

**О. В. Харченко**, д.с.-г.н., професор

**І. М. Масик**, к.с.-г.н., доцент

**Ю. Г. Міщенко**, к.с.-г.н., доцент

**Г. А. Давиденко**, к.с.-г.н., доцент

Сумський національний аграрний університет

*В даній роботі розглядається проблема порівняльного оцінювання сівозмін з точки зору екологічної доцільності. На першому етапі проводиться оцінка окремих культур за балансом гумусу і основних елементів живлення (екологічні показники). На другому етапі за вказаними критеріями проводиться оцінювання кожної сівозміни зі своєю структурою культур.*

**Ключові слова:** сівозміна, гумус, баланс, солома, стерня, біомаса

**Постанова проблеми.** Основою проектування будь якої сівозміни є перш за все біологічні обмеження, суть яких полягає в післядії попередника. Це включає такі умови та фактори як хвороби, шкідники, бур'яни, вологозабезпеченість, диференціація по шарах ґрунту і по окремих елементах споживання поживних речовин і т.п.

Загалом можна стверджувати, що для створення умов стійкого розвитку рослинництва необхідною умовою повинне бути суворе дотримання біологічних умов формування структури посівних площ в сівозміні, що на наш погляд, повинно бути однією із умов оренди земель сільськогосподарського призначення. При цьому в будь-якому разі реалізація сівозміни повинна не допустити зниження природної родючості ґрунтів, а при можливості – забезпечити її зростання. Це в свою чергу забезпечить зростання урожайності, що формується за рахунок природної родючості ґрунтів, а отже зменшення необхідної норми мінеральних добрив для формування планової урожайності сільськогосподарських культур.

Підвищення культури землеробства передбачає впровадження у виробництво заходів, що становлять науково обґрунтовану його систему. Серед них важливе значення мають правильні сівозміни, які є головною і незамінною ланкою та займають особливе місце за різноманітним сприятливим впливом на родючість ґрунту і врожайність сільськогосподарських культур.

Сівозміна дає можливість розробляти технологію вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням їх взаємного впливу, а також післядії кожного заходу, що застосовується під найближчі попередники. Ось чому зростання культури землеробства може бути забезпечене лише в разі дотримання науково-обґрунтованих сівозмін, які відповідають конкретним природно-кліматичним умовам і спеціалізації сільськогосподарського виробництва [1].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Враховуючи біологічні особливості й здатність польових культур не лише використовувати, а й активно відновлювати родючість ґрунту, сівозміна істотно впливає на такі фактори родючості, як забезпеченість поживними речовинами

і вологою, вміст гумусу, біологічний режим, фізичні властивості та швидкість детоксикації шкідливих речовин, що надходять у ґрунт при його сільськогосподарському використанні. Науково обґрунтована сівозміна є заходом, що майже без додаткових матеріальних витрат сприяє підвищенню врожайності різних польових культур, більшість з яких негативно реагують на вирощування в умовах монокультури чи беззмінного посіву

Крім того, сівозміна зумовлює агрономічну стратегію підвищення продуктивності ґрунту і врожайності сільськогосподарських культур, визначає та пов'язує в єдиний комплекс усі ланки системи землеробства. Від спеціалізації сівозмін, складу і чергування культур залежать системи удобрення, механічного обробітку ґрунту та інших агротехнічних і меліоративних заходів.

Агрономічна роль сівозміни на різних етапах розвитку землеробства і особливо за умов його інтенсифікації впливає із загального завдання наукового землеробства. За відповідних кліматичних умов і природних властивостей ґрунту оцінка сівозміни залежить від того, як впливають попередні культури і заходи їх вирощування (обробіток ґрунту, удобрення та ін.). Відомо, що цей вплив неоднаковий. Отже, створюються деякі відмінності у властивостях ґрунту і його родючості залежно від попередніх культур. Їх необхідно враховувати при розміщенні сільськогосподарських культур на полях, інакше кажучи, встановлювати науково – обґрунтоване чергування культур [2].

