



# Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.445.2:631.8

© 2014

*В.І. Лопушняк,*

*доктор сільсько-  
господарських наук*

*Львівський національний  
аграрний університет*

## **ЗМІНА ВМІСТУ ФРАКЦІЙ МІНЕРАЛЬНИХ СПОЛУК ФОСФОРУ В ТЕМНО-СІРОМУ ОПІДЗОЛЕНОМУ ҐРУНТІ ПІД ВПЛИВОМ РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ**

**Мета.** Установити закономірності зміни вмісту фракцій мінеральних сполук фосфору в темно-сірому опідзоленому ґрунті під впливом різних систем удобрення в польовій короткоротаційній плодозмінній сівозміні Західного Лісостепу України. **Методи.** Польовий, лабораторний і метод дисперсійного аналізу. **Результати.** Досліджено динамічні зміни вмісту мінеральних сполук фосфору в ґрунті за різних систем удобрення культур у сівозміні. **Висновки.** Органо-мінеральна система удобрення з насиченням 15 т/га органічними добривами в сівозміні забезпечує зниження частки алюмофосфатів і залізофосфатів порівняно з мінеральною системою та сприяє підвищенню частки кальційфосфатів у темно-сірому опідзоленому ґрунті.

**Ключові слова:** фосфор, мінеральні сполуки, фракції, темно-сірий опідзолений ґрунт, система удобрення.

Забезпеченість ґрунту засвоюваними формами фосфору — одна з найважливіших ознак його окультурення та родючості, що безпосередньо впливає на ефективність унесення добрив і продуктивність сільськогосподарських культур.

Результати багатьох досліджень свідчать про тісний взаємозв'язок між накопиченням у ґрунті доступних фосфатів і продуктивністю агроценозів [9]. Фосфор часто є обмежувальним чинником засвоєння інших мінеральних поживних речовин рослинами, які на багатьох типах ґрунтів у всьому світі відчують дефіцит розчинних форм фосфору [10].

Фосфатний режим ґрунту характеризується

загальним умістом фосфору, фракційним складом фосфоровмісних органічних і мінеральних сполук та їхньою рухомістю.

Уміст загального фосфору і фосфорорганічних сполук у ґрунті змінюється в незначних межах. Більша їх частина відзначається низькою рухомістю, що зумовлює незначну доступність фосфору рослинам [1].

Натомість показники мінеральних сполук фосфору та фракційний склад — дуже динамічні, і саме від їх кількості та складу залежить ступінь забезпечення сільськогосподарських культур фосфором. Трансформація фосфоровмісних сполук у ґрунті частково визначається системою удобрення й залежить від дії і післядії добрив [7].

Вищий ступінь рухомості фосфатів за орґано-мінеральної системи сприяє зростанню доступного для рослин фосфору в глибших шарах ґрунту, що свідчить про її ефективність під час вирощування сільськогосподарських культур [6]. Під впливом тривалого застосування орґанічних добрив підвищується валовий уміст фосфору і збільшується частка його рухомих форм [3, 5].

**Мета досліджень** — установити закономірності зміни вмісту фракцій мінеральних сполук фосфору в темно-сірому опідзоленому ґрунті під впливом різних систем удобрення в польовій короткоротаційній плодозмінній сівозміні Західного Лісостепу України.

Дослідження, проведені на ясно-сірому опідзоленому ґрунті, показали, що поєднане застосування орґано-мінеральної системи удобрення та вапна істотно підвищує вміст валового фосфору насамперед за рахунок мінеральних фракцій фосфатів. Процес накопичення орґанічних сполук фосфору відбувається повільніше. Залишковий фосфор добрив перетворюється у форми фосфатів алюмінію та заліза [2].

Серед мінеральних форм фосфору в ґрунтах трапляються сполуки різної рухомості, найдоступнішими з яких для живлення рослин є розчинні фосфати. Під рухомими, або розчинними фосфатами розуміють не лише ті форми, що можуть бути безпосередньо засвоєні рослинами, а й такі, що повільно переходять у ґрунтовий розчин і є резервом поповнення джерел фосфору для живлення рослин [8].

