

21. Koliuchoho, V.T., Vlasenka, V.V. & Borsiuka, H.Iu. (Eds.). (2007). *Selektsiia, nasinytstvo i tekhnologii vyroshchuvannia zernovykh kolosovykh kultur v Lisostepu Ukrainy* [Breeding, seed production and technologies of growing grain crops in the Forest-Steppe of Ukraine]. Kyiv: Aharnna nauka [in Ukrainian].
22. Tserling, V.V. (1990). *Diagnostika pitaniya selskoho khozyaystvennykh kultur* [Diagnostics of nutrition of agricultural crops]. Moskva: Agropromizdat [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 11.07.2020

УДК 631.6:631.415

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2020.219450>

## ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ТА ХІМІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ НА СТРУКТУРУ ВБИРНОГО КОМПЛЕКСУ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ

О.В. Дмитренко<sup>1</sup>, А.І. Павліченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Державна установа «Інститут охорони ґрунтів» (м. Київ, Україна)  
e-mail: [ecolab23071964@ukr.net](mailto:ecolab23071964@ukr.net); ORCID: 0000-0002-6945-7637

<sup>2</sup> ННЦ «Інститут землеробства НААН» (сmt Чабани, Києво-Святошинський р-н,  
Київська обл., Україна)  
e-mail: [alladvd@ukr.net](mailto:alladvd@ukr.net); ORCID: 0000-0001-6930-2312

Одні з найпоширеніших ґрунтів в Україні — це ґрунти лісового походження. Ці ґрунти являють собою цінний землеробський фонд, раціональне використання якого неможливе без детального вивчення їх педогенезу, фізико-хімічних та інших властивостей у загальному аспекті. Ці ґрунти сформувалися в умовах промивного водного режиму і відзначаються кислою реакцією ґрунтового розчину. Останнє сприяє вилуговуванню основ із гумусово-елювіального горизонту, що змінює іонну рівновагу в ґрунтовому розчині і зменшує ступінь насичення ними ґрунтового вбирного комплексу, що являє собою сукупність мінеральних, органічних і органо-мінеральних компонентів твердої частини ґрунту, які спроможні до іонообмінної здатності. Вбирна здатність ґрунтів належить до однієї з найважливіших функцій, оскільки безпосередньо бере участь у процесах ґрунтоутворення і формування їх родючості. Дослідження, що проводяться в довготривалому польовому досліді, закладеному в 1992 р. на сірому лісовому ґрунті з метою визначення агрогенних факторів, а саме — довготривале застосування різних систем удобрення (мінеральних сидератів та побічної рослинної продукції і органо-мінеральної системи) та вапнування, показали на зміни в структурі обмінних катіонів ґрунтового-вбирного комплексу (ГВК) і фізико-хімічні властивості досліджуваного ґрунту за умов інтенсивного його використання як «орна земля» з метою підвищення його ефективної родючості. Для більш об'єктивної оцінки вище вказаних факторів на зміни вбирного комплексу ґрунту отримані поваріантні результати порівнювалися не тільки з абсолютним контролем, а й прив'язувалися до вихідного стану, тобто ґрунту цілинної ділянки, розташованої поряд із дослідним полем. На тлі проведених досліджень встановлено, що системи удобрення неоднаково впливають на вміст обмінних основ у ГВК та їх співвідношення, суму обмінних катіонів, сміст вбирання катіонів і ступінь насичення ґрунту основами. Відмічено позитивний вплив хімічних меліорантів на фізико-хімічні властивості сірого лісового ґрунту. У ґрунтовому вбирному комплексі збільшується вміст обмінних кальцію і магнію, покращується співвідношення між ними, підвищується вміст поглинання.

**Ключові слова:** кальцій, магній, вапнування, гумусованість, катіонно-обмінна здатність.

### ВСТУП

Сірі лісові ґрунти Лісостепу сформувалися в умовах періодично промивного водного режиму, внаслідок чого відзначають-

ся кислою реакцією ґрунтового розчину (рН від 4,4 до 6,0), яка зумовлює високу рухомість елементів живлення та їх вилуговування з кореневмісного шару аж до ґрунтових вод. Характерною особливістю кислих ґрунтів є зрушення кислотно основ-