Властивості ґрунтів, навіть найродючіших, таких як чорноземи, не завжди відповідають потребам культурних рослин, особливо їх високоврожайних сортів. Тому створення необхідних умов для росту сільськогосподарських культур, раціональне використання і захист ґрунтів, збереження та підвищення їхньої родючості є основним завданням на всіх етапах розвитку землеробства. На підставі узагальненого досвіду щодо впливу на баланс і вміст гумусу німецькі дослідники поділяють сільськогосподарські культури на чотири групи.

1. Багаторічні кормові культури на орних землях при малій інтенсивності обробітку ґрунту

збагачують ґрунт гумусом і азотом.

2. Однорічні бобові збагачують ґрунт азотом і не зменшують запаси гумусу.

3. Зернові колосові культури при незначній інтенсивності обробітку менше знижують вміст гумусу і азоту, ніж просапні культури.

4. Просапні культури, які вирощують при інтенсивному обробітку, сильно знижують вміст гумусу й азоту в ґрунті.

Олійні та спеціальні культури відповідно з їх впливом розміщують у перших трьох групах [3, 4].

Багаторічними дослідженнями наукових установ вирішено ряд питань теорії й практики застосування сівозмін в окремих ґрунтово-кліматичних зонах України, а саме: місце, тривалість вирощування, сумісність і період повернення культур у сівозмінах з урахуванням вимог інтенсивних технологій, ступінь насичення сівозмін провідними культурами в господарствах різного виробничого напрямку тощо.

НААН України, національним науковим центром «Інститут землеробства НААН» прийнято вважати можливими таку допустиму концентрацію посівів в сівозмінах: зернові культури – 60–80, цукрові буряки – 20–25, кукурудза – 50–60, коноплі – 50, картопля – 30–50, соняшник і льон – 14–16 % [5, 6].

**Мета досліджень.** Метою даної роботи було порівняти та оцінити різні сівозміни з метою вибору оптимального варіанту за балансом гумусу. При цьому слід вважати за доцільне розгляд варіантів без застосування добрив. Варіант без застосування добрив є базовим, або фоновим, що характеризує продуктивність даної сівозміни на чорноземних ґрунтах Лісостепової зони.

Слід зазначити, що продуктивність сівозміни залежить як від продуктивності кожної культури в сівозміні, так і від питомої ваги кожної культури в структурі цієї сівозміни. Це в свою чергу вказує на доцільність проведення вказаного дослідження. Слід вважати повну оцінку продуктивності всіх основних культур сівозміни.

**Вихідний матеріал, методика та умови проведення досліджень.** Наразі нормативними документами рекомендовано визначати втрати гумусу по залежності [7, 8]:

$$B = G \cdot h \cdot d \cdot K_1 \cdot K_2, m/га \quad (1)$$

де:  $G$  – вміст гумусу в ґрунті, %;

$h$  – глибина орного шару ґрунту, см;

$d$  – щільність ґрунту,  $t/m^3$ ;

$K_1$  – коефіцієнт мінералізації гумусу,

$K_2$  – відносний індекс біологічної продуктивності.

Із зазначених показників більш за все зале-

жить від культури коефіцієнт мінералізації гумусу, який на чорноземних ґрунтах зони Лісостепу ( $K_2 = 1,065$ ) при  $G = 3,60\%$ ,  $h = 22$  см,  $d = 1,25$   $t/m^3$ . Втрати гумусу в середньому складуть [9, 10]:

– під зерновими

$$B_{\Gamma} = 3,60 \cdot 22 \cdot 1,25 \cdot 0,0056 \cdot 1,065 = 0,590 m/га$$

під просапними

$$B_{\Gamma} = 3,60 \cdot 22 \cdot 1,25 \cdot 0,0116 \cdot 1,065 = 1,201 m/га$$

Таким чином, можна стверджувати, що чим більша питома вага просапних культур в сівозміні тим більшими є втрати гумусу на мінералізацію і навпаки.

