

УДК 633.63:631.82:631.52:633.16

## Залежність урожаю цукрових буряків і ячменю від системи удобрення та обробітку ґрунту у зернопросапній сівозміні

Я. П. Цвей\*, Л. М. Левченко, М. В. Тищенко

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

**Мета.** Обґрунтувати залежність урожайності цукрових буряків від застосування добрив і системи обробітку ґрунту в короткоротаційній зернопросапній сівозміні. **Методи.** Польовий, лабораторний та статистичний. **Результати.** Дослідження проводили в довготривалих стаціонарних дослідах в зоні недостатнього зволоження на чорноземах слабосолонцюватих у зернопросапній короткоротаційній сівозміні з часткою просапних культур 50 %, зернових – 50 %. Цукрові буряки вирощувались у ланці з кукурудзою на силос за використання оранки та комбінованого обробітку ґрунту. За використання 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$  і проведення оранки було одержано 35,3 т/га коренеплодів. За застосування комбінованого обробітку ґрунту урожайність цукрових буряків поступалась оранці на 2,0 т/га. У варіанті, де в якості органічного добрива використовували солому +  $N_{140}P_{90}K_{90}$ , урожай становив відповідно 36,02 т/га, що не поступалось 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$ . В найсприятливіший рік при заорюванні соломи +  $N_{140}P_{90}K_{90}$  урожайність за використання оранки та комбінованого обробітку ґрунту була у межах 47,2 і 45,8 т/га. У найменш сприятливий рік ефективність органо-мінеральної системи знижується на фоні соломи +  $N_{140}P_{90}K_{90}$  до 24,6 та 23,4 т/га коренеплодів. Ячмінь вирощувався на післядії добрив, застосованих під цукрові буряки. На фоні застосування 25 т/га гною +  $N_{140}P_{90}K_{90}$  під цукрові буряки з наступним заорюванням гички цукрових буряків за використання оранки та комбінованого обробітку ґрунту було зібрано 3,91-3,96 т/га зерна, що не поступалось гноєві і мінеральним добривам. **Висновки.** За використання 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$  під цукрові буряки за оранки та комбінованого обробітку ґрунту їх урожайність становить 35,3 і 31,5 т/га коренеплодів і 6,10 і 5,59 т/га – збору цукру. Заорювання під цукрові буряки соломи +  $N_{140}P_{90}K_{90}$  по своїй ефективності не поступається 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$ . За використання комбінованого обробітку ґрунту цукристість цукрових буряків є вищою порівняно з оранкою. Урожай ячменю на фоні післядії добрив 25 т/га гною +  $N_{140}P_{90}K_{90}$ , застосованих під цукрові буряки, з наступним заорюванням гички не залежить від способів обробітку ґрунту.

**Ключові слова:** цукрові буряки; збір цукру; органічні і мінеральні добрива.

### Вступ

Урожайність цукрових буряків значною мірою залежить від зони зволоження, родючості ґрунтів і забезпеченості елементами живлення протягом їх вегетації [1, 2].

Найефективнішими ланками сівозмін для цукрових буряків є ланки з багаторічними травами, горохом, вико-вівсом, кукурудзою на зелений корм. У той же час за вирощування цукрових буряків у ланці з кукурудзою на силос спостерігається зниження урожайності цукрових буряків порівняно з вико-вівсом, горохом та багаторічними травами [3].

Для одержання високих врожаїв цукрових буряків потрібно, щоб система удобрення відповідала потребі в елементах живлення відповідно до агрохімічного стану ґрунту та зони зволоження [4]. Оптимальний поживний режим ґрунту під цукровими буряками досягається при застосуванні гною і мінеральних добрив [5–7]. Найбільші врожаї можна одержати на фоні органо-мінеральної системи удобрення із застосуванням 25–30 т/га гною на фоні мінеральних добрив. У зв'язку зі скороченням тваринництва гній можна замінити заорюванням соломи. Ряд досліджень, які проводились, показали, що солома на фоні мінеральних добрив поступається гноєві [5–8].

