

# МЕТОДОЛОГІЯ І МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВИКОРИСТАННЯ ТА ВІДТВОРЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ В ОВОЧІВНИЦТВІ

©2018 ЛОГОША Р. В., ПІДВАЛЬНА О. Г., КРИЧКОВСЬКИЙ В. Ю.

УДК 332.3:528.8:629.78

## Логоша Р. В., Підвальна О. Г., Кричковський В. Ю. Методологія і методика оцінювання процесів використання та відтворення родючості ґрунту в овочівництві

Мета статті полягає в дослідженні концептуальних засад методології та методики оцінювання процесів відтворення родючості ґрунту в галузі овочівництва. Запропоновано оцінювати процеси використання та відтворення родючості ґрунту, а звідси і досконалість галузі овочівництва, за екологічним критерієм, який було визначено як один із ключових при оцінюванні рівня досконалості ринку овочевої продукції. Своєю чергою, зазначений критерій розглядався нами через інтенсивність використання та відтворення родючості ґрунту в овочівництві та у формуванні цін на ринку овочевої продукції. Усе це визначило методологію авторського дослідження, яка в підсумковому варіанті зводиться до обрахунку балансу між використанням, з одного боку, та відтворенням родючості ґрунту, з іншого. Запропоновано методику визначення екологічних ризиків галузі та рекомендації із можливості їхнього зниження, в основу яких покладено принцип відтворення родючості ґрунту. Реалізація такого методичного підходу, на відміну від відомих, передбачає оригінальну економічну інтерпретацію процесу використання та відтворення родючості на основі даних про особливості культур, сівозміни, продуктивність, удобрення, з урахуванням інших агротехнічних факторів.

**Ключові слова:** методологія, методика, родючість, овочівництво, ґрунтоекологічний баланс, мінералізація, гуміфікація.

**Рис.:** 1. **Табл.:** 5. **Формул:** 9. **Бібл.:** 29.

**Логоша Роман Васильович** – доктор економічних наук, доцент, доцент кафедри маркетингу та аграрного бізнесу, Вінницький національний аграрний університет (вул. Соляна, 3, Вінниця, 21008, Україна)

**Підвальна Оксана Григорівна** – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри аграрного менеджменту, Вінницький національний аграрний університет (вул. Соляна, 3, Вінниця, 21008, Україна)

**E-mail:** Np070101@gmail.com

**Кричковський Вадим Юрійович** – аспірант, Вінницький національний аграрний університет (вул. Соляна, 3, Вінниця, 21008, Україна)

**E-mail:** Organik.d.ltd@gmail.com

УДК 332.3:528.8:629.78

## Логоша Р. В., Подвальная О. Г., Кричковский В. Ю. Методология и методика оценки процессов использования и воспроизводства плодородия почвы в овощеводстве

Цель статьи заключается в исследовании концептуальных основ методологии и методики оценки процессов воспроизводства плодородия почвы в отрасли овощеводства. Предложено оценивать процессы использования и воспроизводства плодородия почвы, а отсюда и совершенство отрасли овощеводства, по экологическому критерию, который был определен как один из ключевых при оценке уровня совершенства рынка овощной продукции. В свою очередь, указанный критерий рассматривался нами через интенсивность использования и воспроизводства плодородия почвы в овощеводстве и в формировании цен на рынке овощной продукции. Всё это определило методологию авторского исследования, которая в итоговом варианте сводится к расчету баланса между использованием, с одной стороны, и воспроизводством плодородия почвы, с другой. Предложены методика определения экологических рисков отрасли и рекомендации по возможности их снижения, в основу которых положен принцип воспроизводства плодородия почвы. Реализация такого методического подхода, в отличие от известных, предусматривает оригинальную экономическую интерпретацию процесса использования и воспроизводства плодородия на основе данных об особенностях культур, севообороте, производительности, удобренных, с учетом других агротехнических факторов.

**Ключевые слова:** методология, методика, плодородие, овощеводство, ґрунтоекологический баланс, минерализация, гумификация.

**Рис.:** 1. **Табл.:** 5. **Формул:** 9. **Библ.:** 29.

**Логоша Роман Васильевич** – доктор экономических наук, доцент, доцент кафедры маркетинга и аграрного бизнеса, Винницкий национальный аграрный университет (ул. Солнечная, 3, Винница, 21008, Украина)

**Подвальная Оксана Григорьевна** – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры аграрного менеджмента, Винницкий национальный аграрный университет (ул. Солнечная, 3, Винница, 21008, Украина)

**E-mail:** Np070101@gmail.com

**Кричковский Вадим Юрьевич** – аспирант, Винницкий национальный аграрный университет (ул. Солнечная, 3, Винница, 21008, Украина)

**E-mail:** Organik.d.ltd@gmail.com

UDC 332.3:528.8:629.78

## Logosha R. V., Pidvalna O. G., Krychkovskiy V. Yu. The Methodology and Methodics of Evaluation of the Processes of Soil Fertility Use and Reproduction in Vegetable Growing

The article is aimed at studying the conceptual foundations of methodology and methodics of evaluation of the soil fertility reproduction processes in the vegetable growing industry sector. It is proposed to evaluate the processes of soil fertility use and reproduction, and hence perfection of the vegetable growing industry, according to the ecological criterion, which was defined as one of the most important in evaluating the level of market perfection of vegetable products. In turn, this criterion is considered in the light of intensity of use and reproduction of soil fertility in the vegetable production and in the formation of prices in the market of vegetable products. All this has determined the methodology of authors' research, which in the final version is reduced to the calculation of balance between the use of soil fertility, on the one hand, and its reproduction, on the other hand. Methods for definition of ecological risks of the industry together with recommendations on possibility of their reduction, based on the principle of reproduction of soil fertility, are suggested. Implementation of such methodical approach, in contrast to the known, provides an original economic interpretation of the process of use and reproduction of fertility on the basis of data on the features of crops, crop rotation, productivity, fertilizers, taking attention of other agritechnical factors as well.

**Keywords:** methodology, methodics, fertility, vegetable growing, soil ecological balance, mineralization, humification.

**Fig.:** 1. **Tbl.:** 5. **Formulae:** 9. **Bibl.:** 29.

**Logosha Roman V.** – D. Sc. (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Marketing and Agrarian Business, Vinnytsia National Agrarian University (3 Soniachna Str., Vinnytsia, 21008, Ukraine)

**Pidvalna Oksana G.** – PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Agrarian Management, Vinnytsia National Agrarian University (3 Soniachna Str., Vinnytsia, 21008, Ukraine)

**E-mail:** Np070101@gmail.com

**Krychkovskiy Vadym Yu.** – Postgraduate Student, Vinnytsia National Agrarian University (3 Soniachna Str., Vinnytsia, 21008, Ukraine)

**E-mail:** Organik.d.ltd@gmail.com

Одним із пріоритетних напрямів державної аграрної політики в Україні має бути розв'язання економічних та екологічних проблем раціонального використання, охорони, збереження та відтворення родючості ґрунтів. Ці чинники є важливими на етапі переходу на засади сталого розвитку, що сприятиме підвищенню рівня конкурентоспроможності аграрних підприємств у довгостроковому періоді, а також гарантуватиме екологічну продовольчу безпеку країни. Зазначені проблеми можна розв'язати, сформувавши економічний інтерес у сільськогосподарських виробників до впровадження інноваційно-інвестиційних ґрунтозахисних технологій. Проте аналіз свідчить про низьку результативність й ефективність чинного економічного механізму щодо розв'язання проблеми збереження та відтворення родючості ґрунтів у сільському господарстві і в галузі овочівництва зокрема.