Основним принципом надходження гумусу в ґрунт, при вирощуванні будь-якої культури, є те що, після відчуження основної продукції в полі загалом залишається вся побічна продукція. Сама ця продукція за останніми рекомендаціями складається з соломи чи то листостебельної маси та стерні і коренів. Загальний вихід побічної продукції можна визначити через коефіцієнт перерахунку до основної продукції ( $K_{CB}$ ) та долями в цій продукції соломи ( $K_C$ ) та стерні і коренів ( $K_K$ ). Слід також зазначити, що перша половина побічної продукції може бути товарною, оскільки може бути відчужена для тваринництва, енергетики, будівництва і т.п. Отже та побічна продукція, яка залишається на полі, загортається в ґрунт (всю чи тільки стерню і корені) і в результаті гуміфікації перетворюється в гумус. Коефіцієнт гуміфікації рослинних решток ( $K_{ГР}$ ) є індивідуальним для зони та культури [8, 9, 11]. Крім того загально відомо, що для забезпечення оптимальних умов гуміфікації-мінералізації необхідним є внесення азотних добрив в кількості 8 – 10 кг д.р./т побічної продукції, а частіш за все тільки соломи чи листостебельної маси.

Отже виходячи із зазначеного можна стверджувати, що кількість гумусу, що може бути утворена побічною продукцією без застосування органічних добрив з одного гектара посіву визначається як:

$$H_{\Gamma} = (Y_{OP} \cdot K_{CB} \cdot K_C \cdot K_{ГР}), m/га \quad (2)$$

В цій залежності маємо, що коли в ґрунт загортається вся побічна продукція, то  $K_K = 1$ .

**Результати досліджень.** Нами було проведено оцінювання двох сівозмін за здатністю накопичувати або втрачати гумус.

Загалом втрати гумусу з одного гектара сівозміни можна визначити як:

$$B_{\Gamma}^{CP} = \Sigma(\alpha \cdot B_{\Gamma}) m/га \quad (3)$$

де:  $\alpha$  – частка культури в сівозміні.

Всі розрахунки по встановленню втрат гумусу зведені в таблиці 1.

## Розрахунок втрат гумусу на мінералізацію в прийнятих сівозмінах

№ п/п	Культура	Втрати гумусу з 1 га посіву культури, т/га	Втрати гумусу з еквівалентної частини 1 га площі сівозміни, т			
			частка культури в сівозміні	сівозміна 1	частка культури в сівозміні	сівозміна 2
1	Пшениця озима	0,590	0,25	0,148	–	–
2	Горох	0,590	0,25	0,148	0,25	0,148
3	Ячмінь ярий	0,590	0,25	0,148	0,25	0,148
4	Кукурудза на зерно	1,201	0,25	0,300	0,50	0,600
Всього:		–	Σ0,744		Σ0,896	

Розглядаючи дані таблиці 1, слід відмітити, що втрати гумусу з еквівалентної частини площі були найбільшими після вирощування просапних культур, в даному випадку це у нас кукурудза на зерно (0,300 т/га). Що в порівнянні з культурами суцільного способу сівби є дуже суттєвим, різниця між витратами гумусу становила – 0,152 т/га.

Наведене дозволяє стверджувати, що най-

більші втрати гумусу відмічені в другій сівозміні (0,896 т/га) – в якій площа посіву просапних культур була в двічі більшою, а найменші – в першій (0,744т/га).

