

ЗМІНА ПОТЕНЦІЙНОЇ РОДУЧОСТІ ҐРУНТІВ ОПІДЗОЛЕНОГО РЯДУ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

С.Г. Корсун¹, Г.В. Давидюк¹, Л.І. Шкарівська¹,
В.В. Болоховський², В.А. Болоховська²

¹ ННЦ «Інститут землеробства НААН»

² ПП «БТУ-Центр»

Проведено дослідження зміни властивостей ґрунтів опідзоленого ряду за застосування біологічних препаратів. Виявлено поліпшення потенційної родючості ґрунтів за кон-такту з біодобривом Граундфікс® та прилиплювачем Липосам®. Експериментально доведено та статистично обґрунтовано, що біологічні препарати за різних композицій їхнього застосування підсилювали целюлозолітичну активність ґрунту, інтенсивність респірації та поліпшували показники агрохімічного стану ґрунтів. Підтверджено пере-вагу сумісного внесення препаратів Граундфікс® та Липосам®, незалежно від способу використання та вихідного рівня агрохімічних показників родючості ґрунтів.

Ключові слова: ґрунти, біологічні препарати, целюлозолітична активність, інтенсив-ність респірації, агрохімічні показники родючості ґрунтів.

Надзвичайно актуальною для сільсько-господарського виробництва України є проблема збереження і підвищення родючості ґрунтів без порушення природної зрівноваженості процесів у агроєкосистемах. Застосування біологічних препаратів, які сприяють мобілізації поживних елементів з нерозчинних сполук, фіксації азоту та підвищують ефективність використання мінеральних добрив, засобів захисту, продуктивність сільськогосподарських рослин та якість продукції, запобігають міграції сполук у нижні горизонти ґрунту, забрудненню навколишнього природного середовища, є однією з ланок оптимізації екологічної рівноваги в агроландшафтах за різної інтенсивності систем землеробства [1–3]. Ефективність застосування біологічних препаратів підтверджено низкою наукових публікацій, що свідчить про доцільність їх застосування в сучасних умовах ведення землеробства [4–10]. Але поява нових препаратів, які містять продукти біологічного синтезу, штами мікроорганізмів, відібрані за ознакою крайньої продуктивності та стабільності у широкому діапазоні температур, вологості, властивостей ґрунту, спонукає

до продовження лабораторних і польових досліджень для виявлення їхнього впливу на потенційну родючість ґрунту.

Метою роботи було встановити вплив біологічних препаратів Граундфікс® і Липосам® на агрохімічні, фізико-хімічні, біологічні властивості ґрунтів опідзоленого ряду.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Упродовж 2016–2017 рр. досліджували зміну властивостей ґрунтів опідзоленого ряду за застосування біологічних препаратів Граундфікс® і Липосам® виробництва ПП «БТУ-Центр». Основою біодобрива Граундфікс® є силікатні та активні штами калій- і фосформобілізуючих бактерій, природних ендofітних і ґрунтових азотфіксуєючих мікроорганізмів. Крім того, Граундфікс® містить вітаміни, фітогормони, ферменти, амінокислоти тощо. Біологічний препарат Липосам® — це високоефективний прилиплювач, діючою речовиною якого є унікальна композиція полісахаридів природного походження. За його застосування зменшуються витрати та підвищується ефективність пестицидів, стимуляторів росту, біопрепаратів, зменшуються втрати врожаю під час збирання, утримується волога в прикореневій зоні і листі рослин.

Досліджували вплив біопрепаратів на агрохімічні, фізико-хімічні, біологічні властивості ґрунтів опідзоленого ряду різного типу використання: сірий лісовий легкосуглинковий – переліг; темно-сірий опідзолений легкосуглинковий – орна земля; чорнозем опідзолений середньосуглинковий – орна земля. Препарати вносили у ґрунт у таких дозах: Граундфікс® – 10 л/га, Липосам® – 1,0 л/га.

Визначення целюлозолітичної активності ґрунту проводили в лабораторних умовах модифікованим методом Крістенсена, оцінювання результатів – за шкалою Д.Г. Звягінцева [11, 12]. У модельному лабораторному досліді для кожного з ґрунтів було передбачено такі варіанти: 1 – ґрунт (контроль); 2 – ґрунт + Граундфікс®; 3 – ґрунт + Липосам®, 4 – ґрунт + Граундфікс® + Липосам®. Згідно із методикою, пластини целюлози (фільтрувального паперу) впродовж 30 діб перебували в контакті з ґрунтами. Повторення в експерименті – чотириразове. Дози препаратів застосовували у перерахунку на наважку ґрунту, визначену методикою.

