

УДК 631.5:633.1.31/37:574

С.Г. Корсун, доктор сільськогосподарських наук

Г.В. Давидюк, кандидат сільськогосподарських наук

М.О. Панасюк

ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»

## ВПЛИВ АГРОХІМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА МІГРАЦІЮ РУХОМОГО ФОСФОРУ У ПРОФІЛІ ТЕМНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ

*Метою дослідження було дослідити спрямування міграційних процесів рухомого фосфору у профілі темно-сірого опідзоленого ґрунту за тривалого систематичного внесення різних доз органічних і мінеральних добрив. Методи. Лабораторний, математико-статистичний. Результати. Наведені результати досліджень із вивчення спрямування міграційних процесів рухомого фосфору у профілі темно-сірого опідзоленого ґрунту під впливом агрохімічного навантаження. Встановлено, що на темно-сірому опідзоленому ґрунті правобережного Лісостепу внесення мінеральних фосфатів у дозі  $P_{74}$  по фоні  $N_{75}K_{83}$  і органічних добрив є достатнім для розширеного відтворення природного рівня фактору ємності фосфатів за одночасного запобігання міграції сполук фосфору у нижні горизонти ґрунту.*

**Ключові слова:** фосфор, фактор ємності фосфатів, міграційні процеси рухомого фосфору, агроекологічний моніторинг, мінеральні та органічні добрива.

В Україні площа ріллі з низьким і середнім умістом рухомого фосфору сягає 57 % загальної площі [1]. Це обумовлено скороченням виробництва і внесення мінеральних фосфорних добрив, безповоротними втратами з виносом рослинами фосфору, що в основному накопичується у насінні і плодах, невисокою природною забезпеченістю більшості ґрунтів рухомими сполуками фосфору. Погіршення режиму фосфорного живлення рослин призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур [2]. Основним джерелом поповнення ґрунтового розчину рухомими формами фосфору є валові його запаси, які зосереджені в материнській породі та в фосфоровмісних органічних сполуках ґрунту [3, 4]. Суттєву роль відіграють і водорозчинні сполуки фосфору, що надходять у ґрунт із мінеральними добривами. Забезпечення ґрунту фосфором у даний час може здійснюватись в основному за рахунок внесення фосфорних добрив [5, 6].

Основна кількість валового фосфору міститься у верхньому (0–25 см) шарі ґрунту і завжди більша, ніж у нижче розташованих горизонтах і материнській породі [5]. У вертикальній міграції фосфору в ґрунті значну роль відіграють сільськогосподарські рослини, коріння яких спочатку мобілізує і перетворює мінеральні фосфати в органічні, а потім, мінералізуючись, поповнює запаси мінеральних фосфатів. Також, тривале і систематичне застосування мінеральних та органічних добрив, пріорювання побічної продукції рослинництва змінюють концентрацію іонів та реакцію ґрунтового розчину, що може спричинити перерозподіл вже існуючого фосфорного запасу різних шарів ґрунту в бік підвищення вмісту його рухомих форм [7, 8]. Для запобігання міграції сполук фосфору у нижні горизонти ґрунту актуальним є визначення оптимального агрохімічного навантаження на темно-

сірий опідзолений ґрунт в умовах північної частини Правобережного Лісостепу України.

**Мета досліджень.** Метою наших досліджень було дослідити спрямування міграційних процесів рухомого фосфору у профілі темно-сірого опідзоленого ґрунту за тривалого систематичного внесення різних доз органічних і мінеральних добрив.

