

## Достатнє живлення ґрунту фосфором

доктор Гарріет Ґрубер, Земельне дослідне відомство сільського й рибного господарства, Мекленбург-Передня Померанія, відділ органічного виробництва

Фосфор – це елементарна поживна речовина, яка потрібна рослині у тому числі для енергетичного обміну речовин, формування квітки й плоду. По-перше, фосфор зберігається в ґрунті в неорганічній, здебільшого нерозчинній формі. По-друге, фосфор в ґрунті зв'язано з органічною субстанцією, і він може мінералізуватися та ставати доступним для рослин тільки шляхом мікробного перетворення за допомогою ферментів, у тому числі з коріння рослин, мікроорганізмів, а також за умови достатньої кількості вологи в ґрунті. В органічному землеробстві основними джерелами фосфору виступають вказані природні процеси й внесення органічних добрив у вигляді твердого й рідкого гною. В органічному землеробстві фосфор може також надходити у вигляді мінеральних добрив, як правило, природних фосфатів, розчинність яких є дуже обмеженою та залежить від умов, які склалися в ґрунті.

### Вміст фосфору в ґрунті, ситуація на органічних підприємствах у Мекленбурзі-Передній Померанії

За даними Дослідного інституту сільського господарства з Ростока LUFA (Каре et al. 2015), вміст фосфору в близько 50 % досліджених проб ґрунту з органічних господарств відповідає класам від С до Е. Ці землі органічного виробництва достатньо забезпечені фосфором, проте слід продовжувати спостереження та відбирати проби кожні шість років. Дослідження на виробництві в Ґюльзов показують, що при початковому високому рівні через незначний виніс в органічному землеробстві вміст фосфору змінювався повільно. Ґрунт підживлювався фосфором з твердого гною, але значних обсягів фосфору в мінеральній формі не вносилося. Одночасно можна було побачити, що діапазон коливань між полями й культурами протягом одного року знижувався через постійне скорочення вмісту фосфору, який перевищував середній рівень (Рис. 1).

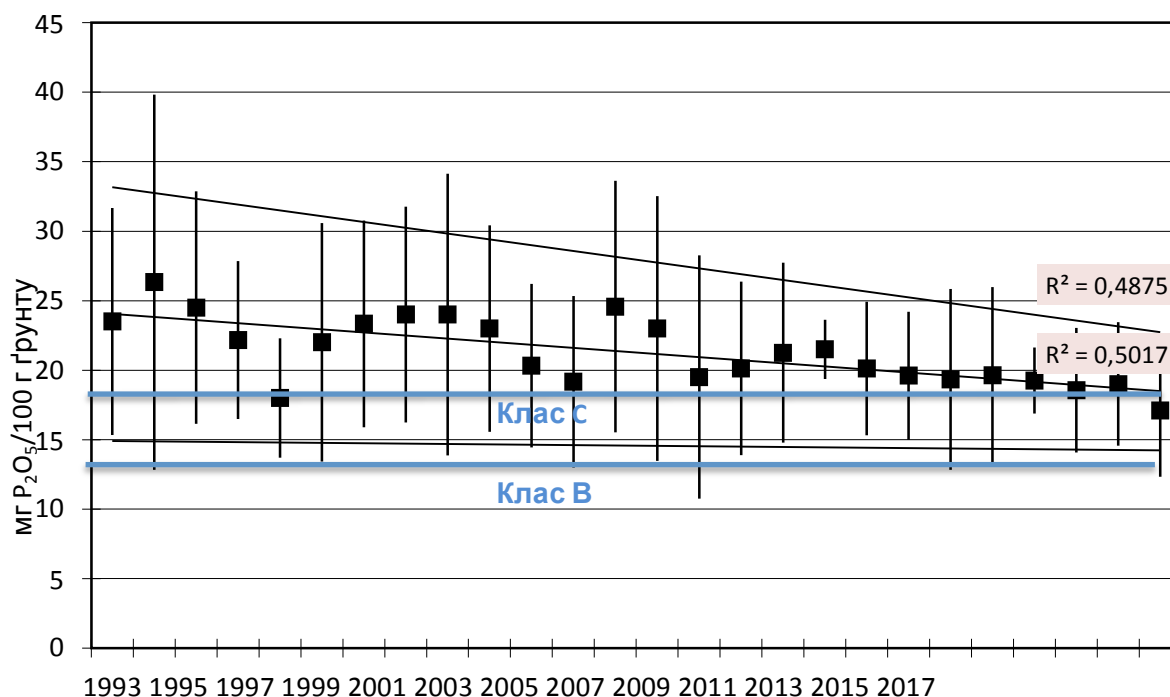


Рис. 1. Середній вміст фосфору в ґрунті (вміст DL) в органічній сівозміні, виробництво в Гюльзов (Gruber u Burmann 2018)