ної рівноваги в кислотний бік, що негативно відбивається на їх фізико-хімічних властивостях, біологічній активності, що неодмінно супроводжується деградацією, втратою родючості і значним погіршенням екологічного стану прилеглих ландшафтів. Ефективний розвиток сільськогосподарського виробництва на таких ґрунтах можливий лише за умови зниження кислотності ґрунтового розчину, що здійснюють шляхом вапнування, тобто, насичення верхніх горизонтів кислих ґрунтів лужноземельними елементами (Са та Mg). Покращити показники родючості сірого лісового ґрунту, а саме: підвищення ємності його поглинання, часткової нейтралізації кислотності, збільшення вмісту обмінних кальцію і магнію у ґрунтовому вбирному комплексі та підвищення ефективної родючості ґрунту.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Необхідною умовою родючості ґрунту є переважний вміст у його вбирному комплексі катіонів кальцію порівняно з іншими катіонами. Ще наприкінці XIX ст. в Англії домінувала теорія, що ґрунт не може бути високородючим, якщо у ньому недостатня кількість рухомих сполук кальцію, які повинні бути у формі простих солей або в обмінно увібраному стані [1]. За К.К. Гедройцем особливе значення мають карбонати кальцію. Всі інші прості ґрунтові солі через високу розчинність та отруйність аніонів ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) шкідливі для рослин [2]. Завдяки коагуляційній здатності, а також великій ролі в підтриманні оптимальної реакції ґрунтового розчину для рослин О.Н. Соколовський називав кальцій «охоронцем родючості» [3]. Магній, який часто в ґрунтово-вбирному комплексі посідає друге місце, також дуже важливий для родючості ґрунтів. На роль кальцію і магнію в ґрунтовому вбирному комплексі вказує Г.А. Мазур [4–6] та низка вчених. Кальцій і магній, займаючи основну частину ємності катіонного обміну ґрунту, слугують регуляторами реакції середовища, а також коагулятором ґрунтових колоїдів,

що охороняє їх від руйнування і виносу в нижні горизонти; сприяє утворенню й збереженню гумусу, бере активну участь у структуроутворенні, осаджує рухомі форми токсичних для рослин сполук алюмінію, заліза, марганцю і нарешті є елементом живлення для рослин та ґрунтових мікроорганізмів.

Катіонно-обмінна здатність ґрунтів є однією з найважливіших їх властивостей, від яких залежить водно-фізичні та фізико-хімічні показники. Їх структурно-агрегатний, сольовий склад та буферність, кислотно-основні властивості, забезпечення рослин елементами живлення, а також є теоретичною основою щодо вапнування кислих ґрунтів [7]. Катіонно-обмінні властивості ґрунтів тісно пов'язані з ґрунтовим вбирним комплексом (ГВК), що являє собою сукупність мінеральних, органічних і органо-мінеральних компонентів твердої частини ґрунтів, які володіють іонно-обмінною здатністю. Таким чином, вбирна здатність ґрунтів належить до однієї з найважливіших їх функцій, оскільки безпосередньо бере участь у процесах ґрунтоутворення і формування їх родючості.

Мета досліджень — дати оцінку впливу агрогенних факторів таких, як вапнування, застосування різних систем удобрення (мінеральної, сидератів та побічної рослинної продукції, органо-мінеральної системи) на зміни матеріального носія катіонно-обмінної здатності (ґрунтового вбирного комплексу) сірих опідзолених ґрунтів, які належать до одних із проблемних ґрунтів, оскільки й досі не існує єдиної думки щодо їх утворення є актуальними і важливими, тоді як вони пов'язані з найважливішою функцією — підвищенням їх родючості, яка є найістотнішою їх властивістю, як за собою сільськогосподарського виробництва. Наукових робіт, в яких висвітлюється експериментальні дані, отриманих у довготривалих польових дослідках за дією вищевказаних факторів на вміст усіх форм обмінних кальцію і магнію, на зміни суми ввібраних основ, ємності поглинання сірих лісових ґрунтів, ступеня насичення їх основами, недостатньо.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень є сірий лісовий крупнопилувато-легкосуглинковий ґрунт польового дослідження лабораторії агроґрунтознавства та ґрунтової мікробіології ННЦ «Інститут землеробства НААН», розташованого в Києво-Святошинському р-ні Київської обл.

Геологічна будова території складається із крейдяних палеогенових та неогенових відкладів. Поверхневі відклади, які представлені лесовидними суглинками, є ґрунтоутворюючими породами. Глибина залягання першого водоносного горизонту від поверхні ґрунту — 3,5–6 м. Клімат — помірно континентальний. Середня річна температура повітря 7–7,7°C, кількість опадів у середньому за рік 480–620 мм.

Досліджувану територію (місце розташування довготривалого польового дослідження) з північно-східного напрямку на південно-західний перетинає потужна водно-льодовикова балка. Велика водозбірна територія характеризується невеликим ухилом поверхні у бік балки. В цьому локальному випадку вплив рельєфу проявляється через дренажність території на перерозподіл вологи поверхневого стоку.