У окремому модельному лабораторному досліді тривалістю 31 добу (місяць) визначали зміни інтенсивності респірації ґрунтів у квазістаціонарних гідротермічних умовах за їх контакту з біопрепаратами Граундфікс® та Липосам® [11]. Варіанти досліді були такими самими, як і за визначення целюлозоруйнівної активності ґрунтів. Повторність досліді – чотириразова. Інтенсивність респірації ґрунту вимірювали щодобово. Після завершення досліді, у пробах ґрунту, що компостувались впродовж місяця з біопрепаратами, а також у пробах, які не підлягали компостуванню (вихідний ґрунт), було проведено фізико-хімічний та агрохімічний аналіз за методами, що відповідають нормативній базі України. Дослідження виконано в лабораторії відділу агроекології і аналітичних досліджень ННЦ «Інститут землеробства НААН» (Свідоцтво про атестацію № А14-053 від 28.03.2014 р. видано Українським державним центром стандартизації і сертифікації ДЦ «Укргостандартсертифікація»).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Оцінювання стану екосистеми ґрунту в умовах застосування біологічних препаратів потребує з'ясування стану мікробного ценозу як одного із чутливих діагностичних критеріїв родючості ґрунту. Целюлозолітична активність мікробного ценозу та інтенсивність респірації є одними із основних інтегруючих показників, які свідчать про активність життєдіяльності ґрунтової біоти.

Візуальне обстеження пластин целюлози після їхньої експозиції, зважування та відповідні розрахунки засвідчили, що целюлозолітична активність мікробних пулів за шкалою Звягінцева мала слабкий рівень (табл. 1) і відзначалась незначним варіюванням у межах кожного з досліджуваних ґрунтів ($V = 2,8-6,7\%$). Утім, на перелозі (сірий лісовий ґрунт) частка розкладу була вищою порівняно з орною землею – 24,7–26,6%. Менша біологічна активність була зафіксована у пробах темно-сірого опідзоленого ґрунту (орна земля) – 10,8–11,6%, і чорноземі опідзоленому (орна земля) – 17,2–18,8%.

Зауважимо, що за контакту ґрунтів з біопрепаратами деструкційна активність мікробного пулу мала тенденцію до зростання. У чорноземі опідзоленому (орна земля) біологічна активність підвищувалась залежно від застосування біопрепаратів на 0,8–2,4% порівняно з ґрунтом контролю (НІР₀₅ 2,4%); сірому лісовому (переліг) – на 1,0–1,7 (НІР₀₅ 1,4); темно-сірому опідзоленому ґрунті (орна земля) – на 0,2–0,8% (НІР₀₅ 0,7%). Встановлено, що внесення в ґрунт препаратів Граундфікс® разом з Липосамом® (варіант 4) мало найбільший позитивний вплив на пул целюлозоруйнівних мікроорганізмів сірого лісового та темно-сірого опідзоленого ґрунтів, тоді як у чорноземі опідзоленому дія як Граундфіксу®, так і Граундфіксу® сумісно з Липосамом® були рівнозначними.

Про активність життєдіяльності ґрунтової біоти свідчить показник інтенсивності респірації. Інтенсивність виділення вуглекислоти є однією з основних характеристик загальної біологічної активності ґрунту,

Таблиця 1

**Ступінь розкладання целюлози мікробними пулами ґрунтів опідзоленого ряду
за впливу біопрепаратів Граундфікс® та Липосам®**

Варіант	Ґрунти опідзоленого ряду		
	сірий лісовий (переліг)	темно-сірий опідзолений (орна земля)	чорнозем опідзолений (орна земля)
<i>Ступінь розкладання целюлози, %</i>			
1 – ґрунт (контроль)	24,9	10,8	16,4
2 – ґрунт + Граундфікс®	25,9	11,4	18,8
3 – ґрунт + Липосам®	26,2	11,0	17,2
4 – ґрунт + Граундфікс® + Липосам®	26,6	11,6	18,8
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	25,9±0,3	11,2±0,2	17,8±0,5
V, %	2,8	3,3	6,7
НІР ₀₅	1,4	0,7	2,4

що визначає рівень вуглецевого живлення рослин. Унаслідок розкладу органічної речовини, що здійснюють ґрунтові мікроорганізми, відбувається вивільнення вуглекислого газу. Активність продукування CO₂ свідчить про швидкість проходження мінералізаційних процесів у ґрунті.

