

УДК 631.559:631.82: 633.63: 633.11:631.57

## Вплив агрофітоценотичних взаємодій на продуктивність культур короткоротаційної сівозміни в умовах Лівобережного Лісостепу України

С. О. Ременюк\* , К. М. Копчук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, \*e-mail: svetlana19862010@ukr.net

**Мета.** Проаналізувати особливості впливу агрофітоценотичних взаємодій на продуктивність культур короткоротаційної сівозміни в умовах Лівобережного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження виконували впродовж 2019–2021 рр. у короткоротаційних зерно-бурякових сівозмінах стаціонарного досліду Іванівської ДСС Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (Охтирський р-н, Сумська обл.). Агротехніка у досліді загальноприйнята для зони нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України. **Результати.** Застосування збільшеної норми удобрення виявилось неефективним в умовах років досліджень щодо підвищення продуктивності парозаймальних культур. Зокрема, різниця з накопичення зеленої маси вико-вівса між нормами добрив  $N_{20}P_{20}K_{20}$  та  $N_{40}P_{40}K_{40}$  становила 0,40 т/га, урожай гороху на зерно відрізнявся на 0,20 т/га, а за вирощування багаторічних трав різниця між варіантами удобрення становила 2,5 т/га. Вирощування буряків цукрових у ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» сприяло отриманню за роки середньої врожайності 32,7 т/га коренеплодів. Водночас у ланці «буряки – цукрові – ячмінь – горох на зерно – пшениця озима» врожайність становила 34,3 т/га, що на 1,6 т/га більше попередньої ланки. Найвищий же приріст урожайності відзначено в ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима» (35,3 т/га) – 2,6 т/га. Також у межах останньої ланки застосування удобрення  $N_{120}P_{120}K_{120}$  сприяло отриманню на 6,10 т/га більшої, ніж у контрольному варіанті врожайності, та на 4,60 т/га – проти норми  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Поліпшення забезпеченості буряків цукрових азотом призводило до зменшення цукристості їх коренеплодів загалом. Зокрема, у ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» отримано за роки середню цукристість 20,1 %, у ланці «буряки – цукрові – ячмінь – горох на зерно – пшениця озима» – 19,7 %, що на 0,4 % нижче попередньої ланки, тоді як у ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима» – 18,6 %. За вирощування буряків у ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» середній збір цукру становив 6,6 т/га, «буряки – цукрові – ячмінь – горох на зерно – пшениця озима» – 6,8 т/га, а в ланці «буряки цукрові – ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима» – 6,5 т/га, що достовірно не відрізнялось від контрольного варіанту. У ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» ефективнішою була схема удобрення  $N_{120}P_{120}K_{120}$ , за якої збір цукру на 0,70 т/га перевищував показники контролю і на 0,3 т/га – варіант із нормою  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . **Висновки.** Установлені в процесі досліджень закономірності формування продуктивності як парозаймальних культур, так і буряків цукрових у різних ланках короткоротаційної сівозміни можуть бути використані для оптимізації технологій їх вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України.

**Ключові слова:** парозаймальні культури; буряки цукрові; урожайність; цукристість коренеплодів.

### Вступ

Короткоротаційні сівозміни відіграють важливу роль у сільському господарстві з кількох причин. Передусім, вони сприяють зменшенню втрат родючості ґрунту і підтриманню його стабільної структури. Різноманітність культур сприяє ефективнішому використанню поживних речовин, а також дає змогу обмежити поширення хвороб і шкідників, які специфічні для певних культур. Шкідники й хвороби, які можуть заразити одну культуру, можуть бути менш

Ременюк С. О., Копчук К. М. Вплив агрофітоценотичних взаємодій на продуктивність культур короткоротаційної сівозміни в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2022. Т. 10, № 2. <https://doi.org/10.47414/na.10.2.2022.270483>

проблематичними для іншої культури, що вирощується на тому ж полі в іншому сезоні, що допомагає знизити використання пестицидів і зберегти біологічну рівновагу у ґрунті [1, 2].

Не слід забувати також, що короткоротаційні сівозміни дають змогу здійснювати ефективне управління бур'янами. Використання різних культур у короткому циклі може допомогти позбавитись від певних видів бур'янів, які є найпоширенішими під час вирощування певної культури [3].

Загалом короткоротаційні сівозміни є важливим інструментом для збереження родючості ґрунту, контролювання шкідників і хвороб, управління бур'янами. Вони сприяють стійкому та сталому підходу до вирощування культур через диверсифікації прибутків. Різні культури можуть мати різні ціни та ринкову популярність. Вирощування різних культур може допомогти знизити ризик фінансових утрат через коливання цін або зміни вимог ринку [4–6].

Вивчення короткоротаційних сівозмін є актуальним питанням у сільському господарстві та у вітчизняній дослідницькій сфері. Оскільки аналіз зміни показників якості ґрунту, як-от уміст органічної речовини, поживних речовин, структура ґрунту тощо, а також встановлення оптимальної послідовності культур у короткоротаційних сівозмінах дасть змогу ефективніше добирати культури та їх чергування. Адже досить актуальними є дослідження, що включають урахування взаємозв'язків між культурами, сумісності рослин, підвищення врожайності та поліпшення контролю шкідників та хвороб [7–9].

