



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.147.001.891
(477.51/52)

© 2021

НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ АГРОЕКОСИСТЕМ У ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

С.І. Кудря¹, Ю.О. Тараріко², Г.І. Личук³, Н.А. Кудря⁴

^{1, 2}доктори сільськогосподарських наук

^{3, 4}кандидати сільськогосподарських наук

^{1, 4}Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва
п/в «Докучаєвське-2» Харківського р-ну Харківської обл., 62483, Україна

²Інститут водних проблем і меліорації НААН
вул. Васильківська, 37, м. Київ, 03022, Україна

³Державна установа Національний Антарктичний науковий центр МОН України
бульвар Тараса Шевченка, 16, м. Київ, 01601, Україна

e-mail: ¹Kudryasi.com@gmail.com, ²urtar@bigmir.net, ³aspirant.nnciz@gmail.com,

⁴kudrianadiiaa@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-4581-8426, ²0000-0001-8475-240X,

³0000-0002-2579-5036, ⁴0000-0003-3348-3515

Надійшла 24.06.2021

Мета — оцінити агроресурсний потенціал Лівобережного Лісостепу та встановити тенденції змін основних параметрів родючості чорнозему типового в системі органічного землеробства. **Методи** — загальнонаукові та спеціальні: довготривалий польовий — для визначення кількісних показників і аналітичний. **Результати.** Проаналізовано результати 20-річних польових досліджень і особливості функціонування органічних агроєкосистем, оцінено агроресурсний потенціал Лівобережного Лісостепу, тенденції формування гідротермічного режиму. Проведено обґрунтування сівозмін для господарств різної спеціалізації. Розкрито закономірності впливу різних гідротермічних умов на динаміку властивостей ґрунту, проведено балансові дослідження особливостей кругообігу азоту, фосфору та калію. Здійснено пошук математичних зв'язків між урожайністю культур сівозмін та їх попередниками, кількістю опадів, температурою повітря, обсягом надходження в ґрунт нетоварної частини врожаю і запасами в ньому основних елементів живлення. Установлено, що введення бобових культур в органічні агроєкосистеми сприяє оптимізації агрофізичних показників родючості чорнозему типового та балансу поживних речовин у ньому, що створює сприятливі умови для розвитку рослин. Визначено продуктивність сівозмін. Найбільшою вона була в сівозмінах із бобовими попередниками пшениці озимої: соєю, горохом, сочевицею та вико-вівсяною сумішкою, за умов використання на третій рік ротації буряків цукрових. Вихід кормопротеїнових одиниць у цих

варіантах становив 3,78; 3,75; 3,72 і 3,71 т/га. За умов розміщення гречки на 3-й рік ротації короткоротаційних сівозмін виявлено зниження їхньої продуктивності в 1,4 раза. **Висновки.** Вирощування бобових культур в органічних агроecosистемах сприяє покращенню агрофізичних показників родючості чорнозему типового. Саме сівозміни з цими культурами забезпечили найвищу продуктивність. Опрацювання корелятивних зв'язків між гідротермічними умовами та врожайністю культур у сівозмінах дає змогу ефективно використовувати природний потенціал в органічних агроecosистемах.

Ключові слова: екологізація аграрного виробництва, агроресурсний потенціал, агротехнічні дослідження, сівозміна, бобовий компонент, продуктивність, нетоварна продукція, органік-орієнтована модель.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202110-09>

Продуктивність сівозмін в органічних агроecosистемах визначається взаємодією різних чинників. За використання інтенсивних агротехнологій і систем землеробства більшість заходів у підготовчий період і безпосередньо в процесі органогенезу підлягає регулюванню за допомогою хіміко-техногенних ресурсів, здебільшого способом застосування агрохімікатів. Набувають актуальності термінові системні заходи оптимізації природокористування, відновлення рівноваги природної системи. Автори [1] наголошують, що в найближчі 1–2 десятиріччя в Україні відбудеться настільки масштабна втрата ґрунтів, що за своїми наслідками перевершуватиме навіть глобальну зміну клімату. За таких умов в агросфері набувають поширення органічні системи землеробства з виробництвом екологічно безпечної продукції.