Основними недоліками наявного економічного механізму збереження та відтворення родючості ґрунтів в овочівництві є те, що значна частина його економічних стимулів і санкцій не має конкретних інструментів практичної реалізації, тому він неспроможний зацікавити виробників овочевої продукції в проведенні ґрунтозахисних заходів інвестиційно-інноваційного характеру. Тому є необхідність удосконалення методики та методології раціонального використання, збереження й відтворення родючості ґрунтів в овочівництві.

У наукових працях зустрічається значна кількість методичних підходів до оцінки використання та відтворення родючості ґрунту в галузі овочівництва. Виділено багато як індивідуальних, так і комплексних показників, проте відсутня єдина чітка їх система. Отже, у загальному вигляді проблема полягає в тому, щоб визначити систему показників для адекватної оцінки використання та відтворення родючості ґрунту в овочівництві. Методологічні аспекти використання та відтворення родючості ґрунтів досліджують у своїх працях Балюк С. А., Барвінський А. В., Бацула О. О., Бондар С. О., Бутрим О. В., Медведєв В. В., Медведовський О. К., Полупан М. І., Попірний М. А., Скрильник Є. В., Сайко А. Ф., Тараріко Ю. О., Швець О. Г., Цвей Я. П., та ін. [2–29]. Однак багато аспектів цієї багатогранної проблеми й досі не розв'язано та потребують подальшого дослідження.

*Мета* статті – обґрунтувати концептуальні засади методології та методики оцінювання процесів відтворення родючості ґрунту в галузі овочівництва.

Критерієм оцінки екологічного стану сільськогосподарських угідь перш за все є рівень родючості ґрунтів як основа функціонування цієї категорії земель. Саме родючість ґрунтів зумовлює рівень продуктивності земель, їх господарську значимість і вартість. Відповідно до Закону України «Про охорону земель» родючість ґрунтів визначається як здатність ґрунту задовольняти потреби рослин в елементах

живлення, воді, повітрі та теплі в достатніх кількостях для їх нормального розвитку, які в сукупності є основним показником якості ґрунту [1]. Родючість – основна специфічна властивість ґрунтів, що якісно відрізняє їх від вихідної (материнської) гірської породи. На ціліні родючість тісно пов'язана з генетичними особливостями ґрунтів, а на ріллі, крім того, ще й з характером їх сільськогосподарського використання. Її рівень залежить від складу ґрунту, агрономічно цінних властивостей і режимів, які, своєю чергою, зумовлені як ґрунтоутворювальними процесами, так і технологіями вирощування сільськогосподарських культур [2, с. 85].

Таким чином, родючість – не тільки природне, а й соціально-економічне явище. По суті воно дуже складне, багатofакторне, різноманітне, відносне і динамічне. Через це для оцінки процесів використання та відтворення родючості ґрунту використовують багато методологій і методик.

Землеробство, як базова галузь сільського господарства, має у своїй основі глобальний, незамінний і постійний процес використання родючості ґрунту для формування врожаю.

Отже, земля виступає безпосереднім економічним ресурсом галузі, який є обмеженим і тому потребує відновлення. При цьому процеси використання та відтворення родючості землі мають власну специфіку, яка має, передусім, екологічний зміст, а тому повинні мати коректну економічну інтерпретацію: зазначене становить сутність відповідних обмежень для управлінської задачі. Для цього запропоновано таку сукупність умов (1):

$$Z_{ек} = \begin{cases} E\phi \rightarrow \max \\ V_{відтв.} \rightarrow \max \\ V_{викор.} \rightarrow \min \\ V_{викор.} \rightarrow E\phi \max \\ V_{відтв.} \geq V_{викор.} \end{cases}, \quad (1)$$

де  $Z_{ек}$  – економічні параметри екологічно обґрунтованого землеробства (овочівництва);

$E\phi$  – ефективність землеробства (овочівництва);

$V_{викор.}$  – обсяги використання родючості ґрунту в процесі виробництва;

$V_{відтв.}$  – обсяги відтворення родючості ґрунту в процесі виробництва.

Обмеження у (1) полягають у такому: 1) максимізація економічної ефективності овочівництва; 2) використання родючості повинне мати економічну узгодженість із ефективністю та відтворенням родючості; 3) відтворення родючості має щонайменше дорівнювати обсягам використаної родючості; 4) витрати на відновлення родючості – за максимізації економічної ефективності системи в цілому – мають бути мінімізовані.

Землеробство у своїй науковій інтерпретації із самого початку свого інтелектуального формування ґрунтувалося на визначальній тезі про головну роль фактора родючості ґрунту у виробництві с.-г. продукції. Традиційно, оперуючи діалектичною взаємозалежністю понять «природна» та «економічна» родючості ґрунту, вчені намагалися знайти суспільно допустимий оптимум між критеріями продуктивності землеробства та інтенсивністю використання родючості. Ця точка зору передбачає, зокрема, те, що динаміка родючості ґрунту визначає продуктивність, усталеність та економічну ефективність сільського господарства більшою чи меншою мірою: більшою – у тому разі, коли технологічний рівень галузі є незначним, меншою – коли мова йде про інтенсивні, наукоємні, високотехнологічні форми ведення господарства. При цьому була сформована парадигма про те, що в довгостроковому періоді зменшення родючості завжди призводитиме до зростання виробничих витрат і собівартості продукції, а також до цілої низки супутніх екологічних проблем: забруднення агроландшафтів, водних джерел, негативних змін ландшафтно-мікроклімату та, врешті-решт, клімату в цілому.

Історія того, коли суто екологічні проблеми родючості землі набули економічної важливості, має тисячолітнє коріння, коли цілі народи та нації будували своє життя навколо землі, що здатна прогодувати. Тим не менше, із другої половини ХІХ ст., коли у Західній Європі вперше статистично було зафіксовано тенденцію зниження урожайності с.-г. культур і водночас вмісту гумусу в ґрунті, увага не тільки агрономів і економістів, але й всього суспільства все більше прикута до питання, як використовується родючість ґрунту і якими будуть наслідки використання традиційних технологій виробництва в галузі.

Окрім суспільно-екологічного значення, процес використання і відтворення родючості ґрунту в процесі ведення землеробства в економічно розвинутому суспільстві логічно сприймається через зіставлення безпосередніх економічних цін на с.-г. продукцію та їхню екологічну інтерпретацію. Важливими є також побічні наслідки виснаження родючості ґрунту, що стосуються забруднення повітряного і водних джерел, продукції тощо. Своєю чергою, за ринкових умов питання відтворення родючості земельних ресурсів закономірно обумовлює відбиток на ринкових механізмах ціноутворення. Зазначений аспект набув нового рівня актуальності вже на постіндустріальному етапі еволюції цивілізації, що може бути віднесено до принципових відмінностей із попередніми епохами, а саме: ефективний економічно і неефективно екологічно ринок не може бути визнаний як суспільно прийнятний.

