

УДК 631.559:631.82: 633.63: 633.11:631.57
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.12>

ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНО-БУРЯКОВИХ СІВОЗМІН ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Макух Я.П. – д.с.-г.н., професор,
завідувач відділу здоров'я рослин,
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків
Національної академії аграрних наук

Ременюк С.О. – к.с.-г.н., с.н.с.,
завідувач лабораторії гербології,
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків
Національної академії аграрних наук

Власенко С.І. – к.с.-г.н.,
завідувач науковим відділом,
Іванівська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур
і цукрових буряків Національної академії аграрних наук

Копчук К.М. – науковий співробітник,
Іванівська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур
і цукрових буряків Національної академії аграрних наук

У статті наведено результати оцінки продуктивності ланок короткочастотних зерно-бурякових сівозмін. Продуктивність окремих культур сівозміни формується не лише під впливом прямої дії добрив, але і їх післядії за рахунок акумулювання поживних речовин у ґрунті. Важливим фактором ефективної експлуатації орних ґрунтів є впровадження науково обґрунтованих сівозмін, у яких найбільш повно використовуються біологічні особливості кожної культури, що дає можливість отримати сталі високі урожаї.

Для цього щодо кожної культури проведено розрахунки виходу кормових одиниць з 1 га, так і сівозміни в цілому. Загальна продуктивність парозаймаючих культур зростала із внесенням мінеральних добрив. Найбільший приріст відмічено із внесенням N_{40} під конюшину на зелений корм на 17,7 % порівняно із варіантом без добрив. Вихід продукції (основна + побічна) пшениці озимої був межах від 7,05 до 7,72 т к.од./га. те не залежав як від системи удобрення, так і ланок сівозмін. Ячмінь ярий лише у ланці із вико-вівсяною сумішкою на сидерат позитивно реагує на внесення добрив, що було на рівні ланки із горохом на зерно.

Ланка сівозміни із конюшиною на зелений корм забезпечує найвищу загальну продуктивність цукрових буряків за внесення дози добрив $N_{120}P_{120}K_{120}$, що поступалось ланкам із вико-вівсяною сумішкою на сидерат – 1,07 т к.од./га та горохом на зерно – 1,57 т к.од./га. Найбільш оптимальною системою удобрення цукрових буряків в умовах зони нестійкого зволоження залишається повна доза мінеральних добрив $N_{120}P_{120}K_{120}$ у ланках сівозміни із вико-вівсяною сумішкою на сидерат та конюшиною на зелений корм. Тоді як у ланці із горохом на зерно дозу добрив можна зменшити до $N_{60}P_{60}K_{60}$.

В середньому за роки дослідження у сівозміні: конюшина на зелений корм; пшениця озима; буряки цукрові; ячмінь з підсівом конюшини отримано найвищий вихід продукції за внесення $N_{55}P_{45}K_{45}$ – 30,92 т к.од., або 7,73 т к.од. на 1 га сівозміної площі.

Ключові слова: загальна продуктивність, сівозіна, удобрення, цукрові буряки.

Makukh Ya.P., Remenyuk S.O., Vlasenko S.I., Kopchuk K.M. Assessment of productivity of grain-beet crop rotations depending on fertilizer systems in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine

The article presents the results of evaluating the productivity of short-rotation grain-beet crop rotations. The productivity of individual crop rotations is formed not only under the influence of the direct effect of fertilizers, but also their aftereffect due to the accumulation of nutrients in

the soil. An important factor in the effective exploitation of arable soils is the implementation of scientifically based crop rotations, in which the biological features of each crop are most fully used, which makes it possible to obtain constant high yields.

