

УДК 633.63:631.452:  
631.582:631.8  
© 2018

## РОДЮЧІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ ЗЕРНО-БУРЯКОВИХ СІВОЗМІНАХ

Я.П. Цвей<sup>1</sup>, В.В. Іваніна<sup>2</sup>, О.Г. Леншин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>доктор сільськогосподарських наук, професор

<sup>2</sup>доктор сільськогосподарських наук

<sup>3</sup>кандидат сільськогосподарських наук

<sup>1, 2</sup>Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН  
вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна

<sup>3</sup>Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів НААН  
с. Самчики Старокостянтинівського р-ну Хмельницької обл., 31182, Україна  
e-mail: <sup>1</sup>tsvey\_isb@ukr.net, <sup>2</sup>v\_ivanina@meta.ua, <sup>3</sup>lenshin0@yandex.ua

Надійшла 27.12.2017

**Мета.** Вивчити вплив структури сівозмін на агрохімічні і фізико-хімічні показники родючості чорнозему опідзоленого за органо-мінеральної системи удобрення і тривалого вирощування культур. **Методи.** Довготривалий польовий та аналітичний. **Результати.** Показано зміни поживного режиму та фізико-хімічних властивостей чорнозему опідзоленого за різного насичення сівозмін багаторічними травами, просапними, зерновими та зернобобовими культурами. **Висновки.** Після закінчення двох ротацій найвищий вміст гумусу в чорноземі опідзоленому на фоні 7,5 т/га гною +  $N_{45}P_{45}K_{35}$  на 1 га сівозмінної площі виявлено у сівозмінах такої структури: 1) частка просапних культур у сівозміні — до 25%, багаторічних трав — до 25, зернових — понад 50%; 2) частка зернобобових — 25%, зернових — 50, просапних — 25%. Збільшення частки просапних культур у сівозміні до 50% погіршило фізико-хімічні властивості ґрунту: рН сольове зменшилося до 5,6–5,7, Нг — підвищилася до 2,2–2,5 мг-екв./100 г, S — зменшилася до 22,0–23,6 мг-екв./100 г ґрунту. Насичення сівозмін просапними і зерновими культурами не мало істотного впливу на фосфатний і калійний режими ґрунту. Оптимальний вміст рухомого фосфору і калію в чорноземі опідзоленому спостерігали за введення у сівозміну гречки та гороху.

**Ключові слова:** гумус, чорнозем опідзолений, ланки сівозміни, система удобрення.

Формування сталих агроєкосистем у землеробстві тісно пов'язане з оптимізацією структури сівозмін і системою удобрення. Останніми роками істотно звузилася спеціалізація господарств, аграрне виробництво зосередилося на вирощуванні окремих економічно привабливих культур. Наслідком такої трансформації стали системні зміни в структурі сівозмін, відмова від багаторічних трав, порушення малого біологічного колообігу речовин, що спричинило критично негативний баланс вуглецю і поживних

речовин в агроєкосистемах [1, 2].

Зменшення частки просапних культур у сівозмінах, оптимізація системи удобрення дасть змогу істотно зменшити техногенне навантаження та втрати гумусу в агроєкосистемах, створити передумови для відновлення природної родючості ґрунтів [3, 4].

Формування сівозмін і застосування добрив мають бути спрямовані на оптимізацію фізико-хімічних параметрів, забезпечення позитивного балансу органічної речовини та поживних речовин у ґрунті [5–10].

**Мета досліджень** — дослідити вплив структури сівозмін на зміни природної родючості чорнозему опідзоленого за тривалого вирощування культур.

**Матеріали і методика досліджень.** Дослідження проводили у короткоротаційних зерно-бурякових сівозмінах Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кормів НААН після закінчення 2-ї ротації. Ґрунт дослідного поля — чорнозем опідзолений середньосуглинковий, який характеризується такими агрохімічними показниками орного 0–30 см шару: рН сольове — 5,6–6,2; гідролітична кислотність — 1,9–2,1 мг-екв./100 г ґрунту; сума поглинутих основ — 37,9–42,2 мг-екв./100 г ґрунту; гумус за Тюрнімом — 3,5%; уміст мінерального (нітратного та амонійного) азоту за методикою ЦІНАО — 65–83 мг/кг ґрунту; рухомого фосфору і калію за Чиріковим — відповідно 163–178 та 55–73 мг/кг ґрунту.

