

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ RESEARCH OF YOUNG SCIENTISTS

УДК 631.811:631.82

Вплив тривалого внесення мінеральних добрив на вміст обмінних катіонів у ґрунті¹

В.М. Ніконенко

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
<p>Отримано 12.03.2019 Отримано після доопрацювання 21.04.2019 Затверджено до друку 19.08.2019 Доступно онлайн 01.09.2019</p> <hr/> <p><i>Ключові слова:</i></p> <p>зона Лісостепу; колоїдний комплекс; мінеральні добрива; обмінні катіони; чорнозем типовий.</p>	<p>Метою роботи було виявлення впливу тривалого внесення окремих видів мінеральних добрив (N - азотних, P – фосфорних і K - калійних) та парних сполучень (NP, NK, PK) на вміст обмінних катіонів (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺) у чорноземі типовому важкосуглинковому. Дослідження проводили в умовах польового стаціонарного досліду, який закладено 1990 року в дослідному господарстві ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» у Харківській області. Для досліджень обрано вісім варіантів з такими середніми нормами добрив (кг/га д. р.): 1 – без добрив (контроль); 2 – N₁₀₀; 3 – P₉₆; 4 – K₈₃; 5 – N₁₀₀P₉₆; 6 – N₁₀₀K₈₃; 7 – P₉₆K₈₃; 8 – N₁₀₀P₉₆K₈₃. Проби ґрунту для аналітичних досліджень відбирали з шару 0-30 см у серпні 2016 року. Вміст обмінних катіонів визначали за методом Шолленберґера, рН ґрунтового розчину – у водній суспензії потенціометричним методом. Найбільші втрати обмінних катіонів з ґрунту (порівняно з контролем) виявлено на ділянках з азотними добривами (N) та їх комбінаціями з фосфорними (NP) і калійними (NK). Слабо змінювався вміст катіонів у ґрунті, удобрюваному фосфорно-калійними добривами. Ступінь насичення колоїдного комплексу обмінними катіонами становить 85-87 %. З метою дослідження можливості підвищення суми обмінних катіонів за рахунок кальцію, визначили що колоїдний комплекс ґрунту додатково може поглинути Ca²⁺ 3,48–3,67 ммоль/100 г ґрунту.</p>

E-mail: nikonenko_slava@ukr.net

Форма цитування: Ніконенко В.М. Вплив тривалого внесення мінеральних добрив на вміст обмінних катіонів у ґрунті. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 88. Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". 2019. С. 124-127. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-17>.

1. Вступ

Чорноземи найбільш родючі ґрунти у світі. В Україні вони займають близько 65 % площі орних земель, які є базовими територіями для вирощування сільськогосподарської продукції [1]. У сільськогосподарському виробництві чорноземи використовуються з давніх часів, що призвело до втрати їх природної родючості в результаті деградаційних процесів. Найбільш поширеними деградаційними процесами є дегуміфікація та декальцинація, а також втрата рухомих поживних речовин з ґрунту.

Декальцинація чорнозему, тобто, втрата ґрунтовым колоїдним комплексом кальцію, є вкрай негативним явищем, в результаті якого ґрунт втрачає потенційну здатність до структуроутворення, а з цим – і більшість агрофізичних властивостей. Засновником досліджень з визначення ролі і значущості кальцію в ґрунті був О.Н. Соколовський – фундатор українського агроґрунтознавства [2]. Він відносив кальцій до основного фактора родючості ґрунтів.

Особливості декальцинації чорноземів після тривалого їх використання в землеробстві досліджували багато авторів. П.Г. Адєрихін виявив втрати у чорноземах ЦЧО з орного шару обмінних кальцію й магнію, підвищення гідролітичної кислотності та зменшення ступеню насиченості кальцієм колоїдного комплексу орного ґрунту порівняно з 30-річним перелогом [3].

Ю.К. Кудзін вивчав деградацію чорноземів у польових дослідах і виявив, що під впливом систематичного внесення мінеральних добрив вміст обмінних катіонів у ґрунті знижується і особливо помітно – у варіантах з азотними [4]. О.М. Грінченко вважав декальцинацію однією з головних ознак деградації чорноземів [5]. Р.С. Трускавецький показав, що одним із основних факторів декальцинації та вторинного підкислення ґрунту є порушення співвідношення між основними елементами живлення за внесення мінеральних добрив [6]. Дослідження з цього питання проводила І.І. Філон в умовах

¹ Науковий керівник – доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник М.В. Лісовий

польового досліду (на Граківському дослідному полі) й встановила негативний вплив азотних добрив і зрошення на вміст обмінних катіонів у чорноземі типовому важкосуглинковому [7-8].

