



review article | UDC 633:631.81:631.147 | doi: 10.31210/visnyk2019.03.11

SOIL FERTILITY FORMATION UNDER ORGANIC FARMING

V. M. Pysarenko,

ORCID ID: [0000-0002-0184-3929](https://orcid.org/0000-0002-0184-3929), E-mail: kafedra.zahysturooslyn@ukr.net,

P. V. Pysarenko,

ORCID ID: [0000-0002-4915-265X](https://orcid.org/0000-0002-4915-265X), E-mail: pysarenko@pdaa.edu.ua,

V. V. Pysarenko,

ORCID ID: [0000-0002-9484-3476](https://orcid.org/0000-0002-9484-3476), E-mail: volodymyr.pysarenko@pdaa.edu.ua,

O. O. Gorb,

ORCID ID: [0000-0002-3141-8114](https://orcid.org/0000-0002-3141-8114), E-mail: gorb@pdaa.edu.ua,

T. O. Chaika,

ORCID ID: [0000-0002-5980-7517](https://orcid.org/0000-0002-5980-7517), E-mail: chayka_ta@ukr.net,

Poltava State Agrarian Academy, 1/3, H. Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine

Modern understanding of forming plant nutritive regime under the conditions of organic farming is presented. This understanding is based on the creation of agro-ecosystems, which are maximally close to natural formations owing to regulating two global processes – photosynthesis and nitrogen fixation in all their manifestations. It is substantiated that nitrogen is not only a basic biogenic element of the living matter, performing the most important role in the life of plants and animals, but also it is the leading element of arable farming. The influence of nodule-forming bacteria on soil enrichment with nitrogen for cultivating various plants and forming grain productivity was analyzed, which is necessary to take into account while determining the rates of nitrogen fertilizers (under intensive farming). It was determined that organic fertilizers are another important factor of optimizing crops' nutritive regime in organic farming. The application of such fertilizers assists in activating the activity of soil micro-flora, and after their mineralization the saturation of the soil with nutrients used by plants takes place. It was established that green manure crops are also one of factors in forming crop nutritive regime as inexhaustible and constantly renewable source of organic matter. It was also mentioned that using green manure crops favors including unused reserves of phosphorus, potassium, calcium, magnesium and other plant nutrients in small circulation from deeper genetic horizons of the soil. It was noted that systemic cultivation of perennial and annual legume grasses, green manure crops and application of manure as elements of organic farming technologies, considering their after-effect, practically ensures the recommended mineral nutrient regime of the main crops. It is stated that plants' nutritive regime is also considerably influenced by earthworm coprolites, which improve soil nutritive regime, its structure, and physical properties. It is proved that organic fertilizers are one of the reserves for replenishing the content of carbon dioxide in the atmosphere ground layer, which is very important for photosynthesis and, finally, for the formation of crop productivity. The collected information can be used in researches, introduced in production, educational process at training specialists in the field of knowledge 20 “Agrarian sciences and food”.

Key words: organic farming, plant nutritive regime, organic fertilizers, green manure crops, nitrogen fixation.

ФОРМУВАННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ В УМОВАХ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

В. М. Писаренко, П. В. Писаренко, В. В. Писаренко, О. О. Горб, Т. О. Чайка,

Полтавська державна аграрна академія, вул. Г. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна

Викладено сучасне розуміння щодо формування поживного режиму рослин за умов ведення органічного землеробства, яке ґрунтується на створенні агроєкосистем, максимально наближених до природних формацій завдяки регулюванню двох глобальних процесів – фотосинтезу й азотфіксації в усіх їхніх проявах. Обґрунтовано, що азот є не лише основним біогенним елементом живої матерії, виконуючи найважливішу роль у житті рослин і тварин, але є провідним елементом землеробства. Проаналізовано вплив бульбочкових бактерій на збагачення ґрунту азотом різних рослин і формування врожайності зерна, що необхідно враховувати при визначенні норм азотних добрив. Виявлено, що іншим важливим чинником оптимізації поживного режиму сільськогосподарських культур за умови органічного землеробства є органічні добрива, внесення яких сприяє активізації діяльності ґрунтової мікрофлори, а після їхньої мінералізації відбувається насичення ґрунту поживними речовинами, які використовують рослини. Встановлено, що також сидерати є одним з чинників у формуванні поживного режиму сільськогосподарських культур як невичерпне, постійно поновлювальне джерело органічної речовини. Зазначено, що системне вищипування багаторічних та однорічних бобових трав, сидеральних культур і внесення гною як елементів технологій органічного землеробства, враховуючи їхню післядію, практично забезпечує рекомендований режим мінерального живлення основних сільськогосподарських культур. Визначено, що на поживний режим рослин також значно впливають копроліти дощових черв'яків, які покращують поживний режим ґрунту, його структуру та фізичні властивості. Обґрунтовано, що органічні добрива є одним із резервів поповнення вмісту вуглекислого газу в приземному шарі атмосфери, що має суттєве значення для фотосинтезу і, в кінцевому підсумку, для формування врожайності сільськогосподарських культур. Результати цих спостережень можуть слугувати предметом подальших наукових досліджень задля впровадження у виробництво, а також їх можна використати у навчальному процесі при підготовці спеціалістів у галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство».

Ключові слова: органічне землеробство, поживний режим рослин, органічні добрива, сидерати, азотфіксація.

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ В ОРГАНИЧЕСКОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

В. Н. Писаренко, П. В. Писаренко, В. В. Писаренко, О. А. Горб, Т. А. Чайка,

Полтавская государственная аграрная академия, ул. Г. Сковороды, 1/3, г. Полтава, 36003, Украина

Изложены современное понимание о формировании питательного режима растений в условиях ведения органического земледелия, которое базируется на создании агроэкоэcosystem, максимально приближенных к естественным формациям. Обосновано, что азот является ведущим элементом земледелия. Определено, что другим важным фактором оптимизации питательного режима сельскохозяйственных культур в органическом земледелии являются органические удобрения, внесение которых способствует активизации деятельности почвенной микрофлоры. Выведено, что также сидераты являются одним из факторов в формировании питательного режима сельскохозяйственных культур как неисчерпаемый, постоянно возобновляемый источник органического вещества. Изложено, что на питательный режим растений также значительно влияют копролиты дождевых червей, которые улучшают питательный режим почвы, его структуру и физические свойства. Результаты этих наблюдений могут послужить предметом дальнейших научных исследований для внедрения в производство, а также их можно использовать в учебном процессе при подготовке специалистов в области знаний 20 «Аграрные науки и продовольствие».

Ключевые слова: органическое земледелие, питательный режим растений, органические удобрения, сидераты, азотфиксация.

Система органічного землеробства ґрунтується на створенні агроєкосистем, максимально наближених до природних формацій. Вона враховує базовий принцип розвитку планети, оскільки виник-

нення життя на Землі забезпечувалося двома глобальними процесами, які й нині, і в майбутньому будуть підтримувати розвиток біосфери. До них належить фотосинтез і азотфіксація в усіх їхніх проявах. Саме регулювання цих процесів найактивніше відбувається в органічному землеробстві, оскільки його технологічні прийоми забезпечують ефективне використання позитивних факторів навколишнього середовища, насамперед, шляхом збільшення їхньої питомої ваги у процесі продукування основних біотичних компонентів. Насамперед цьому сприяє використання багаторічних бобових трав, гною та сидеральних культур, що забезпечує підвищення впливу сонячної енергії, біологічної фіксації азоту з атмосфери й ґрунту та покращення умов життєдіяльності ґрунтової біоти.

У природі існує тісний взаємозв'язок між фотосинтезом і симбіотичною фіксацією азоту. Завдяки азотфіксації рослини забезпечуються безперервним азотним живленням в оптимальних дозах, а у процесі фотосинтезу утворюються вуглеводи, які далі використовуються для синтезу всіх органічних речовин [27].