**Умови і методика досліджень.** Дослідження проводили у стаціонарному досліді відділу адаптивних інтенсивних технологій зернових колосових культур і кукурудзи ННЦ «Інститут землеробства НААН» (Київська область, смт. Чабани), який був закладений у 1987 р. і зазнав декілька реконструкцій. Сівозміна зернопросапна. Спостереження вели у варіантах найменше змінених реконструкціями: 12 – без добрив (контроль), 2 – подвійна доза мінеральних добрив ( $N_{75}P_{74}K_{83}$ ), 5 – потрійна доза мінеральних добрив ( $N_{113}P_{111}K_{125}$ ), 6 – одноразове внесення фосфорних добрив «у запас» (4700 кг/га  $P_2O_5$ ) для досягнення фактору ємності фосфатів на рівні 400 мг  $P_2O_5$  на 1 кг ґрунту та щорічне застосування подвійної дози мінеральних добрив ( $N_{75}P_{74}K_{83}$ ). Мінеральні добрива на варіантах 2, 5, та 6 вносили по фоні гною (10 т/га), який у 2001 р. замінили на пріорювання побічної продукції рослинництва. Залежно від агрохімічного навантаження варіантів досліді темно-сірий опідзолений ґрунт характеризується підвищеним та дуже високим рівнем забезпеченості рухомими фосфатами, середнім та дуже високим – обмінного калію, низькою забезпеченістю гумусом та гідролізованим азотом, слабокислою реакцією ґрунтового середовища. Зважаючи на те, що потужність ґрунтового профілю в межах моніторингової ділянки складала 116 см, вважали за достатнє обмежити масштаби досліджень

глибиною 100 см. Проби темно-сірого опідзоленого грубопилуватого легкосуглинкового ґрунту у шарі 0–100 см були відібрані через кожні 20 см при закладанні досліду у 1987 р. і у 2010 р. та зберігаються у скляних посудинах. Вміст рухомого фосфору у ґрунті різних строків відбору визначали одночасно за методом Чирикова [9] у 2013 р. Математико-статистичний аналіз даних виконували за Б. О. Доспеховим [10] з використанням комп'ютерних програм Microsoft Office Excel 2003, Statistica 5.0.

**Результати досліджень.** У варіантах досліду

найбільші запаси рухомих фосфатів відмічено в орному та підорному шарах ґрунту. Їх кількість узгоджувалась з насиченістю сівозміни мінеральними добривами (рис. 1) і якщо при закладанні досліду варіювання кількості фосфатів у метровому шарі було від 17,5 (середній рівень варіювання) до 30,2 % (значне варіювання), то в наступний період воно досягло високого рівня. Тобто після тривалого внесення добрив коефіцієнт варіації (V) становив від 18,1 (середній рівень варіювання) до 61,1 % (високий рівень варіювання).