Створення ефективних стратегій управління бур'янами у короткоротаційних сівозмінах також передбачає дослідження ефективності різних методів контролювання бур'янів, використання культур з конкурентоспроможними властивостями, техніки мінімального обробітку ґрунту та інших інноваційних підходів. При цьому важливо не упускати й питання встановлення впливу короткоротаційних сівозмін на стійкість екосистеми, що включає оцінку біологічного різноманіття, рівня екосистемних послуг, водоохоронних аспектів та інших показників стійкості [10, 11].

Вивчення цих актуальних питань дає змогу розвивати більш ефективні та стійкі методи створення короткоротаційних сівозмін, що сприяє поліпшенню продуктивності та сталості сільськогосподарських систем [12].

При цьому серед актуальних аспектів короткоротаційних сівозмін дослідження особливостей удобрення короткоротаційних сівозмін є важливим питанням. Оскільки різні культури мають відмітні вимоги до рівня удобрення, а тому вивчення оптимальних доз та складу добрив для різних культур, які використовуються в короткоротаційних сівозмінах, дає змогу врахувати їх вплив на родючість ґрунту [13, 14].

Також досі актуальними залишаються питання порівняння ефективності різних типів добрив – мінеральні, органічні, мікроелементні тощо, у контексті короткоротаційних сівозмін. Адже слід знати не лише які добрива найефективніші для кожної культури та їх вплив на врожайність і якість продукції. А також важливо розуміти стратегії внесення добрив у короткоротаційних сівозмінах. Це може включати розгляд оптимальних строків унесення, методів застосування та розподілу удобрень для досягнення максимальної ефективності та мінімізації витрат [15, 16].

Також досить багато досліджень присвячено визначенню впливу добрив на родючість ґрунту в короткоротаційних сівозмінах. Учені досліджують, як добрива впливають на збереження органічної речовини, мікробіологічну активність, структуру ґрунту та інші показники, що відображають родючість [7–9, 17].

У цьому ж контексті дослідження, спрямовані на оцінювання екологічного впливу добрив, дають змогу вивчити питання, пов'язані з витокami поживних речовин у водні ресурси, емісією парникових газів, забрудненням навколишнього середовища та іншими аспектами сталості [18].

Отже, в сучасних умовах господарювання на організацію короткоротаційних сівозмін, добір культур та власне аспекти їх формування слід звертати значну увагу. Також важливими є дослідження, що допомагають визначити оптимальні практики застосування добрив для короткоротаційних сівозмін, які сприяють підвищенню ефективності вирощування культур та забезпеченню сталого розвитку сільського господарства. Саме поєднання цих двох факторів здатне забезпечити оптимальну реалізацію біологічного потенціалу культурами сівозміни та ресурсо- і природоощадні практики господарювання.

**Мета досліджень** – проаналізувати особливості впливу агрофітоценотичних взаємодій на продуктивність культур короткоротаційної сівозміни в умовах Лівобережного Лісостепу України.

## Матеріали та методика досліджень

Дослідження виконували впродовж 2019–2021 рр. на стаціонарному досліді Іванівської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (Сумська обл., Охтирський р-н, с. Сонячне), у довготривалому стаціонарному досліді в короткоротаційних сівозмінах у варіантах полів №1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 та 9 у посівах буряків цукрових, пшениці озимої, парозаймальних культур: горох, багаторічні трави, сидерати, ячмінь, овес, гречка.

Агротехніка у досліді – загальноприйнята для зони нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України. У дослідях висівали районовані сорти й гібриди сільськогосподарських культур.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий важкосуглинковий на лесі. Уміст 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 Чиріковим (підвищений уміст), рухомих форм калію  $K_2O$  – 80–120 мг-екв/кг ґрунту за Мачігінімом (середній уміст), різних форм азоту в ґрунті – нижче середнього.

Дослідження проводили в 4-пільній зерно-просапній сівозміні стаціонарного досліді Іванівської ДСС за схемою, наведеною в таблиці 1.

Таблиця 1

Схема досліджень у стаціонарному досліді

№	I (парове поле)	II (пшениця озима)	III (буряки цукрові)	IV (ярі культури)
1	сидерат	сидерат	солома	ячмінь гичка
2	сидерат $N_{20}P_{20}K_{20}$	$N_{20}P_{20}K_{20}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$	ячмінь $N_{20}P_{20}K_{20}$
3	сидерат $N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{120}P_{120}K_{120}$	ячмінь $N_{40}P_{40}K_{40}$
4	горох солома + $N_{10}$	солома + $N_{10}$	солома + $N_{10}$	ячмінь гичка
5	горох $N_{20}P_{20}K_{20}$	$N_{20}P_{20}K_{20}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$	ячмінь $N_{20}P_{20}K_{20}$
6	горох $N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{120}P_{120}K_{120}$	ячмінь $N_{40}P_{40}K_{40}$
7	багаторічні трави	–	солома + $N_{10}$	ячмінь з підсівом, гичка
8	багаторічні трави $N_{20}$	$N_{20}P_{20}K_{20}$	$N_{60}P_{60}K_{60}$	ячмінь з підсівом $N_{10}P_{10}K_{10}$
9	багаторічні трави $N_{40}$	$N_{40}P_{40}K_{40}$	$N_{120}P_{120}K_{120}$	ячмінь з підсівом $N_{20}P_{20}K_{20}$

Закладку дослідів та проведення досліджень здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик польових дослідів у землеробстві та рослинництві. Площа посівної ділянки у стаціонарному досліді становила 324 м<sup>2</sup>, повторність триразова, розміщення ділянок систематичне, послідовне.

