

## ВПЛИВ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА БАЛАНС ГУМУСУ В ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ

Л. В. Потапенко, Л. М. Скачок, Н. І. Горбаченко

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН  
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна; e-mail: potapienko74@ukr.net

**Мета.** Вивчити ефективність інокуляції насіння біопрепаратами за впливом на баланс гумусу при вирощуванні сільськогосподарських культур в короткоротаційній сівозміні. **Методи.** Польовий, лабораторний, розрахунково-порівняльний. **Результати.** Встановлено, що найбільше надходження органічної речовини в ґрунт було за використання органо-мінеральної системи удобрення *НПК-гній-сидерат*, яка сприяє підвищенню запасів органічного вуглецю на 17,4 т/га без застосування мікробних препаратів та на 18,0 т/га на фоні використання мікробних препаратів проти мінеральної системи удобрення. Застосування мікробних препаратів за системи удобрення *НПК-сидерат* дає змогу збільшити надходження органічної речовини у ґрунти на 1,2 та 1,6 т/га за ротацію сівозміни. За використання органічних добрив (гною, сидератів) у поєднанні з мінеральними та інокуляцією насіння спостерігається не лише відновлення родючості дерново-підзолистого ґрунту, а й зростання вмісту гумусу за рік у межах 0,43–0,53 т/га. Використання гною на фоні *НПК* дає змогу підвищити запаси гумусу в ґрунті за рік на 0,11 та 0,15 т/га. За ротацію сівозміни кількість новоутвореного гумусу у цьому варіанті перевищувала його втрати на мінералізацію на 0,42 т/га без мікробних препаратів та на 0,58 т/га на фоні мікробних препаратів. **Висновки.** Встановлено позитивний вплив застосування біопрепаратів за інокуляції насіння у поєднанні з органо-мінеральною системою удобрення на вміст гумусу у дерново-підзолистому ґрунті в середньому за ротацію сівозміни. Органо-мінеральна система удобрення (*НПК* + гній + сидерат) забезпечує найбільше зростання запасів гумусу в ґрунті — 0,53 т/га за рік. Застосування мікробних препаратів у процесі вирощування сільськогосподарських культур за цією системою удобрення сприяє підвищенню вмісту гумусу в ґрунті на 0,16 т/га за ротацію сівозміни.

Ключові слова: органічні добрива, мінеральні добрива, сидерат, мікробні препарати, інокуляція насіння, трансформація органічної речовини, гумус.

**Вступ.** Сьогодні в Україні спостерігається зниження рівнів застосування органічних і мінеральних добрив у 8,9 та 2,7 раза до відповідних показників — 10,7 т/га та 160 кг д. р. туків у 1990 році. Як наслідок — у землеробстві Поліської зони спостерігається гостродефіцитний баланс гумусу і елементів живлення рослин. Щорічно кожен гектар ріллі втрачає безповоротно 333–376 кг гумусу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Забезпечення рослин основними елементами живлення впродовж усього періоду вегетації та формування високих урожаїв сільськогосподарських культур нерозривно

пов'язане з родючістю ґрунту, запасами в ньому органічних речовин [1]. Основним джерелом надходження органіки в ґрунт є кореневі та пожнивні рештки рослин. З рослинними рештками у типових сівозмінах до ґрунту надходить органічних сполук більше, ніж з органічними добривами. Надходження органічної речовини в ґрунт відбувається вже під час вегетації рослин за рахунок регенерації кореневої системи, корневих виділень та посиленої діяльності мікроорганізмів. Тому сільськогосподарські культури є не лише «споживачами», а й активними «творцями» ґрунтової родючості [2]. Водно-

час кількість рослинних решток у ґрунтах зумовлюється видовим складом, розміщенням та співвідношенням культур у сівозміні. Змінюючи ці параметри, можна певною мірою регулювати надходження свіжої органічної речовини у ґрунт.

Крім високого вмісту Карбону, рештки рослин містять значну кількість елементів живлення, які можуть використовувати сільськогосподарські культури [3]. За літературними даними [4; 5], у ґрунт повертається від 27,0 до 60,5 % Нітрогену, від 18,5 до 51,7 % Фосфору, 16,7–48,1 % Калію та 27,6–54,05 % Кальцію (від загальної кількості їх в урожаї).

