

УДК 631.468:631.81

**Ковальчук Н. С.**, начальник відділу планування навчального процесу (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне), **Гаврилюк В. А., к.с.-г.н., старший науковий співробітник** (Поліська дослідна станція Національного наукового центру “Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», м. Луцьк), **Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

### **ВПЛИВ ФЕРМЕНТОВАНОГО ОРГАНІЧНОГО ДОБРИВА НА ВМІСТ ФОСФОРУ РУХОМИХ СПОЛУК В ДЕРНОВО-СЛАБОПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТАХ**

**Висвітлено ефективність впливу ферментованого органічного добрива на вміст фосфору рухомих сполук в дерново-слабопідзолистих піщаних ґрунтах в прямій дії та післядії**

**Ключові слова:** ферментоване органічне добриво, ґрунт, фосфор рухомих сполук.

**Вступ.** Фосфатний режим ґрунту є одним із визначальних показників родючості, оскільки достатнє забезпечення сільськогосподарських культур доступним фосфором, особливо у критичний період сходи-формування вегетативних органів, є невід’ємною умовою отримання високого урожаю доброї якості. Проте застосування лише мінеральних фосфатних добрив часто є недостатнім заходом забезпечення рослин доступними сполуками фосфору, що пов’язано із швидким перебігом різноманітних процесів зв’язування фосфатів у ґрунті за хімічними, фізико-хімічними, біологічними шляхами. Тому збалансовані системи застосування добрив повинні не лише забезпечити необхідну кількість надходження фосфатів до ґрунту, а й підтримання умов їх доступності рослинам впродовж тривалого часу.

Оскільки дерново-підзолисті ґрунти містять іони  $Al^{3+}$  і  $Fe^{3+}$ , які є причиною ретоградації фосфору (переходу водорозчинних сполук фосфору у недоступні для рослин фосфати алюмінію та заліза), то регулювання їхнього фосфатного режиму шляхом підбору найбільш оптимальних систем застосування добрив, видів і форм добрив є досить актуальним завданням. За свідченнями вчених [5-6], застосування органічних добрив є невід’ємною умовою вдалого регулювання фосфатного режиму ґрунтів, оскільки органічні добрива виконують щонайменше три необхідні функції щодо покращення фосфатного режиму ґрунту – сприяють зменшенню хімічного

зв'язування фосфат-іонів ґрунтовими частками (особливо, півтораоксидами), виступаючи адсорбентом, підвищують буферність ґрунту та самі по собі є джерелом поживних речовин для рослин.

Нині застосування ферментованих органічних добрив дозволяє вирішити відразу кілька проблем агропромислового сектору: ефективна та швидка утилізація відходів тваринництва, енергозбереження, ефективна заміна традиційних дефіцитних добрив та забезпечення процесів відтворення родючості ґрунтів. Дана стаття висвітлює вплив ферментованого органічного добрива із робочою назвою «Біотерм-С» на вміст фосфору рухомих сполук у бідних на цей елемент дерново-слабопідзолистих піщаних ґрунтах.

**Аналіз літературних джерел** показав, що дослідженнями впливу ферментованих органічних добрив на поживний режим ґрунтів займалися Гордній М.М., Бикін А.В., Пасічник Н.А., Мовчан М.М. [2], Гаврилук В.Б. [1], Мерленко І.М., Шевчук М.Й., Зінчук М.І. [4], але агрохімічна ефективність новоствореного добрива із робочою назвою «Біотерм-С» щодо регулювання обмінного фосфатного фонду дерново-слабопідзолистих ґрунтів не досліджувалася.

**Методика досліджень.** Польові дослідження проводилися у період 2006-20010 рр. на дерново-слабопідзолистих піщаних ґрунтах польового досліді, розміщеного у Волинській області, Маневицькому районі, на полях Колківського вищого професійного училища. Досліджувані ґрунти мають низьку забезпеченість азотом, фосфором і калієм. Перед закладкою досліді вміст фосфору рухомих сполук (визначеного методом Кірсанова (ДСТУ 4405)) в ґрунтах дослідної ділянки в шарі 0-20 см складав 87 мг/кг ґрунту, у шарі 20-40 см – 79 мг/кг, що відповідає середньому рівню забезпеченості ґрунтів фосфором рухомих сполук. У тих же зразках ґрунту паралельно було визначено вміст фосфору рухомих сполук методом Олсена (ДСТУ ISO 11263), результати якого наступні: шар 0-20 см – 43 мг/кг, шар 20-40 см – 37 мг/кг, що також відповідає середньому рівню забезпеченості ґрунтів фосфором рухомих сполук згідно обґрунтованої вченими шкали [7].

Ферментоване органічне добриво (ФОД) із робочою назвою «Біотерм-С» було виготовлене на основі торфу і курячого посліду (співвідношення торф: послід – 2:1). Вміст основних поживних елементів у ФОД : N – 2,76%; P – 3,23%; K – 1,12%. Вміст фосфору у даному добриві є досить високим задля забезпечення умов відтворення фосфатного режиму ґрунту, враховуючи мінімальний рекомендований вченими вміст P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в органічних добривах не менше 0,3% [6].