**Матеріали і методи досліджень.** Польові досліді проводили в умовах стаціонарного досліді кафедри ґрунтознавства, землеробства та агрохімії Львівського національного аграрного університету у 2009–2012 рр. Чергування культур у короткоротаційній польовій плодозмінній сівозміні було таким: пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь ярий — коношина лучна.

Схема досліді передбачала контроль, мінеральну, орґанічну та орґано-мінеральну системи удобрення з різним насиченням орґанічними добривами (таблиця): без добрив (контроль); мінеральна система удобрення  $N_{390}P_{210}K_{430}$  (сума NPK — 1030); орґано-мінеральна система удобрення  $N_{390}P_{207}K_{430}$ , з них  $N_{270}P_{150}K_{263}$  внесено з мінеральними добривами (сума NPK — 1030, насиченість сівозміни орґанічними добривами — 6,25 т/га сівозмінної площі); орґано-мінеральна система удобрення  $N_{390}P_{210}K_{430}$  (сума NPK — 1030),

з них унесено з мінеральними добривами  $N_{100}P_{170}K_{173}$ , насиченість сівозміни орґанічними добривами — 12,5 т/га; орґано-мінеральна система удобрення  $N_{390}P_{210}K_{430}$  (сума NPK — 1030), з них унесено з мінеральними добривами  $N_{50}P_{85}K_{113}$ , ступінь насичення орґанічними добривами — 15 т/га сівозмінної площі; орґанічна система удобрення  $N_{390}P_{210}K_{430}$  (сума NPK — 1030), ступінь насичення орґанічними добривами — 17,5 т/га.

Як мінеральні добрива в досліді використовували суперфосфат простий гранульований, калійну сіль, які додавали в основне удобрення. Азотні (аміачну селітру) вносили під передпосівний обробіток і в підживлення. Як орґанічні добрива в основне удобрення під буряки цукрові використовували напівперепрілий соломистий гній великої рогатої худоби, редьку олійну на сидерат і солону пшениці озимої.

Загальна площа дослідних ділянок — 450 м<sup>2</sup>, облікова — 374 м<sup>2</sup>, повторність досліді — 3-разова, розміщення ділянок — систематичне.

Показники вмісту мінеральних сполук фосфатів у ґрунті визначали за методикою Чанга-Джексона в модифікації Гінзбург-Лебедевої. Цей метод розкриває сутність трансформації сполук фосфору в їхній доступності за своєння кореневими системами рослин [4]. З мінеральних сполук фосфору визначали водорозчинні неміцно зв'язані фосфати, алюмофосфати (Al–P), залізофосфати (Fe–P) і кальційфосфати (Ca–P).

**Результати досліджень.** Під час вивчення мінеральних форм фосфору в ґрунті з'ясувалося, що після III ротації польової сівозміни в шарі 0–60 см фракція залізофосфатів переважає над іншими фракціями в контрольному варіанті та варіантах із застосуванням мінеральних добрив і мінеральних разом з орґанічними (таблиця).

Лише у варіантах, де вносили найбільшу кількість орґанічних добрив (понад 15 т/га сівозмінної площі), у ґрунті істотно зростав уміст алюмо- і кальційфосфатів, а знижувався — залізофосфатів.

Унесення мінеральних добрив забезпечило підвищення вмісту фракції неміцно зв'язаних фосфатів у верхньому шарі на 3,2 мг/кг ґрунту, або на 52% порівняно з контролем. За поєданого внесення мінеральних і орґанічних добрив уміст неміцно зв'язаних фосфатів знижувався. Більшою мірою знижувався вміст неміцно зв'язаних фосфатів у нижньому (40–60 см) шарі ґрунту.

Мінеральна система удобрення забезпечувала значне зростання вмісту алюмофосфатів у верхньому (0–20 см) шарі ґрунту до 200 мг/кг, за вмісту на контролі 148 мг/кг ґрунту. Із глибиною цей показник майже не зменшувався, а залишався на рівні 197–199 мг/кг ґрунту.