Велике значення мають також показники надходження біомаси в ґрунт для утворення гумусу. Дані про надходження біомаси та утворення гумусу представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

## Надходження біомаси та утворення гумусу в сівозмінах без застосування добрив

№ п/п	Культура	Частка врожаю основної продукції в гектарі сівозмінної площі, ц	Побічна продукція, ц			Гумус, т	
			вся	в т.ч.		з усієї продукції	зі стерні і коренів
				солома	стерня і корені		
Перша сівозміна							
1	Пшениця озима	9,2	12,9	6,8	6,1	0,258	0,122
2	Горох	5,2	6,8	3,6	3,2	0,143	0,066
3	Ячмінь ярий	8,2	9,0	4,6	4,4	0,180	0,088
4	Кукурудза на зерно	9,2	13,8	8,0	5,8	0,276	0,116
Всього:		–	Σ42,5	Σ23,0	Σ19,5	Σ0,857	Σ0,392
Друга сівозміна							
1	Горох	5,2	6,8	3,6	3,2	0,143	0,066
2	Ячмінь ярий	8,2	9,0	4,6	4,4	0,180	0,088
3	Кукурудза на зерно	18,4	27,6	16,0	11,6	0,552	0,232
Всього:		–	Σ43,4	Σ24,2	Σ19,2	Σ0,875	Σ0,386

Аналізуючи показники надходження біомаси в ґрунт, ми бачимо, що кількість всієї побічної продукції була вищою в другій сівозміні (4,34 т/га), а меншою, але не суттєво, в першій сівозміні (4,25 т/га). Як і в першій так і в другій сівозміні найбільша кількість побічної продукції спостерігається після кукурудзи на зерно (1,38-2,76 т/га). Співвідношення між складовими частинами побічної продукції було на користь соломи (0,36-1,6 т/га) в залежності від сільськогосподарської культури. Отже, з такої кількості біомаси може утвори-

тися наступна кількість гумусу: найбільша – 0,875 т/га в другій сівозміні і 0,857 т/га в першій сівозміні. Різниця між якими становила 0,018 т/га. Це факт можна пояснити збільшенням в другій сівозміні кількості полів кукурудзи на зерно.

Баланс гумусу по кожній із сівозмін представлений в таблиці 3.

Встановлено, що якщо в першій сівозміні при загортанні соломи спостерігається деякий профіцит гумусу, то в другій незначний дефіцит. При відчужені соломи в усіх випадках має місце дефіцит.

Таблиця 3

## Баланс гумусу в сівозмінах без застосування добрив на 1 га сівозмінної площі

№ п/п	Культура	Втрати гумусу, (В <sub>Г</sub> )т	Надходження гумусу (Н <sub>Г</sub> ), т		Дефіцит гумусу (Д <sub>Г</sub> = В <sub>Г</sub> - Н <sub>Г</sub> ), т	
			з усією побічною продукції	зі стернею і коренями	з усією побічною продукції	зі стернею і коренями
Перша сівозміна						
1	Пшениця озима	0,148	0,258	0,122	-0,110	0,026
2	Горох	0,148	0,143	0,066	0,005	0,082
3	Ячмінь ярий	0,148	0,180	0,088	-0,032	0,060
4	Кукурудза на зерно	0,300	0,276	0,116	0,024	0,184
Всього:		Σ0,744 т/га	Σ0,857 т/га	Σ0,392 т/га	Σ-0,113 т/га	Σ0,352 т/га
Друга сівозміна						
1	Горох	0,148	0,143	0,066	0,005	0,082
2	Ячмінь ярий	0,148	0,180	0,088	-0,032	0,060
3	Кукурудза на зерно	0,600	0,552	0,232	0,048	0,368
Всього:		Σ0,896 т/га	Σ0,875 т/га	Σ0,386 т/га	Σ0,021 т/га	Σ0,510 т/га

Отже, виходячи з даних наведених в таблиці 3, слід зауважити, що найбільший дефіцит гу-

мусу в сівозмiнах, розглянутих нами, спостерiгається пiсля вирощування кукурудзи на зерно, як в першiй так i в другiй сiвозмiнах, вiдповiдно 0,024 – 0,048 т/га, не зважаючи на те, що найбiльша бiо-маса формується саме за використання цiєї культури в наших дослiдах.