Повторність польового досліді – триразова, розміщення варіантів – систематичне. Площа посівної ділянки: 4,6x3,5 = 16,1 м<sup>2</sup>, облікова – 3,6x2,7 = 9,7 м<sup>2</sup>. Ланка сівозміни: картопля (сорт Луговська) – пшениця озима (сорт Поліська 68) – жито озиме (сорт Вересень). Прямий вплив добрив вивчався

на картоплі (2006-2008), післядія 1-го року – на пшениці озимій (2007-2009), післядія 2-го року – на житі озимому (2008-2010). Агротехніка вирощування культур – загальноприйнята для даної зони. Добрива вносились вручну, згідно схеми досліджень (див. рис. 1).

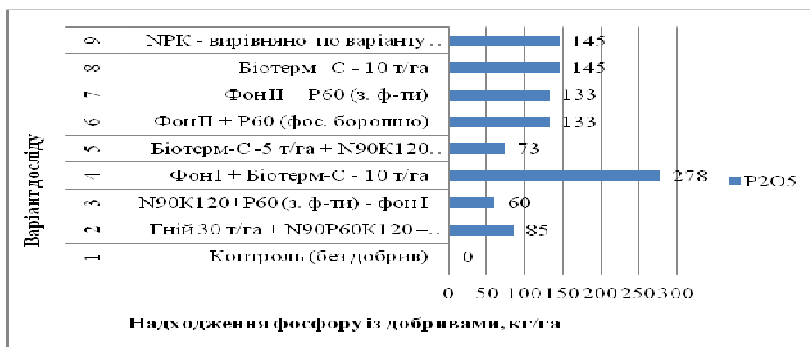


Рис. 1. Схема польового дослідження з вивчення агроекологічної ефективності ферментованого органічного добрива «Біотерм-С»

Схема польового дослідження з вивчення агроекологічної ефективності «Біотерм-С» фактично складається із контролю і двох частин (частина 1 – варіанти 2-5) та частина 2 – варіанти 6-10. Порівняння варіантів першої частини схеми дозволяє встановити ефективність застосування «Біотерм-С» відносно гною підстилкового, визначити найбільш ефективну норму «Біотерм-С» в поєднанні із НРК-удобренням та ефект застосування добрив відносно контролю. Друга частина схеми дослідження (варіанти 6-10) дає можливість: порівняти ефект застосування «Біотерм-С» відносно еквівалентної за надходженням основних елементів живлення мінеральної системи удобрення (варіанти 9 і 10) та встановити кращу форму фосфатного добрива для поєднання із «Біотерм-С» – фосфоритне борошно чи зернисті фосфорити.

**Постановка завдання.** Метою досліджень є вивчення агроекологічних ефектів впливу ферментованого органічного добрива «Біотерм-С» окремо та у поєднанні із мінеральними добривами на вміст фосфору рухомих сполук у дерново-слабопідзолистих ґрунтах на фоні порівняння із традиційним гноєм підстилковим та еквівалентною за надходженням поживних елементів мінеральною системою удобрення.

*Об'єктом досліджень* є процеси формування обмінного фосфатного фонду дерново-слабопідзолистих ґрунтів під впливом ферментованого органічного добрива «Біотерм-С».

*Предметом досліджень* є показники вмісту фосфору рухомих сполук у дерново-слабопідзолистому ґрунті та їх кореляція з іншими показниками

родючості ґрунту.

**Результати досліджень.** Як зазначалося вище, вміст фосфору рухомого (визначений методом Кірсанова) у дерново-слабопідзолистому ґрунті перед закладанням польового досліді відповідав середньому рівню забезпечення ґрунту (87 мг/кг – у шарі 0-20 см та 79 мг/кг у шарі 20-40 см), що свідчить в цілому про задовільний рівень живлення сільськогосподарських культур за рахунок резервів ґрунту. На кінець періоду вегетації картоплі в умовах контролю в шарі 0-40 см вміст  $P_2O_5$ (Кірсанова) зменшився на 6,73%. Впродовж двох років (після вегетації пшениці озимої) зменшення вмісту  $P_2O_5$ (Кірсанова) склало 23,5%, проте на кінець третього року без застосування добрив (кінець вегетації жита озимого) відносні втрати  $P_2O_5$ (Кірсанова) суттєво не збільшилися і становили 24,04% (див. рис. 2).