Урожай обліковували методом прямого комбайнування з перерахунком на стандартну вологість зерна зернових культур або вирахуванням смітних домішок на коренеплодах буряків цукрових [19, 20]. Статистичний аналіз результатів роботи виконувати за допомогою прикладного пакету Statistica 6.0 методом дисперсійного аналізу [21].

## Результати досліджень

Першою ланкою досліджуваних короткоротаційних сівозмін є парозаймальні культури. За схемою досліджень до переліку парозаймальних культур входили: вико-овес на сидерат (варіанти досліді 1, 2, 3), горох на зерно (варіанти 4, 5, 6) та багаторічні трави зелений корм (варіанти 7, 8, 9).

Показники продуктивності парозаймальних культур за роки проведення досліджень наведено в таблиці 2.

Несприятливі погодні умови вегетаційних періодів в умовах звітних років негативно вплинули на врожайність культур. Застосування мінеральних добрив у цих умовах не сприяло значимому приросту врожайності культур сівозміни, хоча й мало позитивний тенденційний вплив на продуктивність. Адже найменша врожайність була отримана у 2020 р., найвища – у 2021-му. Оскільки закономірності формування врожайності парозаймальних культур під впливом системи удобрення з року в рік були досить подібними, то зупинимось докладніше на аналізованні середніх закономірностей.

Накопичення зеленої маси вико-вівса, що використовувалась як сидеральна культура, в цілому залежало від застосування удобрення. Зокрема, внесення  $N_{20}P_{20}K_{20}$  сприяло приросту врожаю 0,50 т/га, а  $N_{40}P_{40}K_{40}$  – 0,90 т/га проти контролю. Водночас різниця між нормами добрив була всього 0,40 т/га, що доволі мало з точки зору формування вегетативної маси різновидового посіву.

## Урожайність парозаймальних культур, т/га (2019–2021 рр.)

№ вар.	Сівозміна	Система удобрення, кг/д. р.	2019	2020	2021	середнє
1	<b>Вико-овес (сидерат)</b> – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь	–	14,2	8,8	15,0	12,7
2		N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	14,5	9,0	16,1	13,2
3		N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	14,8	9,2	16,9	13,6
4	<b>Горох на зерно</b> – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь	солома + N <sub>10</sub>	2,0	1,88	2,8	2,2
5		N <sub>20</sub> P <sub>20</sub> K <sub>20</sub>	2,1	1,91	2,9	2,3
6		N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	2,3	2,07	3,0	2,5
7	<b>Багаторічні трави</b> – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь з підсівом	–	21,0	20,3	22,8	21,4
8		N <sub>20</sub>	23,5	22,6	24,4	23,5
9		N <sub>40</sub>	26,0	24,6	27,3	26,0
НІР <sub>0,05</sub>			0,4	0,5	0,3	0,2

У ланці сівозміни з вирощуванням гороху на зерно внесення N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub> сприяло приросту врожаю 0,10 т/га, а N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> – 0,30 т/га проти контролю. Тобто помірні норми удобрення не спрацювали взагалі, а внесення збільшеної норми заледве забезпечувало приріст, вищий за НІР<sub>0,05</sub> досліду.

Аналогічна ситуація спостерігалась і в ланці сівозміни з вирощуванням багаторічних трав, коли за внесення N<sub>20</sub> отримано приріст врожаю 2,1 т/га, а N<sub>40</sub> – 4,6 т/га проти контролю. Водночас різниця між варіантами удобрення становила 2,5 т/га. Отже, застосування збільшеної норми удобрення виявилось неефективним в умовах років досліджень щодо підвищення продуктивності парозаймальних культур.

Буряки цукрові є важливою культурою сівозміни у багатьох аспектах, адже традиційно під їх вирощування застосовується глибока оранка, тому ця культура допомагає покращити структуру ґрунту. А за рахунок того, що їх коренева система проникає глибоко в ґрунт, покращуючи дренаж та сприяючи розділенню порід, то це забезпечує кращу водопроникність, доступ до поживних речовин і повітря до решти культур у сівозміні. Буряки цукрові за правильного проведення агротехнічних заходів з вирощування здатні ефективно конкурувати з бур'янами, адже значна площа листя затіняє ґрунт і обмежує ріст бур'янів, що знижує їхню конкуренцію з культурами в сівозміні. Крім того, застосування правильних практик удобрення та обробітку ґрунту для буряків цукрових може сприяти ще ефективнішому управлінню бур'янами [8].

Залучення буряків цукрових у сівозміну може мати позитивний ефект на наступні культури, оскільки вони мають іншу потребу в поживних речовинах з ґрунту, що сприяє балансованому використанню ресурсів. Зважаючи на те, що зараз буряки цукрові є важливою культурою для виробництва цукру та біоетанолу, то вони можуть бути прибутковою культурою для сільського господарства, що додає економічну цінність до сівозмінного плану [7].