Окремо зупинимось на гранулометричному складі вихідного сірого лісового ґрунту, на якому закладений польовий дослід, оскільки він є основою всіх ґрунтоутворюючих процесів, у т. ч. і ґрунтово-вбирного комплексу (ГВК). Якісна оцінка продуктивної здатності ґрунту також значною мірою залежить від гранулометричного складу та особливо перерозподілу по профілю фізичної глини і зокрема мулу. Установлено, що у фракції фізичної глини зосереджено 85–100% гумусу й глинистих мінералів, азот, фосфор, калій та кальцій і магній переважно містяться в тих самих фракціях [8; 9]. Материнська порода досліджуваного ґрунту містить 18,9% найбільш дисперсної фракції (0,0001 мм), що за шкалою Н.А. Качинського характерна для легковидних суглинків. У цьому типі ґрунту у материнській породі переважає фракція крупного пилу, частка якої ста-

новить 53,3%. Фракційний склад механічних елементів гумусо-аккумулятивного горизонту корелює кількісні показники гранулометричного складу материнської породи. Основною відмінністю між верхньою і нижньою частинами профілю цих ґрунтів є достовірне збільшення мулу у гумусо-елювіальному горизонті внаслідок акумуляції зольних елементів та колоїдів органічного походження. Високий вміст фракції пилу в горизонті: HE 52,3% (сума середнього й мілкою) і не дуже високий вміст фракції мулу 22,6% зумовлює цілий ряд несприятливих фізичних, фізико-хімічних та агрохімічних властивостей досліджуваного ґрунту.

Наступним важливим фактором, який впливає на ґрунтово-вбирний комплекс ґрунту є його гумусованість. Вміст гумусу і його загальні запаси є також інтегрованим показником ґрунтоутворення. Оцінюючи гумусний стан ґрунтів, особливо важливо дослідити параметри профільного накопичення вуглецю з урахуванням глибини залягання і потужності гумусових горизонтів. Слід зазначити, що сірі лісові ґрунти характеризуються чіткою диференціацією профілю за елювіально-ілювіальним типом і своєрідним гумусонагромадженням у ньому. Із узагальнених запасів гумусу (110,5 т/га), який має цілинний ґрунт, 56,6% його міститься в горизонті HE і 75,7% в горизонтах HE і Hh загальною потужністю 0–56 см [10]. Отже, переважна частина запасів гумусу зосереджена в основному у верхніх перехідних горизонтах.

У досліді вивчається вплив меліорантів, органічних (сидерати й рослинна продукція) та мінеральних добрив на властивості сірого лісового ґрунту і продуктивність сільськогосподарських культур (схему дослідження подано у табл.). У схемі дослідження наведено нові варіанти зі встановленням оптимального рівня удобрення сільськогосподарських культур у сівозміні за їх видовим генотипним співвідношенням (ВГС), за біогенетичними та лужноземельними елементами (азот, фосфор, калій, кальцій, магній) з одночасною бактеризацією насіння фосфобактерином.

Для більш об'єктивної оцінки впливу вказаних факторів на зміни структури вбирного комплексу сірого лісового ґрунту отримані поваріантні результати порівнювалися не тільки з абсолютним контролем, а й прив'язувалися до вихідного стану, тобто ґрунту цілинної ділянки, яка розташована поряд із дослідним полем.

Агрохімічний аналіз зразків виконаний у ДУ «Держґрунтохорона» згідно із загальноприйнятими в Україні методиками, ГОСТ, ДСТУ.

У статті використані символи: ГВК — ґрунтово-вбирний комплекс, ВГС — видове генотипне співвідношення.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження показали, що використання ґрунту без удобрення сприяє поступовому його виснаженню. Так, якщо у вихідному ґрунті вміст обмінного  $\text{Ca}^{2+}$  у гумусово-елювіальному горизонті дорівнював 5,5; обмінного  $\text{Mg}^{2+}$  — 0,6 мг-екв/100 г ґрунту, то в досліді на абсолютному контролі їх вміст становив відповідно — 5,21 і 0,58 мг-екв/100 г ґрунту (табл.). Це зумовлено вимиванням їх із верхніх шарів ґрунту атмосферними опадами, а також винесенням урожаєм культур. Останнє також відмічає М.А. Ткаченко та ін. [11; 12] у досліді, проведеному на сірому лісовому ґрунті. Оскільки цей тип ґрунту відноситься до ненасичених, то за його вапнування здійснюється збільшення вмісту обмінного кальцію як до контролю, так і до вихідного вмісту відповідно на 0,62 і 0,33 мг-екв/100 г ґрунту. Встановлена різниця мінеральних і органічних добрив (сидератів та рослинної побічної продукції) на вміст основ у ґрунті. Так, застосування мінеральних добрив на не вапнованому фоні знизило вміст обмінного кальцію на 0,10 мг-екв/100 г ґрунту до контрольного варіанта і на 0,39 мг-екв/100 г ґрунту до вихідних значень. У науковій літературі зустрічаються і протилежні висновки за дію мінеральних добрив на вміст обмінного кальцію.