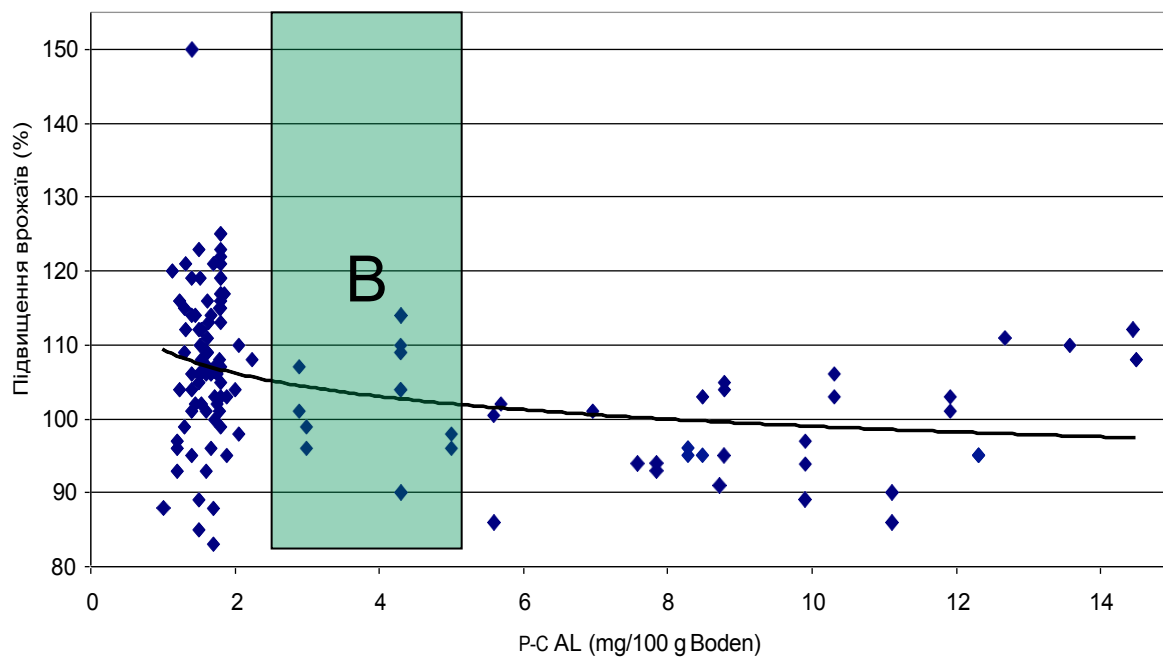
Поля з вмістом фосфору класу В слід обстежувати в коротші строки, щоб мати змогу своєчасно відстежувати динаміку. Якщо вміст фосфору постійно скорочується або взагалі досягає класу А, у більшості випадків живлення є обов'язково необхідним, аби запобігти сильному зниженню врожайів.

### Природні фосфати з низькою розчинністю

Більшість підприємств купують дозволені мінеральні добрива. Попередніх погоджень не вимагається. Документальні докази необхідності внесення добрива подаються разом із протоколом проб ґрунту, який повинен додаватися до сертифікаційних документів. Зараз до списку допоміжних засобів для використання в органічному виробництві Дослідного інституту органічного сільського господарства (FIBL) належать різні продукти, які, як правило, містять природні фосфати у перемеленій і гранульованій формі. Розчинність цих природних фосфатів і, відповідно, їхня здатність до поглинання рослинами є відносно низькими. Крім активності мікробів у ґрунті та вологості ґрунту, ці властивості залежать також від показника рН, адже чим вищим є показник рН, тим меншою є розчинність. Так як лужна дієвість добрив складає до 50 % еквівалента СаО, вони підходять передусім для піщаних ґрунтів з низькими показниками рН. Окрім природних фосфатів, список допоміжних засобів містить також фосфатні добрива з птахівництва. І в цьому випадку розчинність і передача фосфатів у формі, яка може засвоюватися рослинами, також має вирішальне значення для позитивного впливу на врожайність. Важливою передумовою для швидкого перетворення всіх органічних добрив є відповідна вологість ґрунту й неглибоке внесення, що сприяє мікробному перетворенню. Всі типи добрив слід вносити заздалегідь, тому що швидкої дії добрив і підвищення класу вмісту фосфору очікувати не слід.