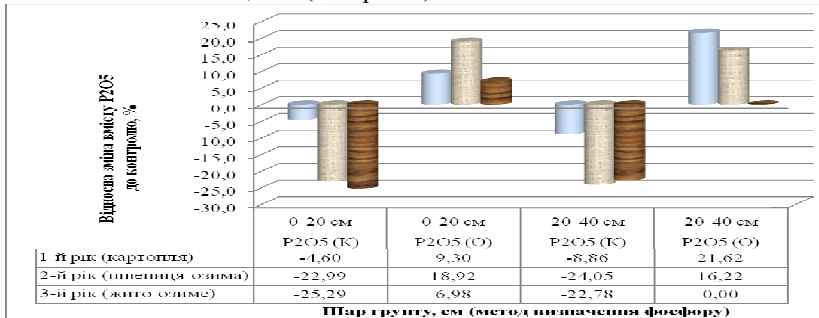


Рис. 2. Динаміка відносної зміни вмісту  $P_2O_5$ (Кірсанова) та  $P_2O_5$ (Олсена) в дерново-слабопідзолистому ґрунті (контроль – без застосування добрив)

Аналіз динаміки відносних змін вмісту фосфору рухомих сполук у орному та підорному шарах ґрунту на контролі за три роки відсутності удобрення (рис. 2) показує найбільшу різницю саме на кінець першого року такого використання ґрунту: зменшення вмісту  $P_2O_5$ (Кірсанова) у підорному шарі було у 1,93 рази більшим відносно орного шару. У наступні 2 роки суттєвої різниці між відносними втратами фосфору рухомих сполук у орному та підорному шарах не відмічено. Такі явища можна пояснити активізацією процесів кореневого підтягування доступного фосфору рослинами картоплі із підорного шару ґрунту в умовах недостатнього надходження фосфатів.

Динаміка відносних змін фосфору рухомих сполук на контролі, визначеного методом Олсена ( $P_2O_5$ (Олсена)), є оберненою до проаналізованої вище динаміки  $P_2O_5$ (Кірсанова). Враховуючи той факт, що рНсол за вказаний період досліджень на контролі зменшується від нейтрального (6,2 од. рНсол у шарі 0-20 см та 6,1 од. рНсол у шарі 20-40 см) в бік підкислення, що з більшою вірогідністю імітує умови кислотної витяжки Кірсанова, можна зробити висновки, що вміст рухомих фосфатів на контролі зменшується у тій законо-

мірності, яка відповідає результатам, отриманих методом Кірсанова. Тому у подальшому огляді результатів досліджень основну увагу акцентуватимемо на результатах вмісту фосфору рухомих сполук, отриманих методом Кірсанова, роблячи поправки лише на окремі суперечливі результати методу Олсена.

Застосування добрив (варіанти 2-10) у рік прямої дії забезпечує збільшення вмісту фосфору рухомих сполук у шарі ґрунту 0-40 см відносно контролю на 16,8%...53,6%, сягаючи при цьому відповідно абсолютних значень 90,5 мг/кг...119 мг/кг. При цьому вміст фосфору на усіх варіантах удобрення (за виключенням варіантів Гній 30 т/га +  $N_{90}P_{60}^*K_{120}$  та Фон I + Біотерм-С - 10 т/га, відповідає ступеню забезпечення «підвищений». Вплив добрив на відносний приріст вмісту  $P_2O_5$ (Кірсанова) у орному шарі до контролю за варіантами досліду суттєво відрізняється від відповідних показників підорного шару. Так, у орному шарі ґрунту спостерігається збільшення вмісту  $P_2O_5$ (Кірсанова) до контролю від 25,3% ( $NP^*K$  – вирівняно по варіанту №9) до 54,2% (Фон I + Біотерм-С - 10 т/га), тоді як у підорному шарі відповідне збільшення сягає від 26,4% (Фон II +  $P_{60}^{**}$ ) до 52,8% (Фон I + Біотерм-С – 10 т/га).

Аналіз впливу окремих варіантів удобрення на показники вмісту  $P_2O_5$ (Кірсанова) показує, що у рік прямого впливу (при безпосередньому удобренні картоплі) в цілому для окультурення шару ґрунту 0-40 см найкращим виявився варіант Біотерм-С – 10 т/га (+53,6%  $P_2O_5$ (Кірсанова) до контролю), а варіант Фон II +  $P_{60}^*$  виявився на 7,8% менш ефективним. Мінімальний ефект окультурення за вмістом  $P_2O_5$ (Кірсанова) у шарі ґрунту 0-40 см (+16,8%  $P_2O_5$ (Кірсанова) до контролю) забезпечив варіант Гній 30 т/га +  $N_{90}P_{60}^*K_{120}$ . Інші досліджувані варіанти удобрення забезпечили зростання вмісту  $P_2O_5$ (Кірсанова) до контролю на рівні 27,7%...41,3%.

Аналіз ефективності збільшення норми Біотерм-С у 2 рази (від 5 т/га до 10 т/га) на фоні  $N_{90}P_{60}^*K_{120}$  показує, що для швидкого забезпечення окультурення ґрунту за вмістом доступних фосфатів такий захід не є ефективним.

Таблиця 1

Вплив ферментованого органічного добрива «Біотерм С» на вміст фосфору рухомих сполук в дерново-слабопідзолистих ґрунтах, мг/кг ґрунту (осереднені дані за період досліджень 2006–2010 рр.)