Усе вищевикладене характерне і для овочівництва з урахуванням певної біологічної специфіки культур і технологій їхнього вирощування. Своєю

чергою, апріорі можна стверджувати, що будь-які технологічні особливості галузі завжди мають взаємний вплив із вимогами ринку даного соціуму, ринковими механізмами, у т. ч. механізмами та характером ціноутворення, а також станом ринку (2):

$$S_r = f_{екол.}(S_f \dots P_1 / P_2 \dots M_{цін} \dots R_{цін}), \quad (2)$$

де  $S_r$  – стан ринку;

$f_{екол.}$  – функціональна роль екологічного фактора, пов'язаного із використанням та відтворенням родючості земельних ресурсів;

$S_f$  – суспільні фактори, детерміновані екологічними пріоритетами;

$P_1/P_2$  – особливості співвідношення між попитом  $P_1$  і пропозицією  $P_2$ ;

$M_{цін}$  – наявні механізми ціноутворення;

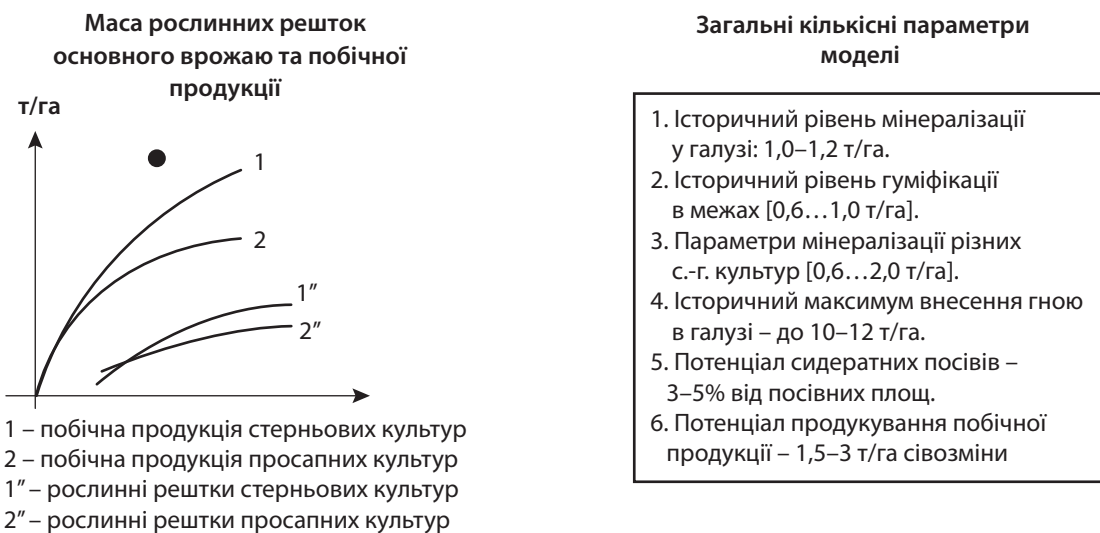
$R_{цін}$  – рівень цін.

Саме тому в наших дослідженнях екологічний критерій було визначено як один із ключових при оцінюванні рівня досконалості ринку овочевої продукції; своєю чергою, він розглядався нами через інтенсивність використання та відтворення родючості ґрунту в овочівництві та у формуванні цін на ринку овочевої продукції. Усе це визначило методологію авторського дослідження в даному аспекті.

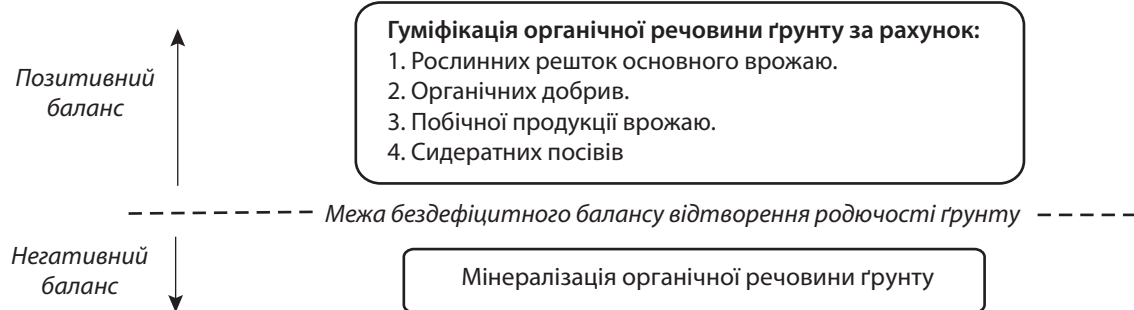
Так, запропоновано оцінювати процеси використання та відтворення родючості ґрунту, а звідси і досконалість галузі, за співвідношенням цих процесів, що в підсумковому варіанті зводиться до обрахунку балансу між використанням, з одного боку, та відтворенням родючості, з іншого. Змістовно це можливе з огляду на зіставність одиниці в обох випадках – це органічна речовина (гумус) у вагових одиницях (т, кг) в розрахунку на 1 га площі. В агроекологічній літературі синонімічними можуть бути такі терміни: використання родючості пов'язано із т. зв. «мінералізацією» органічної речовини ґрунту, а відтворення – з «гуміфікацією» такої. Досконалість землеробства за екологічним критерієм залежить від того, який із цих зазначених процесів переважає: екологічно виправданим є такий тип виробництва, де обсяги щорічно гуміфікованої (тобто новоствореної) органічної речовини переважають або принаймні дорівнюють (т. зв. «бездефіцитний режим») обсягу такої, що за цей самий час мінералізується (розкладається). Графічне відображення аналітичної моделі опису використання та відтворення родючості ґрунту у с.-г. виробництві наведено на *рис. 1*.

Як можна зазначити, принципним у даній моделі є вищезгадане співвідношення процесів синтезу (гуміфікації) та втрат (мінералізації) органічної речовини. На *рис. 1* наведено деякі кількісні параметри складових елементів зазначених процесів, які дають уявлення про ситуацію в цілому, а також можливість управляти зазначеним балансом.

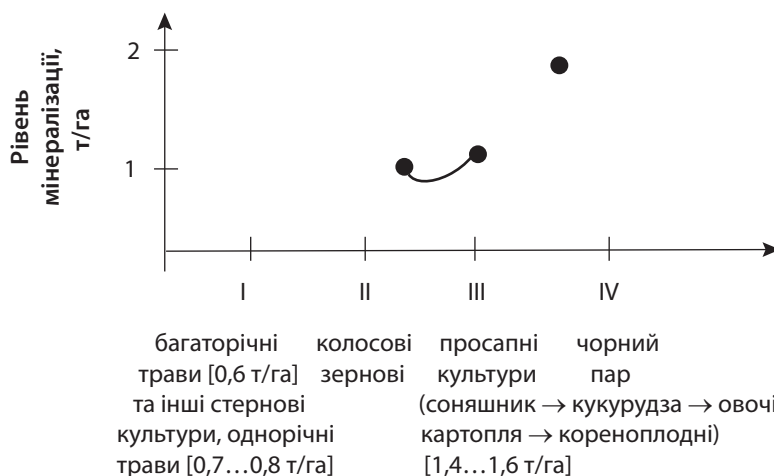




**Варіативний фактор:** 1) набір с.-г. культур із різними параметрами гуміфікації; 2) урожайність; 3) господарська утилізація побічної продукції; 4) виробництво та використання органічних добрив; 5) застосування господарської практики сидератних посівів.



**Варіативний фактор:** набір с.-г. культур з різними параметрами мінералізації



**Рис. 1. Аналітична модель опису використання та відтворення родючості ґрунту в с.-г. виробництві**

Джерело: узагальнено на основі [3–6].

Відповідно втрати родючості залежать безпосередньо від культур, що продукуються, тоді як відновлення – від урожайності культур, надходження органіки у вигляді органічних добрив, побічної продукції, рослинних і післяжнивних решток, а також інтенсивності перетворення таких до стану органічної речовини ґрунту. Розрахунок балансу най-

більш доцільно здійснювати за календарний рік, який в умовах України збігається із сезоном вирощування переважної більшості с.-г. (овочевих) культур відкритого ґрунту. Окремі особливості зазначеного розрахунку стосуються тепличного овочівництва, проте, з огляду на незначні площі використання таких технологій, при аналізуванні галузі в цілому та значних її

секторів доцільним представляється дотримуватися загального алгоритму, визначеного на рис. 1.