З публікацій зарубіжних авторів відомо, що під впливом внесення мінеральних добрив відбуваються зміни вмісту обмінних катіонів у ґрунті. Внесення азоту у ґрунт на Великих рівнинах США значно збільшувало насичення обмінним Al^{3+} , але зменшувало вміст обмінних катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} [9]. На ґрунтах субтропічної Австралії було вивчено вплив тривалої культивування (більше 70 років) на три катіони макроелементів (Ca, Mg, K). Їх обмінні концентрації залишалися незмінними і не залежали від періоду культивування [10].

Метою нашої роботи було виявити вплив тривалого внесення мінеральних добрив на вміст обмінних катіонів у ґрунті та реакцію ґрунтового розчину.

2. Об'єкти і методи досліджень

Дослідження проводили в умовах польового стаціонарного досліду "Агроекологічний моніторинг" на території дослідного господарства «Граківське» Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського». Дослід закладено 1990 року, схема включає 15 варіантів, з яких досліджували вісім: 1 – без добрив (контроль), 2 – N_{100} , 3 – P_{96} , 4 – K_{83} , 5 – $N_{100}P_{96}$, 6 – $N_{100}K_{83}$, 7 – $P_{96}K_{83}$, 8 – $N_{100}P_{96}K_{83}$. Це середні річні норми мінеральних добрив (кг/га д. р.) застосовуваних для удобрення культур у сівозміні протягом 26 років (1990-2016). Добрива вносили поверхнево восени перед оранкою.

ґрунт – чорнозем типовий важкосуглинковий на лесі з такими характеристиками на контрольному (не удобрюваному) варіанті: вміст гумусу 5,4 %; pH_{H_2O} 6,8; вміст легкогідролізованого азоту – 23,5 мг/кг ґрунту; рухомого фосфору (P_2O_5 – за методом Чирікова) – 95 мг/кг ґрунту; рухомого калію (K_2O – за методом Чирікова) – 110 мг/кг ґрунту; фізичної глини (сума гранулометричних фракцій <0,01 мм) – 42,6 %.

Проби ґрунту для аналітичних досліджень відбирали в полі з шару 0-30 см один раз у серпні 2016 року (ДСТУ 4288:2004). Вміст обмінних катіонів у ґрунті визначали за методом Шолленберґера у модифікації ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського» – у розчині оцтовокислого амонію з pH від 6,8 до 7,0 (ДСТУ 7861:2015). pH ґрунтового розчину визначали у водній суспензії потенціометричним методом (ДСТУ 8346:2017). Ступінь насиченості колоїдного комплексу обмінним кальцієм розраховували як відношення вмісту Ca^{2+} до суми обмінних катіонів.

Допоглинання кальцію у колоїдному комплексі ґрунту визначали за методикою О.М. Грінченка [11].

3. Результати досліджень та їх обговорення

Тривале внесення різних видів мінеральних добрив та їх сполучень по-різному впливає на фізико-хімічні показники чорнозему типового (Табл. 1).

Таблиця 1

Вплив систематичного внесення різних видів мінеральних добрив та їх сполучень на фізико-хімічні показники чорнозему типового важкосуглинкового

Варіант	pH_{H_2O}	Уміст обмінних катіонів, ммоль/100 г ґрунту					Сума	Ступінь насиченості Ca^{2+} , %
		Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+			
Без добрив (контроль)	6,8	32,43	4,11	0,12	0,75	37,41	86,7	
N_{100}	6,5	25,11	3,82	0,10	0,75	29,77	84,3	
P_{96}	6,5	27,63	3,99	0,11	0,73	32,46	85,1	
K_{83}	6,6	27,44	4,92	0,12	0,91	33,39	82,2	
$N_{100}P_{96}$	6,7	26,73	4,05	0,11	0,80	31,69	84,3	
$N_{100}K_{83}$	7,0	27,27	4,12	0,11	0,81	32,31	84,4	
$P_{96}K_{83}$	7,0	32,97	3,52	0,12	0,76	37,37	86,8	
$N_{100}P_{96}K_{83}$	6,2	26,50	3,74	0,10	0,66	31,00	85,5	

Реакція ґрунтового розчину на удобрюваних варіантах слабо відрізняється від контрольного. За систематичного внесення окремих видів добрив, парних сполучень та повного мінерального добрива параметри pH_{H_2O} коливаються у межах 6,2-7,0, що відноситься до групи з нейтральною реакцією. Колоїдний комплекс чорнозему типового

насичений обмінними катіонами на 85-87 %, найбільша частка з яких належить кальцію, що стабілізує реакцію ґрунтового розчину.