Варіант дослідю	Шар ґрунту, см	Пряма дія (картопля)			Післядія 1-го року (пшениця озима)			Післядія 2-го року (жито озиме)		
		$P_2O_5$ Кірсан	$P_2O_5$ Олсен	$\frac{P_2O_5}{P_2O_5}$ Кірсан $\frac{P_2O_5}{P_2O_5}$ Олсен	$P_2O_5$ Кірсан	$P_2O_5$ Олсен	$\frac{P_2O_5}{P_2O_5}$ Кірсан $\frac{P_2O_5}{P_2O_5}$ Олсен	$P_2O_5$ Кірсан	$P_2O_5$ Олсен	$\frac{P_2O_5}{P_2O_5}$ Кірсан $\frac{P_2O_5}{P_2O_5}$ Олсен
Контроль (без добрив)	0-20	83,0	47,0	1,77	67,0	44,0	1,52	65,0	46,0	1,41
	20-40	72,0	45,0	1,60	60,0	43,0	1,40	61,0	37,0	1,65
	0-40	77,5	46,0	1,68	63,5	43,5	1,46	63,0	41,5	1,53
Фон I + $N_{90}P_{60}K_{120}$ (г. к.)	0-20	109,0	53,0	2,06	81,0	48,0	1,69	70,0	48,0	1,46
	20-40	99,0	48,0	2,06	70,0	45,0	1,56	68,0	45,0	1,51
	0-40	104,0	50,5	2,06	75,5	46,5	1,62	69,0	46,5	1,48
$N_{90}P_{60}K_{120}$ – фон I	0-20	108,0	54,0	2,00	83,0	50,0	1,66	73,0	64,0	1,14
	20-40	90,0	46,0	1,96	77,0	43,0	1,79	71,0	48,0	1,48
	0-40	99,0	50,0	1,98	80,0	46,5	1,73	72,0	56,0	1,31
Фон I + Біотерм-С – 10 т/га	0-20	128,0	60,0	2,13	95,0	58,0	1,64	86,0	56,0	1,54
	20-40	110,0	52,0	2,12	85,0	55,0	1,55	85,0	54,0	1,57
	0-40	119,0	56,0	2,12	90	56,5	1,59	85,5	55,0	1,55
Біотерм-С – 5 т/га + $N_{90}K_{120}$ – фон II	0-20	109,0	53,0	2,06	83,0	50,0	1,66	73,0	49,0	1,49
	20-40	101,0	50,0	2,02	76,0	44,0	1,73	64,0	47,0	1,36
	0-40	105	51,5	2,04	79,5	47,0	1,69	68,5	48,0	1,43

продовження табл. 1

Фон II + P <sup>**</sup> <sub>60</sub>	<b>0-20</b>	110,0	52,0	2,12	86,0	51,0	1,69	73,0	49,0	1,49
	<b>20-40</b>	91,0	49,0	1,86	80,0	50,0	1,60	71,0	48,0	1,48
	<b>0-40</b>	100,5	50,5	1,99	83,0	50,5	1,64	72,0	48,5	1,48
Фон II + P <sup>*</sup> <sub>60</sub>	<b>0-20</b>	114,0	54,0	2,11	89,0	55,0	1,62	76,0	51,0	1,49
	<b>20-40</b>	102,0	52,0	1,96	83,0	46,0	1,80	68,0	49,0	1,39
	<b>0-40</b>	108,0	53,0	2,04	86,0	50,5	1,71	72,0	50,0	1,44
Біотерм - С – 10 т/га	<b>0-20</b>	114,0	49,0	2,33	85,0	47,0	1,81	69,0	46,0	1,50
	<b>20-40</b>	103,0	45,0	2,29	77,0	44,0	1,75	65,0	44,0	1,48
	<b>0-40</b>	108,5	47,0	2,31	81,0	45,5	1,78	67,0	45,0	1,49
NP <sup>*</sup> K – вирівняно по варіанту № 9	<b>0-20</b>	104,0	52,0	2,00	79,0	49,0	1,61	67,0	46,0	1,46
	<b>20-40</b>	93,0	43,0	2,16	71,0	44,0	1,61	64,0	43,0	1,49
	<b>0-40</b>	98,5	47,5	2,08	75,0	46,5	1,61	65,5	44,5	1,47
НР <sub>05</sub> , мг/кг	<b>0-20</b>	3,35-5,03	2,12-1,65	-	1,87-2,22	1,50-2,37	-	2,36-3,00	1,75-2,13	-
Sx, %		1,05-1,54	1,14-1,49	-	0,67-1,05	1,09-1,37	-	1,08-1,42	1,25-1,45	-
НР <sub>05</sub> , мг/кг	<b>20-40</b>	2,18-2,52	1,94-2,47	-	2,50-3,58	1,43-2,33	-	2,60-3,46	1,37-2,17	-
Sx, %		0,50-0,95	1,18-1,63	-	1,24-1,44	1,16-1,47	-	1,29-1,71	1,07-1,56	-

Примітка: P<sup>\*</sup> – фосфор зернистих фосфоритів; P<sup>\*\*</sup> – фосфор фосфоритного борошна

Порівняння ефекту прямого впливу зернистих фосфоритів із фосфоритним борошном, котрі вносилися в складі органо-мінеральної системи удобрення із використанням Біотерм-С (варіанти Фон І +  $P_{60}^{**}$ , Фон І +  $P_{60}^*$ ) у рік прямої дії вказує на більшу ефективність зернистих фосфоритів, яка в цілому за ефектом окультурення шару ґрунту 0-40 см перевищує фосфоритне борошно на 6,5%.

