



# Сторінка молодого вченого

УДК 631.811.2  
© 2010

Є.Ю. Гладкіх

ННЦ «Інститут  
грунтознавства та агрохімії  
імені О.Н. Соколовського»

\* Науковий керівник —  
академік УААН  
Б.С. Носко

## **ЗМІНА ФРАКЦІЙНОГО СКЛАДУ МІНЕРАЛЬНИХ ФОСФАТІВ ПІД ВПЛИВОМ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ\***

*Досліджено зміну фракційного складу мінеральних фосфатів під впливом застосування різних доз та строків унесення мінеральних та органічних добрив. Перетворення фракційного складу мінеральних фосфатів відбувається, головним чином, у шарі ґрунту 0–60 см, а фракції Al–P — навіть до 100 см. Загальною закономірністю зміни фракцій фосфатів при запасному та систематичному застосуванні добрив було збільшення їх кількості в ряду  $Al-P > Fe-P > Ca-P$ .*

Фосфор має надзвичайно важливе значення у фізіології живлення і розвитку рослин. Він бере участь у всіх життєвих функціях рослин і забезпечує ефективне використання інших елементів живлення. Д.М. Прянишніков відзначав, що необхідно додати лише один елемент — фосфор, щоб оживити ґрунт. За своїми хімічними властивостями фосфор має складну природу взаємодії з різними компонентами ґрунту, що визначає велику кількість різних форм, реакцій, сполук і комплексів, у вигляді яких він може бути в ґрунті [6]. Одна з найбільш важливих особливостей фосфору — здатність швидко поглинатися ґрунтом та утворювати слаботорозчинні та кристалізовані сполуки за рахунок хімічного зв'язування та різних напрямів фізико-хімічної адсорбції [8].

Одним з головних чинників, здатних змінювати фосфатний стан ґрунтів, є застосування мінеральних та органічних добрив. Рухомість утворених у ґрунті фосфатів залежить від форми та співвідношення сполук, у які перетворюються фосфати добрив. Під впливом застосування фосфорних добрив фракційний склад фосфатів ґрунту значно змінюється порівняно з варіантом без унесення добрив за рахунок збільшення вмісту їхніх активних форм. Глибина, до якої відбувається зміна величини вмісту різних фракцій мінеральних фосфатів, за дослідженнями різних авторів, може досягати 40–60 см [2–4].

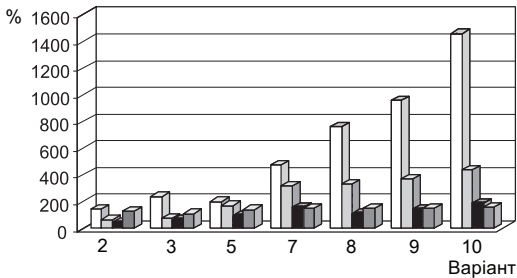
**Мета досліджень** — визначення змін фракційного складу мінеральних фосфатів під впливом різних доз і строків унесення мінеральних та органічних добрив.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили в довгостроковому стаціонарному досліді, закладеному в 1969 р. на чорноземі типовому важкосуглинковому Коротичанського дослідного поля ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського». Експериментальні дані отримано на різних агрохімічних фонах органічної та органо-мінеральної систем удобрення. Методику створення агрохімічних фонів викладено в статті Носка Б.С. [5]. Зразки ґрунту відбирали в 2008 р. на глибині до 1 м через кожні 20 см. Фракційний склад мінеральних фосфатів ґрунту визначали за методом Чанга-Джексона [1].

Для вивчення зміни фракційного складу мінеральних фосфатів зразки ґрунту відібрано на таких агрохімічних фонах: 1. переліг більше 75 років; 2. абсолютний контроль; 3. гній 140 т/га (фон) — післядія з 1995 р. — з гноєм у ґрунт внесено  $N_{560}P_{280}K_{700}$ ; 5. фон+ $P_{1800}$  (запасне внесення, післядія з 1983 р.); 7. фон+ $N_{1800}P_{1800}K_{1800}$  (запасне внесення, післядія з 1983 р.); 8. фон+ $N_{1800}P_{1800}K_{1800}+N_1P_1K_1$  (одинарна доза систематично під культури сівозміни — максимальні дози, усього внесено разом з гноєм  $N_{3650}P_{3370}K_{3580}$ ); 9. фон+ $P_{1800}+N_2P_2K_2$  (подвійна доза систематично під культури