Останнє пов'язується із застосуванням суперфосфату, з яким вноситься до

50 кг/га  $\text{CaCO}_3$ , завдяки чому відбувається збільшення кальцію в ГВК.

У досліді простежується збільшення обмінного кальцію до контролю на 0,34 мг-екв/100 г ґрунту при внесенні одинарної дози повного мінерального добрива на вапнованому фоні за гідролітичною кислотністю. Однак застосування подвійних доз мінеральних добрив на цьому рівні вапна призводить до помітного зниження (на 0,08 мг-екв/100 г ґрунту) обмінного кальцію в ГВК порівняно із застосуванням одинарних доз.

Отже, загалом простежується негативний вплив мінеральних добрив на вміст обмінного кальцію в ґрунтово-вбирному комплексі.

Оскільки, до складу суміші мінеральних добрив, що вносилися за принципом ВГС, входять кальцій і магній, спостерігається ріст обмінного кальцію на 0,49, а обмінного магнію — на 0,07 мг-екв/100 г ґрунту відносно до варіанта із застосуванням тільки азоту, фосфору і калію.

На відміну від негативного впливу мінеральних добрив органічна система позитивно впливала на вміст обмінного кальцію і магнію у ГВК. Так, застосування сидератів на вапнованому фоні порівняно з контролем збільшило обмінного кальцію на 29,3%, а обмінного магнію — на 36,2%. Ще більше зростання їх до контролю спостерігається при додаванні до сидератів побічної рослинної продукції і мінеральних добрив за ВГС, навіть на не вапнованому фоні обмінного кальцію — на 0,6, а обмінного магнію — на 0,18 мг-екв/100 г ґрунту.

Найвищі показники цих елементів отримані при сумісному внесенні сидератів і побічної рослинної продукції, а також мінеральних добрив у помірних дозах на вапнованому фоні за гідролітичною кислотністю. Обмінного кальцію збільшилося відносно до контролю на 33% і на 26% до вихідного рівня, а обмінного магнію відповідно — на 34% і на 30%.

Таким чином, у досліді чітко простежується негативний вплив мінеральних добрив на вміст обмінних кальцію і магнію не тільки на фоні мінеральної системи удобрення, але й при поєднанні їх з ор-

Вплив різних систем удобрення та вачування на структуру вбирного комплексу сірого ґрунту (горизонт НЕ)

Варіанти дослідів	Обмінні мг-екв/100 г ґрунту				Гідролітична кислотність, Нг	Сума обмінних катіонів	Ємність вбирання катіонів	Супільн насичення ґрунту основами, %	
	Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>						мг-екв/100 г ґрунту
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>					
Без добрив (контроль)	5,21±0,52	0,58±0,04	8,98	9,4±1,41	3,29±0,39	12,7±2,54	74,0		
СаСО <sub>3</sub> (1,0 Нг)	5,83±0,58	0,61±0,045	9,55	10,2±1,53	2,29±0,27	13,1±2,62	77,8		
НРК	5,11±0,51	0,55±0,041	9,29	9,0±1,35	3,46±0,42	12,5±2,50	72,2		
НРК + СаСО <sub>3</sub> (1,0 Нг)	5,55±0,55	0,59±0,042	9,40	9,6±1,44	3,04±0,36	12,6±2,52	76,1		
2 НРК + СаСО <sub>3</sub> (1,0 Нг)	5,47±0,55	0,63±0,047	8,68	8,2±1,23	3,48±0,42	11,6±2,32	70,6		
НРК за ВГС	5,60±0,56	0,62±0,046	9,03	9,4±1,41	3,14±0,37	12,5±2,50	75,2		
НРК за ВГС + СаСО <sub>3</sub> (1,0 Нг)	5,70±0,57	0,61±0,045	9,34	10,0±1,50	2,57±0,31	12,6±2,52	79,3		
Сидерат + СаСО <sub>3</sub> (1,0 Нг)	6,74±0,67	0,79±0,059	8,53	10,6±1,59	2,13±0,25	12,7±2,54	83,4		
Сидерат + ПП + НРК за ВГС	6,81±0,68	0,76±0,057	8,96	11,2±1,68	2,64±0,32	13,8±2,76	81,1		
Сидерат + ПП + НРК + СаСО <sub>3</sub> (1,0 Нг)	6,93±0,69	0,78±0,058	8,88	11,4±1,71	2,50±0,3	13,9±2,78	87,6		
Сидерат + ПП + 1,5НРК + СаСО <sub>3</sub> (1,0 Нг)	6,55±0,65	0,74±0,055	8,85	9,4±1,41	2,57±0,31	12,0±2,40	78,3		
Вихідний зразок	5,50±0,55	0,60±0,045	9,17	10,0±1,50	3,62±0,43	13,6±2,72	73,5		
Середнє	5,9	0,7	9,05	9,9	2,9	12,8	77,4		
Sx =	0,2	0,0	0,2	0,3	0,1	0,2	1,4		
V, % =	11,1	13,2	9,2	9,2	17,5	5,4	6,3		
S =	0,65	0,09	0,8	0,91	0,51	0,69	4,91		
НІР <sub>05</sub> =	0,6	0,1	0,7	0,8	0,5	0,6	4,4		