Органічне виробництво — це цілісна система господарювання та виробництва харчових продуктів, яка поєднує в собі найкращі практики з огляду на збереження довкілля, рівень біологічного розмаїття, збереження природних ресурсів, застосування високих стандартів належного утримання (добробуту) тварин і метод виробництва, який відповідає певним вимогам до продуктів, вироблених з використанням речовин та процесів природного походження [2].

Виробники органічної продукції одержують додаткові конкурентні переваги на ринку. Така форма господарювання також дає можливість активізувати залучення молоді на сільській території, інвестиційних ресурсів в економіку підприємств; сформувати загальний розвиток [3–11].

В органічних агроecosистемах нагальним стає пошук ефективних і надійних джерел компенсації елементів живлення й створення в ґрунті позитивного балансу гумусу. Для покращення живлення сільськогосподарських культур можна застосовувати всі види органічних добрив [12–17].

Для контролю чисельності шкідливих організмів офіційно застосовують близько 30 природних біологічно активних речовин, 45 феромонів, 60 вірусів, більше 30-ти видів ентомофагів, а також бактерії, гриби і нематоди [18].

Мета досліджень — з'ясувати агроресурсний потенціал Лівобережного Лісостепу та виявити тенденції змін основних параметрів родючості чорнозему типового в системі органічного землеробства.

Матеріали та методи досліджень. У процесі виконання дослідницької роботи для досягнення поставленої мети, були використані загальнонаукові та спеціальні для аграрної науки методи досліджень.

Дослідження було проведене впродовж 1996–2015 рр. у стаціонарному агротехнічному досліді кафедри землеробства імені О.М. Можейка на дослідному полі Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва поблизу сел. Велика Рогань Харківського р-ну Харківської обл.

Ґрунтовий покрив території, де проводили дослідження, — чорнозем типовий вилугуваний малогумусний [19].

Стаціонарний дослід із вивчення польових сівозмін короткої ротації було закладено у 1962 р. У досліді вивчали 16 варіантів польових сівозмін короткої ротації. Схеми

сівозмін відрізнялися першими і третіми культурами. Попередниками пшениці озимої, а відповідно першими культурами сівозмін були: чистий пар, горох на зерно, чина на зерно, сочевиця на зерно, вико-вівсяна сумішка на зелений корм, соя на зелений корм, квасоля на зерно та кукурудза на силос. На 3-й рік ротації сівозмін вирощували буряки цукрові та гречку. Останньою культурою в усіх сівозмінах був ячмінь ярий. Загальна площа стаціонарного дослідів становить 4 га. Площа посівної ділянки — 142 м², облікової — 50–100 м². Вхідження в сівозмін проводили двома полями. Розміщення варіантів у дослідів — систематичне, повторність — 3-разова.

Досліджували органічну систему удобрення з використанням на добриво тільки нетоварної частини врожаю: соломи бобових, у середньому 2,7 т/га, соломи пшениці озимої у середньому 5,1, соломи гречки — 2,5, гички буряків цукрових — 10, соломи ячменю ярого — 2,5 т/га.

Технологія вирощування сільськогосподарських культур у досліді загальноприйнята для умов Харківської обл. У дослідів вирощували сорти та гібриди сільськогосподарських культур, занесених до Державного реєстру сортів і рослин, придатних до вирощування в Лісостепу.

Результати досліджень. У середньому за 1996–2009 рр. щільність складення ґрунту в орному шарі коливалася у межах 1,16–1,21 г/см³. Вищим показник щільності ґрунту був у сівозміні з кукурудзою на силос. Деяке ущільнення ґрунту зумовлене зниженням показника його структурності. У сівозмінах із зернобобовими культурами встановлено помітне розпушення ґрунту, причому найнижчу щільність мав варіант із квасолею — 1,16 г/см³. У паровому варіанті щільність орного шару становила 1,18 г/см³. Виявлено також, що верхній шар ґрунту є більш пухким порівняно з шаром 15–30 см. Причому найбільша різниця була встановлена на варіантах із чистим паром — 0,05, горохом — 0,06 і вико-вівсяною сумішкою — 0,04 г/см³. У решти варіантів різниця була нижчою — від 0,01 до 0,03 г/см³. Загалом щільність складення ґрунту знаходиться в оптимальних межах для чорноземних ґрунтів.