## Вплив фосфорних добрив на врожайність

Результати польових дослідів у різних федеральних землях виявили підвищення позитивного впливу живлення на врожайність у разі вмісту фосфору в ґрунті нижче 2,5 мг/кг (CAL-метод) (див. Рис. 2). У випадку ґрунтів класу А живлення фосфором може збільшити врожай майже на 25 % (100 % = без внесення добрив). Напроти, ефект живлення ґрунтів із вищим вмістом фосфору був не таким очевидним.



**Рис. 2. Взаємозв'язок між підвищенням урожайності, обумовленим внесенням мінеральних фосфорних добрив, і вмістом розчинних поживних речовин у ґрунті (на основі дослідів в органічному виробництві федеральних земель, Kolbe 2010).**

Досліди з ярим ячменем на землях Гюльзов, де ґрунти мають достатній вміст фосфору (пор. Рис. 1) показали, що при нормі внесення 15 кг P/га і калію для вирівнювання врожайність збільшується значно більше, ніж у разі варіанту, де вносився тільки калій. Проте у більшій кількості випадків додаткові витрати на добрива покрити не вдалося (див. Рис. 3). Підвищення норми внесення природних фосфатів (розчинний природний фосфат гранульований) не надав подальших змін у врожайності (Gruber 2010).

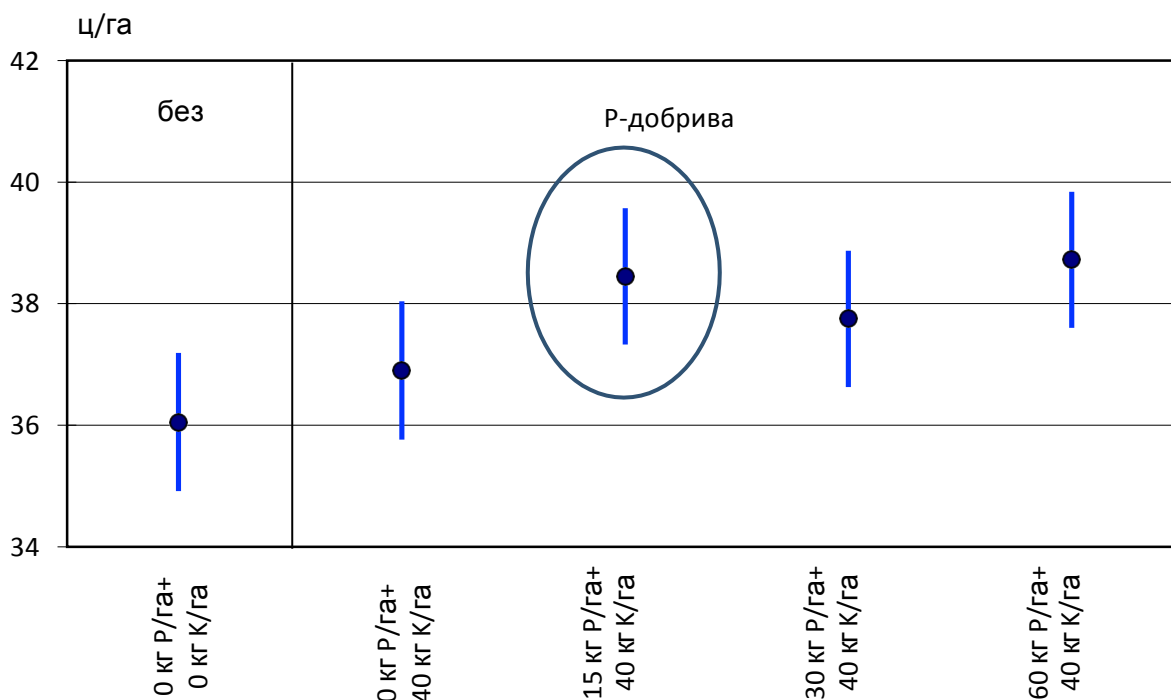


Рис. 3. Урожай зерна (середній показник з інтервалами для попарного порівняння, 90 %) при різному живленні фосфором (органічне поле Гюльзов, 2005-2008)