Потужний резервуар азоту – земна атмосфера, де його запаси становлять близько 4 трлн т (об'ємна частка газоподібного азоту в атмосфері – 78,09 %, масова – 75,6 %). Над кожним гектаром земної поверхні в атмосфері міститься в середньому близько 80 тис. тонн (над 1 м² близько 8 т) молекулярного азоту, єдиного джерела поновлення запасів зв'язаного азоту у ґрунті [15–17].

Отже, азот не лише основний біогенний елемент, головний компонент живої матерії, що відіграє найважливішу роль у житті рослин і тварин, але й провідний елемент землеробства. Однак вищі рослини не здатні використовувати молекулярний азот як джерело азотного живлення. З повітря фіксувати азот можуть лише бактерії, що мають високий коефіцієнт розмноження та адаптації до середовища, а ферментативні системи здатні відновлювати азот до різноманітних хімічних сполук.

Найбільше практичне значення у збагаченні ґрунтів азотом завдяки засвоєнню його з повітря мають бульбочкові бактерії, які фіксують молекулярний азот у симбіозі з бобовими рослинами, що є одним з основних елементів системи органічного землеробства. Завдяки бульбочковим бактеріям люцерна здатна засвоювати 120–350 кг/га азоту з повітря, еспарцет – 100–200 кг/га, соя – понад 70 кг/га і сформувати врожайність зерна 30–35 ц/га без застосування азотних добрив [15, 24]. Останнім часом виявлено й нові форми мікроорганізмів, здатних засвоювати молекулярний азот в асоціаціях із кореневою системою небобових рослин [21].

Просо стимулює фіксацію азоту за вегетаційний період близько 40 кг/га [17], пшениця озима – до 35–40 кг/га [21], а за даними В. Патики [17] – до 60 кг/га в рік. Частка атмосферного азоту в рослинах кукурудзи та сорго становить близько 13 кг/га, ячменю – до 20 кг/га [21]. Продуктивність асоціативної азотфіксації в зоні помірних широт, вважає В. Патику [15], становить у середньому 20–30 кг/га азоту.

Отже, визначаючи норми азотних добрив (навіть за умов інтенсивного землеробства) потрібно брати до уваги, що частину своїх потреб в азоті рослини задовольняють завдяки його фіксації з повітря. Визначаючи норми азотних добрив для сої, варто враховувати, що в середньому 60 % своїх потреб в азоті рослини сої задовольняють завдяки його фіксації з повітря бульбочками в разі обробки насіння препаратами азотфіксуючих бактерій, які утворюються на коренях рослин [8, 10, 20]. Бактерії однорічних зернових культур здатні фіксувати 50–90 кг/га азоту, еквівалентних +25–35 кг/га діючої речовини азотних добрив [21]. На багаторічних бобових (еспарцет, люцерна, буркун, конюшина) асоціативного біологічного азоту накопичується 90–380 кг/га, що еквівалентно 120–250 кг/га діючої речовини азотних добрив.

В умовах органічного землеробства асоціативний біологічний азот паралельно з використанням органічних добрив, включаючи й сидерати, формує оптимальний поживний режим рослин і позитивний баланс гумусу у ґрунті. Фіксований азот надходить у рослини не повністю, значна його частина надходить у ґрунт (у зернобобових – 10–12 кг/га, у багаторічних бобових трав – 60–120 кг/га), компенсуючи тим самим винесення рослинами ґрунтового азоту [21].

Іншим важливим чинником формування родючості ґрунту за умови органічного землеробства є органічні добрива, внесення яких сприяє активізації діяльності ґрунтової мікрофлори, а після їхньої мінералізації відбувається насичення ґрунту поживними речовинами, які використовують рослини.