Уміст загального гумусу в орному шарі ґрунту по варіантах дослідів практично не відрізнявся. Але можна відзначити тенденцію до збільшення кількості органічного вуглецю в сівозмінах із кукурудзою на силос, горохом і чиною за мінімального значення у сівозміні з чистим паром.

Аналізуючи вплив попередників на врожайність пшениці озимої на природному

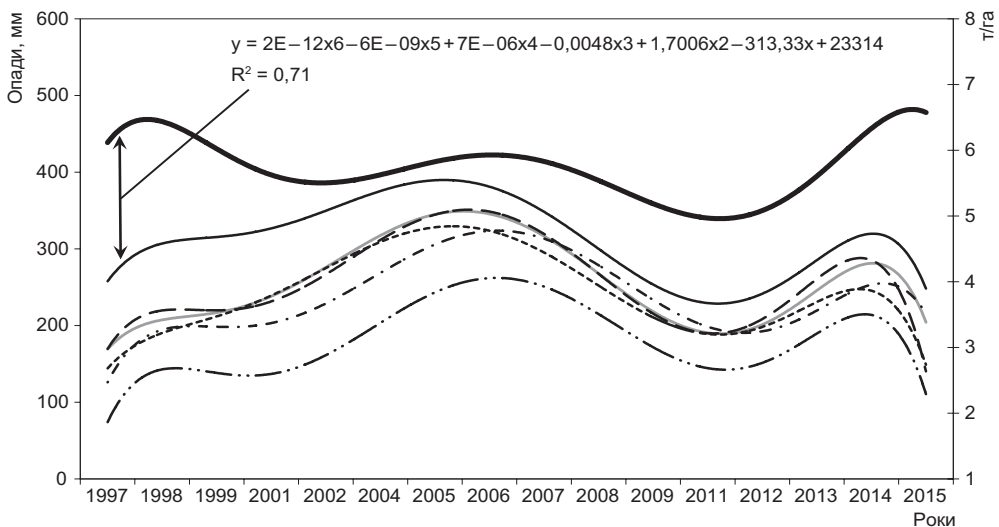


Рис. 1. Вплив кількості опадів із вересня по липень на врожайність пшениці озимої за різних попередників: — — кількість опадів, мм; — — пар; — — горох; ····· чина; - · - · вико-овес; - · - · · соя; - · - · · · кукурудза

фоні, виявили статистично доведену перевагу чистого пару, після якого, у середньому за 20 років, отримували 4 т/га зерна пшениці озимої. Її врожайність після гороху, сочевиці та вико-вівсяної сумішки була нижчою на 13–15 %, а після сої становила 3,22 т/га, квасолі — 3,21 т/га та чини — 3,25 т/га (при $HIP_{0,95}$ 0,47 т/га). Мінімальну врожайність пшениці озимої отримано після кукурудзи на силос — 2,66 т/га, що в 1,5 раза менше, ніж після чистого пару і в 1,2 раза менше порівняно із розміщенням пшениці після бобових культур.

У середньому за роки досліджень максимальна врожайність буряків цукрових була в ланці з чистим паром — 27,5 т/га. За використання бобових культур врожайність коренеплодів істотно знижувалася. Максимальне зниження врожайності буряків відзначається в ланці з кукурудзою на силос.

Урожайність гречки коливалася в межах 1,12–1,33 т/га. Дещо вищою вона була в сівозміні з чистим паром, а в ланках з горохом, соєю та вико-вівсяною сумішкою — відповідно становила 1,23 т/га, 1,22 і 1,20 т/га. Найнижчу врожайність гречка формувала у варіантах із кукурудзою на силос, чиною та сочевицею — 1,12; 1,14 і 1,17 т/га. Водночас найменша істотна різниця становила 0,16 т/га.

Вплив перших культур сівозмін на врожайність ячменю значно зменшувався. За

розміщення його після буряків урожайність коливалася в межах 1,95–2,17 т/га. Істотно нижчою врожайність ячменю була в сівозмінах із кукурудзою, чиною та квасолею 1,95 т/га, 1,99 і 2,06 т/га відповідно. За розміщення після гречки врожайність культури була помітно нижчою.