For this, for each crop, the yield of fodder units from 1 ha, as well as crop rotation as a whole, were calculated. The overall productivity of steam crops increased with the introduction of mineral fertilizers. The greatest increase was noted with the introduction of N_{40} under clover on green fodder by 17.7% compared to the option without fertilizers. The production yield (main + secondary) of winter wheat ranged from 7.05 to 7.72 t/ha. that did not depend on both the fertilization system and the crop rotation links. Barley is vigorous only in the link with the milled-oat mixture for siderate and reacts positively to the application of fertilizers, which was at the same level as the link with peas for grain. The line of crop rotation with clover for green fodder provides the highest total productivity of sugar beets with the introduction of a dose of fertilizers $N_{120}P_{120}K_{120}$ which was inferior to the lines with a vetch-oat mixture for siderate – 1.07 t c.o.d./ha and peas per grain – 1.57 t c.o.d./ha. The most optimal system of fertilization of sugar beets in the conditions of the zone of unstable moisture remains a full dose of mineral fertilizers $N_{120}P_{120}K_{120}$ in the links of crop rotation with vetch-oat mixture for siderate and clover for green fodder. Whereas in the link with peas per grain, the dose of fertilizers can be reduced to $N_{60}P_{60}K_{60}$. On average, over the years of the study, in crop rotation: clover for green fodder; winter wheat; sugar beets; barley with clover undersowing yielded the highest product yield with the application of $N_{35}P_{45}K_{45}$ – 30.92 t c.o.d., or 7.73 t c.o.d. per 1 ha of crop rotation area.

Key words: total productivity, crop rotation, fertilizers, sugar beets.

Постановка проблеми. Роль сівозмін у сучасному землеробстві зумовлена передусім біологічними особливостями польових культур, адже вони забезпечують найраціональніше використання орних земель, матеріальних і трудових ресурсів [1]. За різкої зміни температурного режиму і зволоження постає питання розуміння механізму мінерального живлення культур в короткочасних зерно-бурякових сівозмінах, широке випробувань і впровадження у виробництво різних варіантів удобрення за екстремальних погодних умов. Для прикладу специфічність азотного живлення в тому, що для рослини діапазон оптимального його засвоєння досить вузький і для нього можуть бути шкідливими як нестача, так і надлишок цього елемента. Останні дослідження доказують ефективність біологічної системи землеробства з елементами органічного виробництва (солони зернових культур, сидератів) на фоні помірних доз мінеральних добрив, при цьому не тільки зростає продуктивність культур сівозміни, але і здатність протидіяти деградації ґрунту [2, 3, 4, 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для більш повної оцінки сівозмін їх необхідно порівнювати не лише за чергуванням культур, але і за складом, виходом продукції на гектар ріллі. Науково-дослідними закладами встановлено, що ефективність різних сівозмін залежить від насичення їх відповідними культурами, чергування культур у них, а також від системи удобрення, обробітку ґрунту, рівня механізації та інших складових [6, 7, 8, 9]. Впровадження короткочасних сівозмін дає можливість обмежити внесення дорогих мінеральних добрив на гектар сівозмінної площі, завдяки значному насиченню сівозмін бобовими культурами, які забезпечують позитивний баланс гумусу, та сприяють прискоренню біологічних процесів у ґрунті. Високі врожаї буряків цукрових у зоні нестійкого зволоження отримують, коли їх розміщують після озимини, яку висівають по чистих і ранніх парах зайнятих культурами, що рано звільняють поле – культурами на зелений корм, багаторічними травами на один укіс [10 с. 25, 11 с. 16].

Використання мінеральної системи удобрення в польовій сівозміні забезпечувало найбільший збір кормових одиниць, що було на рівні біокліматичному потенціалу поля [12, с. 59]. Систематичне використання на добриво всієї побічної продукції культур сівозміни дає змогу підвищити врожайність цукрових буряків

як за полицевого обробітку, так і безполицевого розпушування 39–42% [13]. За широкої біологізації сівозміни використання побічної продукції забезпечує зростання загальної продуктивності сівозмін [14].

