


УДК 631.412:631.445.25

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КРЕЙДИ ГРАНУЛЬОВАНОЇ НА СІРОМУ ЛІСОВОМУ ҐРУНТІ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Ткаченко М.А.¹ , Борис Н.Є.¹ , Коваленко Є.С.²¹ ННЦ «Інститут землеробства НААН»² ТОВ «Славута-Кальцій» E-mail: nataliaborys2020@gmail.com

Ткаченко М.А., Борис Н.Є., Коваленко Є.С. Ефективність застосування крейди гранульованої на сірому лісовому ґрунті за вирощування пшениці озимої. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 1. С. 181–191.

Tkachenko M.A., Borys N.Ie., Kovalenko Ye.S. Efektyvnist zastosuvannya kreidy hranulovanoi na siromu lisovomu grunti za vyroshchuvannya pshenytsi ozymoi. Zbirnyk naukovykh prac' "Agrobiologija", 2020. no. 1, pp. 181-191

Рукопис отримано: 05.05.2020 р.

Прийнято: 19.05.2020 р.

Затверджено до друку: 25.05.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-181-191

Метою роботи є встановлення ефективності застосування крейди гранульованої, виробленої ТОВ «Славута–Кальцій», за вирощування пшениці озимої сорту Поліська–90, зміни фізико–хімічних властивостей сірого лісового ґрунту та продуктивності пшениці. Визначення оптимальної дози крейди гранульованої «Славута–Кальцій» як меліоранта для сірого лісового крупнопилувато–легкосуглинкового ґрунту та мінерального добрива у системі удобрення пшениці озимої.

У тимчасовому польовому досліді вивчали ефективність застосування різних доз біогенних елементів $N_{60-90-120} P_{30-45-60} K_{60-90-120}$ у поєднанні з крейдою гранульованою «Славута–Кальцій» в дозі $Ca_{230-460-690}$ кг/га діючої речовини на фоні заорювання побічної продукції – біомаси сої, що становила в середньому за фонами удобрення 2,34 т/га. Крейда гранульована – це сучасний комплексний концентрований меліорант з умістом Ca – 37,7 та Mg – 0,2 %, масова частка карбонатів ($CaCO_3 + MgCO_3$) становить не менше 95 %. Характеризується високим рівнем розчинності за взаємодії у ґрунті з вологою. Зовнішній вигляд – гранули білого кольору, масова їх частка розміром 4,0–6,0 мм становить не менше 90 % та 1,0 мм – не більше 5 %. Реактивність – 97 %.

Крейду гранульовану доцільно застосовувати на кислих ґрунтах як комплексне кальцієво–магнієве добриво, з домінуванням першого, для оптимізації системи живлення рослин та як меліорант миттєвої дії. Ефективність застосування мінеральних добрив на сильно- і середньокислих ґрунтах після проведення хімічної меліорації підвищується на 30–50 %, а слабокислих – на 15–20 %. Продуктивність сільськогосподарських культур від комплексної дії біогенних елементів та крейди гранульованої зазвичай вища, ніж за роздільного їх внесення, навіть в оптимальній дозі. Ефективність комплексної дії цих елементів полягає у зростанні продуктивності рослин, якості отриманої основної продукції, а також оптимальних фізико–хімічних та агрохімічних властивостях ґрунту в післядії.

Для оптимізації фізико–хімічних властивостей орного шару кислих сірих лісових ґрунтів та продуктивного живлення сільськогосподарських культур слід застосовувати комплексно біогенні елементи в дозах $N_{60-90-120} P_{30-45-60} K_{60-90-120}$ з крейдою гранульованою «Славута–Кальцій» – $Ca_{230-460-690}$ кг/га діючої речовини. Крейда гранульована містить масову частку карбонатів Ca і Mg не менше 95 %, яку отримано унаслідок промислового розмелювання твердих осадових карбонатних порід природного походження, що надалі на основі технологічного процесу грануляції вихідного матеріалу забезпечує зручне механізоване внесення, та придатність для точного дозованого внесення на основі створеної попередньої карти завдань під дією регульованого механізму.

Ключові слова: крейда гранульована, сірий лісовий ґрунт, хімічна меліорація, продуктивність сільськогосподарських культур.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У Лісостепу України сірі лісові (ясно–сірі, сірі лісові та темно–сірі опідзолені) ґрунти займають приблизно 17 %, або 3,84 млн га орних земель, а в зоні Лісостепу ясно–сірі та сірі лісові ґрунти – 1,61 млн га, або 12,4 %. Особливістю цих ґрунтів є порушення кислотно–лужної рівноваги розчину в ґрунтовому середовищі в сторону домінування кислотності, низька ємність поглинання і слабка буферність, що в комплексі спричиняє погіршення фізико–хімічних властивостей [1, 10], знижується діяльність ґрунтових мікроорганізмів і зростає напруженість мікробіологічних процесів [3]. Внаслідок інтенсивного використання сільськогосподарських угідь спостерігається їх виснаження, та зростає екологічне навантаження на навколишнє середовище. В Україні площа кислих ґрунтів становить 10,517 млн га, що відповідає 26,3 % від загальної площі [1], тобто кожен четвертий гектар ґрунту класифікується кислим, а в Лісостепу та Поліссі – майже кожен другий (49,7 та 47,4 %) [10]. Зокрема у складі орних земель Київської області налічується приблизно 584 тис. га кислих і близьких до нейтральних ґрунтів (pH_{KCl} 4,1–5,6), які зосереджені переважно на Поліссі та у перехідних до Лісостепу зонах (табл. 1).

Істотне зростання площ кислих ґрунтів в останні роки, що перевищує 10,5 млн га, зумовлене передусім відсутністю хімічної меліорації на фоні порушення системи удобрення сільськогосподарських культур, що проявляється внаслідок дефіциту органічних добрив (500 кг/га посівної площі) та істотного навантаження фізіологічно кислих мінеральних добрив як в Україні, так і в Європі, з домінуванням частки азотних – амоніачна вода (NH_4OH – 20,5 %), амоніачна селітра (NH_4NO_3 – 34,4 %) [15], та досить низьким застосуванням кальцієвої селітри, де вміст Ca 16–19 % [2]. Загалом це спричиняє щорічні втрати гумусу майже 1,0 т/га, а за останні 130 років втрати становлять 30 % [11].