З огляду на загальні запаси мінерального фосфору частка алюмофосфатів зростала з 34% у шарі ґрунту 0–20 см до 43% у шарі 40–60 см. Органо-мінеральна система удобрення забезпечила певне зниження вмісту алюмофосфатів до 188–190 мг/кг у верхньому шарі і до 142–149 мг/кг — нижньому. На нашу думку, така тенденція зумовлена певним меліоративним ефектом органічних добрив та підвищенням показника рН у цих варіантах.

Цим можна пояснити також зростання вмісту і частки кальційфосфатів у ґрунті. Мінеральна система удобрення сприяла різкому зниженню вмісту кальційфосфатів

у підорному шарі (20–40 см) на 47% порівняно з верхнім шаром. У шарі 40–60 см уміст кальційфосфатів знижувався на 88%, що свідчить про значне підкислення середовища ґрунту.

У верхньому шарі показники вмісту залізофосфатів зросли зі 138 до 177 мг/кг у варіантах із застосуванням органічних добрив, що було нижче, ніж на контролі (185 мг/кг) і у варіанті з мінеральною системою удобрення (259 мг/кг ґрунту).

Загалом результати аналізу розподілу різних фракцій мінерального фосфору показали, що з глибиною вміст фосфатів знижувався. У шарі 40–60 см ці показники практично вирівнювалися, що характерно для контролю і варіантів з унесенням добрив. На удобрених ділянках цей процес був більш вираженим.

Можна стверджувати, що системи удобрення сприяють певній акумуляції фосфорних сполук, насамперед неміцно зв'язаних,

**Уміст фракцій мінерального фосфору в темно-сірому опідзоленому ґрунті під впливом тривалого застосування систем удобрення (2012 р.), мг/кг ґрунту**

Варіант	Глибина, см	Нещільно зв'язані фосфати	Al-P	Fe-P	Ca-P	Співвідношення Al-P/Fe-P
Без добрив (контроль)	0–20	5,4	147,7	185,1	106,7	0,80
	20–40	3,3	130,4	164,9	88,4	0,79
	40–60	1,7	123,8	159,9	75,6	0,77
N <sub>390</sub> P <sub>210</sub> K <sub>430</sub>	0–20	8,6	200,1	259,2	117,2	0,77
	20–40	6,7	199,4	246,2	61,7	0,81
	40–60	3,2	196,6	239,6	13,6	0,82
20 т/га гною +5 т/га соломи + N <sub>270</sub> P <sub>153</sub> K <sub>260</sub>	0–20	8,6	190,7	238,5	138,3	0,80
	20–40	6,5	176,4	212,7	101,3	0,83
	40–60	3,1	149,2	178,0	80,7	0,84
30 т/га гною +15 т/га сидерата + 5 т/га соломи + N <sub>100</sub> P <sub>110</sub> K <sub>173</sub>	0–20	8,5	192,9	216,8	150,8	0,89
	20–40	5,8	186,1	202,8	96,3	0,92
	40–60	2,3	156,4	167,6	71,7	0,93
40 т/га гною +15 т/га сидерата + 5 т/га соломи + N <sub>50</sub> P <sub>85</sub> K <sub>113</sub>	0–20	8,5	189,6	186,3	176,6	1,02
	20–40	4,9	178,4	166,2	136,5	1,07
	40–60	1,8	149,3	136,6	109,4	1,09
50 т/га гною +15 т/га сидерата + 5 т/га соломи + N <sub>25</sub> P <sub>60</sub> K <sub>50</sub>	0–20	8,4	188,3	174,6	177,7	1,08
	20–40	4,2	164,0	149,1	160,7	1,10
	40–60	1,6	142,9	130,5	123,0	1,09
НІР <sub>05</sub>	0–20	1,1	7,9	8,7	5,3	
	20–40	0,8	9,3	8,3	4,7	
	40–60	0,4	6,6	6,3	2,4	

у верхньому шарі (0–20 см) темно-сірого опідзоленого ґрунту.