Площа посівної ділянки — 175 м<sup>2</sup>, облікової — 100 м<sup>2</sup>, повторність — 4-разова. Дослідження проводили на фоні орґано-мінеральної системи удобрення за внесення на 1 га сівозмінної площі 7,5 т ґною + N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>35</sub>, у тому числі, під буряки цукрові — 30 т ґною + N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>90</sub>, пшеницю озиму, ячмінь та гречку — по N<sub>45</sub>P<sub>20</sub>K<sub>30</sub> (під попередники пшениці озимої добрива не вносили).

Чергування культур у сівозмінах: 1. Конюшина лучна — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь + конюшина лучна. 2. Горох — пшениця озима — буряки цукрові — пшениця яра. 3. Кукурудза на силос — пшениця озима — буряки цукрові — пшениця яра. 4. Гречка — пшениця озима — буряки цукрові — пшениця яра. 5. Кукурудза на силос — пшениця озима — буряки цукрові — гречка. 6. Ячмінь ярий — пшениця озима — буряки цукрові — гречка. 7. Горох — пшениця озима — буряки цукрові — гречка. 8. Горох — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь ярий.

Зразки ґрунту для аналізів відбирали після закінчення 2-ї ротації. Вміст гумусу визначали за Тюрнімом, рН сольове — на рН-метрі, гідролітичну кислотність — за Каппеном, суму поглинутих основ — за Каппеном-Гільковіцем, амонійний і нітратний азот — за методикою ЦІНАО, рухомі сполуки фосфору

та калію — за Чиріковим.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Дослідження свідчать, що за тривалого застосування орґано-мінеральної системи удобрення (7,5 т/га ґною + N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>35</sub> на 1 га сівозміни) у плодозмінній сівозміні (частка багаторічних трав — 25%, зернових — 50, просапних — 25%) уміст гумусу у ґрунті на кінець 2-ї ротації становив в орному 0–30 см шарі — 3,64%, підорному 30–50 см — 2,82%. Збільшення частки просапних культур у сівозміні до 50% (кукурудза з підсівом сої на силос — 25%, буряки цукрові — 25%) за частки зернових 50% (пшениця озима — 25%, пшениця яра — 25%) спричинило зменшення вмісту гумусу у ґрунті порівняно з зерно-трав'яно-просапною сівозміною в орному шарі — на 0,11%, підорному — на 0,12% за абсолютних величин — відповідно 3,53 та 2,70%. Таке зменшення спричинено інтенсивною мінералізацією гумусу ґрунту, що є одним із головних причин втрат гумусу за сучасних, зорієнтованих на вирощування просапних культур, систем землеробства. Подібну закономірність спостерігали у зерно-просапній сівозміні за насичення гречкою — 25%, пшеницею озимою — 25, просапними культурами — 50% (кукурудза з підсівом сої — 25, буряки цукрові — 25%) (таблиця).

У короткоротаційних сівозмінах, в яких частка просапних культур не перевищувала 25%, за насичення зерновими культурами — 75%, спостерігали поліпшення гумусного стану ґрунту до рівня плодозмінної сівозміни. Так, у зерно-просапній сівозміні, де після ярих зернових сіяли горох на зерно (горох на зерно — пшениця озима — буряки цукрові — пшениця яра), вміст гумусу в орному 0–30 см шарі становив 3,62%, підорному 30–50 см — 2,70%, що лише незначно поступалося плодозмінній сівозміні — відповідно на 0,02 та 0,04%. Таке незначне зменшення вмісту гумусу може бути спричинене меншими обсягами накопичення біологічного азоту у ґрунті після гороху порівняно з конюшиною, що, як свідчать дослідження ряду вчених [1–4], впливає на інтенсивність гумусоутворення.

У зерно-просапній сівозміні з чергуванням культур: ячмінь ярий, пшениця озима, буряки цукрові, гречка вміст гумусу в орному

шарі становив 3,61%, за розміщення гречки — гороху як попередників пшениці озимої в такій самій сівозміні — 3,54%, що порівняно з плодозмінною сівозміною визначено меншим відповідно на 0,03 та 0,10%.

Важливим показником родючості ґрунту є фізико-хімічні властивості. Насичення сівозміни зерновими, просапними та бобовими культурами за тривалого їх вирощування здатне істотно впливати на фізико-хімічні параметри ґрунту [5].

Дослідження свідчать, що у зерно-бурякових сівозмінах з часткою гороху на зерно 25% кислотність чорнозему опідзоленого була незначно меншою порівняно з сівозмінами, де як попередник пшениці озимої вирощували кукурудзу на силос, гречку або конюшину. У сівозмінах з горохом рівень кислотності після закінчення двох ротацій коливався в орному 0–30 см шарі в межах 6,0–6,3. Істотне збільшення кислотності орного і підорного шарів ґрунту до 5,4 спостерігали у плодозмінній сівозміні з конюшиною, а також у сівозмінах з насиченням просапними культурами 50% — 5,6–5,7. Кислотність ґрунту була дещо меншою у сівозмінах з часткою зернових колосових 75%, включаючи і сівозміни з вирощуванням гречки, — 5,9.