Постановка завдання. Дослідження проводили протягом 2019–2021 рр. на стаціонарному досліді Іванівської ДСС, Охтирський район Сумської області у короткоротаційних зерно-бурякових сівозмінах. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий важкосуглинковий на лесі. Вміст гумусу в орному шарі – 4,7–5,1% за Тюрнімом, рН сольове витяжки – 6,2–6,8. За агрохімічними показниками забезпеченість P_2O_5 – 110–160 мг-екв./кг ґрунту за Чіріковим (підвищений вміст), рухомих форм калію K_2O – 80–120 мг-екв./кг ґрунту за Мачігіним (середній вміст), різних форм азоту в ґрунті – нижче середнього.

Закладку дослідів та проведення досліджень здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик польових дослідів у землеробстві та рослинництві. Площа посівної ділянки у стаціонарному досліді 324 м², повторність триразова, розміщення ділянок систематичне, послідовне.

Схема дослідів включала варіанти чергування культур у сівозміні: 1. пшениця озима 2. цукрові буряки 3. ячмінь, 4. парозаймаючі культури: вар. 1 сидерат (суміш вико-вівсяної сумішки із заорюванням в якості сидерату), вар. 2 горох на зерно, вар. 3 конюшина на зелений корм. Система удобрення мінімальні дози добрив під парозаймаючі культури, ячмінь та пшеницю озиму $N_{20}P_{20}K_{20}$, цукрові буряки $N_{60}P_{60}K_{60}$ та стандартні дози добрив $N_{40}P_{40}K_{40}$ і під цукрові буряки $N_{120}P_{120}K_{120}$. У ланці із кошошиною на зелений корм дози добрив під ячмінь ярий знижено до $N_{20}P_{20}K_{20}$ та $N_{10}P_{10}K_{10}$. В досліді застосовували нітроамофоску (16:16:16) та аміачну селітру і суперфосфат гранульований, вносили розкидним способом. Елементи біологізації сівозміни: використання соломи пшениці озимої з азотними добривами і в чистому вигляді, підсів конюшини на зелений корм, внесення гички цукрових буряків в якості зеленого добрива.

Агротехніка у досліді загальноприйнята для зони нестійкого зволоження лівобережного Лісостепу України. У досліді висівали районовані сорти та гібриди сільськогосподарських культур. Порівняльну оцінку продуктивності різних ланок сівозмін короткої ротації розраховували за обсягом продукції з 1 га сівозмінної площі, яку перераховували у кормові одиниці. Математичну обробку отриманих експериментальних даних на основі дисперсійного аналізу проводили за методикою В.О. Єщенка [15]. Для встановлення істотної різниці між варіантами визначали пофакторні значення НІР на 95%-му рівні значимості.

Виклад основного матеріалу дослідження. Однією з основних оцінок сівозміни є кількість продукції з одиниці площі. Для цього як абсолютний узагальнювальний показник розраховано вихід кормових одиниць з 1 га. Внесення мінеральних добрив під вико-вівсяну сумішку та горох на зерно суттєво не підвищує її загальну продуктивність, що було в межах 2,38–2,45 та 2,61–2,87 т к.од./га (табл. 1). Слід відмітити, що вище перелічені культури мають найменший вихід продукції у сівозміні в кормових одиницях. Внесення добрив азотних добрив дозою N_{20} і N_{40} під конюшину на зелений корм призводить до зростання її продуктивності до 4,70 і 5,19 т к.од./га, що було більше від варіанту без внесення добрив (вар. 8) на 0,43 і 0,92 т к.од./га. Вихід продукції пшениці озимої (зерно + солома) більше залежав від системи удобрення і погодних чим від ланок сівозмін, коливався в межах від 7,05 до 7,72 т к.од./га. Так, відмічаємо лише тенденцію до зростання загальної продуктивності за внесення мінеральних добрив дозою $N_{40}P_{40}K_{40}$ у ланці із вико-вівсяною сумішкою на 0,58 т к.од./га, горохом на зерно – на 0,47 та конюшиною