При цьому не враховувалися втрати родючості внаслідок ерозії ґрунту з огляду на те, що, по-перше, аналізування таких втрат потребує окремих моделей та розрахунків, що стосувалися б чітко визначених агроландшафтів, по-друге, такі моделі вже створенні й апробовані у світі та Україні (наприклад, у [3–6]); по-третє, тому, що мінімізація цих втрат у техніко-технологічному контексті є вже науково вирішеним питанням, а питання полягає лише в дотриманні рекомендацій обмежень і технологій.

**С**лід підкреслити, що дана точка зору є відображенням загальної позиції аграріїв-учених, яка має належну наукову апробацію. Так, численними дослідженнями в різноманітних ґрунтово-кліматичних зонах вже впродовж 100 років встановлено, що землеробство традиційно здійснювалося на фоні випереджаючого використання родючості ґрунту, тобто її втрати, зменшення [7, с. 141]. При цьому проблема значно загострилася в міру поширення у світі інтенсивних форм ведення с.-г. виробництва. Наведемо лише деякі з них.

Про надзвичайно високу ціну відтворення родючості ґрунту, а отже, і про суспільні втрати при веденні екологічно необґрунтованого землеробства неодноразово наголошено в роботах цілої низки вчених. Результати аналогічних досліджень останніми роками представлено у працях С. Балюка, Б. Носка та ін. [8], В. Медведєва [9], О. Бутрима, О. Швеця [10], Р. Трускавецького [11] та ін. Також уже в сучасних дослідженнях підтверджено ключову роль у тенденціях використання родючості ґрунту фактора антропогенного навантаження (системи обробітку ґрунту, удобрення, сівозмін і т. ін.) у землеробстві, про що свідчать роботи Л. Смішної-Старинської [12], С. Забалуєва [13], М. Попірного [14], М. Дацька [15], С. Балюка [16], Я. Цвея та ін. [17], Ю. Тараріки та ін. [18], А. Маалієнка [19], Є. Скрильника [20] та ін.

Так, дослідженнями встановлено, що в сучасному землеробстві України з урожаєм зерна і соломи вивозиться за межі агроєкосистем близько 50% сформованої біомаси [3; 6; 21; 22]. У посівах кукурудзи при врожайності зерна 4 т/га і зеленої маси 60 т/га вивозиться 55–65% біомаси і повертається до ґрунту 5–8 т/га органічної речовини. У посівах зернових вивозиться 60–65% біомаси, тоді як повертається до ґрунту до 3–3,5 т/га у вигляді післяжнивних і кореневих залишків. З багаторічними травами вивозиться до 30–40%, з коренеплодами і бульбоплодами – до 85% сформованої біомаси [3; 5; 6; 21; 22]. Проведені розрахунки свідчать, що при традиційній продуктивності рослинництва в Україні всі зернові та просапні культури залишають після себе у ґрунті від'ємний баланс гумусу. Деякими дослідженнями встановлено різке перевищення розкладу (мініралізації) органіч-

ної речовини над його синтезом (гуміфікацією) в інтенсивному землеробстві в 35–43 рази, а на ділянках з підтриманням чорного пару – до 170 разів [5; 6; 22].

Своєю чергою, значно відрізняється ґрунтозахисна роль різних с.-г. культур. Найбільшим є цей показник у багаторічних трав і, відповідно, він зменшується стосовно озимих колосових культур, ярих зернових колосових і просапних культур, а найменше його значення – в системі чорного пару [4; 5; 22].

Роль фактора врожайності може бути ілюстрована такими даними: за результатами досліджень, що наведені в роботі В. Левіна [23, с. 36–42] та Ю. Тараріки та ін. [6, с. 135], за урожайності зерна озимої пшениці у 10–25 ц/га формується 20–45 ц/га соломи, а за урожайності зерна 26–40 ц/га – відповідно 46–57 ц/га, тобто в першому випадку співвідношення складало 1:2–1:1,8, тоді як у міру збільшення основного врожаю – 1:1,8–1:1,4. Аналогічні пропорції мали місце при обрахунку маси поверхневих залишків та коріння. Слід зазначити, що за рекомендованими рівняннями регресії маса побічної продукції та рослинних решток при вирощуванні просапних культур є значно меншою як за фактичними цифрами, так і за співвідношенням до основного врожаю. Подібні відмінності зазначено на рис. 1 у його верхній лівій частині.

**П**ереважною більшістю дослідників визнається, що загальний баланс гумусу при різних сівозмінах і системах удобрення, у різних кліматичних і ґрунтових умовах формується по-різному, тому однозначних, універсальних параметрів гуміфікації та мінералізації не існує, а варіації показників є достатньо значними, як це, наприклад, має місце в роботах О. Бацулі та ін. [24], В. Сайка та Є. Маалієнка [3], В. Володіна [25], В. Левіна [23], О. Медведовського та П. Іваненка [26], Ю. Тараріки та ін. [18].

З огляду на наявні відмінності, слід зазначити, що принципи співвідношення між цими даними щодо окремих культур (наприклад, між стерньовими, просапними і т. ін.) за всіма джерелами є близькими. Також вважаємо виправданим підхід, який передбачає аналізування орієнтовних параметрів мінералізації та гуміфікації гумусу, що дозволяє будувати достатньо коректні моделі відтворення родючості ґрунту. Важливими при цьому є також орієнтовні співвідношення між різними культурами з точки зору їхніх екологічних характеристик і концептуальне узгодження принципів обрахунку балансу.

Відмінності між с.-г. культурами щодо формування щорічного балансу родючості ґрунту можуть бути ілюстрованими розрахунками, що були зроблені О. Морозом [27] (табл. 1).

Як видно з цих табл. 1, відмінності між культурами загалом є дуже важливим фактором, а інтерпретація наведених даних дозволяє зробити деякі принципи висновки. По-перше, можна стверджувати, що досягнуті показники продуктивності вітчизняного та

Таблиця 1

**Екологічні характеристики вирощування провідних с.-г. культур щодо досягнення щорічно бездефіцитного балансу родючості ґрунту (без застосування органічних добрив)**

Культура	Мінералізація органічної речовини, т/га	Необхідна урожайність (за основною продукцією), т/га
Озимі зернові	0,7	4,2
Ячмінь	0,7	5,4
Горох	0,8	6,7
Кукурудза (зерно)	1,56	11,8
Кукурудза (силос)	1,47	89,0
Цукрові буряки	2,0	430,0
Кормові буряки	2,0	559,0
Соняшник	1,4	11,2
Картопля	1,6	155,0
Овочі	1,6	401,0
Однорічні трави, зелена маса	0,7	20,0
Багаторічні трави, зелена маса	0,6	7,2

**Джерело:** інтерпретація даних з [27].

світового землеробства в принципі не можуть компенсувати втрати родючості. Щодо різних культур, це коливається від 5% (для просапних, коренеплодів) до 80% (зернові стерньові). Лише стосовно багаторічних трав бездефіцитного балансу може бути досягнуто за рахунок біологічної продуктивності та особливостей культури.

Усе це актуально і для овочівництва. Якщо виходити із досягнутого рівня урожайності овочів в Україні останніми роками (близько 20,0 т/га), розвинутих економічно країн (близько 40,0 т/га) та у світі (15,0–25,0 т/га), то, за даними табл. 1, для овочів за рахунок біології самих культур можна компенсувати від 8 до 17% втраченої родючості за календарний рік.

*По-друге*, із зазначених співвідношень (див. табл. 1) випливає, що для більшості культур інтенсивного землеробства, в овочівництві у т. ч., компенсування втрат родючості можливо досягнути лише за рахунок органічних добрив (гною, інших джерел органіки).