Як узагальнюючий показник розраховано вихід умовних кормопротеїнових одиниць з 1 га ріллі. Значно вищий вихід кормопротеїнових одиниць забезпечували сівозміни з буряками цукровими.

У розрізі перших культур сівозмін цей показник був помітно нижчим у сівозмінах з чиною, кукурудзою та квасолею. Із кормових культур вищою продуктивністю відрізнялася соя — 3,86 т к.-п. од./га. Значно поступалася їй кукурудза на силос. Стабільну продуктивність забезпечували такі зернобобові культури, як горох, чина та сочевиця, продуктивність яких становила 2,93; 2,81 та 2,79 т к.-п. од./га відповідно. Крім того, потенціал біопродуктивності чорнозему типового в Лівобережному Лісостепу в системі органічного землеробства оцінено у наших попередніх публікаціях [20–22].

Виявлено, що врожайність культур і продуктивність сівозмін мають математичний зв'язок із кількістю опадів і температурою повітря на певних етапах вегетації. Багатоваріантний детальний аналіз різних поєднань декад за впливом умов зволоження

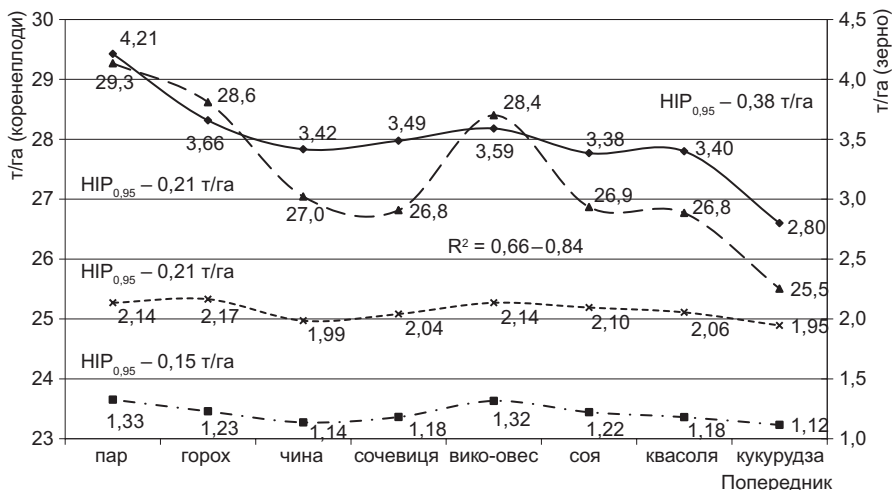


Рис. 2. Вплив перших культур на врожайність наступних культур сівозмін, 1996–2015 рр.: —▲— буряки; —◆— пшениця; —■— гречка; —×— ячмінь

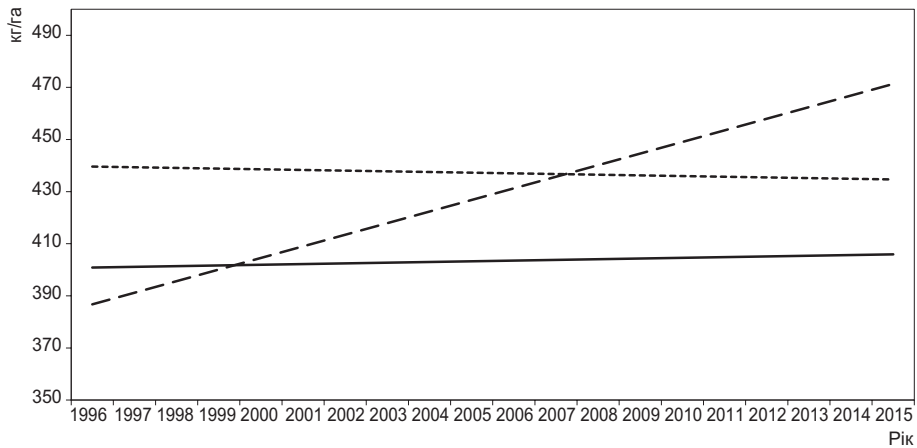


Рис. 3. Тренди змін запасів елементів живлення в часі: — — азот; - - - - фосфор; - - - - калій