Примітка. Sx = помилка середнього; X – середнє; S = стандартне відхилення (показник, що характеризує варіювання вибірки). Основне відхилення статистичного ряду від середнього арифметичного; V% = коефіцієнт варіації.

ганічними. Органічна система протилежно сприяла збільшенню цих показників. Ступінь насичення ГВК основами істотно підвищується при вапнуванні. У варіантах, у яких кислотність нейтралізувалась, спостерігається більший вміст обмінного кальцію.

За класифікацією В.Г. Крикунова та ін. [13], за вмістом обмінного  $\text{Ca}^{2+}$  досліджуваний ґрунт належить до групи з середнім вмістом (5,0–10,0 мг-екв/100 г ґрунту), а за вмістом  $\text{Mg}^{2+}$  – з низьким вмістом (0,6–1,0 мг-екв/100 г ґрунту).

Кальцій і магній у родючих ґрунтах займають 90–95% усіх обмінно-увібраних катіонів. У дослідному сірому лісовому ґрунті за всіма варіантами їх кількість коливається в межах 61,5–78,6%. Переважний вміст катіонів кальцію, порівняно з іншими катіонами, є необхідною умовою родючого ґрунту. Ґрунти, які містять 75–80% кальцію, відзначаються високою ефективною родючістю [14]. Однак не лише кількісний склад увібраних основ визначає родючість ґрунтів. Важливим показником є співвідношення у ГВК між кальцієм і магнієм. М.М. Гордній та ін. [15] вважають, що це співвідношення має становити 1:4. При збільшенні частки магнію у співвідношенні з кальцієм, родючість ґрунтів погіршується завдяки підвищенню розчинності гумусових речовин, а оскільки гумати магнію токсичні, вони паралізують розвиток коренів рослин. Г.А. Мазур [16] відмічає, що оптимальне співвідношення між кальцієм і магнієм для різних польових культур різко відрізняється і коливається в межах від 40 до 80 частин магнію на 100 частин кальцію. У досліді за всіма варіантами це співвідношення коливається в межах 8,55–9,55. Простежується тенденція – більш низькі показники відзначаються на варіантах із застосуванням сидератів і побічної рослинної продукції, що свідчить про позитивний вплив останніх на вміст обмінного магнію.

Слід відмітити, що в досліджуваному ґрунті недостатній вміст обмінного магнію, внаслідок чого в ґрунтового розчині спостерігається несприятливе широке спів-

відношення між  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ , що створює деяку депресію в розвитку рослин.

Таким чином, комплексна хімічна меліорація викликає значні зміни в структурі обмінних катіонів вбирного комплексу ґрунту, що на сірому лісовому ґрунті збігається з висновками інших авторів [17].

Велике агрономічне значення має сума обмінних катіонів. Вона визначається як загальна кількість катіонів, які витісняються катіонами  $\text{H}^+$  при обробці ґрунту 0,1 Н розчином  $\text{HCl}$ . У досліді виявлено наявність кореляційного зв'язку високої тісноти (щільності) між сумою увібраних основ і вмістом гумусу ( $r=0,682$ ). За цим показником вихідні ґрунти, а також ґрунти контрольного варіанта із застосуванням мінеральної системи удобрення, особливо з подвійними дозами мінеральних добрив на вапнованому фоні й полуторних доз при застосуванні сидератів і побічної рослинної продукції на фоні вапнування, відносяться до ґрунтів із низькою сумою увібраних основ (8,2–10,0 мг-екв/100 г ґрунту). У цих ґрунтах спостерігається тенденція до зниження частки обмінного кальцію і зростання концентрації водню, тобто процеси опідзолення стають більш вираженими. Частка обмінного кальцію в цих ґрунтах від загальної суми увібраних основ коливається у межах 55,3–70,7%. Переважний вміст катіонів кальцію є важливою умовою при оцінюванні родючості ґрунту.