*По-третє*, навіть якщо виходити із тієї тези, що додатковими шляхами є підвищення продуктивності (як уже було відзначено, такі можливості представляються дуже обмеженими технологічно та біологічно), а також комбінування культур в сівзміні, коли, наприклад, культури із меншим рівнем мінералізації будуть переважати, це не буде мати істотного зна-

чення для будь-якого сучасного овочівництва, адже сучасною агрономічною наукою переважна більшість овочевих культур віднесена до культур із високою мінералізацією органічної речовини ґрунту.

Водночас слід підкреслити, що, на відміну від основних с.-г. культур, більша частина овочевих культур характеризується достатньо суттєвими обсягами побічної продукції, яка, як і рослинні рештки, можуть бути зарахованими до джерел гуміфікованої в поточному технологічному році органіки, адже у переважній більшості випадків побічна продукція цих культур у господарстві не використовується, і, очевидно, майже вся може бути віднесена до джерела органіки.

**Т**аким чином, аналізування нормативних літературних даних свідчить про те, що стосовно овочевих культур урожайності, необхідної для забезпечення бездефіцитного балансу, досягти неможливо, а дефіцит повинен бути компенсовано іншими джерелами органіки; комбінування цих показників, по суті, означає процес моделювання екологічно виправданих технологічних систем овочівництва. При цьому загальний показник балансу між використанням і відтворенням родючості ґрунту (відповідний коефіцієнт) може бути досягнутий шляхом оптимізації зазначених параметрів.

Узагальнена формула обрахунку динаміки родючості ґрунту, що методологічно побудована на дослідженнях авторів у [3–6; 21; 22, 24–27], передбачає те, що основними контрольованими параметрами поповнення гумусу є побічна продукція, кореневі та післяжнивні рештки, а також органічні добрива. У процесі стратегічного і поточного планування балансу для великих територій зі значною різноманітністю ґрунтів і різним характером їхнього використання різними організаційно суб'єктами аграрного бізнесу рекомендується дотримуватись орієнтовного балансу органічної речовини ґрунту; при цьому запропоновано використання співвідношення статей приходу (включення продуктів розкладу органічних решток у гумусові речовини за рахунок рослин і органічних добрив) і витрат (мінералізації гумусу).

Слід особливо підкреслити, що представлена методологія представляє собою водночас змістовну основу для системи екологічного контролю та побудови відповідних регуляцій за характером виробничих процесів [7, с. 147].

Представлена методика оцінювання використання та відтворення родючості ґрунту в овочівництві побудована на методологічних положеннях, викладених вище. Тому логіка розрахунків і співвідношень так чи інакше впливає із вказаних положень, а саме: подібне оцінювання передбачає побудову балансу між використанням і відтворенням родючості в кожному конкретному технологічному випадку (культури, удобрення, продуктивності тощо), де використання оцінюється за показником мінералізації

органічної речовини ґрунту, а відтворення – за показником гуміфікації органічної речовини.

Принциповим питанням був вибір відповідних показників мінералізації та гуміфікації, адже в науковій літературі підкреслено достатньо високу варіативність їхніх значень за різних природно-кліматичних, технологічних і погодних умов. При виборі нормативних коефіцієнтів і показників було використано найбільш визнані роботи вчених, що ґрунтуються на матеріалах багаторічних досліджень з питань родючості земельних ресурсів у межах діяльності науково-дослідних установ колишньої ВАС-ГНІЛ, НААНУ, інших науково-дослідних установ, а також тих, що орієнтовані на ґрунтово-кліматичні умови України. У табл. 2 наведено результати досліджень вчених ВАСГНІЛ [28].

тутом землеробства НААНУ [3] значення у 1,2 т/га. Отже, як бачимо, фактор співвідношення культур (сівозміна) до останнього часу може бути ігнорованим, адже результатів окремих спеціальних агрономічних досліджень, які б виокремлювали різний рівень мінералізації різних культур, а отже, і можливість маніпулювати цим показником з метою зменшення інтенсивності мінералізації в межах сівозміни, не виявлено.

Наступним, достатньо суперечливим, моментом є формули чи рекомендовані значення обсягів побічної продукції, а також рослинних решток та коріння, що утворюють відповідні джерела надходження органіки до ґрунту.

Так, рекомендованими в даному випадку можуть бути праці [6; 23; 24] та деякі інші. У роботі [17, с. 5–9] ми зіштовхнулися із невідповідностями (явно

Таблиця 2

Середні втрати гумусу та його відтворення за рахунок рослинних решток при вирощуванні різних культур

Культура	Втрати гумусу, т/га	Рослинні рештки		Поповнення гумусу за рахунок рослинних решток, т/га
		Т/га	К, від основної продукції	
Озимі зернові	0,7	4,0–5,0	1,2	0,5–0,6
Ярові зернові (колосові)	0,6	3,0–5,0	0,9	0,4–0,5
Горох та інші зернобобові	0,8	2,0–3,0	0,8	0,4–0,6
Кукурудза	1,0	2,5–3,0	0,8/0,2*	0,3–0,4
Цукрові буряки	1,5	0,5–0,8	0,04	0,04–0,06
Соняшник	1,0	4,0–5,0	2,0	0,4–0,5
Картопля, овочі	1,2	1,5–2,0	0,06	0,1–0,2
Трави: однорічні	0,8	2,5–3,5	0,8/0,2*	0,5–0,7
багаторічні	0,2	5,0–8,0	1,5/0,2*	1,2–2,0
Чистий пар	1,5	–	–	–

Примітка: \* – при збиранні на зерно і сіно, а також (у знаменнику) – на зелену масу.

Джерело: складено за [28].

У даних дослідженнях як нормативні були використані дані з праць О. Бацули та ін. [24], В. Володіна та ін. [25–27], а також [5; 22]. Для визначення маси рослинних решток за урожаєм використовували рівняння В. Левіна [23] та Ю. Тараріко та ін. [6]. Розрахунки здійснювали на основі висвітленого в науковій літературі методичного матеріалу [3; 6; 24; 27].

Разом з тим, слід звернути увагу на варіативність окремих коефіцієнтів при розрахунку балансу використання та відтворення родючості ґрунту, що в кінцевому підсумку істотно коригує остаточні висновки. Так, передусім, існують розбіжності в оцінюванні розмірів щорічної мінералізації органічної речовини ґрунту при вирощуванні овочів. Цей показник оцінюється в різних джерелах у межах від 1,2 т/га [4] до 1,5 [25; 27] та 1,6–1,61 т/га за [6; 24]. Нами було обрано рекомендоване Інсти-

зуваннями значеннями) запропонованих формул при розрахунку обсягів указаних джерел органіки, тому використовували рівняння В. Левіна [23, с. 36–42], яке корелювало в цілому і з іншими працями [5; 21; 25; 27] (табл. 3).

Що ж стосується інших коефіцієнтів, то були обрані в цілому узгоджені між собою нормативні значення у працях [6; 23–25] щодо обрахунків гуміфікації та обсягів рослинних решток за поправками на вміст сухої речовини – коефіцієнт 0,86 для основної с.-г. продукції та відповідний коефіцієнт для інших видів продукції – зеленої маси сидератів, коренеплодів і т. ін. Своєю чергою, у розрахунках гуміфікації гною дотримувалися орієнтованих рекомендованих співвідношень, за якими з 1 т сухої речовини (при 77% вологості підстилкового гною) утворюється 60 кг гумусу [6; 24] (табл. 4).



