

2. Молотков И.В., Касьяненко В.А. Фиторемедиация / Нефть. Газ. Промышленность. 2005. № 1 (13). С. 4–6.
3. Максимюк М.Р., Міцкевич Д.І., Міцкевич А.І. Нафтове забруднення поверхневих вод та шляхи подолання його наслідків / Наукові праці. Техногенна безпека. 2014. Т. 233. Вип. 221. С. 37–40.
4. Гринчишин Н.М., Бабаджанова О.Ф. Реабілітація ґрунтів, забруднених аварійними виливами нафтопродуктів / Науковий вісник НЛТУ. 2012. Вип. 22.7. С. 43–49.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-047-6-17>

## **ФОСФОРНО-КАЛЬЦІЄВА ПРОБЛЕМА УКРАЇНСЬКИХ ҐРУНТІВ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ**

**Гуменюк Г. Б.**

*кандидат біологічних наук,  
доцент кафедри загальної біології  
та методики навчання природничих дисциплін  
Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка  
м. Тернопіль, Україна*

**Волошин О. С.**

*кандидат біологічних наук,  
доцент кафедри загальної біології  
та методики навчання природничих дисциплін  
Тернопільський національний педагогічний університет і  
мені Володимира Гнатюка  
м. Тернопіль, Україна*

**Зінковська Н. Г.**

*кандидат біологічних наук,  
доцент кафедри біології, екології та методики їх навчання  
Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія  
імені Тараса Шевченка  
м. Кременець, Тернопільська область, Україна*

В степовій та лісостеповій зоні України, особливо в посушливі роки, першим за важливістю елементом мінерального живлення

рослин, який у більшості випадків лімітує їх ріст та розвиток, є фосфор. Справа в тому, що від рівня його засвоєння залежить проходження визначально важливих фаз розвитку рослин та формування продуктивності їх агроценозів [5, с. 1]. Адже від рівня його засвоєння та метаболізму залежать визначально важливі етапи онтогенезу рослин та формування продуктивності агроценозів майже всіх зернових культур. Було становлено, що майже всі сільськогосподарські культури, лише за виключенням тих їх видів (гречка, люпин, горох та ін.) у яких співвідношення  $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$  більше 1,3 здатні поглинати  $\text{P}_2\text{O}_5$  із  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  розчиняючи фосфати своїми ексудатами або вивільняючи фосфор за рахунок інтенсивного поглинання з ґрунтового розчину катіонів кальцію, а ярі та озимі зернові колосові культури поглинають лише рухома його форми, оскільки вище назване співвідношення значно менше цього показника. Ярі та озимі зернові культури (пшениця, жито, тритикале, ячмінь, кукурудза, соняшник) слабо засвоюють важкорозчинні сполуки фосфору з ґрунту, тому вони добре реагують на внесення легкорозчинних форм фосфорних добрив, оскільки енергійно вбирають фосфор і менше кальцій. За таких умов наявний надлишок катіонів кальцію хімічно зв'язує рухомий фосфор в слабкорозчинні фосфати. Тому в умовах Степу та Лісостепу в ґрунтах серед елементів живлення рослин, що знаходяться в дефіциті, на першому місці стоїть фосфор, а потім вже азот, цинк та інші елементи [3, с. 2–3].

У прирості врожаю зернових культур частка дії фосфорних добрив висока і складає 30-60 %, азотних значно менше 15-40 % і для калійних становить лише 0-20 %. Серед всіх форм фосфору найбільший вплив на врожай сільськогосподарських культур має рухома форма фосфатів. Безумовно, особливо важлива роль рухомих форм фосфору проявляється на початку росту та розвитку рослин і особливо сильно відчувається на стадії проростків, тому його обов'язково вносять у ґрунт завчасно. Тут доречним буде відмітити, що в Україні площа ріллі з низьким і середнім вмістом рухомого фосфору досягає 17812 га, або 57 % загальної площі. Саме через низьку забезпеченість ґрунтів доступним для рослин фосфором окупність фосфорних добрив досить висока – у середньому 1 кг  $\text{P}_2\text{O}_5$  забезпечує приріст 4-5 кг зерна. У найближчі роки в Україні внаслідок зниження вмісту фосфору в ґрунті зменшення продуктивності сівозмін сягне 2,2 зернової одиниці.

Мінеральні форми фосфору в ґрунті представлені солями ортофосфорної кислоти, в яких фосфатний аніон хімічно зв'язаний з катіонами  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  значна частина яких знаходиться

в поглинутому стані на поверхні ґрунтових колоїдів. Характерною особливістю фосфатних ґрунтових сполук є низька їх розчинність і слабка дисоціація на йони. Фосфатні йони добре фіксуються твердою фазою ґрунту і їх міграція в чорноземах звичайних дуже обмежена.