Ураховуючи ці фактори, що буряки цукрові мають важливе значення в сівозміні, допомагаючи забезпечити покращення ґрунту, управління бур'янами, ротаційний ефект та економічну стійкість більш детально зупинимося на аналізуванні їх урожайності (табл. 3).

## Урожайність буряків цукрових, т/га (2019–2021 рр.)

№ вар	Сівозміна	Система удобрення, кг/д. р.	2019	2020	2021	Середнє
1	<b>Буряки цукрові</b> – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима	Солома	32,7	34,4	23,8	30,3
2		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	31,7	36,1	27,5	31,8
3		N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	33,7	44,9	29,1	35,9
4	<b>Буряки цукрові</b> – ячмінь – горох на зерно – пшениця озима	Солома + N <sub>10</sub>	31,4	45,1	24,1	33,5
5		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	32,5	45,4	27,1	35,0
6		N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	35,5	37,1	30,7	34,4
7	<b>Буряки цукрові</b> – ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима	Солома + N <sub>10</sub>	36,6	32,9	25,7	31,7
8		N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	34,4	42	32,4	36,3
9		N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	35,7	45,1	32,7	37,8
НІР <sub>0,05</sub>			1,2	1,5	1,0	1,3

В умовах 2019 р. в середньому по дослідженнях урожайність буряків цукрових становила 33,8 т/га, а у 2021-му – 28,1 т/га, що спричинене впливом відповідних погодних умов, зокрема

посухи в критичні для росту й розвитку буряків строки. А от у 2020 р. було отримано врожай коренеплодів 40,3 т/га, що відповідав кращим показникам дослідів для умов регіону проведення досліджень.

Вирощування буряків цукрових у ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» сприяло отриманню за роки середньої врожайності коренеплодів 32,7 т/га. А от в ланці сівозміни «буряки – цукрові – ячмінь – горох на зерно – пшениця озима» отримана урожайність 34,3 т/га, що на 1,6 т/га вище попередньої ланки. Більший приріст урожайності був в ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима» (35,3 т/га) – 2,6 т/га.

У ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» більш ефективною була схема удобрення із застосуванням  $N_{120}P_{120}K_{120}$ , що сприяла отриманню на 5,60 т/га більшої, ніж у контрольному варіанті урожайності і на 4,1 т/га вищого рівня врожайності, ніж у разі застосування удобрення з нормою  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Це зумовлено досить бідною сівозміною в плані забезпечення надходження додаткових елементів живлення, особливо азоту.

У ланці сівозміни «буряки – цукрові – ячмінь – горох на зерно – пшениця озима» отримано зворотній ефект від застосування добрив і досить непоганим виявився навіть базовий варіант удобрення. Зокрема, отримана урожайність у разі застосування  $N_{60}P_{60}K_{60}$  перевищувала його лиш на 1,50 т/га, а внесення  $N_{120}P_{120}K_{120}$  забезпечило приріст урожаю на рівні 0,90 т/га, тобто не було отримано достовірних відхилень показників. І це не дивно, оскільки ланка насичена культурами, під які вносили мінеральні добрива, а також має у своєму складі горох на зерно – джерело гарного поповнення азоту в ґрунті. Тому погодні умови років досліджень, що не сприяли повному засвоєнню мінерального компонента добрив, вплинули на отримання незначних відмінностей щодо приросту врожайності коренеплодів буряків цукрових.

У ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима» застосування  $N_{120}P_{120}K_{120}$  сприяло отриманню на 6,10 т/га більшої, ніж у контрольному варіанті урожайності, й на 4,60 т/га – проти норми  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Також спостерігали різницю між дозами мінерального удобрення всього лиш у 1,5 т/га, що викликана неефективним засвоєнням мінерального компонента добрив за нестачі достатньої кількості вологи в верхніх шарах ґрунту. Також спостерігалась значна різниця між базовим варіантом удобрення та застосуванням мінерального живлення, що на нашу думку пов'язано з доступністю азоту засвоєного бобовими культурами. Адже азот засвоєний горохом вважається доступним рослинам сівозміни на вже на наступний рік, а з бобових трав він вивільняється дещо повільніше (на 2–3-й рік).

Цукристість буряків цукрових залежить від кількох факторів, які можуть варіювати залежно від ґібрида, кліматичних умов, агротехніки тощо [7].

Погодні умови під час росту й розвитку буряків цукрових мають значний вплив на формування цукристості. Оптимальні температурні режими, наявність достатньої кількості сонячного світла і рівномірний розподіл опадів сприяють активному фотосинтезу та накопиченню цукрів у корневих органах буряків [9].

Також важливим чинником залишається використання правильних агротехнічних методів, як-от добрива, контроль бур'янів та захист від шкідників і хвороб, які також впливають на формування цукристості. Оптимальне застосування добрив, забезпечення здорового стану рослин сприяють активному функціонуванню фотосинтезу та накопиченню цукру [8].

Наявність достатньої кількості поживних речовин у ґрунті – азоту, фосфору, калію та інших мікроелементів, є важливим фактором для нормального розвитку буряків і накопичення цукрів. Відповідне удобрення і підтримка родючості ґрунту може сприяти формуванню гарного рівня цукристості (табл. 4).