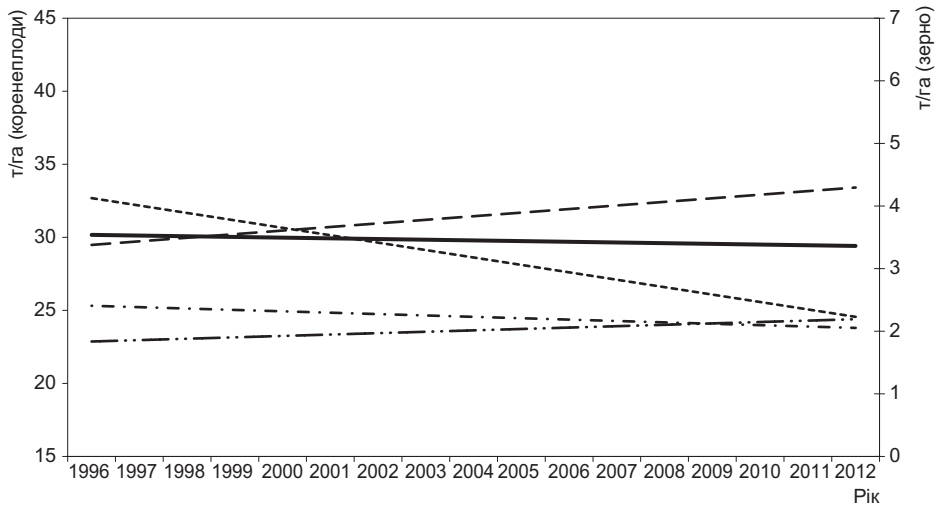


Рис. 4. Тренди змін урожайності культур і продуктивності сівозмінів у часі: — — сівозміна; - - - - буряки цукрові; - - - - пшениця озима; - - - - ячмінь ярий; - - - - горих

на продуктивність посівів пшениці озимої засвідчив кореляційний зв'язок між сумою опадів з вересня по липень і врожаєм (рис. 1).

Аналіз урожайних даних у розрізі впливу перших культур на наступні засвідчив наявність відповідних закономірностей. Так, з рис. 2 видно, що попередники найбільше впливають саме на наступну пшеницю озиму.

Тренд кількості доступних сполук азоту та фосфору в ґрунті у часі не змінювався, а рухомого калію навіть збільшувався (рис. 3). При цьому тренд продуктивності

сівозмінів також є позитивним на рівні 3 т/га (рис. 4), що актуально у результаті впровадження органічної системи землеробства.

У дослідженнях виявлено зменшення чистого прибутку в сівозмінах із чиною та чистим паром, що відбувалося за рахунок зниження продуктивності цих сівозмінів. За нашими розрахунками кількість кормопроєктів одиниць із 1 га у таких сівозмінах помітно зменшувалася. Це впливало на показник вартості продукції, який був найнижчим і становив — 15 і 16 тис. грн/га відповідно.

Слід зазначити, що продуктивність сіво-змін із гречкою була нижчою в середньо-му в 1,4 раза, порівняно з сівозмінами, де на 3-й рік ротації висівали буряки цукрові. Найвищий умовно-чистий прибуток забезпечила сівозміна, де попередником пшениці озимої вирощувалася квасоля — 7,6 тис. грн/га. Причому цей варіант мав не найвищу продуктивність сівозміни — 2,39 т к.-п. од./га, що в середньому менше на 0,25 т к.-п. од./га, ніж у сівозмінах із рештою бобових культур і кукурудзою

на силос. Цьому варіанту поступався тільки паровий, у якому продуктивність була нижчою на 0,22 т к.-п. од/га.

Отже, найвищі показники економічної ефективності забезпечила сівозміна з квасолею. Вирощування інших бобових культур, зокрема, гороху, чини, сочевиці, сої та вико-вівсяної сумішки, які розміщували у 1-му полі досліджуваних сівозмін, дещо знижувало економічну ефективність виробництва. Мінімальними ці показники були у варіантах із кукурудзою на силос та чистим паром.