Не дивлячись на те, що кальцій за висловом академіка О.Н. Соколовського: «*кальцій – страж родючості*», його карбонатна сіль сприяє зниженню ступеня рухомості фосфору [4, с.252]. Це перш за все пов'язано з тим, що розчинність фосфатів кальцію –  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , утворених при взаємодії аніонів ортофосфорної кислоти з катіонами кальцію, дуже низька і становить всього лише 0,33 мг  $\text{P}_2\text{O}_5$  в 1 л. Тому в даному випадку карбонізація ґрунту є головною причиною зниження доступності фосфору за рахунок утворення слабозрчинних сполук фосфатів кальцію і до того ж вона ще й сприяє зростанню величини рН в еродованих ґрунтах. На вміст в ґрунті рухомих форм фосфору сильно впливають ще й умови зволоження. Так, при висиханні частина дигідро– і гідрофосфат-йонів переходить в фосфати кальцію та магнію і рівновага порушується, а при зволоженні ґрунту, навпаки, відбувається перехід в розчин додаткової кількості фосфат-йонів і рівновага відновлюється. Слід відмітити, що в чорноземах звичайних основна фіксація аніонів фосфору проходить в результаті їх хімічного зв'язування катіонами кальцію, магнію та алюмінію. У зв'язку з цим виникає великий розрив між валовим вмістом фосфору в ґрунті і його доступною кількістю для рослин. Засвоєння рослинами фосфатних аніонів із важкорозчинних сполук проходить лише з ґрунтового розчину, це – основне положення фізіології рослин. Засвоєння рослинами фосфору із важкорозчинних фосфоровмісних сполук проходить поступово й фізіологи пояснюють тим, що кореневі волоски своїми кислими виділеннями (ексудатами) переводять в розчин апатити та фосфорити не в повній мірі. У зв'язку з цим, проблема фосфору в сучасному землеробстві є досить гострою і тому до цього елемента мінерального живлення потрібно відноситись з особливою увагою й турботою і постійно вести пошуки шляхів найбільш раціонального його використання в агроценозах зернових культур. Коренева система більш пристосована до поглинання аніона  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  і децю гірше вона засвоює  $\text{HPO}_4^{2-}$ , тобто, рослини краще засвоюють розчинні в воді дигідрофосфати, ніж гідрофосфати, розчиненні в слабких кислотах, що пов'язано з додатковими витратами енергії. До того ж аніон  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  легше адсорбується коренями, ніж  $\text{HPO}_4^{2-}$ , значення якого зростає при високих показниках рН, оскільки в розчині з рН вище 7,2 цей аніон стає домінуючим іоном. Більшість проведених досліджень показали, що швидкість поглинання фосфору є найвищою в діапазоні рН від 5,0 до 6,6, коли в ґрунтовому розчині переважає аніон  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ .

Парадокс проблеми фосфорного живлення рослин полягає в тому, що валові запаси фосфору в більшості ґрунтів в основному значні, однак на 40 % площ орних земель світу продуктивність зернових культур лімітується нестачею рухомих форм фосфору. Це пояснюється тим, що в складі валових запасів фосфору в метровому шарі ґрунтів домінуюче положення займають слаботорозчинні форми, а вміст рухомих форм, навпаки, незначний і не завжди відповідає потребам рослин.

Дослідження академіка Б. С. Носко [2, с.4] свідчать, що родючість більшості ґрунтів в основному обмежується недостатньою забезпеченістю їх рухомими формами фосфору. Крім того, за даними [2, с. 3], на відміну від інших елементів органічної речовини ґрунту (С, Н, О, N), які надходять у ґрунт переважно із атмосфери, основним первинним джерелом фосфору є ґрунтоутворююча материнська порода, яка не завжди в змозі забезпечити в достатній кількості ґрунтовий розчин рухомими формами фосфору.

Забезпечення ґрунту фосфором може здійснюватись в основному лише за рахунок внесення фосфорних добрив. В більшості ж країн світу, таких як зокрема і в Україні, дози внесення цих добрив невисокі й винесення фосфору з ґрунту отриманими врожаєм сільськогосподарських культур переважає його надходження з туками [1].

#### Література:

1. Балюк С. А., Трускавецький Р. С., Ромащенко М. І. Сучасна парадигма, систематика та проблеми інноваційного розвитку меліорації земель. *Агрохімія і ґрунтознавство. Спецвипуск*. Харків., 2014. (кн. 1). С. 24–38.
2. Носко Б. С. До питання про формування фосфатного фонду ґрунтів. *Агрохімія і ґрунтознавство.*, 2017. – Вип. 86. – С. 87–92. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrohimiigrn\\_2017\\_86\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrohimiigrn_2017_86_15). (дата звернення 10.11.2019).
3. Крамарьов С. Фосфорна проблема українських чорноземів та шляхи її вирішення. *ЧП «ПКФ «Импторгсервис»*. URL: <https://imptorgservis.uaprom.net/a170873-fosforna-problema-ukrayinskih.html> (дата звернення 10.11.2019).
4. Соколовський А. Н. Избранные труды. Почвоведение и агрохимия. К. : Урожай, 1971. 368 с.
5. Як кальцій у ґрунті впливає на ефективність застосування ОЕДФ-мікродобрива. *«Agrotimes»* URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/yak-kalcij-u-grunti-vplyvaye-na-efektyvnist-zastosuvannya-oedf-mikrodobryva/> (дата звернення 10.11.2019).