Важливим джерелом Карбону для синтезу гумусу в ґрунті є також органічні добрива, у т. ч. й сидеральні, а також побічна продукція. Л. М. Томсон і Ф. Р. Трой вважають, що відношення C : N — важливий фактор, який необхідно враховувати під час використання цих джерел органічної речовини, і в своїй роботі наводять середні показники відношення «Карбон / Нітроген» для рослин, ґрунту, а також мікробних клітин. На думку авторів, співвідношення C : N на рівні 32 : 1 є оптимальним для органічних матеріалів, які розкладаються протягом кількох тижнів [8]. Останнє в умовах сільськогосподарського виробництва можна регулювати протягом всього часу росту і вегетації сидеральних культур за поєднання з соломою м'ятликових (злакових) культур, у якій вміст Карбону — 35–40 % і приблизно 0,5 % — Нітрогену.

Так само, бажана частка проміжних культур на зелене добриво в сівозміні на дерново-підзолистих ґрунтах в умовах інтенсивного землеробства, на думку А. М. Ликова [9] та Т. Н. Кулаковської [10], повинна складати не менше 20 %, що забезпечить надходження в ґрунт, з розрахунку на всю площу сівозміни, приблизно 1 т сухої речовини. За нашими розрахунками, в умовах Полісся України, де насиченість сівозміни зерновими складає 40–50 % і вище, а ґрунтово-кліматичний потенціал сприятливіший, порівнюючи з Білоруським Поліссям, де працювали зазначені автори, доцільно мати питому частку проміжних культур на зелене добриво в межах 30–35 % від площі культур сівозміни [11].

Слід також підкреслити, що стабільність показників родючості ґрунту, зокрема такого, як вміст гумусу, повністю залежить від

динамічної рівноваги між процесами гуміфікації та мінералізації органічної речовини. За перелогового ґрунтоутворення гуміфікація переважає і відбувається поступове нагромадження органічної речовини, вміст якої в ґрунті за певних умов потім стабілізується, а в умовах сільськогосподарського виробництва посилюються процеси мінералізації і вміст гумусу зменшується [6]. Тому для бездефіцитного балансу гумусу необхідно обґрунтувати шляхи збільшення надходження свіжої органічної речовини для забезпечення переваги процесів гуміфікації над мінералізацією. Щоб оцінити спрямованість цих процесів, потрібно знати надходження і втрати гумусу за певний період часу [7].

Отже, дослідження органічної складової ґрунту, визначення шляхів збереження і накопичення гумусу у ґрунті, вивчення закономірностей формування і трансформації органічної речовини залежно від різних агротехнічних прийомів дозволить визначити напрямки і хід гумусо-аккумулятивного процесу (гуміфікація-мінералізація), що дасть можливість прогнозувати і деякою мірою керувати основними показниками родючості дерново-підзолистих ґрунтів.

**Метою** наших досліджень було вивчення ефективності застосування систем удобрення та інокуляції насіння біопрепаратами за впливом на баланс гумусу в короткоротацийній сівозміні.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводили в стаціонарному польовому досліді Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН на дерново-підзолистому середньо-окультуреному супіщаному ґрунті, що сформувався на шаруватих водно-льодовикових відкладах. За гранулометричним складом ґрунтоутворні породи дерново-підзолистих ґрунтів цього району представлені супісками та піскуватими легкими суглинками.

Орний шар ґрунту дослідних ділянок характеризується такими показниками: рН<sub>KCl</sub> — 4,9; вміст гумусу (за Тюрнімом) — 1,2 %; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (за Кірсановим) — 15 мг/100 г ґрунту; K<sub>2</sub>O (за Масловою) — 6 мг/100 г ґрунту.

Дослідження проводили в короткоротацийній сівозміні «люпин вузьколистий – пшениця озима – кукурудза – пшениця яра»

методом розщеплення ділянок стаціонарного польового досліду на двох фонах: I — з інокуляцією та II — без інокуляції. Мікробні препарати для інокуляції насіння використовували залежно від сільськогосподарської культури згідно з рекомендаціями щодо їх застосування. Так, для інокуляції насіння люпину використовували Ризогумін, кукурудзи і пшениці ярої — Поліміксобактерин. Препарати мають державну реєстрацію і рекомендовані до використання в Україні.