Сума поглинутих основ менше залежала від структури сівозміни і за тривалого вирощування культур мала лише тенденцію до зменшення, найчастіше це спостерігали у сівозмінах з високою до 75% насиченістю зерновими — 20,0–21,2 мг-екв./100 г ґрунту. Можливо, втрата кальцію та магнію з ґрунтовопоглинального комплексу стали цьому причиною.

Найвищий показник суми поглинутих основ визначено у плодозмінній сівозміні — 25,3 мг-екв./100 г ґрунту. Водночас, у сівозмінах з часткою гороху на зерно до 25% цей показник коливався в межах 21,5–24,7 мг-екв./100 г ґрунту.

Найкращі умови фосфатного режиму чорноземних ґрунтів формуються за органо-мінеральної системи удобрення [1, 6]. Для зерно-бурякових сівозмін фосфатне живлення є вагомим чинником, оскільки фосфор відіграє важливу роль у підвищенні продуктивності буряків цукрових [8].

Результати досліджень свідчать, що у сівозміні горох на зерно — пшениця

озима — буряки цукрові — ячмінь ярий вміст рухомого фосфору в орному та підорному шарах становив — відповідно 120 та 100 мг/кг ґрунту. За чергування у сівозміні культур: гречка — пшениця озима — буряки цукрові — пшениця яра вміст рухомих фосфатів в орному шарі зменшився до 96,5 мг/кг ґрунту, що зумовлено збільшенням виносу фосфору вирощуваними культурами.

У сівозмінах, де в першому полі вирощували кукурудзу на силос з підсівом гороху, ячмінь ярий або горох на зерно, вміст фосфору в орному шарі після закінчення двох ротацій становив відповідно 106, 105 та 104 мг/кг ґрунту. За вирощування пшениці ярої після буряків цукрових у сівозміні виявлено збільшення вмісту рухомого фосфору до 113, 118 та 120 мг/кг ґрунту.

Забезпеченість ґрунту рухомих калієм залежить від ґрунтової відміни, зони зволоження та насичення ґрунтовопоглинального комплексу цим елементом [1, 6].

Результати досліджень показали, що вирощування у зерно-просапній сівозміні гороху на зерно (частка в сівозміні 25%) після ячменю ярого, у плодозмінній сівозміні конюшини лучної (частка в сівозміні 25%) підвищило вміст рухомого калію до 86 та 78 мг/кг, тоді як за насичення зерно-бурякової сівозміни просапними культурами 50%, зокрема кукурудзою на силос з підсівом гороху 25%, вміст рухомого калію в орному шарі становив 71 мг/кг ґрунту. Зменшення вмісту рухомого калію у ґрунті можна пояснити інтенсивним виносом його гречкою та кукурудзою на силос, а також переходом у необмінний (фіксований) стан.

Істотне зменшення вмісту рухомого калію в чорноземі опідзоленому виявлено за насичення сівозміни гречкою. Так, за вирощування гречки у сівозміні після ячменю ярого вміст рухомого калію в орному шарі становив 66,5 мг/кг, підорному — 50 мг/кг, що визначено меншим порівняно з плодозмінною сівозміною — відповідно на 15 і 20%.

У сівозміні, де гречку сіяли після гороху, вміст рухомого калію в орному та підорному шарах був дещо вищим — відповідно 70,0 та 60,6 мг/кг ґрунту. Підвищення вмісту рухомого калію у ґрунті може бути результатом позитивного впливу біологічного азоту. Насичення сівозмін бобовими культурами