Таблиця 3

**Урожай польових культур і рівняння регресії для визначення рослинних решток за рівнем урожаю основної продукції**

Культура	Урожай, ц/га				Рівняння регресії визначення маси		
	Основна продукція	Побічна продукція	Поверхневі залишки	Коріння	Побічна продукція	Поверхневі залишки	Коріння
Овочі	50–200 250–400	6,5–24 30–48	2,5–5 5,1–6	8–16 17–22	$x = 0,12y + 0,5$ $x = 0,12y + 0,0$	$x = 0,02y + 1,5$ $x = 0,006y + 3,6$	$x = 0,06y + 5,0$ $x = 0,04y + 6,0$

Джерело: складено за [17; 23].

Таблиця 4

**Технічні коефіцієнти для розрахунку мінералізації та гуміфікації в овочівництві**

Показник	Гній	Побічна продукція, поверхневі залишки та коріння	Усі овочеві культури
Коефіцієнт мінералізації, т/га щорічно	x	x	1,2
Коефіцієнт гуміфікації	0,23	0,13	x
Вміст сухої речовини, %	0,23	0,86	x
Для кінцевого розрахунку органічної речовини: з 1 т кг	60,0	112,0	x

Джерело: складено за [3; 6; 23; 24].

Аналіз структури посівних площ в овочівництві України свідчить, що практично всі основні культури є просапними культурами з інтенсивним впливом на ґрунт шляхом основного та міжрядних обробітків (табл. 5).

Для всіх цих культур рекомендовано високий агротехнічний фон удобрення та захисту. Частина культур, які відрізняються за відзначеними параметрами (наприклад, на зелень) і для яких показник мінералізації ґрунту міг би бути означеним як суттєво нижчий, ставила лише від 11% (1990 р.) до 3% (2016 р.)

(у табл. 5 – графа «інші»), тому цими відмінностями в математичних розрахунках можна знехтувати.

З апропонований математичний апарат для безпосередніх розрахунків балансу гумусу містить такий набір формул. Так, загальна формула балансу (3) являє собою математичне відображення відношення показників гуміфікації ( $\Gamma_{\text{гуміф}}$ ) – синтезу – до мінералізації ( $M_{\text{мінерал}}$ ) – розкладу або втрати гумусу. Кінцеве значення, що дорівнює чи перевищує 1,0, свідчить про досягнення бездефіцитного чи позитив-

Таблиця 5

**Структура посівних площ овочевих культур в Україні, тис. га**

Культура (відкритого ґрунту)	Рік			
	1990	1995	2000	2016
Огірки	55,2	59,4	61,4	46,8
Помідори	100,9	104,6	105,9	71,8
Капуста	85,1	74,8	86,6	68,6
Буряк столовий	31,4	36,9	41,5	39,3
Морква столова	27,7	33,7	41,0	43,1
Цибуля	57,1	67,7	64,5	54,8
Часник	10,3	20,1	23,4	21,0
Перець стручковий солодкий і гіркий	6,3	12,7	15,0	15,0
Кабачки	11,0	26,9	30,6	30,3
Баклажани	6,0	5,5	6,7	5,5
Гарбузи столові	4,7	20,9	25,1	28,3
Інші	49,3	22,5	14,3	16,6
Усього	445,0	485,7	516,0	441,1

Джерело: складено за [29].



ного балансу, тоді як менше 1,0 – негативного; розмір дефіциту, своєю чергою, визначається цифрами такого дефіциту.

$$B_{\text{орг.реч.грунту}} = G_{\text{уміф}} / M_{\text{інерал}}, \quad (3)$$

де  $G_{\text{уміф}}$  – обсяги синтезованої щорічно органічної речовини ґрунту, т/га;

$M_{\text{інерал}}$  – обсяги щорічних втрат органічної речовини ґрунту, т/га.

**Д**жерела мінералізації та гуміфікації потребують змістовно-математичної інтерпретації. Так, формула обрахунку загальної гуміфікації (4) передбачає суму таких чотирьох джерел:  $G_{\text{уміф1}}$  – рослинних решток с.-г. культур («фактор врожаю»),  $G_{\text{уміф2}}$  – синтезованої органічної речовини за рахунок органічних добрив, перш за все, гною, а також торфу, дефекатів та ін. (фактор «органічних добрив»);  $G_{\text{уміф3}}$  – синтезованої органічної речовини за рахунок побічної продукції с.-г. культур («фактор побічної продукції»);  $G_{\text{уміф4}}$  – за рахунок сидератних посівів (спеціальних посівів, рослинна маса яких переорюється як добриво – фактор «зелених добрив»):

$$G_{\text{уміф}} = G_{\text{уміф1}} + G_{\text{уміф2}} + G_{\text{уміф3}} + G_{\text{уміф4}}, \quad (4)$$

де  $G_{\text{уміф1}}$  – щорічна гуміфікація рослинних решток (фактор врожаю), т/га;

$G_{\text{уміф2}}$  – гуміфікація внесених органічних добрив (гною та ін.), т/га;

$G_{\text{уміф3}}$  – гуміфікація побічної продукції, т/га;

$G_{\text{уміф4}}$  – гуміфікація сидератних посівів («зелених добрив»), т/га.

Своєю чергою, формула визначення джерел гуміфікації може бути представлена в такому вигляді (5) – (8):

$$G_{\text{уміф1}} = \sum_{i=1}^n C_i P_{\text{гуміф}i} + \sum_{i=2}^n C_i P_{\text{гуміф}i} + \dots + C_n P_{\text{гуміф}n}, \quad (5)$$

де  $C_n$  – площа відповідної с.-г. культури, га;

$P_{\text{гуміф}i}$  – показник щорічно синтезованої органічної речовини ґрунту за рахунок даної культури або складової сільгоспуди, т/га

$$G_{\text{уміф2}} = V_1 k_1 + V_2 k_2 + \dots + V_n k_n, \quad (6)$$

де  $V_n$  – обсяги внесених органічних добрив, т;

$k_n$  – коефіцієнт гуміфікації даного виду органічних добрив, в. од.;

$$G_{\text{уміф3}} = V_1 k_1 + V_2 k_2 + \dots + V_n k_n, \quad (7)$$

де  $V_n$  – обсяги побічної продукції, що застосовується як добриво, т/га;

$k_n$  – коефіцієнт гуміфікації даного виду побічної продукції, в. од.;

$$G_{\text{уміф4}} = k_1 C_1 P_{\text{гуміф}i1} + k_2 C_2 P_{\text{гуміф}i2} + \dots + k_n C_n P_{\text{гуміф}in}, \quad (8)$$

де  $C_n$  – площа сидератних посівів, га;

$P_{\text{гуміф}in}$  – показник синтезованої органічної речовини ґрунту в результаті вирощування даного виду сидератів, т/га.

Аналогічно до випадку розрахунку обсягів гуміфікації за обсягом урожайності репрезентативної культури (3) обсяги мінералізації органічної речовини ґрунту запропоновано розраховувати відповідно до характеристик мінералізації кожної з культур з подальшим узагальненням показника по сівозміні чи території господарської діяльності підприємства (9). Як уже було відзначено, у наших дослідженнях ми притримувалися нормативного показника мінералізації для овочевих – 1,2 т/га.

$$M_{\text{інер}} = C_1 P_{\text{мінер}1} + C_2 P_{\text{мінер}2} + \dots + C_n P_{\text{мінер}n}, \quad (9)$$

де  $C_n$  – площа відповідної с.-г. культури, га;

$P_{\text{мінер}i}$  – показник щорічної мінералізації органічної речовини для даної культури, т/га.

З урахуванням особливостей овочівництва формули вищевикладеного математичного апарату доцільно використовувати на рівні окремого господарства (великого, середнього с.-г. підприємства, ФГ, ОГН) або стосовно окремої сівозміни в межах цих господарств.