Таблиця 1

**Продуктивність парозаймаючих і зернових культур залежно від системи
удобрення і ланок сівозмін (середнє за 2019–2021 рр.)**

| № вар. | Сівозмiна | Система удо- брення пшениці озимої (ячменю ярого), кг/д.р.* | Вихід продукції (основна + побiчна) кормових одиниць, тон з 1 га | | |
|--|--|--|---|------------------|----------------|
| | | | парозаймаю- ча культура | пшениця озима | ячмiнь ярий |
| 1 | вико – овес (си- дерат); пшениця | сидерат | 2,28 | 7,08 | 4,53 |
| 2 | озима; буряки цукрові; ячмiнь ярий | $N_{20}P_{20}K_{20}$ ($N_{20}P_{20}K_{20}$) | 2,38 | 7,58 | 4,88 |
| 3 | | $N_{40}P_{40}K_{40}$ ($N_{40}P_{40}K_{40}$) | 2,45 | 7,66 | 4,64 |
| 4 | горох на зерно; пшениця озима; | N_{10} +рослинні залишки (без добрив) | 2,61 | 7,25 | 4,68 |
| 5 | буряки цукрові; ячмiнь ярий | $N_{20}P_{20}K_{20}$ ($N_{10}P_{10}K_{10}$) | 2,69 | 7,51 | 4,88 |
| 6 | | $N_{40}P_{40}K_{40}$ ($N_{20}P_{20}K_{20}$) | 2,87 | 7,72 | 4,88 |
| 7 | конюшина на зелений корм; пш. озима; | N_{10} +рослинні залишки (без добрив) | 4,27 | 7,16 | 4,74 |
| 8 | бур. цукрові; яч. з підсівом | $N_{20}P_{20}K_{20}$ ($N_{10}P_{10}K_{10}$) | 4,70 | 7,05 | 4,93 |
| 9 | конюш. | $N_{40}P_{40}K_{40}$ ($N_{20}P_{20}K_{20}$) | 5,19 | 7,55 | 4,78 |
| НІР ₀₀₅ загальна | | | 0,41 | 0,82 | 0,28 |
| НІР ₀₀₅ для фактору сівозмiни | | | 0,26 | 0,47 | 0,16 |
| НІР ₀₀₅ для фактору удобрення | | | 0,26 | 0,47 | 0,16 |
| Точність дослiду,% | | | 4,56 | 3,70 | 1,95 |

Примітка: *Система удобрення парозаймаючих культур: вар. 2, 5 – $N_{20}P_{20}K_{20}$; вар. 3, 6 – $N_{40}P_{40}K_{40}$; вар. 1, 7 – без добрив; вар. 8 – N_{20} ; вар. 9 – N_{40} .

на зелений корм – на 0,39 т к.од./га, порівняно із варіантом, де використовували лише сидерат чи рослинні залишки + N_{10} , але це не перевищувало загальну НІР₀₀₅. Встановлено що вико-вівсяна сумішка в якості попередника пшениці озимій не поступається гороху на зерно чи конюшині, що підтверджено і іншими дослідниками [16, с. 112; 17, с. 297; 18, с. 125; 11, с. 17].

Найвища загальна продуктивність ячменю ярого відмічена за внесення мінеральних добрив дозою $N_{20}P_{20}K_{20}$ у сівозмiні із вико-вівсяною сумішкою на сидерат 4,88 т к.од./га. дозою $N_{10}P_{10}K_{10}$ у сівозмiні із горохом на зерно і конюшиною на зелений корм 4,88 і 4,93 т к.од./га. За збільшення дози добрив урожайність ячменю ярого знижується, що перш за все пояснюється як попередником цукровий буряк, так і недостатньою кількістю опадів. У варіантах без добрив загальна продуктивність ячменю залежно від ланок сівозмін становила 4,53, 4,68 і 4,74 т к.од./га, що було менше від внесення мінеральних добрив дозою $N_{20}P_{20}K_{20}$ на 0,35 т к.од./га, $N_{10}P_{10}K_{10}$ на 0,20 і 0,19 т к.од./га.