**Родючість чорнозему опідзоленого в короткоротаційних сівозмінах**

№ варіанта	Чергування культур у сівозмінах	Шар ґрунту, см	Гумус, %	pH сольове	Hg, мг-екв./100 г ґрунту	S, мг-екв./100 г ґрунту	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг
1	Конюшина лучна — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь + конюшина лучна	0–30	3,64	5,4	2,9	25,3	110	78,0
		30–50	2,82	5,4	2,8	23,8	94	62,5
2	Горох на зерно — пшениця озима — буряки цукрові — пшениця яра	0–30	3,62	6,3	2,4	21,5	113	75,5
		30–50	2,70	6,1	2,7	22,8	89	60,0
3	Кукурудза з підсівом сої на силос — пшениця озима — буряки цукрові — пшениця яра	0–30	3,53	5,7	2,2	23,6	118	71,0
		30–50	2,70	5,9	2,1	21,8	92,5	57,5
4	Гречка — пшениця озима — буряки цукрові — пшениця яра	0–30	3,60	5,9	2,3	23,2	120	70,0
		30–50	2,70	5,5	2,9	22,0	96,5	47,5
5	Кукурудза з підсівом сої на силос — пшениця озима — буряки цукрові — гречка	0–30	3,55	5,6	2,5	23,6	106,0	62,5
		30–50	2,73	5,6	2,6	22,0	90,5	47,5
6	Ячмінь ярий — пшениця озима — буряки цукрові — гречка	0–30	3,61	5,9	2,1	23,9	105	66,5
		30–50	2,80	6,0	2,2	21,7	82	50,0
7	Горох на зерно — пшениця озима — буряки цукрові — гречка	0–30	3,54	6,3	2,3	24,7	104	70,0
		30–50	2,84	5,9	2,3	22,6	92,5	60,5
8	Горох на зерно — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь ярий	0–30	3,60	6,0	2,3	23,7	120	86,0
		30–50	2,80	5,9	2,5	22,0	100	62,5
HIP <sub>05</sub>		0–30	0,036	0,35	–	2,76	16,9	12,5
		30–50	0,061	0,45	–	1,85	11,8	10,5

до 25% підвищувало вміст рухомого калію у ґрунті і в інших сівозмінах, тоді як відсутність бобових попередників і насичення

сівозміни гречкою до 25% та кукурудзою на силос з підсівом гороху до 25% знижувало вміст рухомого калію у ґрунті.

**Висновки**

Найвищий уміст гумусу в чорноземі опідзоленому після закінчення двох ротацій короткоротаційних зерно-бурякових сівозмін за внесення 7,5 т гною + N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>K<sub>35</sub> визначено за частки у сівозміні просапних культур 25%, багаторічних трав — 25, зернових — 50%, а також у сівозміні: просапні — 25%, зернобобові — 25, зернові — 50 відповідно 3,64 та 3,62%. Фізико-хімічні властивості чорнозему опідзоленого за збільшення частки просапних культур

у сівозміні до 50% погіршувались: pH сольове — 5,7–5,6, Hg — 2,2–2,5 мг-екв/100 г, S — 23,6–22,0 мг-екв/100 г ґрунту. Зменшення частки просапних культур до 25% поліпшувало фізико-хімічні властивості ґрунту. Насичення сівозміни просапними і зерновими культурами не впливало на фосфатний режим чорнозему опідзоленого. За насичення сівозміни гречкою 25% і кукурудзою на силос з підсівом сої 25% виявлено зниження вмісту рухомого калію у ґрунті.

**Цвей Я.П.<sup>1</sup>, Іваніна В.В.<sup>2</sup>, Леньшин А.Г.<sup>3</sup>**

<sup>1, 2</sup>Інститут біоенергетических культур и сахарной свеклы НААН, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03141, Україна; <sup>3</sup>Хмельницькая государственная сельскохозяйственная опытная станция Института кормов НААН, с. Самчики Староконстантиновского р-на Хмельницкой

обл., 31182, Украина; e-mail: <sup>1</sup>tsvey\_isb@ukr.net, <sup>2</sup>v\_ivanina@meta.ua, <sup>3</sup>lenshin0@yandex.ua

**Плодородие чернозема оподзоленого в краткоротационных зерно-свекловичных севооборотах**

**Цель.** Изучить влияние структуры севооборота на агрохимические и физико-химические

показатели плодородия чернозема оподзоленого при применении органо-минеральной системы удобрения и длительного выращивания культур. **Методы.** Длительный полевой и аналитический. **Результаты.** Показаны изменения питательного режима и физико-химических свойств чернозема оподзоленого при разном насыщении севооборота многолетними травами, пропашными, зерновыми и зернобобовыми культурами. **Выводы.** По завершению двух ротаций наиболее высокое содержание гумуса в черноземе оподзоленном на фоне 7,5 т/га навоза +  $N_{45}P_{45}K_{35}$  на 1 га севооборотной площади выявлено в севооборотах такой структуры: 1) доля пропашных культур в севообороте — до 25%, многолетних трав — до 25, зерновых — более 50%; 2) доля зернобобовых — 25%, зерновых — 50, пропашных — 25%. Увеличение доли пропашных культур в севообороте до 50% ухудшало физико-химические свойства почвы: pH солевое уменьшилось до 5,6–5,7, Нг — повысилось до 2,2–2,5 мг-экв./100 г, S — уменьшилась до 22,0–23,6 мг-экв./100 г почвы. Насыщение севооборота пропашными и зерновыми культурами не имело существенного влияния на фосфатный и калийный режимы почвы. Оптимальное содержание подвижного фосфора и калия в черноземе оподзоленном наблюдали при введении в севооборот гречихи и гороха.