Ємність вбирання катіонів ґрунтом – це показник природних властивостей ґрунтів, що характеризує величину їхнього вбирного комплексу. В гумусно-аккумулятивному горизонті цілинних сірих лісових ґрунтів, на яких закладений дослід, вона становить 13,6 мг-екв/100 г ґрунту.

На контрольному варіанті цей показник становить 12,7 мг-екв/100 г ґрунту, хоча гідролітична кислотність тут була на 0,36 мг-екв/100 г ґрунту нижча, ніж у вихідному ґрунті. Це пов'язано з більш інтенсивними втратами обмінних кальцію і магнію на цьому варіанті, які слугують коагуляторами ґрунтових колоїдів і запобігають їх руйнуванню та виносу в нижні горизонти ґрунту. Найнижча ємність вби-

рання катіонів (11,6 мг-екв/100 г ґрунту) спостерігається при умові застосування подвійних доз мінеральних добрив навіть на вапнованому фоні за гідролітичною кислотністю. В цьому випадку напевно недостатня кількість  $\text{CaCO}_3$  для нейтралізації потенційної кислотності процесу опідзолення ґрунту тут стають більш вираженими. Відомо, що ємність поглинання залежить від хімічного складу і властивостей високодисперсних сполук, що входять до ГВК та змінюється із зміною дисперсності, гумусованості ґрунту, а також реакції середовища. В досліді спостерігається ріст ємності поглинання катіонів відносно до контролю на варіантах із застосуванням сидератів, а ще значиміше з додаванням до них побічної рослинної продукції і помірних доз мінеральних добрив на вапнованому фоні (13,0–13,8 мг-екв/100 г ґрунту). Це пов'язано з більш високою гумусованістю ґрунту на цих варіантах і, як наслідок, збільшення колоїдів рослинного походження, а також більш низькою потенційною кислотністю.

Г.А. Мазур вказує, що збільшення ємності катіонного обміну ґрунту під впливом меліорантів зумовлено змінами, що відбуваються у вбирному комплексі: перезарядка колоїдів, підвищення їх дисперсності. Ємність вбирання ґрунтів, поряд з іншими факторами, зумовлює рівень родючості. Тут існує пряма залежність — чим більше ГВК увібраних катіонів, тим вища його родючість.

Важливим показником лісових ґрунтів є ступінь насичення їх основами, особливо при вирішуванні питань щодо вапнування. Тобто, це показник, що показує якою мірою ГВК насичений основами. Досліджуваний ґрунт за цим показником належить до підвищеної групи за ступенем насиченості основами — 70,0–90,0% [9]. Ґрунти, на яких застосовувалися сидерати та побічна рос-

линна продукція на вапнованих фонах при помірних дозах мінеральних добрив, були насичені основами на 81,1–87,6%.

## ВИСНОВКИ

Результати досліджень у довготривалому польовому досліді свідчать про те, що різні системи удобрення, а також хімічна меліорація, спричиняють значні зміни в структурі ґрунтового комплексу сірого лісового ґрунту.

Використання ґрунту без удобрення сприяє його виснаженню. Наразі спостерігається стала тенденція до зниження питомої частки обмінного кальцію і магнію та погіршення його фізико-хімічних властивостей відносно до показників структури вбирного комплексу ґрунту до закладання досліді. Вони втрачають агрохімічно цінний рівень фізико-хімічних властивостей і в них посилюється процес опідзолення.

Визначена різна дія мінеральних і органічних добрив на вміст основ у ГВК. Застосування мінеральної системи удобрення на не вапнованому фоні призводить до зниження вмісту в ГВК обмінних кальцію й магнію, суми вбирних основ і ємності вбирання. Підкислювальна дія фізіологічно кислих добрив, особливо підвищених доз, посилює процеси вилугування основ з ґрунту.

За органічної системи спостерігається підвищення основних параметрів родючості ґрунту. Використання органо-мінеральної системи удобрення з помірними дозами мінеральних добрив призводить до стабілізації показників родючості і навіть їх покращанню до вихідного ґрунту.