Озимі зернові реагують на живлення фосфором радше стримано. Дослідження Штеффенса й Ляйгольда (Steffens und Leithold 2011) показують, що при внесенні природних фосфатів під спельту й пшеницю на ґрунтах з дуже низьким вмістом фосфору не викликало помітних відмінностей в урожаї. До подібних висновків приходять також Кольбе (Kolbe 2006) на лесових ґрунтах класів А-В.

### Восени або навесні живлення тільки за потребою

Якщо було прийнято рішення про внесення добрив, тоді у відповідності до чинного Розпорядження про внесення добрив слід провести визначення потреби в живленні на основі показників урожаїв за останні три роки, а також дослідити вміст фосфору в частинах рослин. Якщо помножити показники врожаю на референтні показники вмісту фосфору, розроблені відомством аграрного права й дорадництва (LFB) для продукції органічного землеробства, то можна отримати потребу рослини у фосфорі (див. приклад у Таб. 1). В залежності від вмісту фосфору в ґрунті можливі норми внесення складають від 23 до 69 кг  $P_2O_5$ / га (о. А. 2018). Розпорядження про внесення добрив допускає визначення потреби протягом всієї сівозміни.

З огляду на вимивання, фосфор є значно більш нерухомим, ніж азот. Тому вносити його можна як восени, так і навесні. Завдяки цьому подібні роботи можна перенести на періоди низької господарської активності й сприятливих погодних умов. У разі живлення фосфором перевагу слід надавати бобовим. Для цього підходять поля з новими посівами в серпні. Проте і на старші поля з дорослою конюшиною можна вносити добрива після останнього покосу восени. Переважно вологі умови цього періоду забезпечують добре розчинення. Крім того, бобові завдяки своїм кореневим виділенням можуть краще поглинати природні фосфати, ніж трав'яні культури. Висока частка базових дієвих компонентів забезпечує також середовище, яке добре впливає на більшість бобових. Фосфорні добрива можна вносити й до проміжних культур сівозміни, тому що для цих заходів можна добре використовувати великий

проміжок часу між посівними. Якщо для проміжної культури сівозміни обирається суміш із часткою бобових, треба враховувати не тільки добре перетворення фосфору, а й проблематику з азотом. Фуражні бобові й зернобобові мають велике значення для мобілізації фосфору із органічної субстанції і без внесення добрив. Як показують дослідження (Möller i Müller 2016), вони мають велику ефективність мобілізації фосфору.

Додатково до осіннього живлення фосфор можна вносити і навесні. Особливо добре на цей захід реагує кукурудза, тому що вона має високу потребу у фосфорі внаслідок великої кількості зеленої маси. Якщо є відходи з біогазових установок, то за певних умов загальну потребу можна задовільнити внесенням добрив під посівне ложе. Подібно до озимих зернових, ярі зернові реагують на внесення природних фосфатів доволі стримано. Крім кукурудзи, навесні можна вносити фосфорні добрива до зернобобових, посівів конюшини й люцерни, а також до просапних культур.