Результати вимірювання інтенсивності респірації в досліді засвідчили, що варіювання цього показника впродовж місяця було значним і високим, незалежно від внесення біологічних препаратів: у сірому лісовому ґрунті – V = 32,5–34,2%, темно-сірому опідзоленому ґрунті – V = 28,5–30,5, чорноземі опідзоленому – V = 30,9–32,9%. Здебільшого високі показники варіювання зумовлено різким сплеском активності мікроорганізмів у перші три доби з початку досліді, адже в лабораторних умовах було створено оптимальні гідротермічні умови для функціонування мікробного пулу. В наступний період дослідження спостерігалось поступове спадання інтенсивності респірації. У сірому лісовому ґрунті величина емісії CO₂ знизилась з 115,2–119,0 до 37,5–38,5 мг/кг ґрунту, у темно-сірому опідзоленому ґрунті – з 78,5–85,5 до 23,8–26,9, у чорноземі опідзоленому – з 98,9–93,1 до 26,4–26,9 мг/кг ґрунту за 1 добу. Закономірно, що найвища активність

аеробного мікробного пулу є характерною для перелого (сірий лісовий ґрунт).

Під час статистичного аналізу показників емісії CO₂ встановлено, що зміна інтенсивності дихання в межах доби, залежно від внесених препаратів, мала низьку варіабельність, яка була на рівні V = 0,3–3,8% у сірому лісовому ґрунті, V = 0,3–5,5 – у темно-сірому опідзоленому ґрунті і V = 0,3–6,8% – у чорноземі опідзоленому. Відповідно і перевищення найменшої ймовірної різниці (НІР₀₅) між варіантами спостерігалось лише в поодиноких випадках. Утім, чітку тенденцію до підвищення інтенсивності респірації за контакту ґрунтів з біологічними препаратами відзначено для всіх трьох типів ґрунту. У варіантах із сірим лісовим ґрунтом 47% часу тривалості дослідження, визначеного умовами експерименту, було охоплено активізуванням діяльності мікроорганізмів-аеробів під впливом біологічних препаратів і виявлено перевищення контролю за інтенсивністю респірації на 0,10–4,35 мг CO₂/кг ґрунту за 1 добу. Щодо темно-сірого опідзоленого ґрунту, 75% періоду дослідження характеризувались тенденцією до підвищення інтенсивності респірації завдяки внесенню біологічних препаратів, і щодобовий приріст порівняно з контролем становив 0,10–

Таблиця 2
Вплив біологічних препаратів Граундфікс® та Липосам® на фізико-хімічні та агрохімічні показники ґрунтів опідзоленого ряду

№ пор.	Варіант	рН _{сол.}	Гумус, %	Рухомі форми елементів, мг/кг ґрунту				Рухомість, мг/кг ґрунту		
				азот гідролізований (N)	азот нітратів (N-NO ₃)	азот амонію (N-NH ₄)	фосфор (P ₂ O ₅)		калій (K ₂ O)	фосфор (P ₂ O ₅)
<i>Сірий лісовий</i>										
Вихідний ґрунт (до компостування)										
1	Ґрунт (контроль)	5,2	2,02	76,6	15,1	9,62	169,5	142,6	7,19	11,0
2	Ґрунт + Граундфікс	5,4	1,83	116,2	21,4	32,8	187,5	165,0	7,56	12,0
3	Ґрунт + Липосам	5,4	1,81	116,6	21,9	32,9	193,8	165,2	7,58	13,2
4	Ґрунт + Граундфікс + Липосам	5,4	1,88	117,6	21,9	32,8	190,0	165,5	7,65	13,2
V, %										
		1,70	4,50	116,2	22,9	33,0	193,2	165,6	8,12	15,8
НІР ₀₅										
		0,20	0,15	31,5	5,50	18,3	17,6	17,9	0,58	3,20
<i>Темно-сірий опідзолений</i>										
Вихідний ґрунт (до компостування)										
1	Ґрунт (контроль)	4,8	2,09	71,4	2,90	5,63	306,2	225,0	11,6	25,0
2	Ґрунт + Граундфікс	4,7	1,98	74,2	28,8	9,37	312,5	291,0	12,4	26,0
3	Ґрунт + Липосам	4,7	2,07	75,6	35,5	9,81	316,2	292,0	17,5	27,4
4	Ґрунт + Граундфікс + Липосам	4,7	2,22	75,8	35,5	9,88	316,2	292,0	16,3	26,5
V, %										
		0,9	4,40	75,4	36,3	10,4	325,0	301,2	16,9	26,6
НІР ₀₅										
		0,1	0,16	2,46	51,3	21,4	2,20	11,2	18,2	3,40
<i>Чорнозем опідзолений</i>										
Вихідний ґрунт (до компостування)										
1	Ґрунт (контроль)	5,2	2,43	72,4	2,90	4,4	80,0	113,7	0,75	7,20
2	Ґрунт + Граундфікс	5,3	2,20	78,2	36,3	4,50	108,8	122,5	1,25	7,60
3	Ґрунт + Липосам	5,3	2,25	79,8	36,3	5,19	105,0	127,5	1,32	7,80
4	Ґрунт + Граундфікс + Липосам	5,3	2,33	78,6	36,6	6,62	92,5	122,5	1,38	7,80
V, %										
		0,90	3,80	3,80	50,5	29,9	10,5	5,60	25,8	3,40
НІР ₀₅										
		0,08	0,16	5,10	26,4	3,10	18,2	12,7	0,58	0,46