В умовах 2019 та 2021 рр. у середньому по досліді цукристість буряків цукрових становила 19,1 %, а найвищим цей показник був у 2020 р. – 20,3 %.

У ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» отримано за роки середню цукристість 20,1 %, а от у ланці «буряки – цукрові – ячмінь – горох на зерно – пшениця озима» отримана цукристість була 19,7 %, що на 0,4 % нижче попередньої ланки, як-от у ланці «буряки цукрові – ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима» – 18,6 %. Отже, поліпшення забезпечення буряків цукрових азотом призводило до зменшення рівня цукристості їх коренеплодів загалом.

## Цукристість та збір цукру буряків цукрових, т/га (2019–2021 рр.)

№ вар	Сівозміна	Система удобрення кг/д. р.	Цукристість, %				Збір цукру, т/га			
			2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
1	<b>Буряки цукрові</b> –	Солома	20,1	21,4	19,8	20,4	6,57	7,36	4,72	6,2
2	ячмінь – вико-овес	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	20,1	22,4	19,9	20,8	6,37	8,06	5,47	6,6
3	(сидерат) – пшениця озима	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	19,3	19,1	18,8	19,1	6,5	8,59	5,46	6,9
4	<b>Буряки цукрові</b> –	Солома + N <sub>10</sub>	19,0	21,5	19,7	20,1	5,97	9,72	4,75	6,8
5	ячмінь – горох на зерно – пшениця озима	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	19,0	20,7	19,0	19,6	6,18	9,4	5,14	6,9
6		N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	19,5	19,7	19,3	19,5	6,92	7,3	5,94	6,7
7	<b>Буряки цукрові</b> –	Солома + N <sub>10</sub>	18,8	19,4	18,2	18,8	6,32	6,37	4,66	5,8
8	ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	17,9	19,3	18,5	18,6	6,16	8,1	5,98	6,7
9		N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	18,3	18,9	18,4	18,5	6,53	8,56	6,01	7,0
		HP <sub>0,05</sub>	0,3	0,2	0,4	0,2	0,7	0,5	0,6	0,5

У ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» ефективнішою була схема удобрення із застосуванням N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, що сприяла отриманню на 0,40 % більшої, ніж у контрольному варіанті цукристості, а от у разі застосування N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> зафіксували на 1,3 % меншу цукристість.

У ланці сівозміни «буряки – цукрові – ячмінь – горох на зерно – пшениця озима» отримали зворотній ефект від застосування добрив і в плані забезпечення гарної цукристості коренеплодів кращим був базовий варіант удобрення. Тоді як за застосування удобрення з нормою N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> цукристість була на 0,50 %, а за внесення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> на 0,60 % нижчою проти контролю.

У ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима» застосування удобрення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> сприяло отриманню на 0,30 % нижчої, ніж у контрольному варіанті цукристості і за застосування удобрення з нормою N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> також мали нижчий показник вмісту цукру в коренеплодах. Отже, гарна доступність бурякам цукровим азоту не сприяє формуванню високого рівня цукристості внаслідок зворотної корельованості з показниками врожайності біомаси. А тому на цих варіантах сівозміни із збільшенням доз застосування мінеральних добрив цукристість знижувалась.

Показник збору цукру залежить від різних факторів, включаючи технологію вирощування цукрових буряків. Доведено, що для вирощування слід обирати високоврожайні гібриди буряків цукрових, які мають високий вміст цукру в коренеплоді, тобто поєднують ознаки врожайності і цукристості. Важливим питанням залишається також правильне забезпечення рослин необхідними поживними речовинами з ґрунту та добрив, адже це напряму може сприяти збільшенню розміру коренеплодів і вмісту цукру в них [7].

Ефективний захист рослин від хвороб і шкідників може допомогти зберегти врожайність і підвищити вихід цукру. А правильне та вчасне збирання коренеплодів цукрових буряків може мінімізувати пошкодження коренеплодів та втрату цукру.

Досліджено також, що в умовах 2019 р. в середньому по досліді збір цукру з коренеплодів буряків цукрових становив 6,4 т/га, у 2021-му – 5,3 т/га, а у 2020 р. – 8,2 т/га. Така різниця пов'язана перш за все із впливом відповідних погодних умов, а зокрема посухи в критичні для росту й розвитку буряків періоди.

За вирощування буряків у ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» отримано середній збір цукру 6,6 т/га, а в ланці «буряки – цукрові – ячмінь – горох на зерно – пшениця озима» – 6,8 т/га, що на 0,2 т/га вище попередньої ланки, і це було кращим показником. А от у ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима» отримали збір цукру 6,5 т/га, що достовірно не відрізнявся від контрольного варіанта.

У ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» ефективнішою була схема удобрення з застосуванням N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>, що сприяла отриманню на 0,70 т/га більшого, ніж у контрольному варіанті збору цукру і на 0,3 т/га – ніж за норми N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

У ланці сівозміни «буряки – цукрові – ячмінь – горох на зерно – пшениця озима» отримано зворотній ефект від застосування добрив і досить непоганим виявився варіант удобрення з нормою  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – приріст збору цукру 0,10 т/га, хоча й відхилення були недостовірні, як і в випадку варіанту внесення  $N_{120}P_{120}K_{120}$ , що забезпечив менший збір цукру на 0,10 т/га проти контролю.

У ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима» застосування  $N_{120}P_{120}K_{120}$  сприяло отриманню на 1,20 т/га більшого, ніж у контролі збору цукру, і на 0,30 т/га – ніж за норми  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

## **Висновки**

Застосування збільшеної норми удобрення виявилось неефективним в умовах років досліджень щодо підвищення продуктивності парозаймальних культур. Зокрема, різниця з накопичення зеленої маси вико-вівса між нормами добрив  $N_{20}P_{20}K_{20}$  та  $N_{40}P_{40}K_{40}$  становила 0,40 т/га, урожай гороху на зерно відрізнявся на 0,20 т/га, а за вирощування багаторічних трав різниця між варіантами удобрення становила 2,5 т/га.

Вирощування буряків цукрових у ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» сприяло отриманню за роки середньої урожайності 32,7 т/га коренеплодів. Водночас у ланці «буряки – цукрові – ячмінь – горох на зерно – пшениця озима» отримано врожайність 34,3 т/га, що на 1,6 т/га більше попередньої ланки. Найвищий же приріст урожайності відзначено в ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима» (35,3 т/га) – 2,6 т/га. Також у межах останньої ланки застосування удобрення  $N_{120}P_{120}K_{120}$  сприяло отриманню на 6,10 т/га більшої, ніж у контрольному варіанті врожайності, та на 4,60 т/га вищого рівня врожайності проти норми  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Поліпшення забезпеченості буряків цукрових азотом призводило до зменшення цукристості їх коренеплодів загалом. Зокрема, у ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» отримано за роки середню цукристість 20,1 %, у ланці «буряки – цукрові – ячмінь – горох на зерно – пшениця озима» – 19,7 %, що на 0,4 % нижче попередньої ланки, тоді як у ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима» – 18,6 %.

За вирощування буряків у ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» середній збір цукру становив 6,6 т/га, «буряки – цукрові – ячмінь – горох на зерно – пшениця озима» – 6,8 т/га, а в ланці «буряки цукрові – ячмінь з підсівом – багаторічні трави – пшениця озима» – 6,5 т/га, що достовірно не відрізнялось від контрольного варіанту. Також доведено, що в ланці сівозміни «буряки цукрові – ячмінь – вико-овес (сидерат) – пшениця озима» ефективнішою була схема удобрення  $N_{120}P_{120}K_{120}$ , за якої збір цукру на 0,70 т/га перевищував показники контролю і на 0,3 т/га – варіант із нормою  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

## **Використана література**

1. Бойко П. І., Коваленко Н. П., Корецький О. Є. Перспективи вирощування пшениці озимої у короткоротаційних сівозмінах в умовах недостатнього зволоження. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. 2010. № 39. С. 7–11.
2. Кружилін В. С., Горбань Л. Д. Водний, поживний режим ґрунту та врожай озимої пшениці залежно від попередників. *Землеробство*. 1980. Вип. 52. С. 26–33.
3. Бойко П. І., Коваленко Н. П., Дишлевський В. А., Шаповал І. С. Вплив попередників, способів основного обробітку ґрунту та добрив на забур'яненість посівів озимої пшениці. *Комплексні дослідження рослин-експрелентів і системи захисту орних земель в Україні від бур'янів* : матер. 5-ї наук.-теорет. конф. Укр. наук. тов-ва гербологів. Київ : Колобіг, 2006. С. 153–157.
4. Єрмолаєв М. М., Літвінов Д. В. Вплив структури короткоротаційних сівозмін на їх продуктивність і врожайність культур. *Вісник Черкаського інституту агропромислового виробництва*. 2010. № 10. С. 74–75.
5. Кудря С. І. Вплив попередників і погодних умов на врожайність пшениці озимої. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2011. Вип. 2. С. 135–139.
6. Черенков А. В. Прийоми вирощування зернових та зернобобових культур у сівозмінах короткої ротації. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2007. Вип. 31–32. С. 159–163.
7. Цвей Я. П., Фалатюк Ю. В., Фалатюк Л. В. Формування врожайності цукрових буряків у короткоротаційних сівозмінах в умовах Лісостепу. *Наукові праці ІБКіЦБ*. 2012. Вип. 13. С. 323–327.
8. Шам І. В. Значення короткоротаційних сівозмін та способів основного обробітку ґрунту у контролюванні багаторічних бур'янів. *Цукрові буряки*. 2008. № 3–4. С. 38–40.
9. Патика С. Короткоротаційні сівозміни в умовах Степу України. *Пропозиція*. 2010. № 2. С. 58–61.