Статистичні дані щодо проведення меліоративних заходів на кислих ґрунтах свідчать про різну їх інтенсивність та масштабність як за роками, так і регіонами. Зокрема у 1985–1990 рр. провапновано 1,49 млн га та внесено приблизно 7,37 млн т меліорантів. Вже у наступні п'ять років (1991–1995 рр.) провапнована площа сільськогосподарських угідь знизилася майже в 6 разів, а в наступні 15 років (з 2000 до 2015 рр.) площа, де проводили хімічну меліорацію кислих ґрунтів, не перевищувала 100 тис. га з внесенням вапнякових меліорантів у середньому 338 тис. т. У 2017 р. на території Укра-

Таблиця 1 – Площа кислих ґрунтів України, млн га

Ґрунти	Сільськогосподарські угіддя	Рілля
Дерново–підзолисті і дернові опідзолені	2,398	1,97
Ясно–сірі і сірі лісові	2,106	1,908
Темно–сірі опідзолені і чорноземи опідзолені	4,288	3,9
Дернові оглесні	1,042	0,476
Буроземи	0,314	0,062
Буроземно–підзолисті оглесні	0,283	0,188
Лучно–буроземно–підзолисті	0,101	0,039
Разом	10,517	8,543

Зниження рівня кислотності ґрунтів, залучених в інтенсивне сільськогосподарське виробництво, можливе внаслідок докорінного поліпшення властивостей ґрунтового середовища та нейтралізації надмірної кислотності завдяки вапнуванню, яке проводять один раз на декілька років [10], або щорічного внесення підтримуючої дози 350–500 кг $CaCO_3$ [12]. Дослідження, проведені у нашій країні та за кордоном, підтверджують, що рівень зниження кислотності ґрунтів знаходиться у прямій залежності від дози меліоранту. За останні роки вапнування як захід хімічної меліорації кислих ґрунтів проводиться на досить низькому рівні і не відповідає необхідній площі, яку потрібно вапнувати.

їни було проведено щорічну планову хімічну меліорацію кислих ґрунтів, яку здійснювали способом внесення вапняного борошна та інших вапнякових матеріалів. Унаслідок було провапновано всього 119,8 тис. га та внесено 450,8 тис. т вапнякових матеріалів [12] (рис. 1).

На основі аналізу досвіду ефективності ведення землеробства європейські спеціалісти дійшли до висновку, що разове внесення великих доз вапна в розрахунку на тривалий термін дії часто спричиняє надлишок кальцію у початковий період, а потім зниження pH_{KCl} майже до вихідного рівня. Наприклад, у Словаччині з економічних причин в останні 10 років застосовується вапнякове борошно в межах

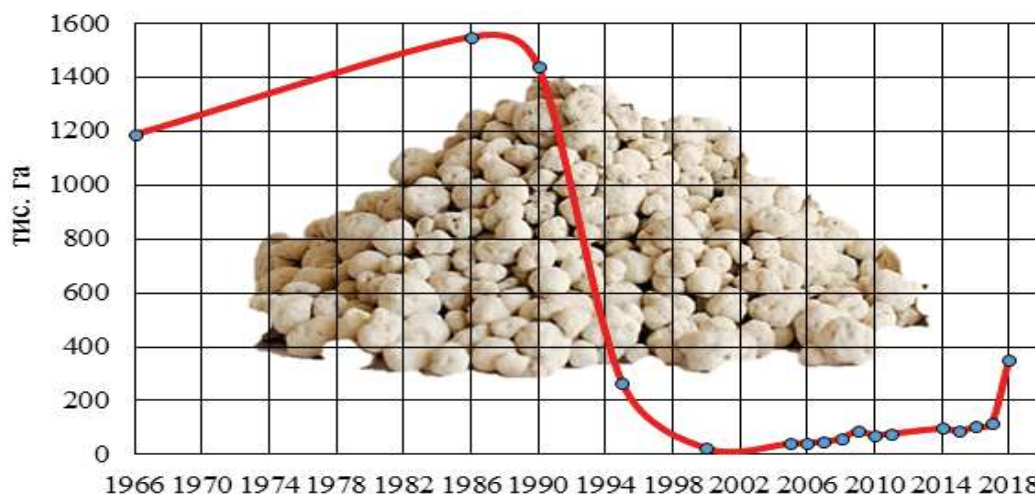


Рис. 1. Динаміка вапнування кислих ґрунтів, тис. га.

0,25 т/га, тимчасом до цього обсяги вапнування були на рівні 0,5–0,8 т/га. У Данії підтримуюче вапнування проводять один раз у чотири роки за зниження кислотності з розрахунку 0,5–1,0 т/га вапна на 0,1 од. рН_{KCl} [14]. У Фінляндії, де накопичено багаторічний досвід з проведення хімічної меліорації сільськогосподарських угідь та її ефективності, спеціалісти рекомендують на кислих ґрунтах підтримувати показник рН_{KCl} у межах 5,0–6,0 і особливу увагу звертати на вимоги культури та не допускати вирощування с.–г. культур на ділянках, де показник перевищує гранично допустиму норму і діапазон оптимуму, постійно проводити моніторинг та коригування фізико–хімічних властивостей ґрунту. Така практика дає змогу отримати досить високий рівень продуктивності культур з якісною основною продукцією, що дає нагоду реалізувати її за економічно вигідними цінами. У світі існує економічно виправдана та науково обґрунтована практика з технологією, що передбачає проведення розрахунку компенсації щорічного виносу Са і дози, яку слід застосовувати, враховуючи потреби на нейтралізацію мінеральних фізіологічно кислих азотних добрив, а також після кислотних дощів, тому вапнування проводять кожні 3–5 років з дозою у середньому 300 кг/га СаО [13].

У Великобританії вчені дійшли до висновку, що основними причинами порушення рівноваги кислотно–лужного балансу за вирощування с.–г. культур є внесення високих доз азотних добрив, зокрема сечовини на основі амонію та азотно–сірчаніх добрив. Провівши ряд досліджень, вченими було обґрунтовано оптимальні значення показників, яких слід дотримуватися за ведення того чи іншого виду господарювання. Було встановлено норму рН_{KCl} на рівні 6,5

(5,8 на торф'яних ґрунтах) для орних земель та 6,0 (5,3 на торф'янистих ґрунтах) для пасовищ. Загалом у країні застосовується значно менше вапна та інших меліорантів, ніж це потрібно, і багато орних земель мають показник рН_{KCl} нижче встановленого оптимального значення [14].

Основною проблемою, яка спричиняє деградацію ґрунтів, як в Україні, так і в країнах Європи є інтенсивне та нерациональне ведення культури землеробства, низький рівень проведення хімічної меліорації і застосування високих доз фізіологічно кислих азотних добрив, а також відсутність моніторингових досліджень, ґрунтових обстежень та недотримання науково обґрунтованих рекомендацій щодо застосування різних як меліоративних заходів, так і дотримання інтенсивності технології вирощування, що в комплексі зумовлює ґрунтовому та деградацію, яка щорічно інтенсивно зростає.

Метою дослідження є встановлення ефективності застосування крейди гранульованої, виробленої ТОВ «Славута–Кальцій», за вирощування пшениці озимої сорту Поліська–90, зміни фізико–хімічних властивостей сірого лісового ґрунту та продуктивності пшениці. Визначення оптимальної дози крейди гранульованої «Славута–Кальцій» як меліоранта для сірого лісового крупнопилувато–легкосуглинкового ґрунту та мінерального добрива у системі удобрення пшениці озимої.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили впродовж 2018–2019 рр. у тимчасовому досліді відділу агроґрунтознавства і ґрунтової мікробіології ННЦ «Інститут землеробства НААН». Ґрунт дослідної ділянки сірий лісовий крупнопилувато–легкосуглинковий на карбонатному лесовидному суглинку (Naplic Greyzems GRh), в орному шарі перева-

жає фракція крупного пилю – 52,4 %, вміст фізичної глини становить 20,51 %, мулу – 12,85 %. Координати розміщення дослідних ділянок: м. Київ, широта 50° 35' 157, довгота 30° 39' 3644, висота 186 м. На час закладання досліду (2018 р.) ґрунт характеризувався такими вихідними показниками: pH_{KCl} 5,30–5,60, Нг 1,31–2,17 мг–екв/100 г ґрунту, вміст азоту 37,8–47,6 мг/кг, фосфору 173–259 та калію 93–146 мг/кг ґрунту, вміст обмінних сполук Са 5,77–8,04 та магнію 1,23–1,40 мг–екв/100 г ґрунту.