7,11 мг CO₂/кг ґрунту за 1 добу. Близько третини періоду дослідження (33 %) у варіантах з чорноземом опідзоленим також характеризувалось чіткою тенденцією до активізування емісії вуглекислоти за перевищення контролю на 0,10–5,74 мг CO₂/кг ґрунту за 1 добу. Для усіх трьох типів ґрунту найбільші абсолютні значення збільшення емісії CO₂ під впливом біологічних препаратів отримано в першу – третю добу від початку досліду. В наступний період сплески дихання мали нижчу амплітуду, але спостерігались до останніх днів проведення досліду. Найефективніший вплив на біоту ґрунту мало сумісне застосування препаратів Граундфікс® і Липосам®.

Після визначення показника інтенсивності виділення CO₂ у пробах сірого лісового ґрунту, темно-сірого опідзоленого та чорнозему опідзоленого було проведено фізико-хімічний та агрохімічний аналізи. Досліджували зміни поживного стану ґрунтів, що відбулися через місяць після внесення біопрепаратів до проб ґрунту (табл. 2).

За компостування ґрунту в сталих гідротермічних умовах упродовж місяця та контакту з біологічними препаратами виявлено поліпшення агрохімічних показників родючості ґрунтів опідзоленого ряду, порівняно з вихідним ґрунтом, який не підлягав компостуванню. Найбільш значущим виявилось варіювання мінеральних форм азоту. Так, у ґрунті перелогу (сірий лісовий ґрунт) унаслідок компостування найбільше підвищилась забезпеченість амонійним азотом – на 23,2–23,4 мг/кг ґрунту за високого рівня варіювання в досліді ($V = 36,8\%$), тоді як у ґрунті орної землі інтенсивніше діяли мікроорганізми-нітрифікатори, і кількість нітратного азоту порівняно з вихідним ґрунтом зросла на 25,9–33,4 мг/кг у темно-сірому опідзоленому ґрунті ($V = 51,3\%$) та на 33,4–33,7 мг/кг – у чорноземі опідзоленому ($V = 50,5\%$).

Щодо інших показників, то, загалом, найвищі прирости накопичення доступних форм азоту, фосфору і калію виявлено саме у варіантах з внесенням біологічних препаратів. У цих варіантах зафіксовано

перевищення найменшої істотної різниці (НІР₀₅) показників умісту гідролізованого, нітратного та амонійного азоту, рухомих форм фосфору і калію, а також фактора їх інтенсивності – показника рухомості фосфатів і калію.

За високої забезпеченості вихідного сірого лісового ґрунту рухомими формами фосфору і калію внесення біологічних препаратів сприяло підвищенню кількості доступних рослинам форм фосфатів на 20,5–24,3 мг/кг (НІР₀₅ = 17,6), а калію – на 22,6–23,0 мг/кг ґрунту (НІР₀₅ = 17,9). У чорноземі опідзоленому з середньою забезпеченістю фосфором і підвищеною – калієм біологічні препарати сприяли збільшенню кількості рухомих форм цих елементів на 22,5–25 і 8,8–18,8 мг/кг ґрунту (НІР₀₅ = 18,1; НІР₀₅ = 12,3) відповідно. У темно-сірому опідзоленому ґрунті, який мав дуже високу забезпеченість фосфором і калієм, уміст доступних фосфатів зріс на 10,0–18,0 мг/кг (НІР₀₅ = 12,0), калію – на 67,0–76,2 мг/кг ґрунту (НІР₀₅ = 54,6). Статистичний аналіз отриманих результатів, здебільшого, підтверджує перевагу сумісного внесення препаратів Граундфікс® і Липосам® у всіх пробах ґрунтів опідзоленого ряду, незалежно від способу їхнього використання та вихідного рівня агрохімічних показників родючості.