Своєю чергою, фактор «органічних добрив» і для України в цілому, і для овочівництва, наприклад, Вінницької області має значення лише з точки зору використання гною; інші види органіки, у т. ч. сидератні посіви, використовуються в дуже незначних обсягах і математично можуть бути ігноровані при розрахунках.

**С**лід окремо зазначити, що роль мінеральних добрив не має безпосередньої математичної інтерпретації в зазначених формулах. Роль даного є опосередкованою, адже зростання урожайності логарифмічно обумовлює приріст – за формулами, що наведені у [6, с. 135; 23] та були відповідно використані нами в розрахунках балансу – обсягів рослинних решток і внаслідок цього – збільшення показника  $G_{\text{уміф1}}$ . Традиційно до джерела «рослинні решки» відносяться поверхневі залишки і коріння, обсяги (маса) яких обраховувалася за рекомендованими рівняннями регресії [23].

Зазначений ефект зростання маси органіки під впливом збільшення урожайності на високому фоні добрив тією ж самою мірою стосується і такого джерела гуміфікації, як «побічна продукція» (показник  $G_{\text{уміф3}}$  у формулах (4), (7)).

Підсумковим узагальненим показником, який надав би коректне уявлення про поточний стан та оптимальний варіант щодо використання та відтворення родючості ґрунту в овочівництві, запропоновано «коефіцієнт ґрунтоекологічного балансу» (КГЕБ), який, відображає баланс між використанням (мінералізацією) та відтворенням (гуміфікацією) органічної речовини ґрунту в зіставних одиницях (т/га) і має вираз або у відсоткових одиницях, або у відсотках гуміфікованої речовини по відношенню до

мінералізованої. Таким чином, побудова подібного балансу потребує визначення мінералізації (втрат) і гуміфікації (надходження за рахунок біомаси посівів, побічної продукції, кореневих залишків та коріння, гною тощо).

## ВИСНОВКИ

Обґрунтовано, що концептуалізація питання визначення параметрів та прикладного розроблення оптимальної екологічної моделі функціонування суб'єктів аграрного бізнесу в овочівництві може бути побудована на ідентифікації закономірностей трансформації балансу родючості ґрунту та їхнього функціонального впливу на стан галузевого ринку та економіко-екологічну ефективність галузі. Визначено аналітичну та економетричну моделі використання та відтворення родючості ґрунту з урахуванням особливостей овочівництва України. Такі моделі передбачають потенціал внутрішньоорганізаційного вдосконалення на основі біологічних і технологічних факторів.

Запропоновано методіку визначення екологічних ризиків галузі та рекомендації із можливості їхнього зниження, в основу яких покладено принцип відтворення родючості ґрунту. Реалізація цього принципу, на відміну від відомих, передбачає оригінальну економічну інтерпретацію процесу використання та відтворення родючості (за запропонованим показником «коефіцієнт ґрунтоекоелогічного балансу») на основі даних про особливості культур, сівозміни, продуктивність, удобрення, інші агротехнічні фактори. ■

## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про охорону земель» від 19 червня 2003 р. № 962-IV URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15>
2. **Барвінський А. В., Тихенко Р. В.** Оцінка і прогноз якості земель : підручник. Київ : Медінформ, 2015. 642 с.
3. **Сайко В. Ф., Малиєнко Е. К.** Теоретические основы высокопродуктивного и устойчивого функционирования агроэкосистем // «Устойчивость земледелия: проблемы и пути решения». Киев : Урожай, 1993. С. 3–21.
4. **Тараріко Ю. О.** Удосконалення землекористування та агротехнологій. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 8. С. 16–20.
5. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління / Медведєв В. В., Чесняк Г. Я., Лактіонова Т. М. та ін. Київ : Урожай, 1992. 248 с.
6. Рекомендації з формування біоенергетичних агро-екосистем. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва (Лівобережний Лісостеп). Київ : ДІА, 2010. 156 с.
7. **Логоша Р. В.** Формування постіндустріального ринку овочевої продукції в Україні : монографія. Вінниця : Вінн. обл. друкарня. 2017. 515 с.
8. **Балюк С. А., Носко Б. С., Скрильник Є. В.** Сучасні проблеми біологічної деградації чорноземів і способи збереження їх родючості. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 1. С. 11–17.
9. **Медведєв В. В.** Земельна реформа і родючість ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 5. С. 73–79.

10. **Бутрим О. В., Швець О. Г.** Ефективність землекористування як критерій рівня антропогенного навантаження. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 9. С. 36–72.

11. **Балюк С. А., Трускавецький Р. С.** Системне управління трансформаційною спрямованістю та родючістю ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 10. С. 10–16.

12. **Смішна-Старинська Л. В.** Кількісні і якісні зміни гумусу при застосуванні органічних систем удобрення у сірому лісовому ґрунт. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 1. С. 74–77.

13. **Забалуєв С. В.** Зміни стану органічної речовини рекультивованих ґрунтів за їх тривалого сільськогосподарського використання. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 5. С. 68–71.

14. **Попірний М. А.** Зміна якісних і спектроскопічних характеристик органічної речовини чорнозему типового за різних систем обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 8. С. 65–71.

15. **Дацько М. О.** Зміна вмісту і запасів гумусу дерново-підзолистого осушуваного ґрунту за різних систем удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 7. С. 63–66.

16. **Балюк С. А.** Інноваційні підходи до управління родючістю ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 8. С. 77–82.

17. **Цвей Я. П., Бондар С. О., Кісільська М. О.** Склад гумусу чорноземів залежно від системи удобрення в короткочасних сівозмінах. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 9. С. 5–9.

18. **Тараріко Ю. О., Дацько Л. В., Стецюк М. Г., Зосимчук М. Д.** Трансформація осушуваних торфових ґрунтів Західного Полісся за довготривалого сільськогосподарського використання. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 9. С. 56–60.

19. **Малієнко А. М.** Нетрадиційний погляд на параметри оптимальної будови орного шару. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 11. С. 5–12.

20. **Скрильник Є. В., Кутова А. М., Філімончук Я. С., Москаленко В. П.** Вплив антропогенних факторів на гумусний стан і вміст поживних речовин у чорноземі типовому. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 9. С. 12–16.

21. **Полупан М. І., Ковальов В. Г.** Теоретичні основи нагромадження гумусу в природних умовах, його еволюція та управління ним в агроценозах. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 9. С. 21–26.

22. **Чесняк Г. Я.** Параметры потерь гумуса и коэффициенты гумификации растительных остатков и органического вещества навоза в чернозёмах типичных Лесостепи СССР : тезисы доклада VII съезда Всесоюзного общества почвоведов. Ташкент : Изд. АН СССР ВОП, 1985. Т. 4, № 3. С. 27.

23. **Левин В. И.** Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции. *Агрохимия*. 1977. № 8. С. 36–42.

24. **Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті / Бацула О. О., Головачов Є. А., Дерев'яно Р. Г. та ін.** Київ : Урожай. 1987. 127 с.

25. **Володин В. М.** Методика оценки эффективности систем земледелия на биоэнергетической основе. М. : ВАСХ-НИЛ, 1989. 38 с.

26. **Медведовський О. К., Іваненко П. І.** Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.

27. **Мороз О. В.** Енергетична еволюція сільського господарства України : монографія. Київ : ІАЕ УААН, 1997. 263 с.

28. **Рекомендації для дослідження балансу і трансформації органічного речовини при сільськогосподарському використанні і інтенсивному окультуванні ґрунту.** М. : ВАСХНИЛ, 1984. 56 с.

29. Статистичний щорічник «Рослинництво» за 2016 р. / Державна служба статистики України / під заг. кер. Ю. М. Остапчука. Київ, 2017. 367 с.