Ефективне землеробство на сірих лісових ґрунтах можливе лише за науково обґрунтованого вапнування, яке сприяє росту основ у ГВК, поліпшенню їх фізико-хімічних, сорбційних та іонообмінних властивостей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Мазур Г.А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів. Київ. Аграрна наука, 2008. 305 с.
2. Гедройц К.К. Учение о поглотительной способности почв. Москва: Сельхозгиз, 1932. 204 с.
3. Соколовский А.Н. Избранные труды. Киев: Урожай, 1971. 268 с.
4. Мазур Г.А. Вміст і співвідношення форм кальцію і магнію в дерново-підзолистих ґрунтах України

- ського Полісся. *Агрохімія і ґрунтознавство*: міжвідом. тематич. наук. зб. Спец. випуск до XI з'їзду ґрунтознавців та агрохіміків України (Харків, 17-21 верес. 2018 р.). Харків, 2018. С. 78–87.
5. Ткаченко М.А., Шкляр В.М., Дергач М.О., Замлинська В.М. Агрохімічні властивості сірого лісового ґрунту залежно від вапнування та різних систем удобрення. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2016. № 3–4. С. 3–11.
  6. Господаренко Г.М. Агрохімія. Видавництво: Умань, 2018. 560 с.
  7. Ткаченко М.А., Павліченко А.І., Кондратюк І.М., Дмитренко О.В. Кислотні властивості сірих лісових ґрунтів залежно від систем удобрення. *Агро-екологічний журнал*. 2020. № 2. С. 62–68.
  8. Кобцева М.А. Распределение гумуса и NPK по гранулометрическим фракциям почв: материалы V Всерос. съезда об-ва почвоведов им. В.В. Докучаева (Ростов-на-Дону, 18-23 авгус. 2008 г.). Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2008. 24 с.
  9. Драган М.І., Гамалей В.І., Величко В.А. Питома поверхня гранулометричних елементів профілю сірого лісового ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 5. 14–17 с.
  10. Гамалей В.І. та ін. Гумусний стан опідзолених ґрунтів північного Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 1. 24–27 с.
  11. Ткаченко М.А., Кондратюк І.М., Теслюк П.Р. Втрати кальцію і магнію з орного сірого лісового ґрунту і фактори, що впливають на них. *Агрохімія і ґрунтознавство*: міжвідом. тематич. наук. зб. Спец. випуск до XI з'їзду ґрунтознавців та агрохіміків України (Харків, 17–21 верес. 2018 р.). Харків, 2018. С. 110–111.
  12. Ткаченко М.А., Борис Н.Є. Спосіб оптимізації системи удобрення сільськогосподарських культур на кислих ґрунтах. *Інетика і селекція в сучасному агрокомплексі*: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. (Умань, 26 черв. 2019 р.). Умань, 2019. 122–125 с.
  13. Крикунов В.Г., Кравченко Ю.С., Криворучко В.В., Крикунова О.В. Ґрунтознавство. Лабораторний практикум. Біла Церква, 2004. 215 с.
  14. Мазур Г.А., Медвідь Г.К., Сімачинський В.М. Підвищення родючості кислих ґрунтів. Київ: Урожай, 1984. 175 с.
  15. Городній М.М., Бикін А.В., Нагаєвська Л.М. Агрохімія. Київ, 2003. 786 с.
  16. Мазур Г.А., Ткаченко М.А., Бойко Я.І. Вплив комплексної хімічної меліорації на вбирний комплекс сірого лісового ґрунту. *Загальне землеробство*. 2007. С. 3–9.
  17. Li, Y. et al. Liming effects on soil pH and crop yield depend on lime material type, application method and rate, and crop species: a global meta-analysis. *J. Soils*. 2019, 1393–1406. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2120-2>.