Загальна продуктивність цукрових буряків зростала із використанням мінеральних добрив і найбільшою була у ланці із конюшиною на зелений корм за внесення $N_{120}P_{120}K_{120}$ (13,39 т к.од./га), що перевищувало варіант без добрив на 1,49 т к.од./га (рис. 1). У ланці із горохом на зерно система удобрення цукрових буряків взагалі не вплинула на ріст загальної продуктивності 12,17 т к.од./га у варіанті без добрив проти 12,01 і 11,82 т к.од./га за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ і $N_{120}P_{120}K_{120}$. Це можна пояснити як недостатнім зволоженням і відповідно меншим запасом продуктивної вологи рослини цукрових буряків не змогли в повній мірі використати елементи мінерального живлення. У ланці із вико-вівсяною сумішкою на сидерат загальна продуктивність цукрових буряків була найбільша із внесенням повної дози мінеральних добрив $N_{120}P_{120}K_{120}$ що становило 12,32 т к.од./га, перевищувало дозу $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 1,41 т к.од./га. У варіантах без добрив загальна продуктивність незалежно від ланок сівозмін коливалась в межах 11,36–12,17 т к.од./га, це пояснюється формуванням більше побічної продукції – гички цукрових буряків, тоді як у варіантах із внесенням мінеральних добрив вища урожайність коренеплодів, що підтверджується багатьма дослідженнями [19, с. 65; 20, с. 151].

Загальна продуктивність ланок короткоротаційних зерно-бурякових сівозмін залежить від урожайності культур (основна + побічна продукція), так і погодних умов у роки проведення досліджень. Так, у 2020 році середньодобові температури повітря перевищували багаторічні показники на 11%, 2021 рік – на 17%. Загальна кількість опадів за вегетацію (з 1 квітня по 31 серпня 2019 року) склала 206 мм, за норми 285 мм, водночас продуктивні дощі за літній період були у вигляді злив і тільки на протязі 7 днів. У 2020 році з 1 квітня по 31 серпня випало опадів

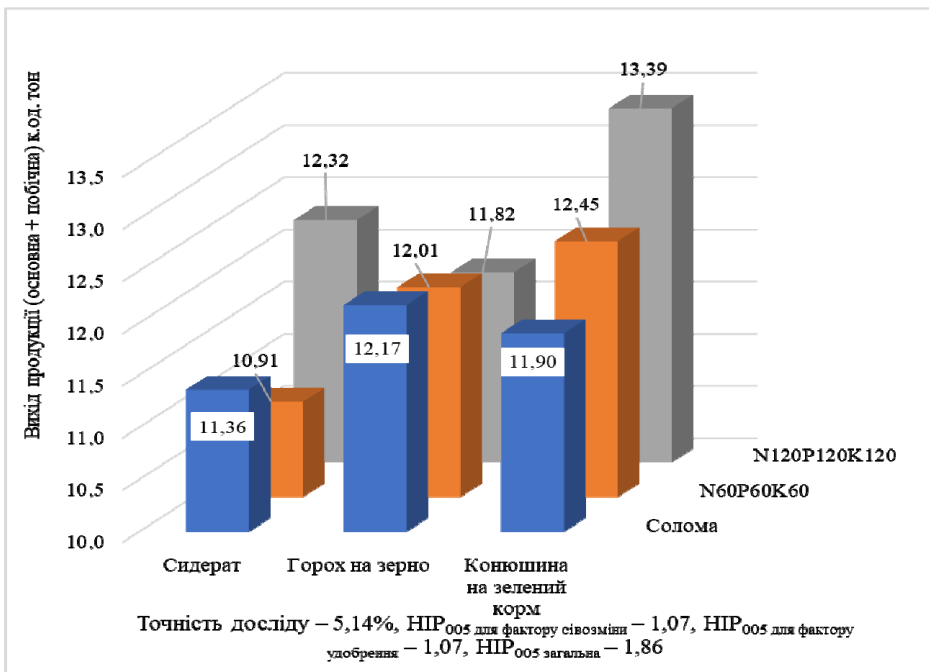


Рис. 1. Продуктивність цукрових буряків (основна + побічна продукція) залежно від системи удобрення і ланок сівозмін