За умови вмісту поживних речовин у гноєві великої рогатої худоби: азоту (N) – 0,40 %, фосфору (P₂O₅) – 0,16 %, калію (K₂O) – 0,50 %, якщо внести 100 т/га у ґрунт після мінералізації органічних речовин надходить азоту 400 кг/га, фосфору – 160 кг/га, калію – 500 кг/га. На другий рік після внесення гною та його часткової мінералізації вміст NPK у ґрунті збільшується на 90; 35; 57 мг/кг відпо-

відно. Мінералізація гною триває упродовж 3–4-х років за умови інтенсивності засвоєння рослинами в перший рік: азоту 22 %, фосфору – 30–40 %, калію – 60–66 % від загального вмісту. Використання NPK із гною наступною культурою становить відповідно, 15–20 %, 10–15 %, 5–10 %, а третьою культурою – 10–15 %, 5–10 %, 0–10 %. Використання поживних речовин гною за ротацію сівозміни (з урахуванням післядії) становить: азоту – 50–60 %, фосфору – 50–60 %, калію – 80–90 %, що наближається до показників використання відповідних поживних речовин із мінеральних добрив [7].

Отже, повернення у ґрунт малоцінної для харчових потреб і тваринництва продукції, проте вкрай необхідної для активної діяльності ґрунтової біоти, підвищує її деструкційну й синтетичну дії. Це сприяє формуванню позитивного балансу гумусу, надходженню у ґрунт біологічного азоту, фосфору, калію та інших макро- й мікроелементів.

Ще одним чинником у формуванні родючості ґрунту є сидерати. «Зелене добриво» є невичерпним, постійно поновлювальним джерелом органічної речовини. Встановлено, що за вегетаційний період на формування біомаси сидеральна культура бере з ґрунту лише 10 % «матеріалу», а 90 % одержує з повітря за рахунок енергії сонячних променів та біологічної азотфіксації. За даними наукових досліджень, сидерати за своєю ефективністю прирівнюються до напівперепрілого гною з коефіцієнтом 1,5. Середня врожайність зеленої маси сидерату (200–300 ц/га) еквівалентна внесенню 20–30 т/га гною. Позитивний вплив сидерації на родючість ґрунту й урожайність сільськогосподарських культур зберігається протягом трьох років. Найефективніші для сидерації багаторічні й однорічні бобові культури. При урожайності зеленої маси вики озимої 250 ц/га, після мінералізації органічної речовини у ґрунті накопичується 160 кг/га азоту, 75 кг/га фосфору і 200 кг/га калію, що еквівалентно внесенню 906,3 кг/га мінерального добрива – нітроаммофоски. Загалом же після вирощування вики ярої на перший рік поживних речовин у ґрунті було: N₁₄₃ P₁₂₈ K₁₃₄, на другий рік – N₁₆₂ P₁₁₄ K₁₀₈, на третій – N₁₇₈ P₈₇ K₁₃₀. Широке впровадження сидератів сприяє також включенню в малий кругообіг із більш глибоких генетичних горизонтів ґрунту невикористаних резервів фосфору, калію, кальцію, магнію та інших елементів живлення рослин.

Отже, післядія гною і сидеральних культур відчувається протягом трьох років. Із такою ж послідовністю за умови органічного землеробства на поля вноситься гній або висівається сидерат, що забезпечує формування родючості ґрунту. До цього ж додається накопичення азоту за рахунок біологічної фіксації, особливо багаторічними бобовими травами, які є обов'язковим елементом технологій органічного землеробства, у результаті чого забезпечується його основне завдання – «нагодувати землю».

За роки застосування органічного землеробства на полях ПП «Агроєкологія» під впливом чинників системи згідно з даними Полтавської філії Державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», вміст гумусу – головного показника родючості ґрунту та ефективності технологій – збільшився на 0,53–1,57 %. Особливо відчутний процес ґрунтоутворення на еродованих землях, урожайність котрих за цей період практично досягла показників на рівнинних полях. Ґрунти господарства характеризуються достатнім вмістом основних макроелементів. За останні роки в середньому на полях вміст основних макроелементів становив: азоту (N) – 109–155 кг/га, фосфору (P) – 78–102 кг/га, калію (K) – 98–105 кг/га, тоді як рекомендованими нормами внесення мінеральних добрив для основних сільськогосподарських культур у зоні Лісостепу є такі: для пшениці озимої – N₉₀₋₁₂₀ P₆₀ K₉₀; пшениці ярої та сої – N₆₀ P₆₀ K₆₀; кукурудзи – N₉₀₋₁₂₀ P₆₀₋₉₀ K₉₀₋₁₂₀; соняшнику – N₆₀ P₆₀₋₉₀ K₆₀ [2].