За застосування Граундфіксу® та Липосаму® найнижчий рівень варіювання у досліді продемонстрували показники фізико-хімічного стану ґрунтів ($V = 0,9–4,5\%$), що підтверджує незначний вплив цих біологічних препаратів на кислотність ґрунту та запаси гумусу. Втім, саме у варіантах з внесенням Граундфіксу® та Липосаму® виявлено певну тенденцію до зниження інтенсивності втрати гумусу за компостування ґрунтів у сталих гідротермічних умовах порівняно з контролем.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що застосування біологічних препаратів як однієї з ланок оптимізації екологічної рівноваги в екосистемі ґрунту сприяло підвищенню потенційної родючості ґрунтів опідзоленого ряду.

Препарати Граундфікс® і Липосам® підсилювали целюлозолітичну активність ґрунтів опідзоленого ряду та інтенсивність виділення CO₂. Найефективніший вплив на біоту ґрунтів мало сумісне застосування цих препаратів. За створення оптимальних гідротермічних умов найвищою біологічною активністю відзначався ґрунт перелогу (сірий лісовий).

За компостування в сталих гідротермічних умовах упродовж місяця та контакту з біологічними препаратами виявлено поліпшення агрохімічних показників родючості ґрунтів опідзоленого ряду. Підтверджено перевагу сумісного внесення препаратів Граундфікс® і Липосам®, незалежно від способу використання та вихідного рівня агрохімічних показників родючості ґрунтів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шустерук Т.З. Оцінка стану ґрунтів за показниками їхньої біологічної активності при застосуванні різних агротехнологій / Т.З. Шустерук, О.В. Шерстобоева, О.С. Дем'янюк // Агроекологічний журнал. — 2006. — № 3. — С. 23–28.
2. Дем'янюк О.С. Потенціальна целюлозолітична активність ґрунтів різних агроecosystem України / О.С. Дем'янюк, О.В. Шерстобоева // Агроекологічний журнал. — 2005. — № 1. — С. 56–59.
3. Гринник І.В. Мікробіологічні основи підвищення врожайності та якості зернових культур / І.В. Гринник, В.П. Пати́ка, Ю.М. Шкатула // Вісник Полтавської державної аграрної академії. — 2011. — № 4. — С. 7–11.
4. Іутинська Г.О. Шляхи регулювання функцій мікробних угруповань ґрунту в аспекті біологізації землеробства і стійкого розвитку агроecosystem / Г.О. Іутинська // Сільськогосподарська мікробіологія. — 2006. — Вип. 3. — С. 7–18.
5. Гаврилюк В.А. Ефективність використання нових видів мікробіологічних препаратів і стимуляторів росту / В.А. Гаврилюк, Т.П. Дідковська // Вісник ХНАУ. — 2008. — № 4. — С. 49–52. — (Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство»).
6. Використання біопрепаратів — перспективний напрямок вдосконалення агротехнологій /
- М.О. Остапчук, І.С. Поліщук, О.В. Мазур, А.М. Максимов // Сільське господарство та лісівництво. — 2015. — № 2. — С. 5–17.
7. Повх О.В. Інтегроване застосування органічних добрив та мікробіологічних препаратів у сучасних агротехнологіях / О.В. Повх // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. — 2014. — Вип. 16. — С. 287–295.
8. Найдюнова О.Є. Застосування гумінового препарату «HumIn plus» в органічному землеробстві / О.Є. Найдюнова // Вісник ХНАУ. — 2015. — № 2. — С. 39–50.
9. Корсун С.Г. Екологічна доцільність застосування біодеструктора «Екостерн» в інтенсивному землеробстві / С.Г. Корсун, І.І. Клименко, Г.В. Давидюк // Землеробство. — 2017. — Вип. 1 (92). — С. 69–73.
10. Ncube L. Agronomic suitability of effective microorganisms for tomato production / L. Ncube, S. Mkeni, M. Brutsch // African Journal of Agricultural Research. — 2011. — Vol. 6 (3). — P. 650–654.
11. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / В.В. Волгогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова та ін.; за ред. В.В. Волгогона. — К.: Аграрна наука, 2010. — 464 с.
12. Звягинцев Д.Г. Методи почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев. — М.: МГУ, 1991. — 304 с.