Загальновідомо, що для більшості сільськогосподарських культур критичним періодом щодо фосфатного живлення є період – сходи-формування перших вегетативних органів, тому в умовах слабкого розвитку кореневої системи рослин саме орний шар ґрунту повинен бути забезпеченим доступними фосфатами передусім. Тому збільшення доступності фосфатів у орному шарі ґрунту має велику перевагу над підорним шаром. Саме за максимальним показником приросту вмісту фосфору рухомих сполук у орному шарі слід обирати оптимальну систему застосування добрив щодо регулювання обмінного фосфатного фонду.

Таким чином, за ефектом прямої дії на формування обмінного фосфатного фонду орного шару дерново-слабопідзолистого ґрунту серед досліджуваних варіантів удобрення найбільш ефективним виявився варіант Фон І + Біотерм-С-10 т/га, який забезпечив приріст до контролю  $P_2O_5$ (Кірсанова) на рівні 54,2%, на другому місці – варіант Біотерм-С -5 т/га +  $N_{90}K_{120}$ , який поступився вищезазваному варіантові на 12%. Найгірший ефект окультурення ґрунту за вмістом  $P_2O_5$ (Кірсанова) у орному шарі забезпечив варіант компенсації міндобривами Біотерм-С – 10 т/га ( $NP^*K$  – вирівняно по варіанту № 9), котрий забезпечив відповідний приріст до контролю на рівні 25,3%.

Аналіз доцільності збільшення норми Біотерм-С із 5 т/га до 10 т/га на фоні  $N_{90}P_{60}^*K_{120}$  показує, що для швидкого забезпечення окультурення орного шару ґрунту за вмістом доступних фосфатів такий захід є досить ефективним, оскільки дозволяє підвищити вміст  $P_2O_5$ (Кірсанова) на 16,9%.

Для орного шару дерново-слабопідзолистого ґрунту, як і шару 0-40 см в цілому, застосування зернистих фосфоритів за результатами прямої дії є на 5,2% більш ефективним порівняно із фосфоритним борошном.

Дослідження ефекту післядії 1-го року систем застосування добрив на вміст  $P_2O_5$ (Кірсанова) у орному шарі дерново-слабопідзолистого ґрунту показують, що застосування добрив дозволяє підтримувати на 17,9%...41,8% більший показник відносно контролю. При цьому, як у рік прямої дії добрив, найкращим ефектом окультурення характеризується варіант Фон І + Біотерм-С – 10 т/га, а найгіршим – варіант ( $NP^*K$  – вирівняно по варіанту № 9). Інші варіанти систем застосування добрив забезпечують відносний приріст  $P_2O_5$ (Кірсанова) на рівні 20,9%...32,8%.

Ефект післядії 1-го року застосування добрив для підорного шару дер-

ново-слабопідзолистого ґрунту також характеризується максимальним приростом вмісту  $P_2O_5$ (Кірсанова) до контролю на варіанті Фон I + Біотерм-С – 10 т/га (41,7%), тоді як мінімальний приріст (16,7%...18,3%) формується на варіантах (Гній 30 т/га +  $N_{90}P_{60}K_{120}$ ) та ( $NP^*K$  – вирівняно по варіанту № 9) відповідно.

Доцільність збільшення норми Біотерм-С із 5 т/га до 10 т/га впродовж першого року післядії добрив підтверджується збільшенням відносного приросту  $P_2O_5$ (Кірсанова) до контролю на 9,0% у орному шарі та на 3,4% у підорному шарі відповідно.

Порівняння різних форм фосфорних добрив – фосфоритного борошна та зернистих фосфоритів показує, що і впродовж 1-го року післядії підтримується тенденція вищої ефективності зернистих фосфоритів (у межах 4,4%) за вмістом  $P_2O_5$ (Кірсанова) у орному шарі та у межах 5,0% – у підорному шарі відповідно.

Дослідження ефективності післядії 2-го року систем удобрення на вміст  $P_2O_5$ (Кірсанова) у орному шарі ґрунту, як і у попередні роки, свідчить про максимальний ефект окультурення від застосування варіанту Фон I + Біотерм-С – 10 т/га (32,3% до контролю). Мінімальну ефективність характеризуються варіанти ( $NP^*K$  – вирівняно по варіанту № 9) та (Гній 30 т/га +  $N_{90}P_{60}K_{120}$ ), котрі забезпечують відносний приріст до контролю на рівні 3,1% та 7,7% відповідно.