## REFERENCES

Baliuk, S. A. "Innovatsiini pidkhody do upravlinnia rodiuchistiu gruntiv" [Innovative approaches to soil fertility management]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 8 (2015): 77-82.

Baliuk, S. A., and Truskavetskyi, R. S. "Systemne upravlinnia transformatsiinoiu spriamovanistiu ta rodiuchistiu gruntiv" [System management of transformational orientation and soil fertility]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 10 (2015): 10-16.

Baliuk, S. A., Nosko, B. S., and Skrylnyk, Ye. V. "Suchasni problemy biolohichnoi dehradatsii chornozemiv i sposoby zberezhenia yikh rodiuchosti" [Modern problems of biological degradation of black soil and how to preserve their fertility]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 1 (2016): 11-17.

Barvinskyi, A. V., and Tykhenko, R. V. *Otsinka i prohnoz yakosti zemel* [Assessment and forecast of land quality]. Kyiv: Medinform, 2015.

Batsula, O. O. et al. *Zabezpechennia bezdefitsynoho balansu humusu v grunti* [Maintenance of the deficit humus balance in the soil]. Kyiv: Urozhai, 1987.

Butrym, O. V., and Shvets, O. H. "Efektyvnist zemlekorystuvannia yak kryterii rinvnia antropohennoho navantazhennia" [Land use efficiency as a criterion of anthropogenic load level]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 9 (2015): 36-72.

Chesnyak, G. Ya. "Parametry poter gumusa i koeffitsienty gumifikatsii rastitelnykh ostatkov i organicheskogo veshchestva navoza v chernozemakh tipichnykh Lesostepi USSR" [Parameters of humus losses and coefficients of humification of plant residues and organic matter of manure in the black soil of typical Forest-steppe of the Ukrainian SSR]. *VII sezd Vsesoyuznogo obshchestva pochvedov*, vol. 4, no. 3. Tashkent: Izd. AN SSSR VOP, 1985. 27-.

Datsko, M. O. "Zmina vmistu i zapasiv humusu derno-vidzholystoho osushuvanoho gruntu za riznykh system udobrennia" [Changes in humus content and reserves of sod-podzolic drained soil due to different fertilizer systems]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 7 (2016): 63-66.

[Legal Act of Ukraine] (2003). <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15>

Levin, V. I. "Kolichestvo rastitelnykh ostatkov v posevakh polevykh kultur i yego opredeleniye po urozhayu osnovnoy produktsii" [The amount of plant residues in crops of field crops and its determination by the yield of the main products]. *Agrokhiimiya*, no. 8 (1977): 36-42.

Lohosha, R. V. *Formuvannia postindustrialnogo rynku ovochevoi produktsii v Ukraini* [Formation of the postindustrial market of vegetable products in Ukraine]. Vinnytsia: Vinn. obl. drukarnia, 2017.

Maliienko, A. M. "Netradytsiinyi pohliad na parametry optimalnoi budovy ornoho sharu" [Non-standard view on the parameters of the optimal structure of the arable layer]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 11 (2016): 5-12.

Medvediev, V. V. "Zemelna reforma i rodiuchist gruntiv" [Land reform and soil fertility]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 5 (2015): 73-79.

Medvediev, V. V. et al. *Rodiuchist hruntiv: monitorynh ta upravlinnia* [Soil fertility: monitoring and management]. Kyiv: Urozhai, 1992.

Medvedovskiy, O. K., and Ivanenko, P. I. *Enerhetychni analiz intensyvnykh tekhnolohii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi* [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production]. Kyiv: Urozhai, 1988.

Moroz, O. V. *Enerhetychna evoliutsiia silskoho hospodarstva Ukrainy* [Energy evolution of agriculture in Ukraine]. Kyiv: IAE UAAN, 1997.

Polupan, M. I., and Kovalyov, V. H. "Teoretychni osnovy nahromadzhennia humusu v pryrodnykh umovakh, yoho evoliutsiia ta upravlinnia nym v ahrotsenozakh" [Theoretical bases of accumulation of humus in natural conditions, its evolution and its management in agrocenoses]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 9 (1997): 21-26.

Popirnyi, M. A. "Zmina yakisnykh i spektroskopichnykh kharakterystyk orhanichnoi rehovyny chornozemu typovoho za riznykh system obrobitku gruntu" [Changing the qualitative and spectroscopic characteristics of the organic substances under various typical black soil treatment systems]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 8 (2016): 65-71.

*Rekomendatsii dlya issledovaniya balansu i transformatsii organicheskogo veshchestva pri selskokhozyaystvennom ispolzovanii i intensivnom okulturivannii pochv* [Recommendations for the study of the balance and transformation of organic matter in agricultural use and intensive soil cultivation]. Moscow: VASKhNIL, 1984.

*Rekomendatsii z formuvannia bioenerhetychnykh ahroekosystem. Naukovo-tekhnolohichne zabezpechennia ahrrano-ho vyrobnytstva (Livoberezhnyi Lisostep)* [Recommendations for the formation of bioenergetic agro ecosystems. Scientific and technological support of agrarian production (Left Bank Forest-steppe)]. Kyiv: DIA, 2010.

Sayko, V. F., and Malienko, Ye. K. "Teoreticheskiye osnovy vysokoproduktivnogo i ustoychivogo funktsionirovaniya agroekosistem" [Theoretical foundations of highly productive and sustainable functioning of agro-ecosystems]. In *Ustoychivost zemledeliya: problemy i puti resheniya*, 3-21. Kyiv: Urozhay, 1993.

Skrylnyk, Ye. V. et al. "Vplyv antropohennykh faktoriv na humusnyi stan i vmist pozhyvnykh rehovyn u chornozemi typovomu" [The influence of anthropogenic factors on humus and nutrient content of typical black soil]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 9 (2015): 12-16.

Smishna-Starynska, L. V. "Kilkisni i yakisni zminy humusu pry zastosuvanni orhanichnykh system udobrennia u siromu lisovomu grunt" [Quantitative and qualitative changes of humus when applying organic fertilizer systems in gray forest soil]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 1 (2016): 74-77.

*Statystychnyi shchorichnyk «Roslynyntstvo» za 2016 r.* [Statistical Yearbook "Plant Growing" for 2016]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy, 2017.

Tarariko, Yu. O. "Udoskonalennia zemlekorystuvannia ta ahrotekhnolohii" [Improvement of land use and agricultural technologies]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 8 (1998): 16-20.

Tarariko, Yu. O. et al. "Transformatsiia osushuvanykh torfovykh gruntiv Zakhidnogo Polissia za dovhotryvaloho silskohospodarskoho vykorystannia" [Transformation of drained peat soils of Western Polissia for long-term agricultural use]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 9 (2016): 56-60.

Tsvei, Ya. P., Bondar, S. O., and Kisilevska, M. O. "Skhid humusu chornozemiv zalezho vid systemy udobrennia v korotkorotatsiinykh sivozminakh" [The composition of humus black soil depending on the fertilizer system in short-term crop rotations]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 9 (2016): 5-9.

Volodin, V. M. *Metodika otsenki effektivnosti sistem zemledeliia na bioenergeticheskoy osnove* [Methods for assessing the effectiveness of farming systems on a bioenergy basis]. Moscow: VASKhNIL, 1989.

Zabaluiev, S. V. "Zminy stanu orhanichnoi rehovyny rekultyvovanykh gruntiv za yikh tryvaloho silskohospodarskoho vykorystannia" [Changes in the state of organic matter of recultivated soils due to their long-term agricultural use]. *Visnyk ahrranoi nauky*, no. 5 (2016): 68-71.