Середня сівозмінна норма внесення мінеральних добрив —  $N_{60}P_{50}K_{60}$ , органічних (гній) — 10 т/га. Норми внесення біогенних елементів під культури сівозміни складають: озима пшениця —  $N_{60}P_{50}K_{60}$ , кукурудза —  $N_{90}P_{100}K_{90}$ , люпин —  $P_{20}K_{20}$ , пшениця яра —  $N_{60}P_{50}K_{60}$ . На фоні інокуляції дози технічного Фосфору та Нітрогену зменшували на 20 кг/га в діючій речовині. Як сидеральні культури вирощували редьку олійну — далі як сидерат 1, та жито озиме — сидерат 2.

Розмір дослідної ділянки 102 м<sup>2</sup> (17×6), облікової — 60 м<sup>2</sup> (15×4), повторність досліду чотириразова. Спосіб розміщення ділянок у польовому досліді — рендомізований.

Агротехніка культур — загальноприйнята для зони.

Баланс гумусу розраховували за методикою ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» НААН [12].

**Результати та їх обговорення.** Згідно з отриманими результатами досліджень (табл. 1) системи удобрення забезпечували збільшення надходження органічної речовини в ґрунт проти контролю без добрив. Найбільше надходження спостерігали за органо-мінеральною системою «NPK + гній + сидерат», яке склало 34,6 та 35,4 т/га, відповідно фонам, що на 17,4 та 17,6 т/га більше за показники мінеральної системи удобрення та на 21,5 і 21,0 т/га проти контрольних варіантів. Слід відзначити, що використання системи удобрення «NPK + гній + сидерат», якщо порівняти з внесенням 20 т/га сівозмінної норми гною, було рівноцінним. За цих систем до ґрунту надходила майже однакова кількість органічної речовини — 34,6–35,6 т/га відповідно.

Інокуляція насіння мікробними препаратами сприяла збільшенню надходження в ґрунт органічної речовини. Завдяки цьому агротехнічному заходу додатково надійшло в

ґрунт від 0,5 т/га до 1,6 т/га органічного Карбону. Найкращу ефективність біопрепарати проявляли за системи удобрення «NPK + сидерат».

На врожайність та масу рослинних решток, які є джерелом Карбону для синтезу гумусу, значний вплив мало поєднане внесення органічних і мінеральних добрив разом із сидератами. У цьому варіанті в ґрунт надійшло найбільше органічної речовини з масою рослинних решток 23,0 та 23,8 т/га відповідно до фонів. Надходження рослинних решток за системи удобрення «NPK + сидерат» (19,1 та 19,7 т/га) незначною мірою поступалося показникам, одержаним за системи удобрення «NPK + гній» (20,8 т/га).

Отже, найбільше надходження органічної речовини в ґрунт відзначено за використання органо-мінеральної системи удобрення «NPK + гній + сидерат», яка сприяла підвищенню запасів органічного Карбону на 17,4 т/га без застосування мікробних препаратів та на 18,0 т/га за їх використання, порівнюючи з мінеральною системою удобрення. Застосування мікробних препаратів за системи удобрення «NPK + сидерат» дало змогу збільшити кількість органічної речовини, що надходить у ґрунт, на 1,2 та 1,6 т/га за ротацію сівозміни.

Результати досліджень (табл. 2) свідчать, що баланс гумусу в контрольному варіанті (без добрив) був дефіцитним, а втрати гумусу за рік становили 0,69 т/га без використання мікробних препаратів та 0,64 т/га за інокуляції насіння. У варіанті з внесенням лише мінеральних добрив (варіант 2) за рахунок підвищення врожайності сільськогосподарських культур і збільшення маси рослинних решток втрати гумусу за рік проти контролю, зменшилися відповідно до фонів на 0,20 та 0,19 т/га.

Використання мінеральних добрив у поєднанні з сидератами сприяло збільшенню надходження кореневих решток, що є необхідною умовою їх швидкої мінералізації в ґрунті. За цієї системи удобрення створюється слабо дефіцитний баланс гумусу –0,11 та –0,03 т/га відповідно до фонів. Використання гною на фоні NPK дає змогу підвищити запаси гумусу в ґрунті за рік на 0,11 та 0,15 т/га. За ротацію сівозміни кількість новоутвореного гумусу в цьому варіанті перевищувала його втрати на мінералізацію на