**Фракційний склад мінеральних фосфатів, мг  $P_2O_5$  на 100 г ґрунту (за методом Чанга-Джексона)**

Варіант	Шар ґрунту, см	Активні форми мінеральних фосфатів, мг/100 г ґрунту				Сума активних фосфатів, мг/100 г ґрунту
		Неміцнозв'язані	Al—P	Fe—P	Ca—P	
1. Переліг	0—20	0,13/0,4	8,7/24,8	12,9/36,7	13,4/38,2	35,1
	20—40	0,07/0,3	6,1/23,2	7,0/26,8	13,1/49,8	26,2
	40—60	0,06/0,2	5,6/22,8	3,7/15,3	15,1/61,7	24,4
	60—80	0,08/0,3	3,2/13,4	4,9/20,5	15,7/65,7	23,8
	80—100	0,06/0,2	2,8/11,1	3,9/15,6	18,3/73,0	25,0
2. Абсолютний контроль	0—20	0,19/0,8	5,6/23,6	6,0/25,5	11,9/50,1	23,7
	20—40	0,15/0,7	4,8/20,9	5,0/22,0	12,8/56,4	22,7
	40—60	0,12/0,5	4,4/17,8	4,5/18,3	15,7/63,5	24,8
	60—80	0,10/0,4	4,3/17,0	4,8/18,9	16,1/63,7	25,3
	80—100	0,10/0,4	3,0/12,0	4,3/17,3	17,5/70,3	24,9
3. Гній, 140 т/га	0—20	0,31/1,1	6,8/24,6	8,4/30,4	12,1/43,8	27,5
	20—40	0,12/0,5	5,3/21,9	6,9/29,0	11,7/48,6	24,0
	40—60	0,13/0,5	5,1/20,3	6,3/25,0	13,6/54,2	25,2
	60—80	0,11/0,4	5,3/21,6	4,8/19,2	14,5/58,8	24,7
	80—100	0,08/0,3	5,0/19,7	3,7/14,4	16,7/65,6	25,5
5. Фон+P <sub>1800</sub>	0—20	0,26/0,6	15,2/32,4	12,2/26,1	19,2/41,0	46,9
	20—40	0,14/0,4	11,1/27,9	11,6/29,0	17,01/42,8	39,9
	40—60	0,04/0,1	7,0/25,5	4,1/14,8	16,3/59,5	27,4
	60—80	0,04/0,2	7,2/27,9	2,3/8,9	16,2/63,1	25,7
	80—100	0,03/0,1	4,9/21,2	0,9/4,3	17,1/74,3	23,0
7. Фон+(NPK) <sub>1800</sub>	0—20	0,62/0,9	27,5/40,1	20,6/30,0	19,9/29,0	68,7
	20—40	0,3/0,6	15,9/31,7	14,5/28,9	19,5/29,0	50,1
	40—60	0,08/0,2	9,3/27,2	8,3/24,0	16,8/48,6	34,4
	60—80	0,09/0,3	8,3/27,9	4,5/15,2	16,8/56,7	29,7
	80—100	0,05/0,2	4,5/17,2	3,1/11,8	18,5/70,8	26,1
8. Фон+(NPK) <sub>1800</sub> +N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0—20	0,99/1,5	29,2/45,2	14,1/21,8	20,4/31,5	64,6
	20—40	0,16/0,6	8,0/29,3	4,3/15,5	14,9/54,6	27,4
	40—60	0,11/0,5	4,1/16,9	3,9/16,5	15,9/66,1	24,2
	60—80	0,08/0,4	3,2/13,9	2,8/12,2	16,8/73,6	22,7
	80—100	0,06/0,3	1,9/9,2	1,2/5,9	17,0/84,6	20,1
9. Фон+P <sub>1800</sub> +N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0—20	1,25/1,7	32,2/44,4	18,5/25,5	20,5/28,3	72,5
	20—40	0,65/1,2	21,9/40,3	13,0/24,0	18,8/34,6	54,4
	40—60	0,17/0,5	10,6/32,8	5,6/17,3	16,0/49,4	32,4
	60—80	0,12/0,4	8,5/25,1	4,1/12,0	21,2/62,5	33,9
	80—100	0,17/0,5	8,2/22,7	2,9/7,9	24,9/68,9	36,2
11. Фон+N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0—20	1,90/2,2	38,5/45,6	23,0/27,3	21,0/24,9	84,5
	20—40	0,47/1,0	14,8/32,4	15,0/32,9	15,4/33,7	45,6
	40—60	0,26/0,8	10,9/31,4	9,2/26,6	14,3/41,3	34,6
	60—80	0,09/0,4	5,4/20,9	5,5/21,5	14,7/57,2	25,7
	80—100	0,16/0,5	5,9/19,7	8,4/28,1	15,4/51,7	29,7
НІР <sub>05</sub>		0,15	3,24	3,15	3,83	
Примітка. У чисельнику — абсолютні значення; знаменнику — відсоток кожної фракції щодо суми активних фосфатів.						