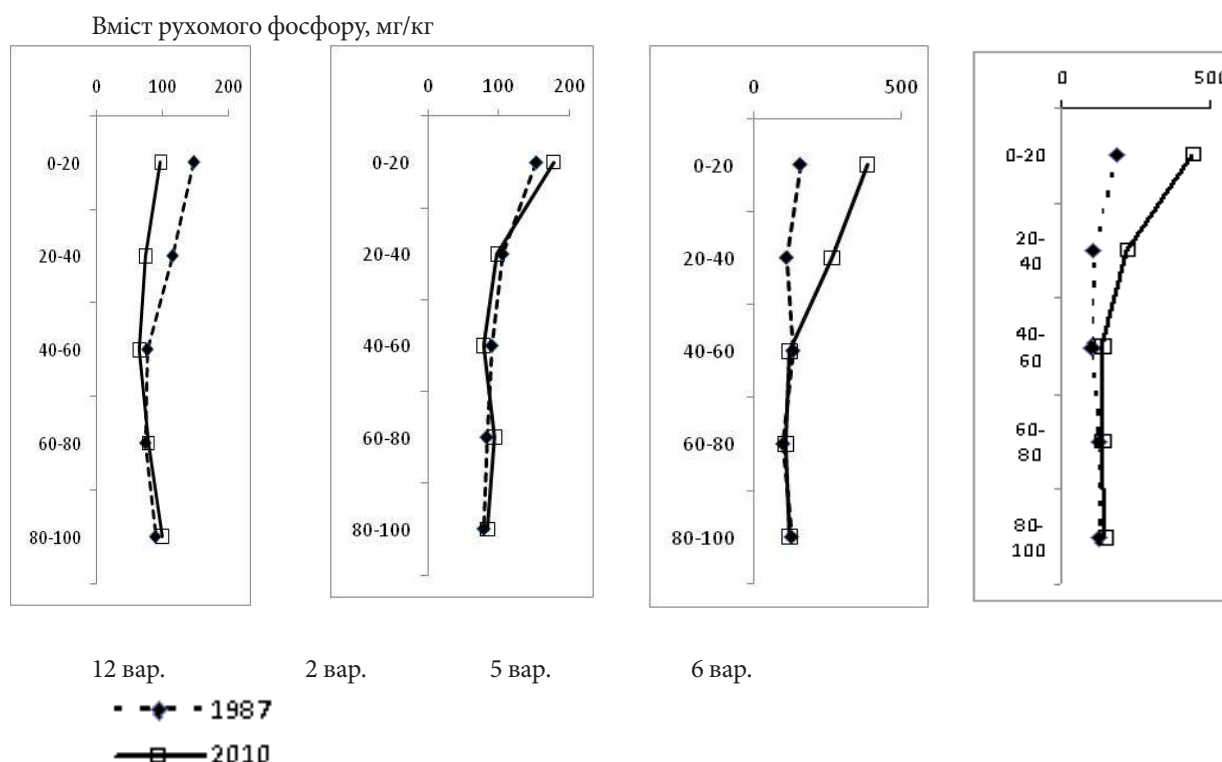


Рис. 1.

**Розподіл  $P_2O_5$  в метровому шарі темно-сірого опідзоленого ґрунту залежно від агрохімічного навантаження: варіанти удобрення: 12 – без добрив (контроль); варіанти удобрення по фоні пріорювання побічної продукції рослинництва: 2 –  $N_{75}P_{74}K_{83}$ ; 5 –  $N_{113}P_{111}K_{125}$ ; 6 – фосфор та калій внесені у запас +  $N_{75}P_{74}K_{83}$ .**

У варіанті 12 без внесення добрив (контроль) за роки досліджень виявлено чітке зниження вмісту рухомих фосфатів у верхньому шарі ґрунту до 60 см. Із глибини 60–80 см фактор ємності змін не зазнав.

Тривале застосування протягом 23 років потрійної дози мінеральних фосфатів – 111 кг  $P_2O_5$  на фоні азотних, калійних та органічних добрив (вар. 5) сприяло зростанню в орному шарі ґрунту запасу доступного рослинам рухомого фосфору із 158 до 383 мг/кг ґрунту. За такої дози відмічено активізацію міграційних процесів сполук рухомого фосфору у шарі ґрунту 20–40 см із збільшенням вмісту рухомого фосфору від 112 до 265 мг/кг ґрунту. У нижчих шарах ґрунту істотних змін цього показника не відбулося. Якщо у 1987 р. варіювання фактору ємності за профілем складало

17,5 %, то у 2010 р. 60,8 %.

Одноразове внесення фосфорних добрив “у запас” (4700 кг/га  $P_2O_5$ ) з наступним систематичним застосуванням подвійної дози мінеральних добрив по фоні органічних (вар. 6) дозволило не лише створити, а й стабільно підтримувати рівень рухомих фосфатів у орному шарі ґрунту на дуже високому рівні – 438 мг  $P_2O_5$  на 1 кг ґрунту, але спричинило міграцію фосфатів з орного до підорного шару – 219 мг  $P_2O_5$  на 1 кг ґрунту, що на 110 мг більше ніж у 1987 р. У нижніх шарах ґрунту до 100 см також спостерігали тенденцію до накопичення рухомих фосфатів.

Внесення подвійної дози мінеральних добрив ( $N_{75}P_{74}K_{83}$ ) (вар. 2) гарантує підтримання стабільно високого рівня вмісту рухомих фосфатів у орному шарі

темно-сірого опідзоленого ґрунту. Фактор ємності фосфатів складав 178 мг  $P_2O_5$  на 1 кг ґрунту, забезпечуючи оптимальні умови для фосфорного живлення рослин без втрат фосфатів, спричинених радіальною міграцією у ґрунтовому профілі.