У підорному шарі ґрунту відмічаємо такі ж закономірності, як і у орному. Слід відмітити, що варіанти без внесення фосфору міндобрив (Біотерм-С – 5 т/га +  $N_{90}K_{120}$  та Біотерм-С – 10 т/га) характеризуються мінімальними показниками приросту вмісту  $P_2O_5$ (Кірсанова) до контролю – на рівні 4,9% та 6,6% відповідно. Варіант компенсації Біотерм-С – 10 т/га за рахунок міндобрив ( $NP^*K$  – вирівняно по варіанту № 9) також не виявляє суттєвого ефекту окультурення підорного шару ґрунту на 2-й рік післядії добрив.

Доцільність збільшення норми Біотерм-С із 5 т/га до 10 т/га впродовж 2-го року післядії добрив підтверджується збільшенням відносного приросту  $P_2O_5$ (Кірсанова) до контролю на 15,4% у орному шарі та на 22,9% у підорному шарі відповідно.

Порівняння ефективності впливу різних форм фосфорних добрив – фосфоритного борошна та зернистих фосфоритів на вміст  $P_2O_5$ (Кірсанова) показує, що і впродовж 2-го року післядії підтримується тенденція вищої ефективності зернистих фосфоритів (у межах 4,6%) за вмістом  $P_2O_5$ (Кірсанова) у орному шарі, тоді як у підорному шарі відмічено вищу тенденцію до окультурення за рахунок фосфоритного борошна (у межах 4,9%).

Дослідження сумарного ефекту впливу систем застосування добрив на обмінний фосфатний фонд дерново-слабопідзолистого ґрунту за 3 роки впливу добрив із врахуванням різнонаправленості перебігу процесів дегра-

дації-окультурення на контролі та варіантах із системами удобрення показують, що найвищим ефектом збільшення вмісту фосфору рухомих сполук у дерново-слабопідзолистому ґрунті характеризується варіант  $N_{90}P_{60}K_{120}^*$  Біотерм-С – 10 т/га, ефективність дії та післядії якого оцінюється відносним приростом відповідних показників до контролю на рівні 32,3...54,2% у орному шарі та 39,3...52,8% у підорному шарі.

Ефективність збільшення норми Біотерм-С із 5 т/га до 10 т/га в складі орґано-мінеральної системи удобрення оцінюється збільшенням вмісту фосфору рухомих сполук в сумі за 3 роки на 41,3% у орному шарі та на 47,3% у підорному шарі відповідно.

Задля оптимізації фосфатного режиму дерново-слабопідзолистих ґрунтів при впровадженні орґано-мінеральної системи удобрення із використанням ферментованих орґанічних добрив при виборі форм фосфатних мінеральних добрив перевагу слід надавати зернистим фосфоритам над фосфоритним борошном, ефективність впливу яких на вміст фосфору рухомих сполук є вищою на 4,4-4,8% у орному шарі та на 5,0-15,3% – у підорному шарі відповідно впродовж прямої дії добрив та 1-го року післядії.

Порівняння результатів визначення вмісту фосфору рухомих сполук, визначеного методом Кірсанова, із відповідними результатами, отриманими методом Олсена, в цілому свідчить, що для дерново-слабопідзолистих ґрунтів метод Кірсанова дає у 1,2...2,6 рази вищі показники вмісту фосфору рухомих сполук порівняно із методом Олсена. Проте згідно останніх рекомендацій вчених [7] щодо інтерпретації результатів, отриманих методом Олсена, рівень забезпеченості ґрунту рухомим фосфором під впливом прямої дії добрив у орному шарі усіх варіантів удобрення (за виключенням варіанту Біотерм-С – 10 т/га) відповідає критерію «високий», тоді як на відповідних варіантах згідно даних методу Кірсанова (у тому числі і на варіанті Біотерм-С – 10 т/га) створюється «підвищений» рівень забезпеченості, що нижче відповідних показників Олсена на 1 категорію. На кінець 1-го року післядії систем удобрення вміст фосфору рухомих сполук у орному шарі відповідних варіантів, визначений методом Кірсанова, відповідає рівню забезпечення ґрунту «середній», тоді як для більшості варіантів показники методу Олсена відповідають тому ж рівню забезпечення «високий», а відповідна різниця між показниками рівня забезпечення ґрунту становить вже 2 категорії. На 2-й рік післядії інтерпретація результатів рівня забезпечення ґрунту сполуками фосфору рухомого, визначеними методами Кірсанова і Олсена, ускладнюється іще більше. При цьому слід відмітити, що максимальна різниця між результатами вмісту фосфору рухомих сполук, отриманими методом Кірсанова і Олсена, характерна для орного шару варіанту Біотерм-С – 10 т/га і коливається в межах 1,50...2,33 із максимальним перевищенням в рік прямого впливу добрив. Такі досить суперечливі результати досліджень,

отримані двома методами, свідчать або про доцільність паралельних досліджень обраними методами, або про необхідність надавати перевагу кислотним методам екстракції у випадку аналізу слабокислих, нейтральних та близьких до нейтральних ґрунтів, яким і є метод Кірсанова.