**Ключевые слова:** гумус, чернозем оподзоленный, звенья севооборота, система удобрения.

Tsvei Ya.<sup>1</sup>, Ivanina V.<sup>2</sup>, Lenshyn O.<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup>Institute of biopower crops and sugar beet of NAAS, Clinichna Str., 25, Kyiv, 03141, Ukraine; <sup>3</sup>Khmelnyskyi state agricultural experimental station of the Institute of fodder crops, Samchyky, Starokostiantynivkyi area, Khmelnytskyi oblast,

31182, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>tsvey\_isb@ukr.net, <sup>2</sup>v\_ivanina@meta.ua, <sup>3</sup>lenshin0@yandex.ua

### Fertility of degraded chernozem in short grain-beet crop rotations

**The purpose.** To study influence of structure of crop rotation upon agrochemical and physico-chemical parameters of fertility of degraded chernozem at application of organic-and-mineral fertilizer system and long-term growing of crops. **Methods.** Long-term field and analytical. **Results.** Changes of nutritive regime and physical and chemical properties of degraded chernozem are shown at different saturation of crop rotation by perennial grasses, row crops, grain and leguminous crops. **Conclusions.** On completion of two rotations the highest content of humus in degraded chernozem on the background of dung in dose of 7,5 t/hectare +  $N_{45}P_{45}K_{35}$  for 1 hectare of crop rotation area is determined in crop rotations of the following structures: 1) a share of cultivated crops in crop rotation — up to 25%, perennial grasses — up to 25, grain — more than 50%; 2) a share of leguminous cultures — 25%, grain — 50, row crops — 25%. Increase of a share of cultivated crops in crop rotation up to 50% aggravated physical and chemical soil characteristics: pH salt dropped to 5,6–5,7, Ng — increased up to 2,2–2,5 mg-eq./100 g, S — dropped to 22,0–23,6 mg-eq./100 g of soil. Saturation of crop rotation by row and cereal crops had no essential influence on phosphatic and potash regimes of soil. The optimum content of mobile phosphorus and potassium in degraded chernozem was observed at use in crop rotation of buckwheat and pease.

**Key words:** humus, degraded chernozem, links of crop rotation, fertilizer system.

## Бібліографія

1. Іваніна В.В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах: монографія/В.В. Іваніна. — К.: ЦП «Компринт», 2016. — 328 с.

2. Прогноз азотного и гумусного состояния чернозема выщелоченного в зерносвекловичном севообороте Лесостепи ЦЧР/О.А. Минакова, А.И. Громовик, Л.В. Александрова, Л.В. Тамбовцева//Сахарная свекла. — 2010. — № 1. — С. 19–20.

3. Никульников И.М. Гумусное состояние и продуктивность культур в севооборотах в системах зяблевой обработки чернозема в Центрально-Черноземной полосе/И.М. Никульников//Доклады Российской академии с.-г. наук. — 2005. — С. 1.

4. Громовик А.И. Изменение содержания и состава гумуса черноземов Лесостепи ЦЧР при распашке/А.И. Громовик//Сахарная свекла. — 2016. — № 6. — С. 24–26.

5. Девятова Т.А. Изменение физико-химических и агрохимических свойств черноземов Центра

Русской равнины при их сельскохозяйственном использовании/Т.А. Девятова//Агрохимия. — 2006. — № 4. — С. 5–8.

6. Об эффективности элементов биологизации в зерносвекловичном севообороте/Я.П. Цвей, В.В. Иванина, Н.Н. Воронюк, Ю.П. Дубовый//Сахарная свекла. — 2013. — № 5. — С. 18–20.

7. Цюк А.А. Оценка и экологическая эффективность систем земледелия/А.А. Цюк//Там само. — 2013. — № 6. — С. 25–28.

8. Kochl A. Phosphor schmeckt der Rube gut/ A. Kochl//Agrozucker. — 1982. — № 1. — С. 313–331.

9. Brauer-Siebrecht W. Stickstoffbilanz und auswaschung in Fruchtfolgen mit Zuckerrüben und silomais/W. Brauer-Siebrecht, A. Jacobs, H.-J. Kochl//Zuckerrübe. — 2015. — Jg. 64. — № 5. — С. 22–24.

10. Schonberger H. Wie Viel Stickstoff brauchen die Zuckerrüben/H. Schonberger//Zuckerrübe. — 2015. — Jg. 64. — № 2. — С. 38–41.