Висновки

Вирощування бобових культур в органічних агроєкосистемах сприяє покращенню агрофізичних показників родючості чорнозему типового. Найвищу продуктивність забезпечили сівозміни із бобовими культурами: соєю, горохом, сочевицею та вико-вівсяною сумішкою, за використання на 3-й рік ротації буряків цукрових. Значно меншим вихід кормопротейінових одиниць був у сівозмінах з чистим паром — 3,21 т/га. Опрацювання корелятивних зв'язків між гідротермічними умовами та врожайністю культур у сівозмінах дає змогу ефективно використовувати природний потенціал

в органічних агроєкосистемах. Тренд кількості азоту та фосфору в чорноземі типовому органічних агроєкосистем не змінюється в часі, а калію — збільшується. При цьому тренд продуктивності сівозмін також є стабільним, що є актуальним під час упровадження органічних систем землеробства без застосування агрохімікатів. Найперспективнішими бобовими культурами для підвищення ефективності органічних агроєкосистем є соя і квасоля. Ці культури, поряд із позитивним впливом на екологічний стан ґрунту, підвищують економічні показники органічного виробництва.

Kudria S.¹, Tarariko Yu.², Lychuk G.³, Kudria N.⁴
¹Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchayev, p. o. «Dokuchaevske-2», Kharkiv oblast, 62483, Ukraine, ²Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, 37 Vasylkivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine, ³State Institution National Antarctic Scientific Center of the Ministry of Education and Science of Ukraine, 16 Taras Shevchenko Boulevard, Kyiv, 01601, Ukraine; e-mail: ¹Kudryasi.com@gmail.com, ²urtar@bigmir.net, ³aspirant.nnciz@gmail.com, ⁴kudrianadiiaa@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-4581-8426, ²0000-0001-8475-240X, ³0000-0002-2579-5036, ⁴0000-0003-3348-3515

Scientific fundamentals of formation of organic agroecosystems in the Left-Bank Forest-Steppe

Goal. To assess the agro-resource potential of the Left-Bank Forest-Steppe and to establish trends in the main parameters of the fertility of typical chernozem in the system of organic farming.

Methods — general and special: long-term field — to determine quantitative indicators and analytical.

Results. The results of 20 years of field research

and features of functioning of organic agroecosystems are analyzed, the agrosresource potential of the Eastern Forest-Steppe, tendencies of hydrothermal regime formation are assessed. Substantiation of crop rotations for farms of different specialization is carried out. The regularities of the influence of different hydrothermal conditions on the dynamics of soil properties are revealed, the balance researches of the peculiarities of the nitrogen, phosphorus and potassium cycle are carried out. Mathematical relationships between crop yields and their predecessors, rainfall, air temperature, the amount of non-marketable part of the crop and the reserves of basic nutrients in it are searched. It is established that the introduction of legumes into organic agroecosystems contributes to the optimization of agrophysical indicators of the fertility of typical chernozem and the balance of nutrients in it, which creates favorable conditions for plant development. The productivity of crop rotations is determined. It was the largest in crop rotations with leguminous predecessors of winter wheat: soybeans, peas, lentils and vetch-oats mixtures, under the conditions of use of

sugar beet for the third year of rotation. The yield of feed protein units in these variants was 3.78; 3.75; 3.72 and 3.71 t/ha. Under the conditions of placing buckwheat on the 3rd field of short-rotation crop rotations, their productivity was reduced by 1.4 times. **Conclusions.** The cultivation of legumes in organic agroecosystems contributes to the improvement of agrophysical indicators of the fertility of typical chernozem. It was crop rotations with these crops

that provided the highest productivity. Elaboration of correlations between hydrothermal conditions and crop yields in crop rotations allows efficient use of natural potential in organic agroecosystems.

Key words: greening of agricultural production, agro-resource potential, agro-technical experiments, crop rotation, bean component, productivity, non-commodity products, organic-oriented model.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202110-09>