За вирощування пшениці застосовували різні дози біогенних елементів $\text{N}_{60-90-120}\text{P}_{30-45-60}\text{K}_{60-90-120}$ та крейду гранульовану «Славу́та-Кальцій» у дозі Са₂₃₀₋₄₆₀₋₆₉₀ кг/га д.р., а також їх комбінації. Ефективність застосування різних доз добрив вивчали на фоні заорювання побічної продукції культур сівозміни з попередником соя – 2,34 т/га біомаси. Крейда гранульована – це меліорант природного походження, є продуктом переробки після промислового розмелювання твердих осадових карбонатних порід Зінковського родовища, що в Хмельницькій області. Масова частка карбонатів ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$) становить не менше 95 %, характеризується високим рівнем розчинності. Зовнішній вигляд – це гранули білого кольору, масова частка яких розміром 4,0–6,0 мм становить не менше 90 % та розміром 1,0 мм – не більше 5 %. Реактивність – 97 %.

Проводили агрохімічний аналіз відібраних проб ґрунту відповідно до існуючих норм та методик: pH_{KCl} – потенціометричним методом згідно із ДСТУ ISO 10390:2001; Нг – за методом Каппена ГОСТ 26212–91; обмінний кальцій і магній – атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі ААС–3 ДСТУ 3866–99; ГОСТ 26428–85; вміст азоту – за методом Кор-

нфілда; рухомі форми фосфатів і обмінного калію – за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ПА згідно із ДСТУ 4114–2002; облік урожайності – згідно з Методикою державного сорто-випробування сільськогосподарських культур методом прямого комбайнування з облікової ділянки. Усі зазначені вище аналітичні роботи проводили в атестованій лабораторії, свідоцтво про атестацію № 15 від 22.08.2019 р. видано КП Вінницький ВТЦ стандартизації, метрології та якості продукції АПК «Облагростандарт».

Результати дослідження та їх обговорення. В умовах 2018–2019 рр. за даними проведених польових та лабораторних досліджень виявлено істотний вплив внесення різних доз біогенних елементів та їх комбінацій з крейдою гранульованою на зміну фізико-хімічних та агрохімічних показників в 0–20 см шарі сірого лісового ґрунту. За вирощування пшениці озимої на ділянках, де у ґрунт не вносили мінеральні добрива та меліоранти (без добрив – контроль), встановлено зміщення показників pH_{KCl} та Нг на 3,57 та 3,78 %. Це свідчить про те, що процес природного підкислення відбувається, хоч і незначний, а отримані фізико-хімічні показники, вміст і запаси біогенних елементів у ґрунті не забезпечують сприятливі умови для реалізації генетичного потенціалу культур повною мірою. Внесення $\text{N}_{60}\text{P}_{30}\text{K}_{60}$ та заорювання побічної продукції сої без застосування крейди як добрива і меліоранта впродовж одного календарного року (2018–2019 рр.) зумовило зниження Нг на рівні 0,17 мг–екв/100 ґрунту та зростання pH_{KCl} на 10,7 %, що відповідає, згідно з класифікацією властивостей ґрунтів, середньокислому pH_{KCl} 4,6–5,0. За внесення 150 кг/га д.р. NPK в комплексі з різними дозами Са – 230, 460 та 690 кг/га д.р. встановлено

Таблиця 2 – Фізико-хімічні властивості 0–20 см сірого лісового ґрунту залежно від застосування різних доз добрив та крейди

Удобрення	pH_{KCl}		Нг		Обмінні катіони			
					Ca ²⁺		Mg ²⁺	
	мг–екв/100 г ґрунту							
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Без добрив	5,6	5,4	1,40	1,45	5,96	5,77	1,23	0,95
$\text{N}_{60}\text{P}_{30}\text{K}_{60}$ + побічна продукція сої*	5,6	5,0	1,32	1,49	8,04	7,21	1,25	0,95
$\text{N}_{60}\text{P}_{30}\text{K}_{60}\text{Ca}_{230}$ *	5,6	5,9	1,31	1,16	7,25	7,58	1,40	1,18
$\text{N}_{60}\text{P}_{30}\text{K}_{60}\text{Ca}_{460}$ *	5,4	6,1	1,46	1,17	6,58	7,08	1,32	1,35
$\text{N}_{60}\text{P}_{30}\text{K}_{60}\text{Ca}_{690}$ *	5,5	6,5	1,64	1,23	6,44	7,36	1,38	1,25
$\text{N}_{90}\text{P}_{45}\text{K}_{90}\text{Ca}_{230}$ *	5,6	5,8	1,54	1,40	6,70	6,85	1,40	1,18
$\text{N}_{90}\text{P}_{45}\text{K}_{90}\text{Ca}_{460}$ *	5,4	5,8	1,78	1,52	6,90	7,16	3,20	1,02
$\text{N}_{90}\text{P}_{45}\text{K}_{90}\text{Ca}_{690}$ *	5,3	5,6	1,89	1,52	7,05	7,46	1,35	1,12
$\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{120}\text{Ca}_{460}$ *	5,2	5,9	1,70	1,61	6,69	6,84	1,23	1,13
$\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{120}\text{Ca}_{690}$ *	5,2	5,7	2,17	1,95	6,57	6,79	1,12	1,18

Примітка: заорювання побічної продукції культур сівозміни, попередник для пшениці озимої – соя.

зниження Нг на 0,15–0,41 мг–екв/100 ґрунту, або 11,4–25,0 %, та pH_{KCl} на 3,5–18,1%. Застосовуючи найменшу дозу крейди 250 кг/га, що в перерахунку становить 230 кг/га д.р., $CaCO_3$ забезпечило близьку до нейтральної реакцію ґрунтового розчину та нейтральну – застосовуючи 460 та 690 кг/га д.р. (табл. 2).

Провівши розрахунки з внесенням 60 кг/га д.р. N і застосовуючи амоніачну селітру як азотне добриво, що становить 174 кг/га у фізичній вазі, слід вносити 131 кг/га $CaCO_3$ (100 кг $NH_4NO_3 = 75$ кг $CaCO_3$) для нейтралізації фізіологічно кислої реакції добрива та додатково додавати 8 кг/га д.р. Са, що відповідає вимогам культури за видовим генотипним співвідношенням [4]. Врахувавши ці витрати, доза Са, що залишається для оптимізації фізико-хімічних властивостей ґрунту, становить 91 кг д.р. За умов зростання дози кальцієвих добрив відповідно зростатиме його кількість вільної діючої речовини для оптимізації фізико-хімічних властивостей ґрунту, а також доступність інших важливих елементів для засвоєння рослиною, тому за внесення $N_{60}P_{30}K_{60}$ та $N_{60}P_{30}K_{60}Ca_{460}$ доступними буде 452 та 552 кг в д.р. Са, що може бути ефективним для застосовування таких доз, зокрема на ґрунтах з реакцією ґрунтового розчину pH_{KCl} 5,1–5,5 (табл. 3).