Отже, на темно-сірому опідзоленому ґрунті правобережного Лісостепу внесення мінеральних фосфатів у дозі  $P_{74}$  по фоні  $N_{75}K_{83}$  і органічних добрив є достатнім для розширеного відтворення природного рівня фактору ємності фосфатів за одночасного запобігання міграції сполук фосфору у нижні горизонти ґрунту.

### Література

1. Металіди В. С. Сировинна база фосфатів України / В. С. Металіди, І. В. Щепель // *Мінеральні ресурси України*. – 1999. – № 2. – С. 267–269.
2. Медведєв В. В. Проблема фосфору в Україні та шляхи її розв'язання / В. В. Медведєв // *Вісник аграрної науки*. – 2000. – № 7. – С. 82–84.
3. Маккелви В. Е. Фосфор в окружающей среде / В. Е. Маккелви / [Под ред. Э. Гриффита и др.] – Москва : Мир, 1977. – С. 24–37.
4. Носко Б. С. Фосфорити як джерело живлення сільськогосподарських культур / Б. С. Носко, А. О. Христенко, В. І. Бабинін // *Використання нетрадиційних сировинних ресурсів у сільському господарстві: Зб. наукових статей і доповідей*. – Луцьк : Надстир'я, 1997. – С. 18–20.
5. Крамарьов О. С. Зміна вмісту рухомого фосфору в генетичних горизонтах чорнозему звичайного на ріллі відносно цілини в умовах північного Степу України / [О. С. Крамарьов, П. В. Писаренко, А. О. Христенко та ін.] // *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. – 2014. – № 2. – С. 7–22.
6. Стахів М. П. Фосфорне живлення рослин та методичні аспекти визначення рухомих сполук фосфору в ґрунті / М. П. Стахів // *Ґрунтознавство*. – 2010. – Т. 11, – № 3–4. – С. 88–95.
7. Гамалей В. І. Зміна фосфатного режиму темно-сірого опідзоленого ґрунту під впливом удобрення / В. І. Гамалей, С. Г. Корсун, Д. В. Літвінов // *Збірник наукових праць ІЗ УААН*. – Київ. – 2002. – Вип. 1. – С. 40–44.
8. Корсун С. Г. Вплив систем удобрення на ємність фосфатів темно-сірого опідзоленого ґрунту / С. Г. Корсун, Г. В. Давидюк, В. М. Юла, М. О. Панасюк // *Міжвідомчий тематичний науковий збірник “Землеробство”*. – Київ: ВП “Едельвейс”, 2016. – Вип. 1 (90). – С. 49–52.
9. ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чурикова.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агрпромиздат, 1985. – 351 с.