Уміст обмінних катіонів кальцію в ґрунті без добрив становить 32,43 ммоль/100 г ґрунту. Систематичне внесення азотних добрив у нормі 100 кг/га викликало зменшення вмісту обмінного кальцію на 7,32 ммоль, фосфорних (P_2O_5) у нормі 96 кг/га – на 4,80 ммоль, калійних (K_2O) у нормі 83 кг/га – на 4,99 ммоль/100 г ґрунту. З окремих видів добрив найбільше витісняють кальцій з колоїдного комплексу азотні добрива.

Парні сполуки фосфору й калію з азотом ($N_{100}P_{96}$; $N_{100}K_{83}$) зменшують вміст обмінного кальцію відповідно на 5,70 і 5,16 ммоль/100 г ґрунту. Фосфорні з калійними добривами ($P_{96}K_{83}$) забезпечили вміст обмінного кальцію в ґрунті 32,97 ммоль, що навіть дещо вище, ніж на контрольному варіанті.

Уміст обмінного магнію в ґрунті без добрив становить 4,11 ммоль/100 г ґрунту. Азотні й фосфорні добрива знизили уміст його відповідно на 0,29 і 0,12 ммоль, а калійні, навпаки, підвищили на 0,81 ммоль/100 г ґрунту. Повне мінеральне удобрення ($N_{100}P_{96}K_{83}$) викликало зниження вмісту обмінного магнію порівняно з контролем на 0,37 ммоль/100 г ґрунту.

Уміст обмінного натрію в ґрунті без добрив становить 0,12 ммоль/100 г ґрунту. Внесення мінеральних добрив сприяло зниженню його вмісту до 0,10-0,11 ммоль/100 г ґрунту за винятком варіантів K_{83} і $P_{96}K_{83}$, де уміст обмінного натрію був на рівні контролю.

Уміст обмінного калію в ґрунті без добрив становить 0,75 ммоль/100 г ґрунту. Найбільше вміст його зріс за внесення калійних добрив (K_{83}) – 0,91 ммоль/100 г ґрунту.

Сума обмінних катіонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) є одним із найважливіших показників характеристики фізико-хімічних властивостей ґрунту та їх змін під впливом систематичного внесення добрив. На варіанті без внесення добрив сума обмінних катіонів у ґрунті становить 37,41 ммоль/100 г ґрунту. Найбільші втрати сумарної кількості обмінних катіонів констатовано від внесення азотних добрив, як у чистому вигляді (N_{100}) - 7,64 ммоль, так і у вигляді парних сполучень з азотом ($N_{100}P_{96}$, $N_{100}K_{83}$) – 5,72 і 5,10 ммоль/100 г ґрунту відповідно. Практично відсутні втрати суми обмінних катіонів, порівняно з контролем, за внесення фосфорно-калійних добрив ($P_{96}K_{83}$). Повне мінеральне удобрення ($N_{100}P_{96}K_{83}$) викликало зниження вмісту обмінних катіонів на 6,41 ммоль/100 г ґрунту.

Виявлені параметри втрат обмінних катіонів з колоїдного комплексу під впливом систематичного внесення різних видів мінеральних добрив передбачено використовувати для зниження втрат кальцію у ґрунті.

Ступінь насиченості колоїдного комплексу ґрунту обмінним кальцієм (частка кальцію у сумі обмінних катіонів) є найвищим (86,7 %) на варіанті без добрив (Табл. 1). Систематичне внесення мінеральних добрив по-різному впливає на втрати обмінного кальцію з ґрунту, менше за інші впливають фосфорні добрива.

Проведено розрахунок потреби кальцію для допоглинання в колоїдному комплексі на двох варіантах – контрольному та за внесення повного мінерального добрива у нормі $N_{100}P_{96}K_{83}$ (Табл. 2).

Таблиця 2

Кількість Ca^{2+} , потрібна для допоглинання в колоїдному комплексі, та норма внесення вапняного борошна в ґрунт

Варіант	Кількість Ca^{2+} для допоглинання		Норма вапняного борошна, кг/га
	ммоль/100г ґрунту	мг/100г ґрунту	
Без добрив (контроль)	3,48	69,6	410
$N_{100}P_{96}K_{83}$	3,67	73,4	440

Розрахунки норм вапняного борошна проведено з метою їх внесення у ґрунт для поліпшення фізичних властивостей чорнозему.

4. Висновки

Виявлено параметри втрат обмінних катіонів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) із колоїдного комплексу чорнозему типового важкосуглинкового під впливом тривалого (26 років) внесення різних видів мінеральних добрив. Найбільші втрати відбулися за систематичного внесення азотних добрив, менші – від внесення калійних і фосфорних.

Ступінь насиченості колоїдного комплексу удобрюваного чорнозему обмінними катіонами становить 85-87 %. Розраховано, що необхідна кількість Ca^{2+} для допоглинання (3,48–3,67 ммоль/100г ґрунту) може бути забезпечена внесенням вапняного борошна у нормах 410-440 кг/га.