кість Са, яка буде доступною для оптимізації фізико-хімічних властивостей ґрунту і засвоєння рослиною – 493 та 428 кг/га д.р. Застосування підвищених доз азотних добрив у дозі 90 та 120 кг/га д.р. у поєднанні з дозою крейди 230 кг/га д.р. можливе за вирощування пшениці на ґрунтах з pH_{KCl} 5,6–6,0. Слід зазначити, що за використання амоніачної селітри як основного азотного добрива, в період відновлення вегетації у весняний період, катіони амонію (NH_4^+) добрива поглинаються вбирним комплексом та не вимиваються у нижні шари ґрунту, а в літній період пролонговано поглинаються кореневою системою рослин. Йони нітратного азоту (NO_3^-) добрива не поглинаються ґрунтовими колоїдами, знаходяться у рухливому стані та досить швидко засвоюються рослиною. Аміачна селітра, яку застосовували в досліді, є фізіологічно-кислим добривом, що істотно впливає на кислотні показники, особливо на кислих ґрунтах, які не насичені основами (Ca^{2+} , Mg^{2+}), і внаслідок взаємодії з ГВК може зумовити утворення азотної кислоти, та спричинити підкислення завдяки поглинанню рослинами із розчину катіону амонію NH_4^+ більшою мірою, ніж аніону NO_3^- . Водночас на ґрунтах, які насичені основами, в ґрунтового розчині утворюються нітратні солі кальцію та магнію, а ґрунтовий розчин не підкислюється, і зростає доступність

Таблиця 3 – Структура витрат крейди на нейтралізацію азотних добрив та оптимізацію фізико-хімічних властивостей ґрунту

Удобрення	Доза $CaCO_3$, кг/га д.р.	Витрати крейди на нейтралізацію дози N, кг	Залишок крейди на оптимізацію pH_{KCl} , кг	ΔpH_{KCl}^*	Витрати $CaCO_3$ для зміщення pH_{KCl} 6,9, кг/га	Фактичне зміщення pH_{KCl} після внесення крейди, 2019 р.	Необхідна к-ть крейди для досягнення pH_{KCl} оптимальне для культури, кг/га
$N_{60}P_{30}K_{60}$	230	131	99,0	1,3	1118	0,3	-1019
$N_{60}P_{30}K_{60}$	460	131	329	1,5	1290	0,7	-961
$N_{60}P_{30}K_{60}$	690	131	559	1,4	1204	1,0	-645
$N_{90}P_{45}K_{90}$	230	197	33,5	1,3	1118	0,2	-1085
$N_{90}P_{45}K_{90}$	460	197	264	1,5	1290	0,4	-1027
$N_{90}P_{45}K_{90}$	690	197	494	1,6	1376	0,3	-883
$N_{120}P_{60}K_{120}$	230	262	-32,0	–	–	–	–
$N_{120}P_{60}K_{120}$	460	262	198	1,7	1462	0,7	-1264
$N_{120}P_{60}K_{120}$	690	262	428	1,7	1462	0,5	-1034

Примітка: оптимальне pH_{KCl} для пшениці озимої знаходиться в діапазоні 6,3–7,5, де середнє значення становить 6,9; ΔpH_{KCl} – фактичне значення pH_{KCl} перед закладанням досліді мінус оптимальне pH_{KCl} .

За внесення дози $N_{90}P_{45}K_{90}$ та $N_{120}P_{60}K_{120}$ оптимальною є доза Са₆₉₀ кг/га д.р., що забезпечує зниження Нг на 0,26 та 0,22 мг–екв/100 г ґрунту, або 14,6 та 10,1 % відповідно. За умови, що витрати на нейтралізацію азотних добрив становитимуть Са 197 та 262 кг/га д.р., кіль-

інших макроелементів для засвоєння рослинами з ґрунту.

Вміст кальцію досить істотно змінювався залежно від дози біогенних елементів та дози крейди. Так, за внесення $N_{60}P_{30}K_{60}$ і додавання 500 та 750 кг/га крейди гранульованої вміст каль-

цію був найбільшим – 7,08 та 7,36 мг-екв/100 ґрунту, і змінювався порівно із вихідними показниками на 0,50 та 0,92 мг-екв/100 ґрунту в сторону зростання. Без додавання крейди і за внесення лише біогенних елементів $N_{60}P_{30}K_{60}$ вміст кальцію в ґрунті знижувався на 10,3 % (0,83 мг-екв/100 ґрунту). Зі зростаючою часткою азотних добрив очевидно, що вміст кальцію буде знижуватись, а фізико-хімічні властивості ґрунту будуть несприятливими для вирощування чутливих культур, зокрема пшениці озимої, площі якої в умовах зони Полісся становлять майже 864,6 тис. га, з середньою урожайністю 4,56 т/га, що нижче на 5,57 т/га від середньої урожайності в зоні Лісостепу. Щорічно в цій зоні недобір зерна становить 481,4 тис. т, з огляду на різницю урожаю та посівної площі, однак в окремих випадках ці показники будуть значно вищими і критичнішими (рис. 2).

Зміна показників урожайності пшениці відображає ефективність застосування в комплексі зростаючої дози біогенних елементів та крейди гранульованої, завдяки останньому відбувається оптимізація фізико-хімічних показників у ґрунті, зниження кислотності та зростання доступності для засвоєння біогенних елементів, зниження токсичної дії фізіологічно-кислих азотних добрив, і внаслідок сукупної дії цих чинників зростання продуктивності пшениці. Найвищий рівень продуктивності було отримано за внесення $N_{120}P_{60}K_{120}$ в поєднанні з дозою крейди 750 кг/га.

Провівши розрахунки на основі різних за величиною показників pH_{KCl} ґрунту (вихідних фактичних значень на час проведення досліджень) і оцінивши як буде змінюватися необхідна доза крейди залежно від показника, а також загальні витрати на внесення, зроблено висновок про доцільність та необхідність за-

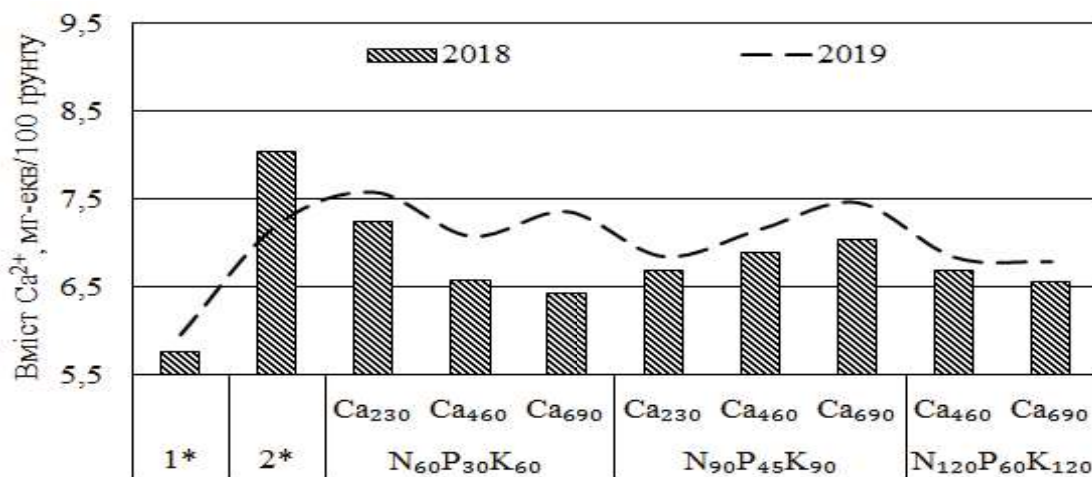


Рис 2. Вміст кальцію в ґрунті залежно від дози внесення крейди «Славуґа-Кальцій», мг-екв/100 ґрунту.