Співвідношення алюмофосфатів до фракції залізофосфатів у ґрунті відображає певною мірою ступінь його окультуреності. Оскільки в рівноважній системі міцно зв'язані сполуки (залізофосфати) переважають менш міцно зв'язані (алюмофосфати), збільшення частки алюмофосфатів свідчить про вищу доступність мінеральних сполук фосфору кореневим системам рослин. У контрольному варіанті це співвідношення становило 0,77–0,80 і зменшувалося з глибиною, що опосередковано також свідчить про погіршення агрохімічних властивостей ґрунту. Мінеральна система забезпечувала

певне зростання цього показника з глибиною до 0,77–0,82. Зважаючи на невисокі показники та погіршення агрохімічних властивостей у цьому варіанті з глибиною, можна стверджувати, що це відбувається через міграцію неміцно зв'язаних алюмосилікатів у підорний шар.

Збільшення норми внесення органічних добрив за органо-мінеральної системи удобрення сприяло збільшенню частки неміцно зв'язаних алюмофосфатів порівняно із залізофосфатами, що позначилося на зростанні їхнього співвідношення до 1,0–1,1 у варіантах із найбільшим насиченням органічними добривами (понад 15 т/га).

## Висновки

*Органо-мінеральна система удобрення в короткочасній польовій плодозмінній сівозміні з насиченням 15 т/га органічними добривами позитивно впливає на фракційний склад мінеральних сполук фосфору, забезпечує зниження частки*

*алюмофосфатів і залізофосфатів порівняно з мінеральною системою та сприяє підвищенню частки кальційфосфатів — близького резерву доступних сполук фосфору до глибини 60 см у профілі темно-сірого опідзоленого ґрунту.*

## Бібліографія

1. Бебець М.А. Про домінуючі фосфати твердих фаз ґрунту/М.А. Бебець, І.І. Назаренко, Б.П. Том'юк//Ґрунтознавство. — 2006. — № 3–4. — Т. 7. — С. 15–20.
2. Габриель А.Й. Фракційний склад фосфатів ясно-сірого лісового ґрунту за різних систем його використання/А.Й. Габриель, Д.М. Оліфір, І.І. Петрунів//Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. — 2006. — Вип. 48. — С. 38–41.
3. Гамалей В.І. Зміна фосфатного режиму темно-сірого опідзоленого ґрунту під впливом систем удобрення/В.І. Гамалей, С. Г. Корсун, Д.В. Літвінов//Зб. наук. пр. ІЗ УААН. — К., 2002. — Вип. 1. — С. 40–44.
4. Дегодюк Е.Г. Вплив тривалого застосування добрив на фосфатний режим сірого лісового ґрунту/Е.Г. Дегодюк, О.А. Літвінова, А.В. Кириченко//Збалансоване природокористування. — 2014. — № 1. — С. 28–32.
5. Изучение фосфорных удобрений и фосфатного состояния почв/В.И. Титова, Л.Д. Варламова, Е.В. Дабахова [и др.]//Агрохимический вестн. — 2011. — № 2. — С. 3–6.

6. Карасюк І.М. Система удобрення і доступність фосфатів ґрунту рослинам/І.М. Карасюк//Агрохімія та ґрунтознавство: міжвід. темат. наук. зб. — Спец. вип.: Ґрунтознавство та агрохімія на шляху до сталого розвитку України. — Х., 2002. — Кн. 3. — С. 215–216.
7. Носко Б.С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив/Б.С. Носко. — К.: Урожай, 1990. — 224 с.
8. Проблема оптимізації фосфорного живлення сільськогосподарських культур та шляхи її вирішення/Б.С. Носко, В.В. Медведєв, А.О. Христенко [та ін.]//Фосфор в землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації: зб. міжнар. наук.-практ. конф. — Чернівці, 2004. — С. 107–113.
9. Сеньків Г. Фосфатний режим ясно-сірого лісового ґрунту при довготривалому застосуванні добрив і вапна/Г. Сеньків, М. Костюк//Вісн. Львів. ДАУ: агрономія. — 2001. — № 5. — С. 449–453.
10. Xiao J.Y. Regulation of phosphate starvation responses in higher plants/J.Y. Xiao, P.M. Finnegan//Annals of Botany. — 2010. — V. 105 (4). — P. 513–526.

Надійшла 4.08.2014.