за умови залишення на полі нетоварної продукції. Підвищені дози дефекату збільшують втрати кальцію з 152–205 до 163–231 кг/(га·рік) залежно від доз вапна та мінеральних добрив.

Карбонат кальцію слабо розчинний (в 1 л дистильованої води розчиняється лише 13–15 мг CaCO₃), але навіть незначна кількість

вуглекислого газу підвищує розчинність вапна в 60 разів [17]. Відомо, що ґрунтове повітря, порівняно з атмосферним містить у 10–100 разів більше CO_2 , який виділяється під час дихання мікроорганізмів і розкладання органічних речовин. Оскільки чорнозем опідзолений характеризується високою мікробіологічною активністю, на полі в досліді залишається вся нетоварна частина урожаю, зростає і швидкість взаємодії вапна з ґрунтом і ймовірність його вимивання в нижні шари ґрунту. Також відомо [20], що за показника $\text{pH}_{\text{KCl}} > 6$ значно збільшуються втрати кальцію внаслідок вимивання. При цьому потрібно врахувати, що чорнозем опідзолений від природи має слабкокисло реакцію і тому в часі прагне до відновлення початкового рівня рН.

За мінеральної системи удобрення потрібно проводити періодично підтримувальне вапнування навіть на ґрунтах з нейтральною реакцією ґрунтового середовища. Якщо врахувати, що для нейтралізації 1 т аміачної селітри потрібно 0,75 т CaCO_3 , суперфосфату гранульованого – 0,10 і калію хлористого – 0,15 т [15], то за дві ротації 4-пільної польової сівозміни потрібно внести 2,2–3,30 т/га CaCO_3 залежно від дози добрив. За вирощування польових культур без мінеральних добрив і за різних доз їх внесення складається різко дефіцитний баланс кальцію у ґрунті з його інтенсивністю 30–51 %. Внесення 0,5 дози CaCO_3 за обмінною кислотністю забезпечувало інтенсивність балансу кальцію 94–102 % упродовж 8-ми років, що можна вважати дозою підтримувального вапнування. За одинарної дози вапна середньорічний баланс кальцію був 91–121 кг/га залежно варіанту удобрення. Півтори дози вапна значно збільшує тривалість післядії вапнування.

Висновки. 1. Разове внесення високої дози вапна з розрахунку на тривалий термін дії призводить до надлишку кальцію в початковий період, а потім до зниження pH_{KCl} майже до початкового рівня. Тому раціональнішим є постійне підтримання значення рН близьким до оптимального рівня половинними дозами вапна, розрахованими за обмінною кислотністю. Підтримувальне вапнування доцільно повторно застосовувати через 4–5 років.

2. Поєднання вапнування з внесенням мінеральних добрив поліпшує кислотно-основні властивості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового завдяки зменшенню обмінної і гідролітичної кислотності та насиченості ЄКО кальцієм після першої ротації сівозміни з 79 до 84–87 %.

3. Внесення дефекату у дозі 4,5; 9,0 і 13,5 т/га забезпечує інтенсивність балансу кальцію за дві ротації 4-пільної сівозміни відповідно 94–102 %, 143–162 і 183–203 % залежно від доз мінеральних добрив, тоді як без вапнування баланс кальцію був різко дефіцитним з інтенсивністю 30–51 %.

Література:

1. Греков В. А., Мельник А. И. Кислотность и известкование пахотных почв Украины. *Плодородие*. 2011. № 1. С. 4–6.
2. Ткаченко М. А., Шкляр В. М. та ін. Агрохімічні властивості сірого лісового ґрунту залежно від вапнування та різних систем удобрення. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2016. Вип. 3–4. С. 3–11.