Примітка: 1* – без добрив (контроль), 2* – $N_{60}P_{30}K_{60}$, Ca – $CaCO_3$, 3* – $Ca_{230-460-690}$ кг/га $CaCO_3$.

Рівень урожайності пшениці коливався в досить широкому діапазоні – 2,76–6,80 т/га, і змінювався залежно від системи удобрення. Найнижчий рівень продуктивності пшениці отримано на фоні без добрив – 2,76 т/га, та вищий на 33 % за внесення $N_{60}P_{30}K_{60}$ – 3,66 т/га. Істотне зростання урожайності на такому фоні удобрення залежно від дози внесення крейди становило 0,25; 0,46 та 0,93 т/га. Зі зростанням дози біогенних елементів та крейди зростає рівень продуктивності культури. Порівнюючи систему удобрення, яка передбачала застосування лише $N_{60}P_{30}K_{60}$, та застосування зростаючої дози біогенних елементів $N_{90}P_{45}K_{90}$ з додаванням 230, 460 та 690 кг/га д.р. $CaCO_3$, встановили зростання урожайності на рівні 1,76; 2,03 та 2,95 т/га відповідно (рис. 3).

стосування крейди. Внесення може бути на основі середнього показника в межах поля, суцільно застосовуючи розкидачі, наприклад, МВУ-8, РМД-500-3000, під основний обробіток ґрунту з осені, або диференційовано під основний обробіток ґрунту (KUNH Spread Set, Amazone ZA-M maxi S) на основі локального принципу внесення в період підготовки ґрунту до сівби, або під час сівби, розділяючи добрива та насіння, що дає змогу регулювати за допомогою бази управління та завантаження карти завдань норму висіву та внесення добрив одно- і двокомпонентних (Rapid, HORSCH Avatar).

Залежно від кількості відібраних проб ґрунту, наприклад із сіткою відбору 1 змішана проба на 3 чи 5 га поля, після агрохіміч-

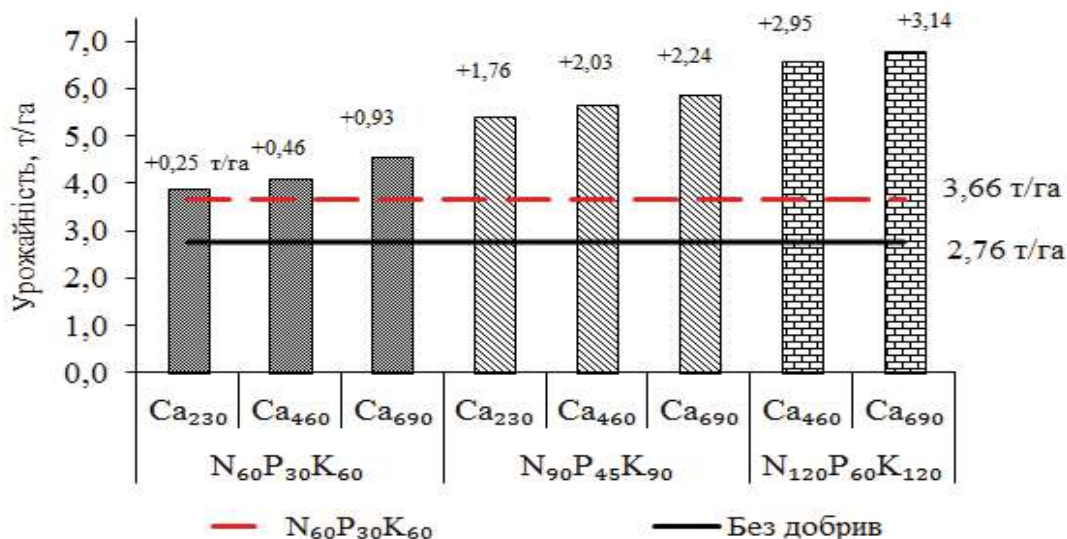


Рис. 3. Урожайність пшениці озимої залежно від застосування різних доз біогенних елементів та крейди гранульованої, 2019 р.

Примітка: приріст урожайності за всіма фонами удобрення порівнювали до дози N₆₀P₃₀K₆₀, * – Ca₂₃₀-460-690 кг/га CaCO₃.

ного аналізу зазвичай отримується досить строкатий розподіл елементів та отриманих значень, відібраних точно в межах 1 га. Так, на одній частині поля потрібно внести 1 т/га для зниження рН_{KCl} ґрунту, а вже на іншій частині поля буде достатньо лише 300 кг/га. Так відбувається не лише з фізико-хімічними показниками, вмістом макроелементів, а й навіть з потенційною родючістю, що є досить стабільним показником, і її зростання або істотне зниження потребує в окремих випадках декілька років. Загалом під час відбору проб ґрунту для відображення максимально наближених показників та характеристик ґрунту важливо дотримуватися чіткості. Для цього потрібно проводити відбір проб з прив'язкою до координат, та диференційовано застосувати сітку з відбору, враховуючи історію полів, що дасть змогу максимально точно оцінити властивості та фактичні значення, водночас менше витратити часу та коштів, а загалом розробити рекомендації з якісним кінцевим результатом. У проблемних ділянках кількість проб слід збільшити, тобто сітка може зменшуватися з 5 до 3 га, а інколи й до 1 га, а на ділянках, що мають вирівняний фон в межах одного поля, кількість відібраних загальних проб для формування змішаної середньої проби може бути меншою.

Для розрахунків припустимо, що на ділянці частина поля приблизно 10–15 % має показник рН_{KCl} 4,5, інша частина – 10–15 % має значення від 4,5–5,0, та 5,1–5,5 відповідно становитиме 20–25 %. Загалом діапазон коливань буде становити 47,5 % в межах 1 га. Решта поля –

52,5 % – це значення рН_{KCl} 5,6–6,0, що відповідає близькому до нейтрального за реакцією ґрунтового розчину і не потребує в поточному році проведення хімічної меліорації. Це також слід врахувати з метою економії коштів у структурі виробничих витрат. Зрештою, якщо в наступному році буде вирощуватись культура, яка потребує слабкокислої реакції ґрунтового середовища, то відповідно і в поточному році необхідності в меліорації не буде.