**Зміна інтенсивності накопичення фракцій мінеральних фосфатів під впливом застосування добрив, % щодо перелогу:** □ — неміцнозв'язані фосфати; ■ — Al—P; ■ — Fe—P; ■ — Ca—P

сівозміни — максимальні дози, усього внесено разом з гноєм  $N_{3140}P_{4660}K_{2860}$  — післядія з 1990 р.; 11. фон+ $N_2P_2K_2$  (подвійна доза систематично під культури сівозміни, усього внесено разом з гноєм  $N_{3140}P_{2860}K_{2860}$ ) — післядія з 1990 р.

**Результати досліджень.** Рослини для живлення використовують фосфати ґрунту, зв'язані з кальцієм і полуторними оксидами [8]. Результати наших досліджень свідчать про те, що фосфати кальцію в орному шарі становлять 30—50% суми активних фосфатів (таблиця). Їх кількість порівняно з іншими формами мінеральних фосфатів закономірно зростає з глибиною, але практично не змінюється під впливом застосування високих доз мінеральних добрив.

На відміну від фракції фосфатів кальцію уміст фосфатів алюмінію та заліза значно зростає (відповідно в 2—6 та 2—3,8 раза) порівняно з абсолютним контролем у варіантах, де застосовували мінеральні добрива. Причому збільшення умісту фракції Al—P спостерігалось по всій глибині шару ґрунту 0—100 см, що пов'язано з деяким підкисленням ґрунту та зниженням кількості обмінного кальцію, вилугуванням цієї фракції під впливом опадів, водночас як зміна вмісту фракції Fe—P відзначалась лише до глибини 40—60 см. Застосування гною достовірно не змінило вміст цих 2-х фракцій у ґрунті, а запасне внесення фосфору ( $P_{1800}$ ) та повного мінерального добрива ( $N_{1800}P_{1800}K_{1800}$ ) по фону гною призвело до значного підвищення їх умісту порівняно з контролем та перелогом (Al—P відповідно у 2,7—5, Fe—P — 2—3,4 раза). Систематичне застосування подвійної дози повного мінерального добрива (фон+ $N_2P_2K_2$ ) окремо та на фоні  $P_{1800}$  зумовило сумарне збільшення унесених фосфатних добрив, тому в цих варіантах встановлено максимальні значення накопичення фосфатів алюмінію та заліза, які були відповідно в 6,7 та 3,8 раза вище порівняно з контрольним варіантом в орному шарі ґрунту.

Результати досліджень деяких авторів [2, 7, 9] свідчать про те, що навіть найбільш досконали методи фракціонування фосфору не можуть запропонувати витяжку, що вилучає чітко одну з форм фосфатних сполук. Щодо фосфатів, які переходять до витяжки  $NH_4F$ , слід враховувати, що вона разом з фосфатами алюмінію вилучає деяку кількість фосфатів кальцію та органічних фосфатів, що певною мірою пояснює тривалість післядії фосфорних добрив.

Найбільше під впливом мінеральних та органічних добрив змінювався уміст неміцнозв'язаних фосфатів (що переходять до витяжки 1 н.  $NH_4Cl$ ), у варіантах з унесенням добрив їх кількість зростала в шарі ґрунту 0—20 см у 1,46—14,6 раза порівняно з контролем. Найвищі їх показники були у варіантах фон+ $P_{1800}+N_2P_2K_2$  та фон+ $N_2P_2K_2$ . Збільшення цієї фракції фосфатів порівняно з контролем спостерігалось до глибини 60—80 см у варіантах: фон+ $P_{1800}+N_2P_2K_2$  та фон+ $N_2P_2K_2$ , до глибини 40—60 — у варіантах фон+ $N_{1800}P_{1800}K_{1800}$ , та фон+ $N_{1800}P_{1800}K_{1800}+N_1P_1K_1$ , і лише у варіантах з унесенням гною і застосуванням  $P_{1800}$  у запас підвищення відбувалось лише в орному горизонті. Тобто збільшення умісту фракції неміцнозв'язаних фосфатів, головним чином, зумовило систематичне застосування подвійної дози мінеральних добрив на фоні високих доз, унесених в запас.