REFERENCES

1. Shusteruk, T.Z., Sherstoboieva, O.V., Demianiuk, O.S. (2006). Otsinka stanu gruntiv za pokaznykamy yikhnoi biolohichnoi aktyvnosti pry zastosuvanni riznykh ahrotekhnologii [Estimation of soil condition by indicators of their biological activity in application of various agrotechnologies]. *Ahroekolohichni zhurnal — Agroecological journal*, 3, 23–28 [in Ukrainian].
2. Demianiuk, O.S., Sherstoboieva, O.V. (2005). Potentsialna tseliulozolitychna aktyvnist gruntiv riznykh ahroecosystem Ukrainy [Potential cellulolytic activity of soils of various agroecosystems of Ukraine]. *Ahroekolohichni zhurnal — Agroecological journal*, 1, 56–59 [in Ukrainian].
3. Hrynnyk, I.V., Patyka, V.P., Shkatula, Yu.M. (2011). Mikrobiolohichni osnovy pidvyshchennia vrozhaivosti ta yakosti zernovykh kultur [Microbiological bases of increase of productivity and quality of grain crops]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 4, 7–11 [in Ukrainian].
4. Iutyńska, H.O. (2006). Shliakhy rehuliuвання funktsii mikrobnnykh uhrupovan ґрунту v aspekti biolohizatsii zemlerobstva i stiikoho rozvytku ahroecosystem [Ways of regulation of functions of microbial groups of soil in the aspect of biologization of agriculture and sustainable development of agroecosystems]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia — Agricultural Microbiology*, 3, 7–18 [in Ukrainian].
5. Havryliuk, V.A., Didkovska, T.P. (2008). Efektyvnist vykorystannia novykh vydiv mikrobiolohichnykh preparativ i stymulatoriv rostu [The efficiency of use of new types of microbial agents and growth

- stimulants]. *Visnyk KhNAU – Bulletin of KhNUU*, 4, 49–52 [in Ukrainian].
6. Ostapchuk, M.O., Polishchuk, I.S., Mazur, O.V. & Maksimov, A.M. (2015). Vykorystannia biopreparativ – perspektyvnyi napriamok vdoskonalennia ahrotekhnolohii [The use of biopreparations is a promising direction for improving agrotechnologies]. *Silke hospodarstvo ta lisyvnytstvo – Agriculture and forestry*, 2, 5–17 [in Ukrainian].
 7. Povkh, O.V. (2014). Intehrovane zastosuvannia orhanichnykh dobryv ta mikrobiolohichnykh preparativ v suchasnykh ahrotekhnolohiiakh [Integrated application of organic fertilizers and microbiological preparations in modern agrotechnologies]. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti – Bulletin of the Central Scientific Research Center of the Kharkiv region*, 16, 287–295 [in Ukrainian].
 8. Naidonova, O.Ye. (2015). Zastosuvannia huminovo-ho preparatu «Humin plus» v orhanichnomu zemlerobstvi [Application of humic preparation «Humin plus» in organic farming]. *Visnyk KhNAU – Bulletin of KhNUU*, 2, 39–50 [in Ukrainian].
 9. Korsun, S.H., Klymenko, I.I., Davydiuk, H.V. et al. (2017). Ekolohichna dotsilnist zastosuvannia biodestruktora «Ekostern» v intensyvnomu zemlerobstvi [The ecological expediency of biodestructors «Ekostern» under intensive agriculture]. *Zemlerobstvo – Agriculture*, 1 (92), 69–73 [in Ukrainian].
 10. Ncube, L., Mnkeni, S., Brutsch, M. (2011). Agonomic suitability of effective microorganisms for tomato production. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (3), 650–654 [in English].
 11. Volkohon, V.V. (Ed.), Nadkernychna, O.V., Tokmakova, L.M. et al. (2010). *Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia: monohrafiia [Experimental Soil Microbiology: monograph]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
 12. Zvyagintsev, D.G. (1991). *Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii [Methods of soil microbiology and biochemistry]*. Moskva: MGU [in Russian].
-