З огляду на вищевикладене можна стверджувати, що системне вирощування багаторічних та однорічних бобових трав, сидеральних культур і внесення гною, враховуючи їхню післядію, практично забезпечує рекомендований режим мінерального живлення основних сільськогосподарських культур.

На родючість ґрунту також значно впливає ще один цікавий чинник: це копроліти дощових черв'яків. Дощові черв'яки створюють легко засвоювані поживні сполуки з органіки завдяки своїм виділенням – копролітам (до 100 і більше т/га). Своєю діяльністю вони покращують родючість ґрунту, його структуру та фізичні властивості. Як було відмічено раніше, за умови органічного землеробства чисельність дощових черв'яків за роки досліджень досягала в середньому 36 особин на 1 м², що у 8 разів більше, ніж на полях з інтенсивними технологіями.

Варто зазначити, що у традиційних технологіях перевага надавалася власне кореневому живленню рослин як основі підвищення потенційної й ефективної родючості ґрунту. Значно менша увага приділялася повітряному живленню, тобто асиміляції зеленим листком CO₂ та окремих сполук мінерального й органічного походження в мікродозах [14]. Зважаючи на це, заслуговує на увагу важливий чинник формування високопродуктивних агрофітоценозів, яким є вуглецеве живлення рослин. Маємо на

увазі як атмосферний, так і ґрунтовий вуглець, на вміст якого в орному шарі впливає кількість органічної речовини ґрунту і внесення органічних добрив.

Під впливом мікроорганізмів органічні речовини розкладаються на вуглекислоту, азотну кислоту, вільний азот і воду. Зольні елементи переходять у розчинні мінеральні солі. Використовуючи енергію сонця і вуглекислий газ (CO_2) з атмосфери, рослини перетворюють CO_2 в органічний вуглець, що сприяє утворенню органічних речовин, необхідних для існування людини. Чорний колір, який асоціюється з родючістю ґрунту, – це показник вмісту органічного вуглецю у гумінових кислотах, концентрація якого у ґрунті сягає понад 20 %. Гармонійність органічних добрив тісно пов'язана з життям ґрунту й має забезпечувати рослини вуглецем і азотом у рівноважному стані. Для більшості ґрунтів співвідношення вуглецю до азоту становить 12 : 1, що вказує на доступність для рослин азоту [15].

Отже, органічні добрива забезпечують рослини не тільки основними макро- і мікроелементами, а й вуглекислотою, що утворюється в результаті розкладання органіки. За даними С. Д. Лисогорова і В. О. Ушкаренка [13], інтенсивність виділення CO_2 із чорнозему звичайного на неудобреному варіанті становила 0,31–0,58 кг/га/ год., тоді, як на ділянці, де внесли гній у дозі 50 т/га, – 0,43–0,96 кг/га/год. Загалом у процесі розкладання 30–40 т гною щодня виділяється 35–65 кг CO_2 , що покращує вуглецеве живлення рослин. У довіднику «Органічні добрива» зазначається, що для формування урожайності пшениці озимої 50 ц/га в період її інтенсивного росту, добова потреба у вуглекислому газі (CO_2) становить понад 200 кг на гектар. Близько 70 % цієї кількості забезпечується за рахунок вуглекислого газу, який надходить у приземний шар повітря у процесі мінералізації перегною.

Інтенсивний розвиток пшениці озимої триває близько 90 днів, тобто за цей час на кожному гектарі посіву рослинами буде засвоєно близько 18000 кг CO_2 , з яких 70 %, або 12000 кг, повинні надійти з ґрунту. Для задоволення такої потреби необхідно внести у ґрунт органіки зі значно більшою кількістю вуглецю у вигляді гною і рослинної маси (сидерати, пожнивні рештки та ін.), з яких за допомогою мікроорганізмів сформується перегній і вуглекислота [23].