Таблиця 1. Надходження органічної речовини в ґрунт залежно від режимів кореневого живлення, т/га

| № з/п               | Варіанти дослідів     | Надійшло органічної речовини |            |                |            |                |            |                |            |                |            | ± до контролю |  | ± від інокуляції |
|---------------------|-----------------------|------------------------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|------------|---------------|--|------------------|
|                     |                       | з рештками                   |            | з добривами    |            | всього         |            | без інокуляції |            | інокуляція     |            |               |  |                  |
|                     |                       | без інокуляції               | інокуляція | без інокуляції | інокуляція | без інокуляції | інокуляція | без інокуляції | інокуляція | без інокуляції | інокуляція |               |  |                  |
| 1                   | Контроль              | 13,1                         | 14,4       | 0              | 0          | 13,1           | 14,4       | -              | -          | -              | -          | 1,3           |  |                  |
| 2                   | НРК                   | 17,2                         | 17,8       | 0              | 0          | 17,2           | 17,8       | 4,1            | 3,6        | 0,6            |            |               |  |                  |
| 3                   | НРК + сидерат 1       | 19,1                         | 20,3       | 3,2            | 3,2        | 22,3           | 23,5       | 9,2            | 9,1        | 1,2            |            |               |  |                  |
| 4                   | НРК + сидерат 2       | 19,7                         | 21,2       | 3,5            | 3,5        | 23,2           | 24,8       | 10,1           | 10,4       | 1,6            |            |               |  |                  |
| 5                   | НРК + гній            | 20,8                         | 21,5       | 8,4            | 8,4        | 30,4           | 31,2       | 17,3           | 16,8       | 0,8            |            |               |  |                  |
| 6                   | НРК+ гній + сидерат 1 | 23,0                         | 23,8       | 11,6           | 11,6       | 34,6           | 35,4       | 21,5           | 21,0       | 0,8            |            |               |  |                  |
| 7                   | Гній 20 т/га          | 17,6                         | 18,1       | 16,8           | 16,8       | 34,4           | 34,9       | 21,3           | 20,5       | 0,5            |            |               |  |                  |
| НІР <sub>0,99</sub> |                       | 0,83                         | 0,87       |                |            |                |            |                |            |                |            |               |  |                  |

Таблиця 2. Баланс гумусу в короткоротаційній сівозміні за різних систем удобрення і мікробних препаратів

| № з/п | Варіанти дослідів      | Кількість новоутвореного гумусу, т/га |            | Мінералізація гумусу, т/га |            | Баланс гумусу, ± т/га |            | Баланс гумусу за рік, ± т/га |            |
|-------|------------------------|---------------------------------------|------------|----------------------------|------------|-----------------------|------------|------------------------------|------------|
|       |                        | без інокуляції                        | інокуляція | без інокуляції             | інокуляція | без інокуляції        | інокуляція | без інокуляції               | інокуляція |
|       |                        | інокуляції                            | інокуляція | інокуляції                 | інокуляція | інокуляції            | інокуляція | інокуляції                   | інокуляція |
| 1     | Контроль               | 2,79                                  | 3,00       | 5,54                       | 5,54       | -2,75                 | -2,54      | -0,69                        | -0,64      |
| 2     | НРК                    | 3,56                                  | 3,76       | 5,54                       | 5,54       | -1,98                 | -1,82      | -0,49                        | -0,45      |
| 3     | НРК + сидерат 1        | 4,78                                  | 4,83       | 5,54                       | 5,54       | -0,76                 | -0,71      | -0,18                        | -0,18      |
| 4     | НРК + сидерат 2        | 5,12                                  | 5,41       | 5,54                       | 5,54       | -0,42                 | -0,13      | -0,11                        | -0,03      |
| 5     | НРК + гній             | 5,96                                  | 6,12       | 5,54                       | 5,54       | +0,42                 | +0,58      | +0,11                        | +0,15      |
| 6     | НРК + гній + сидерат 1 | 7,66                                  | 7,81       | 5,54                       | 5,54       | +2,11                 | +2,27      | +0,53                        | +0,57      |
| 7     | Гній 20 т/га           | 7,25                                  | 7,39       | 5,54                       | 5,54       | +1,71                 | +1,85      | +0,43                        | +0,46      |

0,42 т/га у варіанті без мікробних препаратів та на 0,58 т/га за їх використання. Найбільш ефективною системою удобрення для створення позитивного балансу гумусу була органо-мінеральна система «NPK + гній + сидерат», де баланс гумусу за рік складав 0,53 та 0,57 т/га відповідно до фонів.