Таблиця 1. Визначення потреби у фосфорі на прикладі кукурудзи

Приклад: кукурудза (після зернових) 540 ц 3М/га, середні показники за 3 роки	кг Р/га	Пояснення
Потреба рослини у фосфорі	37,8	Винос фосфору, вся рослина → 0,07 кг Р/ц СМ <sup>1)</sup>
Підвищення/зниження, клас вмісту В <sup>2)</sup>	+ 23	можливо в залежності від вмісту в ґрунті
Потреба у фосфорних добривах в період вегетації	61	можливе внесення
Покриття потреби за рахунок гною ВРХ 30 т/га	36	1,2 Р кг/т СМ <sup>3)</sup>
Покриття потреби відходів біогазових установок 25 м <sup>3</sup>	20	0,8 Р кг/т СМ <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Орієнтовні показники КТВЛ для органічного землеробства, <sup>2)</sup>о. А. 2018, <sup>3)</sup>о. А. 2008

### Рекомендації щодо внесення добрив

- Попри досить добру наявність фосфору на полях органічних підприємств Передньої Померанії-Мекленбургу слід регулярно перевіряти його вміст у ґрунті.
- Якщо показники ґрунту скорочуються нижче класу вмісту В або взагалі потрапляють до класу А, рекомендується проводити живлення дозволеними фосфорними добривами (список допоміжних засобів FIBL).
- На ґрунтах із класом вмісту фосфору А внесення добрив, як правило, має позитивний вплив на врожайність.
- Природні фосфати особливо добре підходять для піщаних ґрунтів завдяки їхньому кращому розчиненню в ґрунтах з низькими показниками рН.
- Перед внесенням добрив слід перевірити стан ґрунту й визначити потребу посівів у фосфорі.
- Фосфор можна вносити як восени, так і навесні. Найкраще реагують такі культури, як фуражні бобові й зернобобові, проміжні культури сівозміни, кукурудза й картопля.
- Через те, що допущені в органічному виробництві фосфорні добрива діють, як правило, дуже повільно, слід планувати їхнє використання заздалегідь.

## Список літератури

Gruber H (2010): Einfluss einer mineralischen Grundnährstoffdüngung mit im ökologischen Landbau zugelassenen Düngemitteln auf Boden- und Pflanzengehalte sowie Ertrag. Abschlussbericht der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Gruber H u B Burmann (2018): Entwicklung der Phosphorgehalte auf dem ökologisch bewirtschafteten Versuchsfeld am Standort Gülzow der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern. unveröffentlicht

Kape H-E Pöplau R u C Nawotke (2015): Entwicklung und Niveau des Bodenreaktionszustandes und der Grundnährstoffversorgung auf dem Ackerland von ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern. In: Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, H 56, S. 45-52

Kolbe H (2010): Phosphor und Kalium im ökologischen Landbau – aktuelle Probleme, Herausforderungen, Düngungsstrategien [http://orgprints.org/19354/1/P\\_K\\_Oeko10.pdf](http://orgprints.org/19354/1/P_K_Oeko10.pdf), abgerufen 17.09.2018

Möller K u T Müller (2016): Vorstellung der wichtigsten Ergebnisse des EU-Projekts IMPROVE-P – Erhöhung der Phosphor-Effizienz im ökologischen Landbau durch Recycling und Steigerung der biologischen P-Mobilisierung im Boden. [http://orgprints.org/30923/1/IMPROVE-P-leaflet-german\\_20161209.pdf](http://orgprints.org/30923/1/IMPROVE-P-leaflet-german_20161209.pdf) abgerufen 24.09.2018

O A (2008): Richtwerte für die Untersuchung und Beratung zur Umsetzung der Düngeverordnung in Mecklenburg-Vorpommern. Broschüre, Hrsg. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Paulshöher Weg 1, 19061 Schwerin

o. A (2018): Hinweise zur Umsetzung der Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 in Mecklenburg-Vorpommern. Broschüre, Hrsg. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Paulshöher Weg 1, 19061 Schwerin

Steffens D u G Leithold (2011): Wie Phosphor im Organischen Landbau zukünftig düngen? Wirkung von Phosphatdüngung und Phosphatform im Organischen Landbau. In: Tagungsband 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Hrsg. Leithold G, Becker K, Brock C, Fischinger S, Spiegel A-K Spory K Wilbois K-P u Williges U. 189-192, Verlag Dr. Köster, Berlin.



*Цей матеріал перекладено українською мовою проектом «Німецько-українська співпраця у галузі органічного сільського господарства».*

*© Всі права захищені*

*Повне чи часткове відтворення чи передача цієї публікації в будь-якій формі чи будь-якими засобами, в тому числі електронними, механічними, шляхом фотокопіювання чи запису чи у будь-який інший спосіб можливе лише за попередньої згоди авторів або видавців.*