

ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ ВМІСТУ ФОСФОРУ У ҐРУНТАХ

Мацак Станіслав Вячеславович,

студент

Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка

ORCID ID: 0000-0002-5658-0433

Вакал Юлія Сергіївна,

доктор філософії за спеціальністю 015 Професійна освіта (Комп'ютерні технології), старший викладач,

старший викладач кафедри біології людини, хімії та методики навчання хімії

Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка

ORCID ID: 0000-0002-8722-7683

У статті охарактеризовано біологічну та токсичну роль Фосфору, розглянуто причини виникнення дефіциту Фосфору в ґрунтах на території України. Встановлено, що для функціонування живих організмів, зокрема рослин, нестача Фосфору значно впливає на процеси росту, метаболізму та фотосинтезу тощо. Токсична дія Фосфору виявляється у накопиченні у продуктах сільського господарства, надлишок фосфору в яких негативно впливає для споживачів цієї продукції і може проявитись як у формі харчових отруєнь, так і у формі серйозних захворювань. Розглянуто основні форми існування сполук Фосфору у ґрунтах (рухлива форма, малорухлива та фіксована форми), їх склад та взаємозв'язок між ними, доступність кожної з форм для поглинання та використання рослинами, характеристики ґрунту, що впливають на рухливість сполук Фосфору. Узагальнено наявні методи та методики аналізу вмісту різних форм сполук Фосфору в ґрунтах. Взагалі, для визначення Фосфору зазвичай використовують такі методи аналізу: фотометричний, титриметричний, атомно абсорбційний. Наведені нами методи (метод Кірсанова, метод Мачигіна, метод Чирікова) мають певні відмінності, проте всі базуються на фотоколіориметричному методі. Для визначення валового вмісту Фосфору використовують модифіковану методику за Гінзбург, Шчегловою, Вульфїус При виборі методу та методики аналізу основним чинником є забезпеченість лабораторії необхідними матеріалами та реагентами, доступ до приладів. Встановлено залежність вибору методики аналізу вмісту Фосфору від параметрів ґрунту, що досліджується. Автори дійшли висновку, що під час аналізу вмісту Фосфору в ґрунтах вибір методики має базуватись на типі ґрунту, який досліджується. Пріоритетними для аналізу є рухомі сполуки Фосфору, оскільки вони найбільше використовуються рослинами.

Ключові слова: фосфор, фосфати, рухливий фосфор, фосфати у ґрунті, колориметричний метод.

Macak Stanislav, Vakal Yuliia. Features of the analysis of phosphorus content in soils

The article describes the biological and toxic role of Phosphorus and considers the causes of Phosphorus deficiency in soils in the territory of Ukraine. It has been established that for the functioning of living organisms, in particular plants, the lack of Phosphorus significantly affects the processes of growth, metabolism and photosynthesis, etc. The toxic effect of Phosphorus is manifested in the accumulation of agricultural products. The excess of Phosphorus has a negative effect on the consumers of these products and can manifest itself both in the form of food poisoning and in the form of serious diseases. The main forms of existence of Phosphorus compounds in soils (mobile form, immobile and fixed forms), their composition and the relationship between them, the availability of each of the forms for absorption and use by plants, soil characteristics that affect the mobility of Phosphorus compounds are considered. The existing methods and methods of analysis of the content of various forms of phosphorus compounds in soils are summarized. In general, the following methods of analysis are usually used to determine Phosphorus: photometric, titrimetric, and atomic absorption. The methods presented by us (Kirsanov's method, Machigin's method, and Chirikov's method) have certain differences, but they are all based on the photo-colorimetric method. To determine the gross phosphorus content, a modified method according to Ginzburg, Shcheglova, and Wulfius is used. When choosing a method and method of analysis, the main factor is the provision of the laboratory with the necessary materials and reagents and access to devices. The dependence of the choice of the method of analysis of phosphorus content on the parameters of the soil under study was established. The authors concluded that during the analysis of phosphorus content in soils, the choice of methodology should be based on the type of soil under investigation. Mobile compounds of Phosphorus are prioritized for analysis, as they are the most used by plants.

Key words: Phosphorus, phosphates, mobile Phosphorus, phosphates in soil, colorimetric method.

Дослідження вмісту фосфатів у ґрунтах є доволі актуальним для України. Фосфор є одним з найбільш важливих біогенних елементів і використовується в процесах життєдіяльності більшості живих організмів. Особливу роль він відіграє в житті рослин, оскільки необхідний для росту, розмноження, процесів метаболізму, фотосинтезу. З одного боку, нестача фосфору призводить до порушень росту та розвитку, зниження врожайності рослин. Продіагностувати нестачу

Фосфору можна за зміною забарвлення листків – із зеленого забарвлення на синювато – зелене з бронзовим відтінком, при цьому листочки рослин стають дрібними й вузькими. Фоновий вміст фосфору у ґрунтах зазвичай недостатній, особливо з врахуванням об'ємів агропромислового виробництва в Україні, тому нестачу корегують внесенням добрив, в той же час кількість сировини для їх виробництва також доволі обмежена. З іншого боку, надлишок вмісту фосфору в ґрунтах може викли-