## REFERENCES

1. Mazur, G.A. (2008). *Vidtvorennya i rehulyuvannya rodyuchosti lehkykh gruntiv [Reproduction and regulation of light soil fertility]*. Kyiv: Agricultural science [in Ukrainian].
2. Gedroyts, K.K. (1932). *Ucheniye o poglotitel'noy sposobnosti pochv [The doctrine of the absorptive capacity of soils]*. Moscow: Selkhozgiz [in Russian].
3. Sokolovsky, A.N. (1971). *Izbrannyye trudy [Selected works]*. Kyiv: Harvest [in Ukrainian].
4. Mazur, G.A. (2018). Vmisti i співвідношення форм кальцію і магнію в дерново-підзолістих ґрунтах Українського Полісся [Content and ratio of forms of calcium and magnesium in sod-podzolic soils of Ukrainian Polissya]. *Ahrokhimiya i ґрунтознавство: Mizhvidomchyyu tematychnyy naukovyy zbirnyk [Agrochemistry and soil science: Interdepartmental thematic scientific collection]*. (pp. 78–87). Kharkiv [in Ukrainian].
5. Tkachenko, M.A., Shklyar, V.M., Dergach, M.O. & Zamylnska, V.M. (2016). Ahrokhimichni vlastyivosti siroho lisovoho ґрунту zalezno vid vapnuvannya ta riznykh system udobrennya [Agrochemical properties of gray forest soil depending on liming and different fertilizer systems]. *Zbirnyk naukovykh prats' NNTS «Instytut zemlerobstva NAAN» – Collection of scientific works of NSC «Institute of Agriculture NAAS»*, 3–4, 3–11 [in Ukrainian].
6. Gospodarenko, G.M. (2018). *Ahrokhimiya [Agrochemistry]*. Uman [in Ukrainian].
7. Tkachenko, M.A., Pavlichenko, A.I., Kondratyuk, I.M. & Dmytrenko, O.B. (2020). Kyslotni vlastyivosti sirykh lisovykh gruntiv zalezno vid system udobrennya [Acid properties of gray forest soils depending on fertilizer systems]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological Journal*, 2, 62–68 [in Ukrainian].
8. Kobtseva, M.A. (2008). *Raspredeleniye gumusa i NPK po granulometricheskim fraktsiyam pochv [Distribution of humus and NPK by particle size fractions of soils]*. Rostov-on-Don [in Russian].
9. Dragan, M.I., Gamaley, V.I. & Velichko, V.A. (2011). Pytoma poverkhnya hranulometrychnykh elementiv profilyu siroho lisovoho ґрунту [Specific surface of granulometric elements of gray forest soil profile]. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 5, 14–17 [in Ukrainian].
10. Gamaley, V.I., Dragan, M.I., Shkarivska, L.I., Girmann, O.V. & Velichko, V.A. (2011). Humusnyy stan opidzolenykh gruntiv pivnichnoho Lisostepu [Humus condition of podzolic soils of the northern Forest-Steppe]. *Visnyk ahrarnoyi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 1, 24–27 [in Ukrainian].
11. Tkachenko, M.A., Kondratyuk, I.M. & Teslyuk, P.R. (2018). Vtraty kal'tsiyu i mahniyu z ornoho siroho lisovoho ґрунту i faktory, shcho vplyvayut' na nykh [Losses of calcium and magnesium from arable gray forest soil and factors affecting them]. *Ahrokhimiya i ґрунтознавство: Mizhvidomchyyu tematychnyy naukovyy zbirnyk [Agrochemistry and soil science:*



- Interdepartmental thematic scientific collection*. (pp. 110–111). Kharkiv [in Ukrainian].
12. Tkachenko, M.A. & Boris, N.E. (2019). Sposib optymizatsiyi systemy udobrennya sil's'kohospodars'kykh kul'tur na kyslykh gruntakh [Method of optimizing the system of fertilization of crops on acid soils Genetics and selection in the modern agricultural complex]. *Henetyka i selektsiya v suchasnomu ahrokompleksi* [Genetics and selection in the modern agricultural complex] (pp. 125–129). Uman [in Ukrainian].
  13. Krikunov, V.G., Kravchenko, Y.S., Krivoruchko, V.V. & Krikunova, O.V. (2004). *Gruntoznavstvo. Laboratornyy praktykum* [Pedology. Laboratory workshop]. White Church [in Ukrainian].
  14. Mazur, G.A., Medvid, G.K. & Simachynsky, V.M. (1984). *Pidvysychennya rodyuchosti kyslykh gruntiv* [Increasing the fertility of acidic soils]. Kyiv: Harvest [in Ukrainian].
  15. Gorodniy, M.M., Bikin, A.V. & Nagaevskaya, L.M. (2003). *Ahrokhimiya* [Agrochemistry]. Kyiv [in Ukrainian].
  16. Mazur, G.A., Tkachenko, M.N. & Boyko, Y.I. (2007). Vplyv kompleksnoyi khimichnoyi melioratsiyi na vbyrnyy kompleks siroho lisovoho gruntu [Influence of complex chemical reclamation on the absorbing complex of gray forest soil]. *Zahal'ne zemlerobstvo – General agriculture*, 3–9 [in Ukrainian].
  17. Li, Y. et al. (2019). Liming effects on soil pH and crop yield depend on lime material type, application method and rate, and crop species: a global meta-analysis. *J. Soils*, 1393–1406. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2120-2> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 13.09.2020