Бібліографія

1. Танчик С.П., Центило Л.В., Манько Ю.П. та ін. Екологічна система землеробства: наук.-метод. реком. для впровадження у виробництво. Київ, 2017. 48 с.
2. Постанова Ради (ЄС) № 834/2007 від 28 червня 2007 року. 2007. С. 1. URL: https://organicstandard.ua/files/standards/ua/ec/EU%20Reg_834_2007%20Organic%20Production_UA.pdf
3. Адамчук В.В., Литвинюк Л.К., Бойко А.Л. та ін. До проблеми органічного землеробства. Екологічні науки. 2019. № 2(25). С. 72–88.
4. Савицький Е.Е., Пішкова В.О. Стан та перспективи виробництва органічної продукції в Україні. *Young Scientist*. 2018. № 1(53). С. 532–535.
5. Baliuk S.A., Makliuk O.I. Concept of organic agriculture. Textbook of a Ukrainian grain farmer. 2017; 1: 63–80.
6. Моделі системного управління потенціалом родючості ґрунтів (на прикладі Харківської і Волинської областей); за ред. С.А. Балюка, Р.С. Трускавецького. Харків: Стильна типографія, 2018. 116 с.
7. Kaminsky V.F. Biological agriculture in the climate change conditions. Textbook of a Ukrainian grain farmer. 2017. 28–40.
8. Willer H., Lerotholier J. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging trends. FIBL&IFOAM — Organic International. Germany: Medienhaus Plump. 2018. 300 p.
9. Yemtsev V., Yemtseva G. Socio-economic aspects of organic production manufacturing in Ukraine. Enterprise economy and social development. Scientific Works of NUFT. 2019. V. 25, Is. 2. P. 75–85. doi: 10.24263/2225-2924-2019-25-2-10
10. Arabska E. Organic production: innovations and sustainability challenges in development framework and management. Germany: Lambert Academic Publishing, 2014. 164 p.
11. Terziev V. Entrepreneurship in organic production — an incentive for sustainable rural development. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2016. V. 2. № 4. P. 30–42. URL: <http://www.ire-journal.com>
12. Дегодюк Е.Г., Літвінова О.А., Ярмоленко С.В., Дмитренко О.В. Вплив органічних добрив на родючість сірого лісового ґрунту. Агроекологічний журнал. 2019. № 2. С. 31–35.
13. Писаренко В.М., Антоненко А.С., Лук'яненко Г.В., Писаренко П.В. Система органічного землеробства агроеколога Семена Антонця. Полтава, 2017. С. 21–25.
14. Дегодюк Е.Г., Вітвіцька О.І., Дегодюк Т.С. Сучасні підходи до оптимізації мінерального живлення рослин в органічному землеробстві. 36. наук. праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». Київ: ВП «Едельвейс», 2014. Вип. 1–2. С. 33–39.
15. Madsen H., Talgre L., Eremeev V., Alaru M., Kauer K., Luik A. Do green manures as winter cover crops impact the weediness and crop yield in an organic crop rotation? *Biological agriculture & horticulture*. 2016. № 32 (3). P. 182–191. <https://doi.org/10.1080/01448765.2016.1138141>
16. Jarchow M.E., Liebman M. Nitrogen fertilization increases diversity and productivity of prairie communities used for bioenergy. *GCB Bioenergy*. 2013. V. 5. P. 281–289.
17. Jabłońska-Ceglarek R., Rosa R., Zaniewicz-Bajkowska A., Franczuk J., Kosterna E. Successive effect of green manure in form of forecrop in leek cultivation. *Acta Agrop*. 2006. № 7(3). P. 577–589.
18. Городиська І.М., Терновий Ю. В., Чуб А.О. Роль біологічних препаратів у органічному землеробстві. Збалансоване природокористування. 2018. № 2. С. 54–58.
19. Тихоненко Д.Г., Дегтярьов Ю.В. Ґрунтовий покрив дослідного поля «Роганського стаціонару» Харківського НАУ ім. В.В. Докучаєва. Вісник ХНАУ. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство. Харків: ХНАУ, 2016. № 2. С. 5–15.
20. Kudria S.I., Tarariko Yu.O., Kudria N.A., Dehtiarova Z.O. Efficiency of different models of agroecosystems. *SWorld Journal*. № 6. P. 7. Svishtov, Bulgaria. 2020. doi:10.30888/2663-5712.2020-06-07-127. P. 61–67.
21. Кудря С.І. Вплив гідротермічних умов на агрофізичні властивості чорнозему типового та продуктивність сівозмін у системі органічного землеробства. Меліорація і водне господарство. 2020. № 2. doi:10.31073/mivg202002-250. С. 70–80.
22. Кудря С.І. Продуктивність короткоротаційної сівозміни з різними бобовими культурами на чорноземі типовому. Вісник аграрної науки. 2020. № 1(802). С. 13–18.