в межах норми (287 мм). Лише за осінньо-зимовий період 2020–2021 рр. незважаючи на аномально теплий температурний режим зафіксовано 264 мм опадів, що на 12% більше від багаторічного показника (235 мм). Загальна кількість опадів за вегетацію (з 1 квітня по 31 серпня 2021 року) склала 265 мм, тоді як норма – 285 мм. У 2019 році на період посіву пшениці озимої, запаси продуктивної вологи в 0–100 см шарі ґрунту були у 3,5 раза менше за середньозваженої багаторічної норми 74 мм. Аналогічно в 2020 році на період посіву пшениці озимої запаси продуктивної вологи були катастрофічно низькими.

У ланці із вико-вівсяною сумішкою на сидерат у посушливому 2019 році внесення мінеральних добрив дозою як $N_{35}P_{35}K_{35}$, так і $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 1 га сівозмінної площі не збільшувало загальну продуктивність сівозміни, що становило 26,15 і 26,26 т к.од. (табл. 2). Використання рослинних залишків (соломи гороху, пшениці озимої і ячменю ярого та гичку цукрових буряків) разом із внесенням 30 кг аміачної селітри для кращого розкладання ($N_{7,5}$ на 1 га сівозмінної площі) (вар. 4) за загальною продуктивністю сівозміни було ідентичним внесенням мінеральних добрив дозою $N_{27,5}P_{27,5}K_{27,5}$ 25,98 проти 26,01 т к.од., а у ланці із конюшиною на зелений корм (вар. 7) було нижчим (30,04 т к.од. за використання рослинних залишків $N_{2,5}$ +рослинні залишки проти 29,23 т к.од. – $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$. У більш

Таблиця 2

Загальна продуктивність ланок зерно-бурякових сівозмін залежно від системи удобрення та елементів біологізації, тон кормових одиниць

| № вар. | Сівозміна | Система удобрення кг/д.р. на 1 га сівозмінної площі | Роки | | | Середнє за 2019–2021 рр. | Вихід кормових одиниць на 1 га сівозмінної площі |
|--|--|---|-------|-------|-------|--------------------------|--|
| | | | 2019 | 2020 | 2021 | | |
| 1 | Ланка із вико – вівсяною сумішкою на сидерат | сидерат +рослинні залишки | 26,52 | 26,58 | 22,65 | 25,25 | 6,31 |
| 2 | | $N_{35}P_{35}K_{35}$ | 26,15 | 26,91 | 24,18 | 25,75 | 6,44 |
| 3 | | $N_{60}P_{60}K_{60}$ | 26,26 | 30,00 | 24,94 | 27,07 | 6,77 |
| 4 | Ланка із горох на зерно | $N_{7,5}$ +рослинні залишки | 25,98 | 30,58 | 23,55 | 26,70 | 6,68 |
| 5 | | $N_{27,5}P_{27,5}K_{27,5}$ | 26,02 | 30,99 | 24,28 | 27,10 | 6,77 |
| 6 | | $N_{55}P_{55}K_{55}$ | 27,68 | 27,65 | 26,55 | 27,29 | 6,82 |
| 7 | Ланка із конюшиною на зелений корм | $N_{2,5}$ +рослинні залишки | 30,04 | 28,69 | 25,46 | 28,06 | 7,02 |
| 8 | | $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$ | 29,23 | 30,89 | 27,27 | 29,13 | 7,28 |
| 9 | | $N_{55}P_{45}K_{45}$ | 31,02 | 32,27 | 29,46 | 30,92 | 7,73 |
| НІР ₀₀₅ загальна | | | | | | 2,24 | 0,56 |
| НІР ₀₀₅ для фактору сівозміни | | | | | | 1,29 | 0,32 |
| НІР ₀₀₅ для фактору удобрення | | | | | | 1,29 | 0,32 |
| Точність дослід, % | | | | | | 2,72 | 2,72 |

Примітка: чергування культур у сівозміні див. табл. 1.