3. 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.
4. Мазур Г. А., Ткаченко М. А., Шкляр В. М. Вплив вапнування за різних систем удобрення в сівозміні на баланс гумусу в сірому лісовому ґрунті. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 10. С. 5–11.
5. Сипко А. О., Стрілець О. П., Зацерковна Н. С., Костащук М. В. Оптимізація фізико-хімічних властивостей чорнозему типового вилугованого слабокислого при застосуванні дефекату, отриманого за новою технологією. *Цукрові буряки*. 2017. №1. С. 11–13..
6. Ткаченко М. А., Кондратюк І. М., Борис Н. Є. Хімічна меліорація кислих ґрунтів: Монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. 318 с.
7. 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. № 51. P. 577–595.
8. Long-term effect of lime application on the chemical composition of soil organic carbon in acid soils varying in texture and liming history / Wang X. et al. *Biology and Fertility of Soils*. 2016. Vol. 52. P. 295–306. [in English].
9. Прокопчук І. В. Ефективність вапнування чорнозему опідзоленого Правобережного Лісостепу України за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.04. Харків, 2003. 20 с.
10. Haddad S. A., Tabatabai M. A., Loynachan T. E. Effects of liming and selected heavy metals on ammonium release in waterlogged agricultural soils. *Biology and Fertility of Soils*. 2017. № 53 (2), pp. 153–158.
11. 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 and Fertility of Soils*. 2016. Vol. 52. P. 697–709.
12. Rukshana F. et al. Organic anion-to-acid ratio influences pH change of soils differing in initial pH. *J Soils Sediments*. 2014. № 14. P. 407–414.
13. Paradelo R., Virto I., Chenu C. Net effect of liming on soil organic carbon stocks: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2014. Vol. 202. P. 98–107.
14. Simonsson M. et al. Pools and solubility of soil phosphorus as affected by liming in long-term agricultural field experiments. *Geoderma*. 2018. Vol. 315. P. 208–219.
15. Господаренко Г. М. Агрохімія. Київ : ТОВ «СІК ГРУПІ УКРАЇНА», 2019. 560 с.
16. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Трансформація кислотно-основних показників ґрунту та баланс кальцію за різного удобрення та вапнування. *Агробіологія*. 2018. №1(138). С. 144–150.
17. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ : ТОВ «СІК ГРУПІ УКРАЇНА», 2022. 376 с.
18. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Нікітіна О. В. Агрохімія калію / за заг ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2021. 264 с.
19. Господаренко Г., Карнаух О., Alexander A. Мікроелементи і добрива в живленні рослин / за заг. ред. Г. Господаренка. Кам'янець-Подільський: ТОВ Друкарня «Рута», 2020. 348 с.

20. Long R. P. et al. Long-Term Effects of Forest Liming on Soil, Soil Leachate, and Foliage Chemistry in Northern Pennsylvania. *Soil Science Society of America Journal Abstract – Forest, Range & Wildland Soils*. 2015. Vol. 79. № 4. P. 1223–1236.

21. Оліфір Ю.М. Вплив удобрення та вапнування на фізико-хімічні властивості ясно-сірого лісового ґрунту. *Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства УААН”*. 2010. Вип. 4. С. 51–55.

References:

1. Grekov, V. A., Melnik, A. I. (2011). Acidity and liming of arable soils of Ukraine. *Fertility*, 2011, no. 1, pp. 4–6. (in Russian).

2. Tkachenko, M. A., Shklyar, V. M. et al. (2016). Agrochemical properties of gray forest soil depending on liming and different fertilizer systems. *Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture NAAS"*, 2016, no. 3–4, pp. 3–11. (in Ukrainian).

3. Gospodarenko, G. M., Prokopchuk, I. V. (2014). Transformation of acid-base properties of soil with long-term use of fertilizers in field crop rotation. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2014, no. 1. pp. 8–12. (in Ukrainian).

4. Mazur, G. A., Tkachenko, M. A., Shklyar, V. M. (2016). Influence of liming under different fertilizer systems in crop rotation on the balance of humus in gray forest soil. *Bulletin of Agricultural Science*, 2016, no. 10, pp. 5–11. (in Ukrainian).