10. Корецький О. Е. Енергетична ефективність короткоротаційних сівозмін Лівобережного Лісостепу: *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2013. Вип. 66. С. 50–55.
11. Курцев В. О., Мостіпан Т. В., Мащенко Ю. В. Фітосанітарний стан посівів сої та її продуктивність у сівозмінах короткої ротації. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської обл.* 2013. № 14. С. 85–94.
12. Riedell W. E., Pikul J. L., Jaradat A. A., Schumacher T. E. Crop rotation and nitrogen input effects on soil fertility, maize mineral nutrition, yield, and seed composition. *Agronomy Journal*. 2009. Vol. 101, Iss. 4. P. 870–879. doi: 10.2134/agronj2008.0186x
13. Bennett A. J., Bending G. D., Chandler D. et al. Meeting the demand for crop production: the challenge of yield decline in crops grown in short rotations. *Biological Reviews*. 2012. Vol. 87. P. 52–71. doi: 10.1111/j.1469-185X.2011.00184.x
14. Davis A. S., Hill J. D., Chase C. A. et al. Increasing cropping system diversity balances productivity, profitability and environmental health. *PLoS ONE*. 2012. Vol. 7, Iss. 10. Article e47149. doi: 10.1371/journal.pone.0047149
15. Raimbault B. A., Vyn T. J. Crop rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability. *Agronomy Journal*. 1991. Vol. 83, Iss. 6. P. 979–985. doi: 10.2134/agronj1991.00021962008300060011x
16. DeJong-Hughes, J., Moncrief, J., Voorhees, W., Swan, J. 2001. Soil Compaction: Causes, Effects and Control. St. Paul, MN : University of Minnesota Extension Service FO-3115-S. URL: <https://hdl.handle.net/11299/55483>
17. Karlen D. L., Varvel G. E., Bullock D. G. Cruse R. M. Crop rotations for the 21st century. *Advances in Agronomy*. 2014. Vol. 53. P. 1–45. doi: 10.1016/S0065-2113(08)60611-2
18. Образцова З. Г. Еколого-кліматичні особливості дослідного поля ХДАУ. *Вісник ХДАУ. Серія : Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство*. 2001. № 1. С. 96–104.
19. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Дія, 2005. 288 с.
20. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОР Корзун Д. Ю., 2014. 373 с.
21. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0 : методичні вказівки. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 56 с.

## References

1. Boiko, P. I., Kovalenko, N. P., & Koretskyi, O. E. (2010). Prospects for the cultivation of winter wheat in short-term rotations in the minds of insufficient sustenance. *Bulletin of the Institute of Grain Governance UAAS*, 39, 7–11. [In Ukrainian]
2. Kruzhilin, V. S., & Gorban, L. D. (1980). Water, livelihood regime of the soil and winter wheat crops fallow in the future. *Agriculture*, 52, 26–33. [In Ukrainian]
3. Boiko, P. I., Kovalenko, N. P., Dishlevskiy, V. A., & Shapoval, I. C. (2006). The influence of precursors, methods of main tillage and fertilizers on weediness of winter wheat crops. In *Comprehensive studies of exeprent plants and the system of protection of arable land in Ukraine from weeds: materials of the 5th scientific and theoretical conference of the Ukrainian Scientific Association of Herbologists* (pp. 153–157). Kyiv: Kolobig. [In Ukrainian]
4. Yermolaiev, M. M., & Litvinov, D. V. (2010). The influence of the structure of short-rotation crop rotations on their productivity and yield of crops. *Bulletin of the Cherkasy Institute of Agro-Industrial Production*, 10, 74–75. [In Ukrainian]
5. Kudria, S. I. (2011). The influence of predecessors and weather conditions on the yield of winter wheat. *Ukrainian Black Sea region Agrarian Science*, 2, 135–139. [In Ukrainian]
6. Cherenkov, A. V. (2007). Methods of growing grain and leguminous crops in crop rotations of short rotation. *Bulletin of the Institute of Grain Management*, 31–32, 159–163. [In Ukrainian]
7. Tsvei, Ya. P., Falatiuk, Yu. V., & Falatiuk, L. V. (2012). Formation of sugar beet yield in short-rotation crop rotations in the conditions of the Forest Steppe. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 13, 323–327. [In Ukrainian]
8. Sham, I. V. (2008). Significance of short-rotational crop rotations and main tillage methods in controlling perennial weeds. *Sugar Beet*, 3–4, 38–40. [In Ukrainian]
9. Patyka, S. (2010). Short crop rotations in the conditions of the Steppe of Ukraine. *Offer*, 2, 58–61. [In Ukrainian]
10. Koretskyi, O. E. (2013). Energy efficiency of short-rotational crop rotations of the Left Bank Forest Steppe: *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 66, 50–55. [In Ukrainian]
11. Kurtsev, V. O., Mostipan, T. V., & Mashchenko, Yu. V. (2013). Phytosanitary condition of soybean crops and its productivity in short-rotation crop rotations. *Bulletin of the Center for Science Provision of Agribusiness in the Kharkiv region*, 14, 85–94. [In Ukrainian]
12. Riedell, W. E., Pikul, J. L., Jaradat, A. A., & Schumacher, T. E. (2009). Crop rotation and nitrogen input effects on soil fertility, maize mineral nutrition, yield, and seed composition. *Agronomy Journal*, 101(4), 870–879. doi: 10.2134/agronj2008.0186x