За результатами проведених досліджень виявлено закономірності в зміні співвідношення інтенсивності накопичення фракцій мінеральних фосфатів порівняно з перелогом під впливом застосування різних доз і строків мінеральних та органічних добрив (рисунк). З рисунку видно, що на абсолютному контролі, де добрив взагалі не вносили, та гноевому фоні (післядія з 1995 р.) фракцій фосфатів співвідношення характеризується так: неміцнозв'язані фосфати  $>Ca-P > Al-P > Fe-P$ . У варіантах із запасним (післядія з 1983 р.) та систематичним (післядія з 1990 р.) застосуванням добрив загальною закономірністю зміни інтенсивності накопичення фракцій мінеральних фосфатів було збільшення кількості новостворених фосфатів у ряду: неміцнозв'язані фосфати  $>Al-P > Fe-P > Ca-P$ .

Отже, фракційний склад мінеральних фосфатів під впливом добрив істотно змінюється за рахунок накопичення у ґрунті активних форм фосфатів. При цьому змінюється співвідношення фракцій у зв'язку з переважанням у їхньому складі неміцнозв'язаних фосфатів та фосфатів алюмінію, у які переважно переходить фосфор добрив. Навіть у варіантах із запасним унесенням добрив (післядія 27 років) алюмофосфатні комплекси не перетворювались у кристалічні форми (див. рисунок).

## Висновки

Серед мінеральних форм фосфатів у чорноземі типовому переважають фосфати кальцію, уміст яких у орному шарі становить 30—50% загальної кількості активних фосфатів і зростає з глибиною, але практично не змінюється під впливом застосування високих доз мінеральних добрив.

Уміст фосфатів алюмінію та заліза зростає відповідно у 2—6 та 2—3,8 раза у варіантах, де застосовували мінеральні добрива порівняно з абсолютним контролем. Максимальні значення накопичення фосфатів алюмінію та заліза спостерігались у варіантах із систематичним застосуванням подвійної дози повного мінерального добрива

(фон+ $N_2P_2K_2$ ) окремо та на фоні  $P_{1800}$ . Збільшення умісту фракції Al—P спостерігалось до глибини 100 см, що пов'язано з вилуговуванням його з опадами. Уміст неміцнозв'язаних фосфатів зростає максимально під впливом унесених мінеральних та органічних добрив у шарі 0—20 см (у 1,46—14,6 раза порівняно з контролем). У варіантах із застосуванням максимальних доз збільшення умісту цієї фракції досягає глибини 60—80 см.

Співвідношення накопичення різних фракцій фосфатів під впливом запасного та систематичного застосування добрив характеризується таким рядом: неміцнозв'язані фосфати  $>Al-P > Fe-P > Ca-P$ .

## Бібліографія

1. *Агрохимические методы исследования почв.* — М.: Наука, 1975. — 656 с.
2. Губенко В.А. Влияние многолетнего применения удобрений на запасы и формы минеральных фосфатов в черноземной почве//Агрохимия. — 1972. — № 6. — С. 37—40.
3. Кудзин Ю.К., Губенко В.А. Влияние 55-летнего систематического применения удобрений на запасы и формы минеральных фосфатов в черноземной почве//Там само. — 1968. — № 10. — С. 3—8.
4. Носко Б.С. Антропогенна еволюція чорноземів. — Х.: Вид-во «13 типографія», 2006. — С. 79—99.
5. Носко Б.С. К вопросу об использовании искусственных агрохимических фонов при изучении эффективности удобрений//Агрохимия. — 1975. — № 6. — С. 72—86.
6. Носко Б.С. Фосфатный режим ґрунтів і ефективність добрив. — К.: Урожай, 1990. — 223 с.
7. Носко Б.С. Фосфорные удобрения в системе факторов повышения эффективного плодородия почв на Украине//Агрохимия. — 1998. — № 9. — С. 42—52.
8. Соколов А.В. Агрохимия фосфора. — М., Л.: Изд-во АН СССР, 1950. — 150 с.
9. Христенко А.А. Оценка фосфатного состояния почв с использованием метода Чанга-Джексона//Агрохимия. — 1998. — № 8. — С. 5—13.