Профiцит балансу гумусу в свою чергу спостерiгається пiсля культур суцiльного способу

сiвби, особливо пiсля пшеницi озимої (0,110 т/га).

**Висновки:** Отже, iз проаналiзованих розрахункiв балансу гумусу в рiзних сiвозмiнах, можна вiдмитити, що зменшення площi посiву культур суцiльного способу сiвби (пшениця озима) i заміна її в структурi другої сiвозмiни просапною культурою (кукурудза на зерно) веде до зменшення розрахункового вiстуту гумусу в ґрунті такої сiвозмiни.

#### **Список використаної літератури:**

1. Гудзь В. П. Адаптивні системи землеробства : підручник / [В. П. Гудзь, І. А. Шувар, А. В. Юник та ін.]. – К. : «Центр учбової літератури», 2014. – 336 с.
2. Гудзь В. П. Землеробство : підручник. / В. П. Гудзь, І. Д. Примак, Ю. В. Будьонний. – К. : ЦУЛ, 2010 – 464 с.
3. Бегей С. В. Екологічне землеробство : підручник / С. В. Бегей, І. А. Шувар. – Львів : "Новий Світ-2000", 2007. – 429 с.
4. Екологічні проблеми землеробства : підручник / За ред. В. П. Гудзя. – Житомир : Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2010. – 708 с.
5. Примак І. Д. Раціональні сiвозмiни в сучасному землеробствi / І. Д. Примак, В. П. Гудзь, В. Г. Рошко та ін. – Біла Церква, 2003. – 384 с.
6. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сiльськогосподарських культур. – К. : ННЦ «Інститут землеробства НААН». – 2012. – 195 с.
7. Методичні вказiвки з охорони ґрунтів / В. О. Греков, Л. В. Дацько, В. А. Жилкін, М. І. Майстренко та ін. – К. : ДНТЦОРГ, 2011. – 108 с.
8. Методологічні аспекти еколого-економічного обґрунтування рiвнiв врожайностi сiльськогосподарських культур в проектах землеустрою / за ред. д. с-г н. О. В. Харченка. – Суми : Університетська книга, 2013. – 63 с.
9. Агроекономічні і екологічні основи прогнозування та програмування рiвня врожайностi сiльськогосподарських культур / За ред. д. с-г н. О. В. Харченка. – Суми : Університетська книга, 2014. – 239 с.
10. Рекомендації з охорони і збереження родючості ґрунтів. / О. В. Греков, В. М. Панасенко, Н. М. Осередько та інші. – К. : Центрдержродючiсть, 2009. – 44 с.
11. Землеробство : підручник / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, А. П. Бутило, В. П. Опришко; За редакцією В. О. Єщенка. – К. : Лазурит-Полі граф, 2013. – 376 с.

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СЕВООБОРОТОВ ПО БАЛАНСУ ГУМУСА**

**О. В. Харченко, И. Н. Масик, Ю. Г. Мищенко, Г. А. Давиденко**

*В данной работе рассматривается проблема сравнительного оценивания севооборотов с точки зрения экологической целесообразности. На первом этапе проводится оценка отдельных культур за балансом гумуса и основных элементов питания (экологические показатели). На втором этапе по указанным критериям производится оценка каждой севооборота по своей структуре культур.*

Ключевые слова: севооборот, гумус, баланс, солома, стерня, биомасса.

#### **ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF DIFFERENT CROP ROTATIONS ON THE BALANCE OF HUMUS**

**O. V. Kharchenko, I. N. Masik, J. G. Mishchenko, G. A. Davidenko**

*In this article we consider the problem of the comparative evaluation of crop rotations from the point of view of environmental feasibility. The first stage involves evaluation of selected crops for the balance of humus and major nutrients (environmental indicators). In the second stage, the evaluation of each rotation on the structure of cultures based on specified criteria have done.*

Key words: crop rotation, humus, balance, straw, stubble, biomass.

Надійшла до редакції: 16.04.2015 р.

Рецензент: Жатов О. Г.