Провівши математичні розрахунки та проаналізувавши показники ґрунту на ділянці, де потрібно внести вапнякові матеріали, отримуємо досить істотний вплив за економічною ефективністю. Наприклад, якщо за гранулометричним складом це піщаний ґрунт, а площа становить 4750 м² в межах 1 га, необхідно буде застосувати 1038 кг/га крейди гранульованої. Відповідно за диференційованого способу внесення витрати становитимуть 3114 грн/га. Приймавши за умову, що ділянка поля має фактичне рН_{KCl} від 4,0–5,5, необхідно суцільно на полі застосувати 2,50 т/га крейди вартістю 7500 грн/га, що відповідно в 2,4 рази дорожче, ніж за диференційованого способу внесення (табл. 4).

Окрім цього, за традиційної технології внесення розподіл кальцію буде на усьому полі однаковий, тобто на ділянках, де потрібно внести розраховані дози CaCO₃, фактично внесення не відбудеться в необхідних обсягах, а на частині поля буде перенасичення, тобто кінцевого бажаного результату не буде досягнуто. Не слід забувати, що перенасичення ГВК кальцієм, особливо на чорноземних ґрунтах, і меншою

Таблиця 4 – Економічна ефективність застосування крейди за різного принципу застосування

Спосіб внесення меліоранта	Площа поля *	Показник рН _{ксі}			Потрібно Са-СО ₃ , кг/га	Ціна крейди, грн/га
		4,5	4,5–5,0	5,1–5,5		
Суцільний спосіб внесення крейди – доза меліоранта для усього поля незмінна, яка розраховується за середнім значенням показника						
Норма внесення кг д.р. Са-СО ₃ на 1 га	$\frac{10000}{100\%}$	$\frac{4000}{100\%}$	$\frac{2500}{100\%}$	$\frac{1000}{100\%}$	$\frac{2500}{100\%}$	7500
Диференційований – змінна доза внесення СаСО ₃ на основі карти завдань						
Норма внесення кг д.р. Са-СО ₃ на 1 га	$\frac{10000}{100\%}$	$\frac{500}{12,5\%}$	$\frac{313}{12,5\%}$	$\frac{225}{22,5\%}$	$\frac{1038}{37,5\%}$	3114

Примітка: * у чисельнику площа поля, м²; у знаменнику, %; вартість 1 т крейди гранульованої «Славута–Кальцій» – 3,0 тис. грн/т.

мірою на сірих лісових та дерново-підзолистих ґрунтах, може спричинити не лише зростання частки в структурі виробничих витрат, а й антагонізм між йонами кальцію та калію, а також кальцію та магнію.

Завдяки сучасному обладнанню та програмному забезпеченню можливо провести детальне агрохімічне обстеження поля, яке може класифікувати його за вмістом елементів живлення для культури та фізико-хімічними і агрохімічними показниками. Базуючись на алгоритмі взаємозалежностей створюється електронна база даних та формуються карти завдань, на основі яких проводять технологічні заходи. Завдяки такій карті конкретного поля диференційовано застосовують добрива та меліоранти.

Основну частку в структурі виробничих витрат займає система удобрення, зокрема за вирощування пшениці озимої в зоні Лісостепу, застосовуючи біогенні елементи в дозі N₁₂₀P₆₀K₁₂₀ в д.р., і висіваючи сорт пшениці озимої інтенсивного типу Поліська-90 з генетичним потенціалом 6,50–8,50 т/га зерна, у досліді недоотримали урожайність з 1 га 0,7–1,7 т/га. Загалом це може бути як вплив несприятливих фізико-хімічних показників ґрунту, так і зниження доступності для засвоєння біогенних елементів унаслідок впливу неконтрольованого чинника – гідротермічних умов вегетаційного періоду. Слід зазначити, що середня урожайність зерна в зоні Лісостепу за даними становить 4,85 т/га [17], і застосовуючи 250–300 кг/га д.р., з часткою азотних від 65–85 %, вартість яких може становити 50 % у структурі виробничих витрат, можемо мати як перенасичення, так і дефіцит вмісту в ґрунті елементів живлення та не реалізувати повною мірою генетичний потенціал сорту чи гібрида. Застосування диференційованого способу внесення добрив дає змогу знизити рівень витрат і строкатість із забезпечення елементами живлення, реалізувати потенціал

культури повною мірою та підвищити рівень прибутку, а також знизити екологічний рівень небезпеки від застосування необґрунтованих доз добрив та збільшення кількості баластних речовин у ґрунті. Надмірна кількість того чи іншого елемента може сприяти як активному (синергізм) засвоєнню рослиною решти елементів, тобто підсиленню одним елементом дії інших в комплексі, так і навпаки спричинити пригнічення одним з елементів іншого (антагонізм), тому необхідно дотримуватись оптимального співвідношення елементів та враховувати вплив реакції ґрунтового розчину на їх засвоюваність рослиною.

Висновки. Встановлено, що вирощування пшениці озимої на сірому лісовому ґрунті за тривалого внесення лише біогенних елементів у нормі 150 кг/га д.р., без проведення хімічної меліорації та без застосування кальцієвих і магнієвих добрив, для нейтралізації дії фізіологічно кислих азотних добрив спричиняє погіршення фізико-хімічних властивостей та підкислення ґрунту впродовж вегетаційного періоду – зростання Нг на 0,17 мг-екв/100 г ґрунту, зниження рНксі на 0,6 одиниці. Відбувається зниження рівня продуктивності культури на 0,25 т/га, порівно із системою удобрення, яка передбачає внесення N₆₀P₃₀K₆₀ і застосування крейди гранульованої в дозі 250 кг/га. Окрім цього, за внесення N₆₀P₃₀K₆₀ і додавання 460 та 690 кг/га д.р. СаСО₃ виявлено зростання вмісту в ґрунті кальцію порівно із вихідними показниками на 0,50 та 0,92 мг-екв/100 ґрунту. Без додавання крейди і за внесення лише біогенних елементів N₆₀P₃₀K₆₀ вміст кальцію в ґрунті знижувався на 0,83 мг-екв/100 ґрунту, або 10,3 %. Вирощування пшениці озимої на фоні без внесення мінеральних добрив забезпечує зниження продуктивності на рівні 33,1 %, порівно із удобренням N₆₀P₃₀K₆₀ – 3,66 т/га. Істотне зростання урожайності відбувалось за внесення крейди гранульованої в дозі 230, 460 та 690 кг/га д.р. Са, що забезпечило зростання

урожайності на 0,25; 0,46 та 0,93 т/га відповідно. Із зростанням дози біогенних елементів та крейди зростає рівень продуктивності культури. Найвищий рівень продуктивності пшениці – 6,80 т/га зерна отримано за внесення $N_{120}P_{60}K_{120}$ в поєднанні з 750 кг/га крейди.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Analysis of Information Support for the Condition of Soil Resources in Ukraine / Baliuk S. et al. *Agricultural Science and Practice*. 2015, Vol. 2. No. 2. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp2.02.077>

2. Державна служба статистики України. Внесення мінеральних та органічних добрив. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>

3. Malynovska I.M., Tkachenko N.A. Intensity of microbiological processes in gray forest soils under the liming and plowing of crop by-products. *Ecology and Noospherology*. 2019. 30(1). P. 19–23. DOI: <https://doi.org/10.15421/031903>

4. Ткаченко М.А., Драч Ю.О., Борис Н.Є. Спосіб оптимізації системи удобрення сільськогосподарських культур на кислих ґрунтах. Патент на корисну модель. № 133924 Україна МПК (2019.1) A01C 21/00. № (у) 2018 11702; заявка 28.11.2018; опубл. 25.04.2019, Бюл. № 8.