Певна частина вуглецю, що міститься в органічних добривах, формує ґрунтову органічну речовину – гумус. На багатому гумусом ґрунті з внесеної органічної речовини постійно виділяється вуглекислота, яка асимілюється листками й забезпечує ріст і розвиток рослин, формування їхньої продуктивності.

Отже, органічні добрива є одним із резервів поповнення вмісту вуглекислого газу у приземному шарі атмосфери, що має суттєве значення для фотосинтезу і, в кінцевому підсумку, для формування врожайності сільськогосподарських культур.

До вищевикладеного варто додати, що рівномірне розкладання органічної речовини як джерела вуглекислоти, може досягатися за умови рівномірного розподілу його в горизонтальній площині так, аби вона не піддавалася надмірному тиску. Заробка органіки навіть на незначну глибину гальмує процес розкладання. Більш інтенсивний розпад органічних добрив у верхньому шарі ґрунту обумовлюється кращою аерацією, більш високою температурою, а, відтак й більш активною мікробіологічною діяльністю. Спостерігаємо чітку закономірність: чим глибше зароблено гній, тим повільніше проходить його мінералізація. Якщо за умови поверхневої заробки втрати вуглецю за два роки спостережень досягали 83 % від початкового вмісту, то в шарі 10–20 см і 20–30 см, відповідно, 81,4 % і 74,2 % [23].

Крім того, виділений у ґрунті вуглекислий газ, з'єднуючись із водою, перетворюється у вугільну кислоту, що виступає відмінним розчинником макро- і мікроелементів ґрунту, будучи додатковим резервом оптимізації поживного режиму сільськогосподарських культур.

Водночас варто зазначити, що неконтрольоване накопичення вуглекислого газу в атмосфері шкідливе для природи і здоров'я людини.

Вуглекислий газ (CO_2) – один із компонентів так званих парникових газів (CO_2 – вуглекислий газ, CH_4 – метан, N_2O – окис азоту), які містяться в атмосфері, сприяють утриманню тепла, що, зазвичай, виділяється з поверхні ґрунту. Наслідком цього є глобальні зміни клімату [18, 28]. З початку промислової революції рівень вмісту CO_2 збільшувався з інтенсивністю близько 1,5 % у рік. Зростання рівня вмісту CO_2 в атмосфері приводить до глобального потепління [30].

Зменшити викиди CO_2 на 20 % і більше можна шляхом впровадження технологій органічного землеробства [1, 3, 7, 27], які включають: мінімальний та протиерозійний обробітки ґрунту, внесення органічних добрив, впровадження науково-обґрунтованих сівозмін, використання сидеральних, проміжних культур і збереження поживних решток, максимальне покриття поверхні ґрунту рослинами. Такі заходи сприяють зменшенню вмісту діоксиду вуглецю в атмосфері та збільшенню вуглецю в ґрунті.

Висновки

Оскільки сучасне суспільство характеризується трансформацією вимог до системи виробництва, особливо аграрного, і зміщенням вектору забезпечення соціально-екологічних складових останнього, постає актуальність збереження та відновлення родючості ґрунтів, що можливо досягти за умов ведення органічного землеробства. Використання цієї системи ґрунтується на створенні агроєкосистем, максимально наближених до природних формацій завдяки регулюванню фотосинтезу й азотфіксації в усіх їхніх проявах. На вміст азоту у ґрунті впливають бульбочкові бактерії, і він забезпечує формування врожайності зернових культур. Важливими чинниками оптимізації поживного режиму сільськогосподарських культур за умови органічного землеробства є органічні добрива, внесення яких сприяє активізації діяльності ґрунтової мікрофлори, та вирощування сидеральних культур як невичерпного, постійно поновлювального джерела органічної речовини.

Перспективи подальших досліджень. Стимулювання формування та підвищення природної родючості ґрунтів має не лише екологічний аспект, а й економічний. Він використовується для додаткового стимулювання сільськогосподарських виробників щодо впровадження органічного землеробства.