вологий 2020 рік у ланці сівозміни із вико–вівсяною сумішкою на сидерат загальна продуктивність сівозміни зростає за внесення повної дози мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ на 1 га сівозмінної площі до 30,0 т к.од., тоді як за $N_{35}P_{35}K_{35}$ залишається на рівні без добрив (лише сидерат і рослині залишки) 26,91 і 26,58 т к.од. У ланці із конюшиною на зелений корм у 2020 та 2021 роках відмічаємо циклічне зростання загальної продуктивності сівозміни за внесення доз добрив $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$ до 30,89 та $N_{55}P_{45}K_{45}$ – до 32,27 т к.од.

В середньому за роки дослідження у сівозміні: конюшина на зелений корм; пшениця озима; буряки цукрові; ячмінь з підсівом конюшини отримано найвищий вихід продукції за внесення $N_{55}P_{45}K_{45}$ – 30,92 т к.од., або 7,73 т к.од./га на 1 га сівозмінної площі. Також у даній ланці сівозміни відмічено найбільший приріст виходу продукції за внесення повної дози добрив $N_{55}P_{45}K_{45}$ на 1 га сівозмінної площі 2,86 т к.од. (0,72 т к.од./га) порівняно із варіантом $N_{2,5}$ +рослині залишки. У ланці із горохом на зерно внесення мінеральних добрив дозами $N_{27,5}P_{27,5}K_{27,5}$ та $N_{55}P_{55}K_{55}$ на 1 га сівозмінної площі суттєво не призводило до зростання загальної продуктивності (вар. 5. 6,77; вар. 6 – 6,82 т к.од./га), тоді як за використання $N_{7,5}$ +рослині залишки – 6,68 т к.од./га.

Посів вико–вівсяною сумішки на сидерат та використання побічної продукції рослин у сівозміні: буряки цукрові; ячмінь ярий; вико – овес (сидерат); пшениця озима без внесення мінеральних добрив забезпечує загальну продуктивність сівозміни 25,25 т к.од./га, що було на рівні внесення на 1 га сівозмінної площі $N_{35}P_{35}K_{35}$.

Висновки і пропозиції. Загальна продуктивність парозаймаючих культур зростала із внесенням мінеральних добрив. Найбільший приріст відмічено із внесенням N_{40} під конюшину на зелений корм на 17,7% порівняно із варіантом без добрив. Вихід продукції (основна + побічна) пшениці озимої бу в межах від 7,05 до 7,72 т к.од./га. те не залежав як від системи удобрення, так і ланок сівозмін. Ячмінь ярий лише у ланці із вико–вівсяною сумішкою на сидерат на позитивно реагує в було на рівні ланки із горохом на зерно. У інших ланках сівозмін внесення мінеральних добрив суттєво не збільшує продуктивність ячменю ярого.

Ланка сівозміни із конюшиною на зелений корм забезпечує найвищу загальну продуктивність цукрових буряків за внесення дози добрив $N_{120}P_{120}K_{120}$, що поступалось ланкам із вико–вівсяною сумішкою на сидерат – 1,07 т к.од./га та горохом на зерно – 1,57 т к.од./га. Найбільш оптимальною системою удобрення цукрових буряків в умовах зони нестійкого зволоження залишається повна доза мінеральних добрив $N_{120}P_{120}K_{120}$ у ланках сівозміни із вико–вівсяною сумішкою на сидерат та конюшиною на зелений корм. Тоді як у ланці із горохом на зерно дозу добрив можна зменшити до $N_{60}P_{60}K_{60}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Shah K., Modi B., Pandey H., Subedi A., Aryal G., Pandey M., Shrestha J. Diversified Crop Rotation: An Approach for Sustainable Agriculture Production. *Advances in Agriculture*. 2021. Vol. 2. P. 1–9. DOI: 10.1155/2021/8924087
2. Сайко В. Ф., Бойко П. І. Сівозміни у землеробстві України. К : Аграрна наука, 2002. 146 с.
3. Шевченко М. С., Десятник Л. М., Шапка В. П., Кохан А. В. Вплив елементів біологізації на продуктивність сівозмін та родючість ґрунту в Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 88–96. URL: <https://journal-grain-crops.com/arhiv/view/5ad71bd0499b5.pdf>