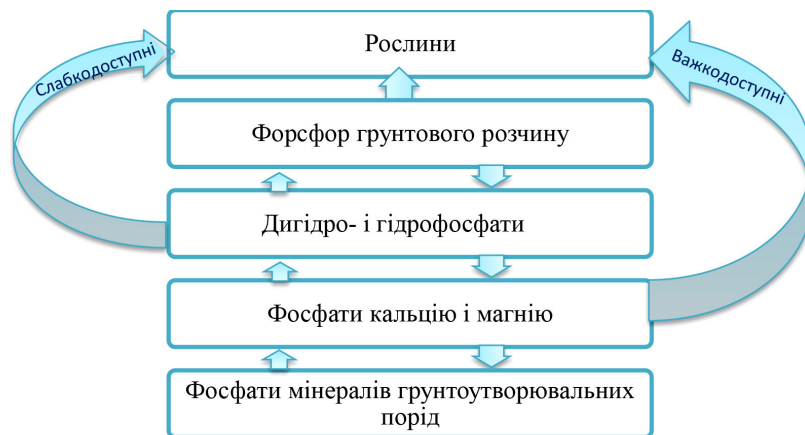


Рис. 1. Сполуки фосфору у ґрунті

кати токсичну дію, накопичують у вирощених на полях сільськогосподарських продуктах, що у подальшому спричинить розвиток різноманітних хвороб та харчових отруєнь у всіх споживачів. Тому необхідно обов'язково здійснювати контроль за вмістом фосфат-іонів в ґрунті, які з нього потрапляють в їжу, а потім в організм людини та тварин. Тож для зменшення впливу дефіциту чи надлишку фосфору на рослини, тварини та людство, слід регулярно проводити моніторинг його вмісту в ґрунтах та шукати шляхи якомога ефективнішого використання добрив [1–3]. Також потрібно контролювати вміст фосфору в ґрунті, оскільки фосфор є одним з елементів, який відповідає за його родючість.

Фосфор у ґрунті знаходиться у складі низки органічних та неорганічних речовин. Вони умовно поділені на три групи за своєю рухливістю [4]:

- 1) рухлива (розчинна) форма: неорганічні розчинні фосфати;
- 2) малорухлива форма: фосфор зв'язаний з алюмінієм, кальцієм, залізом, поступово здатний переходити у розчинну форму.
- 3) фіксована форма: мінерали та органічні речовини фосфору, що дуже повільно мінералізуються.

Форми сполук Фосфору у ґрунті мають різний рівень доступності для поглинання рослинами, при цьому всі форми знаходяться в постійній динамічній рівновазі між собою (рис. 1) [5].

Найбільш важливою з наведених форм є рухлива форма ґрунтового розчину, оскільки саме вона безпосередньо використовується рослинами. Тому в ході аналітичного визначення вмісту фосфатів у ґрунтах в першу чергу визначають рухливу форму, а також загальний (валовий) вміст фосфору.

Для визначення валового вмісту фосфору використовують модифіковану методику за Гінзбург, Щегловою, Вульфюс. Наважку ґрунту обробляють низкою реактивів та випалюють для максимального вилучення

фосфору, після чого визначають його вміст колориметричним аналізом [6].

Для аналізу рухомих форм фосфатів використовують декілька різних методів, залежно від типу ґрунту. Метод Кірсанова – для визначення фосфатів у ґрунтах опідзоленого ряду, розкривних та вміщувальних породах зони Полісся. Метод Мачигіна – для карбонатних ґрунтів. Метод Чирикова – для сірих лісових ґрунтів та некарбонатних чорноземів. Наведені методи мають певні відмінності, проте всі базуються на колориметричному методі [7–9].

Оскільки рухливість фосфатів значною мірою залежить від параметрів ґрунту, при виборі методики для аналізу слід звертати увагу на такі показники: тип ґрунту, вміст мінеральних та органічних речовин, рН, температура, аерація, вологість ґрунту [4].

Взагалі, для визначення Фосфору зазвичай використовують такі методи аналізу: фотометричний, титриметричний, атомно абсорбційний. При виборі методу аналізу основним чинником є забезпеченість лабораторії необхідними матеріалами та реагентами, доступ до приладів.

ГДК для рухливих форм фосфору у перерахунку на P_2O_5 встановлено на рівні 200 мг/кг сухої наважки ґрунту. Це значення зазвичай не перевищується, оскільки на територіях, на яких вносяться добрива, фосфор активно поглинається рослинами. При цьому слід враховувати, що фосфатні добрива можуть містити домішки, а також вноситись у вигляді комплексних добрив. Наприклад, при внесенні комплексних рідких добрив їх ГДК контролюється за вмістом рухомої форми фосфатів у ґрунті [10].