У зв'язку із досить високим рівнем неспівпадінь результатів досліджень вмісту фосфору рухомих сполук, отриманих методами Олсена та Кірсанова, було побудовано кореляційні матриці (див. табл. 2-3), де зазначено тісноту кореляційних зв'язків між показниками вмісту фосфору рухомих сполук та показниками родючості, які безпосередньо впливають на фосфатний режим ґрунту (див. табл. 2-3).

Результати табл. 2 показують, що показники вмісту фосфору рухомих сполук, отримані методом Олсена та Кірсанова, тісно корелюють між собою, характеризуючи ефект прямої дії добрив та ефект післядії 1-го року. Крім того, встановлено високий рівень кореляції між показниками вмісту  $P_2O_5$  (Кірсанова) та рНсол на кінець 1-го року післядії систем удобрення, що підтверджує важливу роль невеликого зсуву рНсол у бік кислої реакції у покращенні процесів гідролізу фосфатів та збільшенні рівня їх доступності рослинам.

Загальновідомо, що збалансоване фосфатне живлення рослин зумовлено достатнім рівнем азотного живлення. Результати кореляційного аналізу зв'язків між вмістом у дерново-слабопідзолистому ґрунті  $P_2O_5$  (Кірсанова) та азоту мінеральних сполук ( $N-NH_4^+ + N-NO_3^+$ ) показують сильну тісноту зв'язків у рік прямої дії добрив та середню тісноту – у 1-й рік післядії відповідно.

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції між показником  $P_2O_5$  (Кірсанова) та показниками  $P_2O_5$  (Олсена), рНсол та ( $N-NH_4^+ + N-NO_3^+$ ) в дерново-слабопідзолистих ґрунтах (за шарами ґрунту 0-20, 20-40, 0-40 см)

Фактор № 2 – $P_2O_5$ (Олсена)	Ефект дії СЗД	Фактор № 1 – вміст $P_2O_5$ (Кірсанова) в шарі ґрунту		
		0-20 см	20-40 см	0-40 см
Фактор № 2 – $P_2O_5$ (Олсена)	пряма дія СЗД	<b>0,791</b>	<b>0,78</b>	<b>0,796</b>
	1-й рік післядії СЗД	<b>0,802</b>	<b>0,826</b>	<b>0,846</b>
	2-й рік післядії СЗД	0,078	0,492	<u>0,706</u>
Фактор № 3 – рНсол	пряма дія СЗД	<u>0,673</u>	<u>0,555</u>	0,429
	1-й рік післядії СЗД	<b>0,851</b>	<b>0,809</b>	<b>0,774</b>
	2-й рік післядії СЗД	0,473	0,447	0,42

продовження табл. 2

<b>Фактор № 4 – (N-NH<sub>4</sub><sup>-</sup> +N-NO<sub>3</sub><sup>+</sup>)</b>	пряма дія СЗД	<b>0,847</b>	<b>0,82</b>	<b>0,78</b>
	1-й рік післядії СЗД	<b>0,782</b>	<u>0,714</u>	<u>0,62</u>
	2-й рік післядії СЗД	0,489	0,438	0,379

Примітка: СЗД – система застосування добрив.

Таблиця 3

Коефіцієнти кореляції між показником P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Олсена) та показниками рНсол та (N-NH<sub>4</sub><sup>-</sup>+N-NO<sub>3</sub><sup>+</sup>) в дерново-слабопідзолистих ґрунтах (за шарами ґрунту 0-20, 20-40, 0-40 см)

<b>Фактор № 3 – рНсол</b>	<b>Ефект дії СЗД</b>	<b>Фактор № 2 – вміст P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Олсена) в шарі ґрунту</b>		
		<b>0-20 см</b>	<b>20-40 см</b>	<b>0-40 см</b>
	пряма дія СЗД	<u>0,581</u>	<u>0,55</u>	<u>0,521</u>
	1-й рік післядії СЗД	<u>0,538</u>	<u>0,524</u>	0,486
	2-й рік післядії СЗД	-0,284	0,074	0,304
<b>Фактор № 4 – (N-NH<sub>4</sub><sup>-</sup> +N-NO<sub>3</sub><sup>+</sup>)</b>	пряма дія СЗД	<b>0,796</b>	<u>0,732</u>	<u>0,684</u>
	1-й рік післядії СЗД	<u>0,699</u>	<u>0,691</u>	<u>0,682</u>
	2-й рік післядії СЗД	-0,368	0,063	0,365

Аналіз кореляційних зв'язків між вмістом фосфору рухомих сполук у дерново-слабопідзолистих ґрунтах, визначеного методом Олсена, та тими ж показниками рНсол та вмісту мінеральних сполук азоту, показав сильну тісноту кореляційних зв'язків лише між вмістом P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(Олсена) та вмістом азоту мінеральних сполук (N-NH<sub>4</sub><sup>-</sup>+N-NO<sub>3</sub><sup>+</sup>) у орному шарі ґрунту у рік прямої дії систем удобрення. Загалом метод Олсена забезпечує середній рівень кореляційних зв'язків між тими ж досліджуваними показниками, для яких метод Кірсанова забезпечує сильний рівень кореляції.