5. Цапко Ю.Л., Десятник К.О., Огородня А.І. Меліорація кислих ґрунтів – сучасні погляди і шляхи розвитку. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2018. С. 11–15.

6. Ткаченко М.А., Борис Н.Є. Спосіб оптимізації системи удобрення сільськогосподарських культур на кислих ґрунтах. Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції. Умань, 26 червня 2019 р. С. 122–125. URL: https://genetics.udau.edu.ua/assets/files/06.2020-naukovi-vidannya/genetika_26.06.19.pdf#page=122

7. Kachmar O.Y., Vavrynovych O.V., Dubytska A.O., Ivaniuk V.Ya. Formation of erosion resistance of gray forest soils in the conditions of carpathian region. *Agricultural Science and Practice*. 2018. 5(3). P. 47–53. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp5.03.047>

8. Вплив доз і співвідношень добрив на врожайність і якість зерна пшениці озимої / Господаренко Г.Н. та ін. *УНУС*. № 2. 2018. С. 76–79. URL: <https://visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Bulleten2018/2/18.pdf>

9. Коваленко С.С. Кислі ґрунти України. Особливості їх поширення та заходи хімічної меліорації. URL: <https://ukralians.com/articles/vapnuvannja-v-ukraini/>

10. Ткаченко М.А., Кондратюк І.М., Борис Н.Є. Хімічна меліорація кислих ґрунтів: монографія. Вінниця: ТВОРИ, 2019. 318 с.

11. Ткаченко М.А., Борис Н.Є. Оптимізація удобрення сільськогосподарських культур на основі застосування біогенних і лужноземельних елементів. *Аграрна наука виробництву на липень*. 2019. Вип. 4. 6 с.

12. Ткаченко М.А., Борис Н.Є., Павліченко А.І. Оптимізація удобрення сільськогосподарських культур на кислих ґрунтах. Родючість ґрунтів як основа ефективного землекористування: всеукраїнська науково-практична конференція. 10–11 грудня 2019 р. НУБіП. С. 48–49.

13. Кальцій антагонізм с магнієм. URL: <https://chem21.info/info/1286857/>

14. Soil Health. International Biochar Initiative. URL: www.biochar-international.org/soil-health/

15. Soil acidification and the importance of liming agricultural soils with particular reference to the UK. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5032897/>

16. Bolan N.S., Adriano D.C., Curtin D. Soil acidification and liming interactions with nutrient and heavy metal transformation and bioavailability. *Advances in Agronomy*, 2003. 78. P. 215–272. URL: <https://books.google.com.ua/book>

17. Державна служба статистики України. Посівні площі сільськогосподарських культур за їх видами. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

REFERENCES

1. Baliuk, S., Solovey, V., Zakharova, M., Kucher, A., Truskavetskyi, S. (2015). Analysis of Information Support for the Condition of Soil Resources in Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. Vol. 2, no. 2. Available at: <https://doi.org/10.15407/agrisp2.02.077>

2. Derzhavna sluzhba statistiki Ukraini. Vnesennya mineralnih ta organichnih dobriv [State Statistics Service of Ukraine. Application of mineral and organic fertilizers], 2018. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua>

3. Malynovska, I.M., Tkachenko, N.A. (2019). Intensity of microbiological processes in gray forest soils under the liming and plowing of crop by-products. *Ecology and Noospherology*. 30 (1), pp. 19–23. Available at: <https://doi.org/10.15421/031903>

4. Tkachenko, M.A., Drach, Yu.O., Borys, N.E. (2019). Sposib optymizacii systemy udobrennja sil'skogospodars'kyh kul'tur na kyslyh g'runtah [A method of optimizing the fertilizer system of agricultural crops on acid soils]. Patent Uk, no. 133924.

5. Tsapko, Yu.L., Desyatnik, K.O., Ogorodnya, A.I. (2018). Melioracija kyslyh g'runtiv – suchasni pogljady i shljahy rozvytku [Acid soil reclamation – modern views and ways of development]. *Agrohimiya i g'runtoznavstvo* [Agricultural chemistry and soil science], pp. 11–15.

6. Tkachenko, M.A., Borys, N.E. (2019). Sposib optymizacii systemy udobrennja sil'skogospodars'kyh kul'tur na kyslyh g'runtah [A method of optimizing the fertilizer system of agricultural crops on acid soils]. Генетика і селекція в сучасному агрокомплексі: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції [Genetics and selection in the modern agricultural complex: proceedings of the All-Ukrainian scientific-practical conference]. Uman', pp. 122–125. Available at: https://genetics.udau.edu.ua/assets/files/06.2020-naukovi-vidannya/genetika_26.06.19.pdf#page=122.

7. Kachmar, O.Y., Vavrynovych, O.V., Dubytska, A.O., Ivaniuk, V.Ya. (2018). Formation of erosion resistance of gray forest soils in the conditions of carpathian region [Agricultural Science and Practice], no. 5(3), pp. 47–53. Available at: <https://doi.org/10.15407/agrisp5.03.047>

8. Hospogarenko, H.M. (2018). Vplyv doz i spivvidnoshen' dobryv na vrozhajnist' i jakist' zerna pshenyци ozymoї [Influence of doses and relationship based on on yield and quality of grain wheat]. *Bulleten UNAUS*, no. 2, pp. 76–79. Available at: <https://visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/articles/Bulleten2018/2/18.pdf>.

9. Kovalenko Je.S. Kysli g'runtiv Ukrainy [Acidic soils of Ukraine]. *Osoblyvosti i'h poshyrennja ta zahody himichnoi'*

melioracii' [Features of their distribution and chemical reclamation measures]. Available at: <https://ukralians.com/articles/vapnuvannya-v-ukraini/>

10. Tkachenko, M.A., Kondratyuk, I.M., Borys, N.E. (2019). Himichna melioracija kisljih gruntiv [Chemical reclamation of acid soils]. Vinnicja, Writings, 318 p.

11. Tkachenko, M.A., Borys, N.E. (2019). Optimizacija udobrennja sil'skogospodars'kih kul'tur na osnovi zastosuvannja biogennih i luzhnozemel'nih elementiv [Optimization of crop fertilizers based on the use of nutrients and alkaline earth elements]. Agrarna nauka virobnictvu na lipen' [Agricultural science production for July], Issue 4, 6 p.