4. Новохацький М., Таргоня В., Бондаренко О., Мельник О. До питання розроблення біологізованих сівозмін біологічного агровиробництва *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарства України*. 2018. Вип. 23. С. 168–173. URL: [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2018-2-23\(37\)-18](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2018-2-23(37)-18)
5. Іваніна В. В. Біологізація удобрення культур у сівозмінах (монографія). Київ : ЦП «Компрінт», 2016. 328 с.
6. Кудря С. І. Наукові основи формування сталих органічних агроєкосистем у Східному Ліссостепу України : дис. ... доктора с.-г наук : 03.00.16 / Харків, 2008. 458 с.
7. Системи удобрення сільськогосподарських культур у землеробстві початку XXI століття / за ред. С.А. Балюка, М.М. Мірошніченка. Київ : Альфа-стевія, 2016. 400 с.
8. Цвей Я. П. Родючість ґрунтів і продуктивність сівозмін. Київ : Компрінт, 2014. 414 с.
9. Гангур В. В. Агробіологічні основи формування сівозмін різної ротації в Лівобережному Ліссостепу України : дис. ... доктора с.-г наук : 06.01.01 / Чабани, 2019. 627 с.
10. Войтова Г. П. Елементи біологізації для забезпечення високої рентабельності та підвищення родючості ґрунту при вирощуванні буряків цукрових в умовах Поділля. *Біоенергетика*. 2019. № 1. DOI: 10.47414/be.1.2020.224947
11. Кудря С. І. Продуктивність короткоротаційної сівозміни з різними бобовими культурами на чорноземі типовому. *Bulletin of Agricultural Science* 2020. № 1(98). DOI: 10.31073/agrovisnyk202001-02
12. Центило Л. В. Продуктивність сівозміни залежно від удобрення і обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 3(103). С. 52–60. DOI: 10.31521/2313-092x/2019-3(103)-7
13. Тараріко Ю. О. Глущенко Л. Д. Оцінка агресурсного потенціалу лівобережного Ліссостепу України. *Вісник ЖНАЕУ*. 2011. № 2(1). С. 3–9. URL: <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/371>
14. Мірошніченко М. С. Продуктивність короткоротаційних сівозмін за системи удобрення та обробітку ґрунту. *Збірник наукових праць ННЦ Інститут землеробства НААН*. 2019. № 3–4. С. 3–15. URL: <https://zemlerobstvo.com/wp-content/uploads/2021/04/fc-znp-3-4-verstka.pdf>
15. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костоґриз П. В. Київ : Дія, 2005. 288 с.
16. Бузинний М.В. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН*. 2015. Вип. 2. С. 106–116. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2015_2_15
17. Правдзіва, І. В., Демидов, О. А., Гудзенко, В. М., Дергачов, О. Л. Оцінювання врожайності та стабільності генотипів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від попередників та строків сівби. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020. 16(3). С. 291–302. DOI: 10.21498/2518-1017.16.3.2020.214923
18. Гангур В.В., Котляр Я. О. Вплив попередників на водоспоживання та продуктивність пшениці озимої в зоні Лівобережного Ліссостепу України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 122–127. DOI: 10.31210/visnyk2021.01.1
19. Тирус М. Л. Динаміка формування маси рослин буряка цукрового залежно від способу основного обробітку ґрунту та рівнів удобрення в умовах західного ліссостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 2 (98). С. 62–66. URL: <https://visnyk.mnau.edu.ua/statti/2018/n98/n98v2r2018tyrus.pdf>
20. Мірошніченко М. С. Продуктивність короткоротаційних сівозмін і родючість ґрунту залежно від способів обробітку та удобрення в лівобережному Ліссостепу України : дис. ... док. філософії : 201 / Київ, 2022. 200 с.