Отже, за використання органічних добрив (гною, сидератів) у поєднанні з мінеральними добривами на фоні інокуляції насіння мікробними препаратами спостерігається не лише відновлення родючості дерново-підзолистого ґрунту, а й відбувається зростання вмісту гумусу за рік у межах 0,43–0,53 т/га.

Мікробні препарати за системою удобрення «NPK + гній + сидерат» здатні збільшити вміст гумусу на 0,16 т/га за ротацію сівозміни.

**Висновки.** Встановлено позитивний вплив інокуляції насіння біопрепаратами в процесі вирощування сільськогосподарських культур за органо-мінеральною системою удобрення на вміст гумусу у дерново-підзолистому ґрунті. Органо-мінеральна система удобрення (NPK + гній + сидерат) забезпечує найбільше зростання запасів гумусу дерново-підзолистого ґрунту, які становлять 0,53 т/га за рік. Застосування мікробних препаратів сприяє збільшенню вмісту гумусу в дерново-підзолистому ґрунті в середньому на 0,16 т/га за ротацію сівозміни.

#### ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Жемела Г. П. Добрива, урожай і якість зерна. К. : Урожай, 1991. 136 с.

2. Левин Ф. И. Количество растительных остатков в почвах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции. *Агробиохимия*. 1977. № 8. С. 36–43.

3. Алиева Е. И. Накопление и разложение растительных остатков полевых культур и влияние их на баланс органического вещества и питательных элементов дерново-подзолистой почвы. *Агробиохимия*. 1978. № 4. С. 57–63.

4. Роскошанский А. Д. Поживно-корневые остатки и их роль в изменении условий почвенного плодородия. *Агробиохимия*. 1976. № 1. С. 95–100.

5. Семенов В. М., Ходжаева А. К. Агроэкологические функции растительных остатков в почве. *Агробиохимия*. 2006. № 7. С. 63–81.

6. Шукраїло С. П. Баланс гумусу в ґрунтах Херсонської області. *Агроєкологічний журнал*. 2010. № 3. С. 39–40.

7. Ваксман С. А. Гумус: происхождение, химический состав и значение его в природе. М. : Сельхозиздат, 1937. 69 с.

8. Томсон Л. М., Троу Ф. Р. Почвы и их плодородие. М. : Колос. 1982. 462 с.

9. Лыков А. М. Гумус и плодородие почвы. М. : Моск. рабочий, 1985. 192 с.

10. Кулаковская Т. Н. Проблемы расширенного воспроизводства плодородия дерново-подзолистых почв в условиях нарастающей интенсивности сельского хозяйства (Интегральная модель высокоплодородной почвы). *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1982. № 9. С. 8–12.

11. Бердников А. М. Зеленое удобрение — биологизация земледелия, урожай. Черниговское НПО «Элита», 1992. 191 с.

12. Балюк С. А., Греков В. О., Лісовий М. В. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління (науково-методичні рекомендації). Харків, 2011. 28 с.

Отримано 16.04.2019

<https://doi.org/10.35868/1997-3004.29.56-61>

UDC 631.411.4:631.895

## EFFECT OF MICROBIAL PREPARATIONS ON THE HUMUS BALANCE IN SOD-PODZOLIC SOIL

L. V. Potapenko, L. M. Skachok, N. I. Horbachenko

Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv  
e-mail: potapenko74@ukr.net

**Objective.** To study the efficiency of inoculation of seeds by biological preparations under influence on humus balance in growing crops in short crop rotation. **Methods.** Field, laboratory, calculation-comparative. **Results.** It was found that the highest entrance of organic matter in the soil