Отже, при виборі методики для визначення вмісту сполук Фосфору у ґрунтах в першу чергу слід орієнтуватись на тип ґрунту, що досліджується. Першочергово потрібно визначати рухому (розчинну) форму сполук Фосфору, оскільки саме вона безпосередньо використовується рослинами.

Література:

1. Крамарьов С.М., Пашова В.Т., Мицик О.О. Вплив антропогенного чинника на вміст рухомих форм фосфору в чорноземах звичайних та фінансовий механізм його підвищення. Сільськогосподарська екологія. Агронімічні науки. Дніпро, 2016. № 2. С. 56–67.

2. Дмитрук Ю.М., Собко В.І. Вміст та перерозподіл фосфору в ґрунтах агроєкосистеми Західного Лісостепу. Агроєкологічний журнал. Чернівці, 2018. № 2. С. 38–43.
3. Нешта А.П. Динаміка вмісту рухомих сполук фосфору в орних ґрунтах Харківської області. Агрохімія і ґрунтознавство. Харків, 2013. № 80. С. 146–150.
4. Prasad Rishi, Chakraborty Debolina. Phosphorus basics: Understanding phosphorus forms and their cycling in the soil. Alabama Coop. Ext. Syst. URL: <https://www.aces.edu/blog/topics/crop-production/understanding-phosphorus-forms-and-their-cycling-in-the-soil/>.
5. Господаренко Г.М. Агрохімія : підручник. Київ, 2013. 406 с.
6. ДСТУ 4290:2004 Якість ґрунту. Методи визначання валового фосфору і валового калію в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського.
7. ДСТУ 4405:2005 Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА.
8. ДСТУ 4114-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна.
9. ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирікова.
10. Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті. *Офіційний вісник України* від 18.08.2020 р., № 64, С. 107.

References:

1. Kramarov S.M., Pashova V.T., Mytsyk O.O., Khoroshun K.O., Kramarov O.S., Lysenko O.I. (2016) Vplyv antropohennoho chynnyka na vmist rukhomykh form fosforu v chornozemakh zvychnykh ta finansovyi mekhanizm yoho pidvyshchennia. [The influence of the anthropogenic factor on the content of mobile forms of phosphorus in ordinary chernozems and the financial mechanism of its increase] *Silskohospodarska ekolohiia. Ahronomichni nauky. Dnipro.* No. 2. S. 56-67. [in Ukrainian]
2. Dmytruk Yu.M., Sobko V.I. (2018) Vmist ta pererозpodil fosforu v ґруntakh ahroekosystemy Zakhidnoho Lisostepu. [The content and redistribution of phosphorus in the soils of the agroecosystem of the Western Forest Steppe]. *Ahroekolohichniy zhurnal. Chernivtsi.* № 2. S. 38-43. [in Ukrainian]
3. Neshta A. P. (2013) Dynamika vmistu rukhomykh spoluk fosforu v ornykh ґруntakh Kharkivskoi oblasti. [Dynamics of the content of mobile phosphorus compounds in arable soils of the Kharkiv region]. *Ahrokhimiia i ґруntoznavstvo.* Kharkiv. № 80. S. 146-150. [in Ukrainian]
4. Prasad Rishi, Chakraborty Debolina. (2019) Phosphorus basics: Understanding phosphorus forms and their cycling in the soil. Alabama Coop. Ext. Syst. URL: <https://www.aces.edu/blog/topics/crop-production/understanding-phosphorus-forms-and-their-cycling-in-the-soil/>
5. Hospodarenko H.M. (2013) *Ahrokhimiia: pidruchnyk. [Agrochemistry: a textbook].* Kyiv. 406 s. [in Ukrainian]
6. DSTU 4290:2004 Yakist hruntu. Metody vyznachannia valovoho fosforu i valovoho kaliu v modyfikatsii NNTs IHA im. O.N. Sokolovskoho. [Soil quality. Methods of determining gross phosphorus and gross potassium in the modification of the NSC IHA named after O.N. Sokolovsky]. [in Ukrainian]
7. DSTU 4405:2005 Yakist ґруntu. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliu za metodom Kirsanova v modyfikatsii NNTs IHA. [Soil quality. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by the Kirsanova method in the modification of the NSC IGA]. [in Ukrainian]
8. DSTU 4114-2002 Grunty. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliu za modyfikovanyim metodom Machyhina. [Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium according to the modified Machigin method]. [in Ukrainian]
9. DSTU 4115-2002 Grunty. Vyznachennia rukhomykh spoluk fosforu i kaliu za modyfikovanyim metodom Chyrykova. [Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium according to the modified Chirikov method]. [in Ukrainian]
10. Hihienichni rehlymenty dopustymoho vmistu khimichnykh rehovyn u ґруnti. [Hygienic regulations on the permissible content of chemical substances in the soil]. *Ofitsiyniy visnyk Ukrainy* vid 18.08.2020 r., № 64, S. 107. [in Ukrainian]