5. Sytko, A. A., Sagittarius, O. P., Zatserkovna, N. S., Kostashchuk M. V. (2017). Optimization of physicochemical properties of chernozem typical leached weakly acidic when using defect obtained by new technology. *Sugar beets*, 2017, no. 1. pp. 11–13. (in Ukrainian).

6. Tkachenko, M. A., Kondratyuk, I. M., Boris, N. E. (2019). Chemical reclamation of acid soils [Monograph]. Vinnytsia, LLC "WORKS", 318 p. (in Ukrainian).

7. 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*, 2013. no. 51. pp. 577–595..

8. Wang, X., Tang, C., Baldock, J. A., Butterly, C. R., Gazey, C. (2016). Long-term effect of lime application on the chemical composition of soil organic carbon in acid soils varying in texture and liming history. *Biology and Fertility of Soils*, 2016, no. 52(3), pp. 295–306.

9. Prokopchuk, I. V. (2003). Effectiveness of liming of chernozem of podzolic Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine for long-term use of fertilizers in field crop rotation: author's ref. dis. ... cand. s.-g. Science: 06.01.04. Kharkiv, 2003. 20 p. (in Ukrainian).

10. Haddad, S. A., Tabatabai, M. A., Loynachan, T. E. (2017). Effects of liming and selected heavy metals on ammonium release in waterlogged agricultural soils. *Biology and Fertility of Soils*, 2017, no. 53 (2), pp. 153–158.

11. Aye, N. S., Sale, P. W., Tang, C. (2016). The impact of long-term liming on soil organic carbon and aggregate stability in low-input acid soils. *Biology and Fertility of Soils*, 2016, no. 52, pp. 697–709.

12. Rukshana F. et al. (2014). Organic anion-to-acid ratio influences pH change of soils differing in initial pH. *Journal of soils and sediments*, 2014, no. 14, pp. 407–414.

13. Paradelo, R., Virto, I., Chenu, C. (2014). Net effect of liming on soil organic carbon stocks: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2014, no. 202, pp. 98–107.
14. Simonsson, M. et al. (2018). Pools and solubility of soil phosphorus as affected by liming in long-term agricultural field experiments. *Geoderma*, 2018, Vol. 315, pp. 208–219.
15. Gospodarenko, G. M. (2019). *Agrochemistry*. Kyiv: SIC GROUP UKRAINE LLC, 2019. 560 p. (in Ukrainian).
16. Gospodarenko, G. M., Prokopchuk, I. V. (2018). Transformation of acid-base indicators of soil and calcium balance with different fertilizers and liming. *Agrobiology*, 2018, no. 1 (138), pp. 144–150. (in Ukrainian).
17. Gospodarenko, G. M. (2022). *Fertilizer application system*. Kyiv: SIC GROUP UKRAINE LLC, 2022. 376 p. (in Ukrainian).
18. Gospodarenko, G. M., Cherny, O. D., Nikitina, O. V. (2021). *Agrochemistry of potassium* / ed. GM Gospodarenko. Kyiv: TROPEA LLC, 2021. 264 p. (in Ukrainian)
19. Gospodarenko, G., Karnaukh, O., Alexander, A. (2020). Trace elements and fertilizers in plant nutrition / for general. ed. G. Gospodarenko. Kamianets-Podilskyi: Ruta Printing House Ltd., 2020. 348 p. (in Ukrainian)
20. Long, R. P. et al. (2015). Long-Term Effects of Forest Liming on Soil, Soil Leachate, and Foliage Chemistry in Northern Pennsylvania. *Soil Science Society of America Journal Abstract - Forest, Range Wildland Soils*, 2015, Vol. 79, no. 4. pp. 1223–1236.
21. Olifir, Yu. M. (2010). Influence of fertilizers and liming on physical and chemical properties of light gray forest soil. *Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture UAAS"*, 2010, Vol. 4, pp. 51–55. (in Ukrainian).