was due to the use of organo-mineral fertilizing system NPK-manure-green manure, which contributes to the increase of organic carbon reserves by 17.4 t/ha without the use of microbial preparations and by 18.0 t/ha against the background of microbial preparations in comparison with the mineral fertilizing system. The use of microbial preparations under the fertilizing systems NP-manure-green manure allows to increase the amount of organic matter entering the soil by 1.2 and 1.6 t/ha during crop rotation. Under the use of organic fertilizers (manure, green manure) in combination with mineral ones and seed inoculation, not only the recovery of fertility of sod-podzolic soil, but also increase in the content of humus within the limits of 0.43–0.53 t/ha is reported. The use of manure on the background of the NPK makes it possible to increase the humus reserves in the soil by 0.11 and 0.15 t/ha per year. During crop rotation, the amount of newly formed humus in this variant exceeded its mineralization loss by 0.42 t/ha without microbial preparations and by 0.58 t/ha on the background of microbial preparations. **Conclusion.** The positive effect of the use of biological preparations under inoculation of seeds in combination with the organo-mineral fertilizing system on the content of humus in sod-podzolic soil on average by crop rotation was established. Organic-mineral fertilizing system (NPK + manure + green manure) provides the highest growth of humus reserve in soil — 0.53 t/ha per year. The use of microbial preparations in the cultivation of crops under this fertilizing system contributes to the increase of humus content in the soil by 0.16 t/ha during crop rotation.

Key words: organic fertilizers, mineral fertilizers, green manure, microbial preparations, seed inoculation, transformation of organic matter, humus.

#### REFERENCES

1. Zhemela, H. P. (1991). *Dobryva, urozhai i yakist zerna* [Fertilizers, crop and grain quality]. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
2. Levin, F. I. (1977). Kolichestvo rastitel'nykh ostatkov v pochvakh polevykh kul'tur i ego opredeleniye po urozhayu osnovnoy produktsii [Quantity of plant remains in seedings of field crops and its determination after yield of main variety]. *Agrokhimiya*, 8, 36–43 [in Russian].
3. Alieva, E. I. (1978). Nakopleniye i razlozheniye rastitel'nykh ostatkov polevykh kul'tur i vliyaniye ikh na balans organicheskogo veshchestva i pitatel'nykh elementov dernovo-podzolistoy pochvy [Accumulation and disintegration of plant remains of field crops and their effect on balance of organic matter and nutrients in dernovo-podzolic soil]. *Agrokhimiya*, 4, 57–63 [in Russian].
4. Roskoshansky, A. D. (1976). Pozhnyvno-kornevyye ostatki i ikh rol' v izmenenii usloviy pochvennogo plodorodiya [After-harvest-root remains and their role in changing conditions of soil fertility]. *Agrokhimiya*, 1, 95–100 [in Russian].
5. Semenov, V. M., & Khodzhayeva, A. K. (2006). Agroekologicheskiye funktsii rastitel'nykh ostatkov v pochve [Agroecological functions of plant residues in soil]. *Agrokhimiya*, 7, 63–81 [in Russian].
6. Shukaylo, S. P. (2010). Balans gumusu v gruntakh Khersons'koi oblasti [Balance of humus in soils of Kherson region]. *Agroyekologichniy zhurnal*, 3, 39–40 [in Russian].
7. Vaksman, S. A. (1937). *Gumus: proiskhozhdeniye, khimicheskii sostav i znacheniye ego v prirode* [Humus: origin, chemical composition and its significance in nature]. Moskva: Sel'khozizdat [in Russian].
8. Tomson, L. M., & Trou, F. R. (1982). *Pochvi i ikh plodorodiye* [Soils and their fertility]. Moskva: Kolos [in Russian].
9. Lykov, A. M. (1985). *Gumus i plodorodiye pochvy* [Humus and soil fertility]. Moskva: Mosk. rabochiy [in Russian].
10. Kulakovskaya, T. N. (1982). Problemy rasshirenogo vosproizvodstva plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv v usloviyakh narastayushchey intensivnosti sel'skogo khazyaystva [The problems of enlarged reproduction of turf and podzolic soil fertility under the conditions of increasing agriculture intensification (The integral models of great fertility)]. *Vestnik sel'skohoziaystvennoy nauki*, 9, 8–12 [in Russian].
11. Berdnikov, A. M. (1992). *Zelenoe udobrenie — biologizatsiya zemledeliya, urozhaj* [Green fertilizer - biologization of agriculture, crop]. Chernigovskoe NPO "Elita" [in Russian].
12. Baliuk, S. A., Hrekov, V. O., & Lisovyi M. V. (2011) *Rozrakhunok balansu humusu i pozhyvnykh rehovyn u zemlerobstvi Ukrainy na riznykh rivniakh upravlinnia* : naukovo-metodychni rekomendatsii [Calculation of humus and nutrient balance in Ukrainian agriculture at different levels of management : scientific and methodological recommendations]. Kharkiv [in Ukrainian].

Received 16.04.2019