13. Bennett A. J., Bending G. D., Chandler D. et al. Meeting the demand for crop production: the challenge of yield decline in crops grown in short rotations. *Biological Reviews*. 2012. Vol. 87. P. 52–71. doi: 10.1111/j.1469-185X.2011.00184.x
14. Bennett, A. J., Bending, G. D., Chandler, D., Hilton, S., & Mills, P. (2011). Increasing cropping system diversity balances productivity, profitability and environmental health. *PLoS ONE*, 7(10), Article e47149. doi: 10.1371/journal.pone.0047149
15. Raimbault, B. A., & Vyn, T. J. (1991). Crop rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability. *Agronomy Journal*, 83(6), 979–985. doi: 10.2134/agronj1991.00021962008300060011x
16. DeJong-Hughes, J., Moncrief, J., Voorhees, W., & Swan, J. (2001). *Soil Compaction: Causes, Effects and Control*. St. Paul, MN: University of Minnesota Extension Service FO-3115-S. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11299/55483>
17. Karlen, D. L., Varvel, G. E., Bullock, D., & Cruse, R. M. (1994). Crop Rotations for the 21st Century. *Advances in Agronomy*, 53(C), 1–45. doi: 10.1016/S0065-2113(08)60611-2
18. Obraztsova, Z. G. (2001). Environmental and climatic features of the KhDAU experimental field. *The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Soil Science, Agrochemistry, Agriculture, Forestry*, 1, 96–104. [In Ukrainian]
19. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2005). *Basics of research in agronomy*. Kyiv: Diia. [In Ukrainian]
20. Roik, M. V., & Hizbullin, N. H. (Eds.). *Methods of research in sugar beet*. Kyiv: FOP Korzun D. Yu. [in Ukrainian]
21. Ermantraut, E. R., Prysiashniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statistical analysis of agronomic study data in the Statistica 6.0 software suite*. Kyiv: PolihrafKonsaltnyh. [In Ukrainian]

UDC 631.559:631.82: 633.63: 633.11:631.57

**Remeniuk, S. O.\***, & **Kopchuk, K. M.** (2022). The influence of agrophytocenotic interactions on the productivity of short crop rotation in the Left Bank Forest Steppe of Ukraine. *Advanced Agritechnologies*, 10(2). <https://doi.org/10.47414/na.10.2.2022.270483> [In Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine,*  
\*e-mail: [svetlana19862010@ukr.net](mailto:svetlana19862010@ukr.net)

**Purpose.** To analyse the impact of agrophytocenotic interactions in short crop rotation in the Left Bank Forest Steppe of Ukraine on the crop productivity. **Methods.** The study was carried out in 2019–2021 in short crop rotation (cereal and beet crop rotation) of the stationary experiment in the Ivanivska Experimental Breeding Station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Okhtyrka district, Sumy region). The agricultural machinery used in the experiment is generally accepted for the zone of unstable soil water content of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine. **Results.** The application of higher rates of fertiliser proved to be ineffective to increase the productivity of the clean fallow aftercrops. In particular, the difference in the accumulation of aboveground biomass of vetch and oat mix between the rates of fertilisers N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub> and N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> was 0.40 t/ha, the yield of pea grain differed by 0.20 t/ha, while for the cultivation of perennial grasses, the difference between the fertiliser treatment was 2.5 t/ha. Cultivation of sugar beet in the crop rotation sugar beet – barley – vetch and oat mix (green manure) – winter wheat contributed to obtaining an average root yield of 32.7 t/ha over the years of research. At the same time, in the rotation sugar beet – barley – pea – winter wheat, the root yield was 34.3 t/ha, which was 1.6 t/ha higher. The highest increase in root yield was in the crop rotation sugar beet – barley with undersown crops – perennial grasses – winter wheat (35.3 t/ha) – 2.6 t/ha. Also, in the last rotation, the application of N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> fertiliser contributed to obtaining 6.10 t/ha higher yield than in the control treatment and 4.60 t/ha higher against the application of N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. The improvement of the nitrogen supply of sugar beet led to a decrease in the sugar content in roots. In particular, in the crop rotation sugar beet – barley – vetch and oat (green manure) – winter wheat, over the year of research, the average sugar content was 20.1%, while in the rotation sugar beet – barley – pea for grain – winter wheat it was 19.7%, which was 0.4% lower than in the previous rotation, and in the crop rotation sugar beet – barley with undersown crops – perennial grasses – winter wheat it was 18.6%. For the cultivation of beets in the crop rotation sugar beet – barley – rye and oat mix (green manure) – winter wheat, the average sugar yield was 6.6 t/ha, in the crop rotation sugar beet – barley – pea – winter wheat 6.8 t/ha, and in the crop rotation sugar beet – barley and undersown crops – perennial grasses – winter wheat – 6.5 t/ha, which was not significantly different from the control. In the rotation sugar beet – barley – vetch and oat mix (green manure) – winter wheat, the fertiliser N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> was more effective: sugar yield exceeded the control by 0.70 t/ha and by 0.3 t/ha compared to the treatment with N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. **Conclusions.** The regularities of the crop productivity formation of both clean fallow aftercrop and sugar beet in various short crop rotations can be used to optimize cultivation technologies in the Left Bank Forest Steppe of Ukraine.

**Keywords:** clean fallow aftercrop; sugar beet; crop yield; sugar content of roots.

Надійшла / Received 01.11.2022  
Погоджено до друку / Accepted 16.11.2022