Таким чином, аналіз кореляційних зв'язків між вмістом фосфору рухомих сполук та основними показниками родючості, вплив яких на формування фосфатного режиму ґрунтів нині є загальновідомим, показує, що висновки вчених-ґрунтознавців [7] щодо відмови від методу Кірсанова для визначення фосфору рухомих сполук у дерново-слабопідзолистих ґрунтах із близьким до нейтрального показником рНсол потребують додаткових аргументів на користь методу Олсена. На нашу думку, відмова від методу Кірсанова позбавить можливості прослідкувати та оцінювати ряд взаємопов'язаних фізико-хімічних та біохімічних процесів у ґрунтах даного типу.

**Висновки. 1.** Максимальний ефект окультурення за рахунок збільшення вмісту фосфору рухомих сполук в дерново-слабопідзолистих ґрунтах забезпечує система удобрення N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>\*K<sub>120</sub>+Біотерм-С-10 т/га, яка дозволяє

створити приріст даного показника до контролю на рівні 32,3...54,2% у орному шарі та 39,3...52,8% у підорному шарі, при цьому на контролі в цілому за три роки досліджень відбувається зменшення вмісту фосфору рухомих сполук на 25,3% у орному шарі та на 22,8% у підорному шарі відповідно.

2. Ефективність збільшення норми Біотерм-С із 5 т/га до 10 т/га в складі органо-мінеральної системи удобрення оцінюється збільшенням вмісту фосфору рухомих сполук в сумі за 3 роки на 41,3% у орному шарі та на 47,3% у підорному шарі відповідно.

3. Задля оптимізації фосфатного режиму дерново-слабопідзолистих ґрунтів при впровадженні органо-мінеральної системи удобрення із використанням ферментованих органічних добрив при виборі форм фосфатних мінеральних добрив перевагу слід надавати зернистим фосфоритам над фосфоритним борошном, ефективність впливу яких на вміст фосфору рухомих сполук є вищою на 4,4-4,8% у орному шарі та на 4,9-15,3% – у підорному шарі відповідно.

1. Гаврилюк В. Б. Вплив органічного добрива Проферм на еколого-агрохімічний стан ґрунту і врожайність картоплі / В. Б. Гаврилюк, Г. М. Гаврилюк, Ю. М. Кух, В. А. Бортнік // Агроекологічний журнал. – 2009. – № 2. – С. 58-63. 2. Біотехнологічний енергетично-автономний комплекс переробки й утилізації органічних відходів / Городній М. М., Бикін А. В., Пасічник Н. А., Мовчан М. М. // Матеріали наук.-практ. конф. „Вищі навчальні заклади – Києву”. – К., 2004. – С. 66-72. 3. Органические удобрения / А. А. Бацула, Э. Г. Дегадюк, В. И. Гамалей и др.; под. ред. А. А. Бацулы. – 2-е изд., пер. и доп. – К.: Урожай, 1988. – 184 с. 4. Мерленко І. М. Еколого-економічна ефективність вирощування картоплі за умови застосування органічного добрива „Біотерм-С” / Мерленко І. М., Шевчук М. Й., Зінчук М. І. // Збірник наукових праць Уманського ДАУ – Умань : Вид-во ЗАТ „Нічлава”, 2008. – С. 557-562. 5. Носко Б. С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив / Б. С. Носко. – К.: Урожай. – 1990. – 224 с. 6. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / Я. Бейер, В. Черны, М. Ферик и др. – М.: Колос. – 1984. – 367 с. 7. Христенко А. А. Проблема підвищення точності діагностики фосфатного состояния почв України / А. А. Христенко, С. Е. Иванова // Питание растений. – 2011. – С. 6-9.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Клименко М. О. (НУВГП)

---

**Kovalchuk N. S., Head of Educational Process Planning** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)  
**Havryliuk V. A., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow** (Polissya Research Station of National Scientific Centre "O. N. Sokolovsky Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry"),

Lutsk), **Kolesnyk T. M., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

### **ENZYMIC ORGANIC FERTILIZERS IMPACT ON PHOSPHORUS COMPOUNDS OF TURF PODZOLYC SANDY SOIL**

**The efficiency of enzymic organic fertilizer influencing on maintenance of turf podzolyic sandy soil mobile forms phosphate in the direct action and post direct action is reflected.**

**Keywords: enzymic organic fertilizer, soil, mobile soil phosphate.**

---

**Ковальчук Н. С., начальник отдела планирования учебного процесса** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), **Гаврилюк В. А., к.с.-х.н., старший научный сотрудник** (Полеская опытная станция Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского», г. Луцк), **Колесник Т. Н., к.с.-х.н., доцент** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

### **ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ФОСФОРА ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ДЕРНОВО-СЛАБОПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ**

**Проанализирована эффективность влияния ферментированного органического удобрения на содержание подвижных фосфатов в дерново-слабоподзолистых песчаных почвах в прямом действии и последствии.**

**Ключевые слова: ферментированное органическое удобрение, почва, фосфаты подвижные.**

---