Список використаних джерел

1. Носко Б.С. Антропогенна еволюція чорноземів. Харків: Видавництво «13 типографія», 2006. С. 4-8.
2. Соколовский А.Н. Сельскохозяйственное почвоведение. Москва: Сельхозгиз, 1956. С. 19-101.
3. Адерихин П.Г. Изменение черноземных почв ЦЧО при использовании их в сельском хозяйстве // Черноземы ЦЧО и их плодородие / под ред. А.А. Роде. Москва: Наука, 1964. С. 61-69.
4. Кудзин Ю.К. Условия питания и продуктивность сельскохозяйственных растений при длительном применении удобрений на черноземных почвах Лесостепи УССР : автореф. дис. на присвоение науч. степени д-ра с.-х. наук. Воронеж: Изд. МСХ РСФСР, 1962. 47 с.
5. Гринченко А.М., Муха В.Д., Васильева Л.И. О значении органического вещества и кальция в повышении почвенного плодородия // Сб.: Плодородие почв и эффективность удобрений. Труды ХСХИ. Т. 189. Харьков. 1973. С. 18-26.
6. Трускавецький Р.С., Нестеренко А.Ф. Вторинне підкислення і декальцинація чорноземів // *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. 1996. Вип. 58. С. 122-128.
7. Носко Б.С., Филон И.И., Боронин Н.К. Состав обменных катионов в черноземе типичном мощном при длительном применении удобрений и орошения. *Агрохимия*. 1987. №11. С. 85-88.
8. Филон И.И. Ионный состав солей и реакция среды в черноземе типичном при длительном применении удобрений и орошении // Плодородие почв при интенсивном земледелии /Сб. научных трудов. Харьковский с.-х. институт. Харьков, 1989. С. 81-90.
9. Schroder J.L., Zhang H., Girma K., Raun W.R., Penn C.J., Payton M.E. Soil acidification from long-term use of nitrogen fertilizers on winter wheat. *Soil Science Society of America Journal*. July 2011. Volume 75. № 3. P. 957-964. doi:10.2136/sssaj2010.0187.
10. Koppitke P.M., Dalal Neal R.C., Menzies W. Changes in exchangeable cations and micronutrients in soils and grains of long-term, low input cropping systems of subtropical Australia. *Geoderma*. Volume 285. 1 January 2017. P. 293-300. doi:10.1016/j.geoderma.2016.10.011.
11. *Практикум з ґрунтознавства*: Навчальний посібник / За редакцією професора Д. Г. Тихоненка. 6-е вид., перероб. і доп. Харків: Майдан, 2009. С. 80-81.

UDC 631.811:631.82

The influence of long-term application of mineral fertilizers on the content of exchange cations in the soil

V.M. Nikonenko

NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine
E-mail: nikonenko_slava@ukr.net

The purpose of the work was to detect the effect of the long-term application of certain mineral fertilizers (N, P, K) and pair combinations (NP, NK, PK) on the content of exchange cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) in the chernozem typical heavy loamy. The research was conducted in the field stationary experiment, which was laid in 1990 in the research farm of NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky" in the Kharkiv region. Eight variants with the following average fertilizer rates (kg/ha active substance) were selected for research during 26 years of the experiment: 1 - without fertilizers (control); 2 - N_{100} ; 3 - P_{96} ; 4 - K_{83} ; 5 - $\text{N}_{100}\text{P}_{96}$; 6 - $\text{N}_{100}\text{K}_{83}$; 7 - $\text{P}_{96}\text{K}_{83}$; 8 - $\text{N}_{100}\text{P}_{96}\text{K}_{83}$.

Soil samples for analytical studies were taken from a layer of 0-30 cm in August 2016. The content of exchange cations was determined by the Schollenberg method, the pH of soil solution - in aqueous suspension by potentiometric method. The largest losses of exchange cations from the soil (as compared to control) were detected in areas with nitrogen fertilizers (N) and their combinations with phosphoric (NP) and potassium (NK). The content of cations in soils, fertilized with phosphate-potassium fertilizers, changed slightly. The degree of saturation of the colloidal complex with exchange cations is 85-87%. In order to investigate the possibility of increasing the amount of exchange cations at the expense of calcium, it was determined that the colloidal soil complex can also absorb Ca^{2+} 3.48-3.67 mmol/100 g of soil.

Keywords: *chernozem typical; colloidal complex; exchangeable cations; Forest-steppe zone; mineral fertilizers.*

Citing: Nikonenko V.M. The influence of long-term application of mineral fertilizers on the content of exchange cations in the soil. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 88. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 124-127. (Ukr.). DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-17>.