Annotation

Gospodarenko G. M., Cherny O. D., Martynyuk A. T.

Influence of limestone on acid-basic properties of podzolene black earth

One of the factors of soil degradation is acidification, which is manifested even in chernozems that have a close to neutral or neutral in nature reaction of the soil solution. Therefore, obtaining objective data on changes in acid-base properties of individual subtypes of soils at different doses of lime and fertilizer systems in long-term stationary field experiments is relevant.

The aim of the research was to establish the effect of liming in combination with different types and doses of mineral fertilizers on the main indicators of acid-base properties of podzolic chernozem and calcium balance in field crop rotation.

The study was conducted in a stationary experiment (certificate NAAS № 86), laid on the research field of Uman National University of Horticulture with geographical coordinates of 48°46' 56,47" north latitude and 30°14' 48,51" east longitude.

The total dose of lime was calculated by the level of metabolic acidity. A single dose of defect containing 60 % CaCO₃ was 9.0 t/ha. The balance of calcium in the soil was calculated taking into account its receipt with defect, granular superphosphate, seed material and precipitation. The expenditure part took into account the removal of calcium from the main products of crop rotation and leaching into the lower soil layers.

The experiment was based on a 4-field field crop rotation (winter wheat, sugar beet, corn, peas) in three fields. Defect, in doses of 4,5 t/ha 9.0 and 13,5 t/ha was

introduced for the first three crop rotation crops - winter wheat, sugar beet and corn. Against the background of liming mineral fertilizers were applied in the form of ammonium nitrate, granular superphosphate and potassium chloride.

The following parameters were determined in soil samples: pH_{KCl} ; hydrolytic acidity; the content of the absorbed bases; cation exchange capacity.

It was found that a single application of a high dose of lime, taking into account the long duration of action leads to an excess of calcium in the initial period, and then to a decrease in pH_{KCl} almost to baseline. Therefore, it is more rational to maintain a pH value close to the optimum level with half doses of lime, calculated by metabolic acidity. Maintenance liming should be reused in 4–5 years. The combination of liming with the application of mineral fertilizers improves the acid-base properties of chernozem podzolic hard loam due to the reduction of metabolic and hydrolytic acidity and calcium saturation of ECO after the first rotation of crop rotation from 79 to 84–87 %. Defecation at a dose of 4,5; 9,0 and 13,5 t/ha provides the intensity of calcium balance for two rotations of 4-field crop rotation, respectively, 94–102 %, 143–162 and 183–203 % depending on the doses of mineral fertilizers, while without liming calcium balance was severely deficient with an intensity of 30–51 %.

Key words: podzolic chernozem, liming, mineral fertilizers, acid-base properties, calcium balance.

УДК:633.11

DOI: 10.31395/2415-8240-2022-100-1-26-33

СОРТ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ФРЕЯ: ПОХОДЖЕННЯ ТА АГРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

І. П. ДЮРДІЄВА, кандидат сільськогосподарських наук

Л. О. РЯБОВОЛ, доктор сільськогосподарських наук

Уманський національний університет садівництва

Я. С. РЯБОВОЛ, доктор сільськогосподарських наук

ЗАТ «Лімагрейн Україна»

У статті проаналізовано результати селекційної роботи з міжвидової гібридизації пшениці м'якої із пшеницею спельта. В результаті проведених досліджень створено сорт пшениці м'якої озимої Фрея, який занесено до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні з 2021 р.

Ключові слова: пшениця м'яка, пшениця спельта, гібридизація, добір, конкурсне сортовипробування

Постановка проблеми. Важливе місце у вирішенні проблем сучасного сільського господарства займає створення і широке використання сортів пшениці м'якої озимої, які б відповідали сучасним вимогам виробництва. Рослини цих сортів повинні мати високу стійкість до несприятливої дії біотичних та абіотичних чинників, максимально ефективно використовувати сприятливі умови навколишнього середовища [1, 2].