References

1. Antonec, S. S., Luk'yanenko, G. V., Pisarenko, V. N., & Pisarenko, P. V. (2015). Sovershenstvovanie sistem zashity pochvy ot erozii v usloviyah organicheskogo zemledeliya. *Zerno*, 2 (107), 158–162 [In Russian].
2. Antonets, S. S., Antonets, A. S., & Pysarenko, V. M. (2010). *Orhanichne zemlerobstvo: z dosvidu PP «Ahroekolohiia» Shyshatskoho raionu Poltavskoi oblasti: praktychni rekomendatsii*. Poltava: RVV PDAA [In Ukrainian].
3. Chaika, T. O. (2013). *Rozvytok vyrobnytstva orhanichnoi produktsii v ahrarynomu sektori ekonomiky Ukrainy: monohr*. Donetsk: Vyd-vo «Noulidzh» [In Ukrainian].
4. Chaika, T. O., & Ponomarenko, S. V. (2015). Zeleni dobryva – syderaty v orhanichnomu zemlerobstvi. *Ahrarnyi Biuletyn*, 54, 25–31 [In Ukrainian].
5. Chaika, T. O., & Ponomarenko, S. V. (2015). Efektyvna sivozmina v orhanichnomu zemlerobstvi: sutnist, pravyla ta pryntsyipy. *Ahrarnyi Biuletyn*, 52, 17–21 [In Ukrainian].
6. Chaika, T. O., & Ponomarenko, S. V. Promizhni kultury yak vazhlyva skladova sivozminy v orhanichnomu zemlerobstvi. *Ahrarnyi Biuletyn*, 53, 30–31 [In Ukrainian].
7. Bacula, A. A. (Ed.). (1998). *Organicheskie udobreniya: (2-e izd., per. i dop.)*. Kiev: Urozhaj [In Russian].
8. Dehodiuk, E. H., Vitvitska, O. I., & Dehodiuk, T. S. (2014). Suchasni pidkhody do optymizatsii mineralnogo zhyvlennia roslyn v orhanichnomu zemlerobstvi. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru "Instytut Zemlerobstva NAAN"*, 1–2, 33–39 [In Ukrainian].
9. Horb, O. O., Chaika, T. O., & Yasnolob, I. O. (2017). Vykorystannia syderalnykh kultur yak vidnovliuvanoho dzherela enerhii v orhanichnomu zemlerobstvi. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (4), 38–41. doi: 10.31210/visnyk2017.04.06 [In Ukrainian].
10. Kaminskyi, V. F., Hadzalo, Ya. M., Saiko, V. F. & Korniiichuk, M. S. (2015). *Zemlerobstvo XXI stolittia – problemy ishliakhy vyrishennia*. Kyiv, VP «Edelveis» [In Ukrainian].
11. Lykhochvor, V. V. (2008). Dobryvna alternatyva. *Zerno*, 3, 62–72 [In Ukrainian].
12. Lysogorov, S. D., & Ushkarenko, V. A. (1985). *Praktikum po oroshaemomu zemledeliyu*. Moskva: Agropromizdat [In Russian].
13. Maslov, O. (2006). Pochvennye mikroby, organicheskoe veshstvo i recirkulyaciya pitatelnykh veshstv. *Zerno*, 12, 130–133 [In Russian].
14. Patyka, V. P., Kots, S. Ya., Volkohon, V. V., Sherstoboieva, O. V., Melnychuk, T. M., Kalinichenko, A. V., & Hrynyk, I. V. (Patyka, V. P. Ed.), (2003). *Biologichnyi azot: Monohrafiia*. Kyiv: Svit [In Ukrainian].
15. Patyka, V. P., Hnatiuk, T. T., & Buletska, N. M. (2015). Biologichnyi azot u systemi zemlerobstva. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk «Zemlerobstvo»*, 2 (89), 12–20 [In Ukrainian].
16. Patyka, V. P., Tykhonovych, I. A., Filipiev, I. D., Hamaiunova, V. V., & Andrusenko, I. I. (1993). *Mikroorhanizmy i alternatyvne zemlerobstvo*. Kyiv: Urozhai [In Ukrainian].
17. Patyka, V. F. (1981). Azotfiksaciya v rizosfere zlakovykh kultur i ee vliyanie na urozhaj rastenij,

Mikroorganizmy v selskom hozyajstve. Respublikanskaya konferenciya. Kishinev [In Russian].

18. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V., Pysarenko, V. V., Horb, O. O., & Chaika, T. O. (2019). Posukhy v konteksti zmin klimatu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (1), 134–146. doi: 10.31210/visnyk2019.01.18 [In Ukrainian].

19. Pysarenko, P. V., & Chaika, T. O. (2015). Efektyvna sivozmina v orhanichnomu zemlerobstvi: sutnist, pravyla ta pryntsyipy. *Dim. Sad. Horod*, 6, 10–11 [In Ukrainian].

20. Rakhmetov, D. B., & Horobets, S. O. (2000). Alelopatychna rol alternatyvnykh syderalnykh kultur u funktsionuvanni ahrofitotsenoziv. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 10, 22–24 [In Ukrainian].

21. Remer, N. (1994). *Organicheskie udobreniya: Perevod s nemeckrgo.* Moskva: Akkorinformizdat [In Russian].

22. Sadykov, B. F., Zueva, L. D., & Chernov, A. Ya. (1982). Produktivnost simbioticheskoy azotfiktsacii, *Tezisy dokladov Ekologicheskije posledstviya primeneniya agrohimiKatov: udobreniya: vsessoyuznoe rabochee soveshanie «Chelovek i biosfera».* Pushino [In Russian].

23. Samoijlenko, I. (2015). Normalizaciya biocenoza: [biologizaciya zemledeliya na primere «Agrofirmy «Kolos», Kievskaya obl.]. *Zerno*, 12, 70–72 [In Russian].

24. Steggenberg, S. (2006) Pochvennyj organicheskij uglerod i globalnyj krugovorot ugleroda, *Sbornik dokladov III Konferencii NT. CA samovostanavlivayushieshsya effektivnoe zemledelie. Uvelichenie pribyli cherez uluchshenie kachestva pochv.* Dnepropetrovsk: Korporaciya «Agro-Soyuz» [In Russian].

25. Timiryazev, K. A. (1956). *«Solnce, zhizn i hlorofill»: izbrannye raboty.* Moskva: Selhoz [In Russian].

26. Rajs, C. (2006). Osnovy Sekvestracii ugleroda v selskohozyajstvennyh pochvah, *Sbornik dokladov III Konferencii NT. CA samovostanavlivayushieshsya effektivnoe zemledelie. Uvelichenie pribyli cherez uluchshenie kachestva pochv.* Dnepropetrovsk: Korporaciya «Agro-Soyuz» [In Russian].

27. Jenkinson, D. S. (1973). Organic matter and nitrogen in soils of the Rothamsted Classicol Experiments, *J. Sc. Food Agr.*, 24, 1149–1150.

28. Yasnolob, I. O., Pysarenko, V. M., Chayka, T. O., Gorb, O. O., Pestsova-Svitalka, O. S., Kononenko, Zh. A., & Pomaz, O. M. (2018). Ecologization of tillage methods with the aim of soil fertility improvement. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (2), 280–286. doi: 10.15421/2018_339.

29. Yasnolob, I., Chayka, T., Aranchiy, V., Gorb, O., & Dugar, T. (2018). Mycorrhiza as a biotic factor, influencing the ecosystem stability. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 363–370. doi: 10.15421/2018_223.

30. Yasnolob, I., Gorg, O., Dedukhno, A. L. L. A., & Kaliuzhna, Y. (2017). The formation of the management system of ecological, social, and economic development of rural territories using the experience in European Union. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 8 (3), 516–528. doi: 10.14505/jemt.v8.3(19).03.

Стаття надійшла до редакції 15.07.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В., Горб О. О., Чайка Т. О. Формування родючості ґрунту в умовах органічного землеробства. *Вісник ПДАА*. 2019. № 3. С. 85–91.

© Писаренко Віктор Микитович, Писаренко Павло Вікторович,
Писаренко Володимир Вікторович, Горб Олег Олександрович,
Чайка Тетяна Олександрівна, 2019