### References

1. Metalidi V. S. & Shchepel I. V. (1999). *Syrovynna baza fosfativ Ukrayiny [The raw material base of phosphates in Ukraine]*. *Mineralni resursy Ukrayiny*, 2, 267–269. (in Ukrainian).
2. Medvedyev V. V. (2000). *Problema fosforu v Ukrayini ta shlyakhy yiyi rozvyazannya [The problem of phosphorus in Ukraine and the ways of its solution]*. *Visnyk ahrarnoyi nauky*, 7, 82–84. (in Ukrainian).
3. Makkely V. E. (1977). *Fosfor v okruzhayushchey srede [Phosphorus in the environment]*. Moskva : Myr, , 24–37. (in Russian).
4. Nosko B. S., Khrystenko A. O. & Babynin V. I. (1997). *Fosforyty yak dzherelo zhyvlennya silskohospodarskykh kultur [Phosphorus as a source of food crops]*. *Vykorystannya netradytsiynykh syrovynnykh resursiv u silskomu hospodarstvi, Zb. naukovykh statey i dopovidey*. Lutsk : Nadstyrya, 18–20. (in Ukrainian).
5. Kramarov O. S., Pysarenko P. V., Khrystenko A. O. & in. (2014). *Zmina vmistu rukhomoho fosforu v henetychnykh horyzontakh chornozemu zvychnyoho na rilli vidnosno tsilyny v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrayiny [Change in the content of mobile phosphorus in the genetic horizons of common black soil on arable land in relation to virgin soil in conditions of the northern steppe of Ukraine]*. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi*, 2, 7–22. (in Ukrainian).
6. Stakhiv M. P. (2010). *Fosforne zhyvlennya roslin ta metodychni aspekty vyznachennya rukhomyykh spoluk fosforu v ґrunti [Phosphate nutrition of plants and methodical aspects of determination of mobile phosphorus compounds in soil]*. *Gruntoznavstvo*, T. 11, 3–4, 88–95. (in Ukrainian).
7. Hamalyey V. I., Korsun S. H. & Litvinov D. V. (2002). *Zmina fosfatnoho rezhymu temno-siroho opidzolenoho ґruntu pid vplyvom udobrennya [Changing the phosphate regime of dark gray podzolized soil under the influence of fertilization]*. *Zbirnyk naukovykh prats IZ UAAH*. Kyiv, 1, 40–44. (in Ukrainian).
8. Korsun S. H., Davydyuk H. V., Yula V. M. & Panasyuk M. O. (2016). *Vplyv system udobrennya na yemnist fosfativ temno-siroho opidzolenoho ґruntu [The effect of fertilization systems on the capacity of phosphates dark gray podzolized soil]*. *Mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk “Zemlerobstvo”*. Kyiv: VP “Edelveys”, 1 (90), 49–52. (in Ukrainian).
9. DSTU 4115-2002 *Grundy. Vyznachennya rukhomyykh spoluk fosforu i kaliyu za modyfikovanyim metodom Chyrykova*. (in Ukrainian).
10. Dosphehov B. A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]*. Moskva: Agropromizdat, 351. (in Russian).

Корсун С. Г., Давидюк А. В., Панасюк Н. А.

**Влияние агрохимической нагрузки на миграцию подвижного фосфора  
в профиле темно-серой оподзоленной почвы**

Целью исследования было изучить направление миграционных процессов подвижного фосфора в профиле темно-серой оподзоленной почвы при продолжительном систематическом внесении разных доз органических и минеральных удобрений. Методы. Лабораторный, математико-статистический. Результаты. Приведены результаты исследований по изучению направления миграционных процессов подвижного фосфора в профиле темно-серой оподзоленной почвы под воздействием агрохимической нагрузки. Установлено, что на темно-серой оподзоленной почве правобережной Лесостепи внесение минеральных фосфатов в дозе  $P_{74}$  по фону  $N_{75}K_{83}$  и органических удобрений является достаточным для расширенного воспроизведения фактора емкости фосфатов при одновременном предотвращении миграции соединений фосфора в нижние горизонты почвы.

**Ключевые слова:** фосфор, фактор емкости фосфатов, миграционные процессы подвижного фосфора, агроэкологический мониторинг, минеральные и органические удобрения.

Korsun S.G., Davydiuk A.V., Panasiuk M.O.

**The effect of agrochemical loading on the migration mobile phosphates in profile dark gray podzolized soil**

The purpose of the study was to investigate the direction of migration processes of mobile phosphorus in the dark gray profile of podzolized soil for the long systematic application of various doses of organic and mineral fertilizers. Methods. Laboratory and mathematical-statistical. Results. The results of researches on studying migration processes of mobile phosphorus in the profile of dark gray podzolized soil under the influence of agrochemical loading are given. It was established that the application of mineral phosphates in the dose  $P_{74}$  on the fone of  $N_{75}K_{83}$  and organic fertilizers on the dark gray podzolized soils of the right bank of the Forest steppe is sufficient for the expanded reproduction of the natural level of factor the capacity phosphates for preventing the migration of phosphorus compounds in the lower horizons of the soil.

**Key words:** phosphorus, phosphate capacity factor, migratory processes of mobile phosphorus, agroecological monitoring, mineral and organic fertilizers.

**Рецензенти:**

Літвінова О.А. – к.с.-г.н.

Палапа Н.В. – д.с.-г.н.

Стаття надійшла до редакції 01.08.2017 р.