12. Tkachenko, M.A., Borys, N.E., Pavlichenko, A.I. (2019). Optimizacija udobrennja sil'skogospodars'kih kul'tur na kisljih rruntah [Optimization of fertilizers of crops on acid soils]. Rodjuchist' g'runtiv jak osnova efektyvnoho zemlekorystuvannja: vseukrai'ns'ka naukovo-praktychna konferencija [Soil fertility as a basis for efficient land use: all-Ukrainian scientific-practical conference]. NUBiP, pp.48–49

13. Kal'cij antagonizm s magniem [Calcium Antagonism with Magnesium]. Available at: <https://chem21.info/info/1286857/>

14. Soil Health. International Biochar Initiative. Available at: www.biochar-international.org/soil-health/

15. Soil acidification and the importance of liming agricultural soils with particular reference to the UK. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5032897/>

16. Bolan, N.S., Adriano, D.C., Curtin, D. (2003). Soil acidification and liming interactions with nutrient and heavy metal transformation and bioavailability. *Advances in Agronomy*. 78, pp. 215–272. Available at: <https://books.google.com.ua/book>

17. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrai'ny. Posivni ploshhi sil'skogospodars'kyh kul'tur za i'h vydamy [State Statistics Service of Ukraine. Sown areas of crops by their types]. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

Эффективность применения мела гранулированного при выращивании пшеницы озимой на серой лесной почве

Ткаченко Н.А., Борис Н.Е., Коваленко Е.С.

Цель работы – установить эффективность применения мела гранулированного, произведенного ООО «Славута-Кальций», при выращивании пшеницы озимой сорта Полесская-90, изменения физико-химических свойств серой лесной почвы и производительности пшеницы. Определение оптимальной дозы мела гранулированного «Славута-Кальций» как мелиоранта для серой лесной крупнопылевато-легкосуглинистой почвы и минерального удобрения в системе удобрения озимой пшеницы.

Во временном полевом опыте изучали эффективность применения различных доз биогенных элементов $N_{60-90-120} P_{30-45-60} K_{60-90-120}$ и мела гранулированного «Славута-Кальций» в дозе $Ca_{230-460-690}$ кг/га действующего вещества, а также их комбинации на фоне заделки побочной продукции культуру севооборота, в частности биомассы сои, количество которой составляет в среднем 2,34 т/га. Мел гранулированный – это качественный высокоэффективный химический мелиорант для кислых почв с содержанием $Ca - 37,7$ и $Mg - 0,2\%$, где доля карбонатов ($CaCO_3 + MgCO_3$) составляет не менее 95 %. Мел харак-

теризуется высоким уровнем растворимости при взаимодействии в почве с влагой. Это гранулы белого цвета, массовая доля гранул размером 4,0–6,0 мм составляет не менее 90 % и размером 1,0 мм – не более 5 %. Реактивность – 97 %.

Мел гранулированный целесообразно применять на кислых почвах, как высококонцентрированное кальциево-магниевое удобрение, с частью доминирования первого, для оптимизации физико-химических свойств почвы, а также системы питания растений, в частности увеличивая доступность элементов для усвоения растениями и в качестве мелиорантов длительного действия. Эффективность применения минеральных удобрений, в частности кислых азотных, на сильно- и среднекислых почвах после проведения химической мелиорации повышается на 30–50 %, а слабокислых – на 15–20 %. Увеличение производительности сельскохозяйственных культур от комплексного воздействия биогенных элементов и мела гранулированного обычно выше, чем при раздельном их внесении. Эффективность комплексного действия этих элементов проявляется в росте продуктивности растений и качества полученной продукции, а также оптимизации физико-химических свойств и буферности почвы в длительном последствии.

Для оптимизации физико-химических свойств пахотного слоя серой лесной почвы и продуктивного питания сельскохозяйственных культур, пшеницы озимой в частности, следует применять комплексно биогенные элементы в дозах $N_{60-90-120} P_{30-45-60} K_{60-90-120}$ с мелом гранулированным «Славута-Кальций» в дозах $Ca_{230-460-690}$ кг/га действующего вещества. Мел гранулированный, полученный в результате промышленного размола твердых осадочных карбонатных пород природного происхождения, в дальнейшем под действием технологического процесса грануляции исходного материала содержит карбонатов Ca и Mg не менее 95 %, гранулы плотные, что способствует удобному механизированному внесению, а также мел пригодный для точного дозированного внесения по карте заданий.

Ключевые слова: мел гранулированный, серая лесная почва, химическая мелиорация, производительность сельскохозяйственных культур.

The effectiveness of granular chalk use for growing winter wheat on grey forest soil

Tkachenko M., Borys N., Kovalenko Ye.

The research aims to establish the effectiveness of granular chalk use produced by «Slavuta-Calcium» Ltd. under growing Poliska-90 winter wheat variety, changing the physicochemical properties of grey forest soil and the wheat productivity. It also aims to establish optimal dosis of «Slavuta-Calcium» granular chalk as the meliorant and mineral fertilizer for grey forest soil in the system of winter wheat fertilization.

In the temporary field studies, various doses of nutrients $N_{60-90-120} P_{30-45-60} K_{60-90-120}$ combined with «Slavuta-Calcium» granular chalk in a dose of $Ca_{230-460-690}$ kg/ha of the active substance were studied against the background of secondary plowing of rotation products – soybean biomass that averaged 2.34 t/ha. Granular chalk is a modern complex highly effective meliorant with the content of $Ca - 37.7$ and $Mg - 0.2\%$, the mass fraction of carbonates ($CaCO_3 + MgCO_3$) makes

at least 95 %. It is characterized by a high level of solubility when interacting with moisture in soil. It has a form of white granules, the mass fraction of 4.0–6.0 mm in size granules makes not less than 90 % and the one of 1.0 mm in size makes less than 5 %. Reactivity – 97 %.

The granular chalk is advisable to apply on acidic soils, as a highly concentrated calcium-magnesium fertilizer, with the former as the dominant fertilizer, to optimize the physicochemical properties of the soil, as well as the plant nutrition system, in particular, increasing the availability of an element for assimilation by plants and as long-term ameliorants. The effectiveness of the use of mineral fertilizers, in particular acidic nitrogen on highly and medium acidic soils, after chemical reclamation is increased by 30–50 %, and slightly acidic by 15–20 %. The increase in productivity of crops from the combined effects of nutrients and chalk granulated is usually higher than when separately applied. The effectiveness of the integrated action of these elements is manifested in the

growth of plant productivity and the quality of the resulting products, as well as the optimization of physical chemical properties and soil buffering in the long term.

In order to optimize the physicochemical properties of the arable layer of gray forest soil and the productive nutrition of agricultural crops, winter wheat, in particular, biogenic elements should be used in doses $N_{60-90-120} P_{30-45-60} K_{60-90-120}$ with granulated chalk «Slavuta-Calcium» in doses of $Ca_{230-460-690}$ kg/ha of active substance. Granulated chalk obtained as a result of industrial grinding of solid sedimentary carbonate rocks of natural origin, subsequently under the influence of the granulation process of the starting material contains Ca and Mg carbonates of at least 95 %, dense granules which facilitates convenient mechanized application, as well as chalk suitable for accurate metered application on the quest map.

Key words: granular chalk, gray forest soil, chemical reclamation, crop productivity.



Copyright: © Tkachenko M., Borys N., Kovalenko Ye.

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ТКАЧЕНКО М.А., <https://orcid.org/0000-0001-6128-4703>

БОРИС Н.Є., <https://orcid.org/0000-0002-9385-1263>