За широкої біологізації сівозміни доцільно післязбивні рештки усіх культур сівозміни заорювати для оптимізації балансу гумусу і поживних речовин у ґрунті [9]. На урожайність цукрових буряків впливає також їх концентрація у сівозміні та термін повернення на поле. Виходячи з умов, які склались у сівозмінах Лісостепу, найоптимальніше насичення цукровими буряками може складати 10 %, у зоні діяльності цукрових заводів – 25 %.

У 10-пільних плодозмінних сівозмінах частка просапних культур становить 40 % з 30 % – цукрових буряків, які вирощуються у ланці з багаторічними травами, горохом, кукурудзою на силос. У таких сівозмінах цукрові буряки повертаються на 3-й рік. У той же час при збільшенні терміну повернення на поле до 4–5 років приріст урожаю становить 4–5 т/га [10]. Система обробітку ґрунту під цукрові буряки спрямована на оптимізацію агрофізичного стану ґрунту, заробляння мінеральних і органічних добрив та доступність елементів живлення рослинам [3, 11].

Дослідження, проведені з системою обробітку ґрунту, вказують на те, що урожайність цукрових буряків за проведення оранки має незначні переваги перед безполицевим обробітком. У той же час за використання плоскорізного дискового обробітку ґрунту цукристість коренеплодів зростає. У сівозмінах, які спрямовані на вирощування цукрових буряків, потрібно проводити комбінований обробіток ґрунту з поєднанням оранки та безполицевого обробітку ґрунту, що зменшує енергетичне навантаження у технології вирощування сільськогосподарських культур [3, 12].

*Мета дослідження* – обґрунтувати залежність урожайності цукрових буряків та ячменю від застосування системи удобрення і обробітку ґрунту в короткоротаційній зернопросапній сівозміні.

### Матеріали та методи досліджень

Дослідження з вивчення продуктивності сівозміни та системи удобрення були проведені в умовах багаторічного стаціонарного досліді Веселоподільської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, що територіально розташовується у зоні недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу України. Ґрунт дослідного поля представлений чорноземом типовим потужним, слабосолонцюватим, з потужністю гумусного шару в межах від 35 до 45 см. За механічним складом ґрунт середньосуглинковий, грубопилюватий. Агрохімічна характеристика: рН<sub>водне</sub> 7,2–7,4; вміст гумусу за Тюрнімом 4,5–4,7 %; вміст P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> і K<sub>2</sub>O за Мачигінім 19–20 і 100–110 мг/кг ґрунту; лужногідролізованого азоту – 150 мг/кг ґрунту.

Короткоротаційна зернопросапна сівозміна передбачала таке чергування культур: 1. кукурудза на силос; 2. озима пшениця; 3. цукрові буряки; 4. ячмінь. Площа посівної ділянки 250 м<sup>2</sup>, площа облікової ділянки – 100 м<sup>2</sup>.

Система обробітку ґрунту під цукрові буряки і культури сівозміни передбачала оранку та комбінований обробіток ґрунту. Агротехніка вирощування сільськогосподарських культур загальноприйнята для зони нестійкого зволоження. Для вирощування використовували гібрид цукрових буряків «Булава» та ячмінь сорту «Геліос». Облік урожаю цукрових буряків проводили під час збирання його на кожній ділянці з одночасним зважуванням і з наступним перерахунком на гектар. Цукристість коренеплодів і інші технологічні показники визначали на період збирання на автоматичній лінії «Венема». Облік урожаю ячменю проводили прямим комбайнуванням з наступним зважуванням кожної ділянки. Ячмінь висівався після цукрових буряків на фоні післядії добрив, застосованих під цукрові буряки, з заорюванням гички цукрових буряків як післязбивних решток.

### Результати

Дослідження, проведені у зернопросапній сівозміні, показали, що на урожайний потенціал цукрових буряків найбільший вплив має система удобрення та погодні умови.

Так, на неудобреному варіанті, де використовували оранку, урожайність цукрових буряків становила 22,0 т/га, за комбінованого обробітку ґрунту – 22,4 т/га. У той же час за використання 25 т/га гною + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> було одержано 35,3 т/га коренеплодів, приріст до

неудобреного варіанту зріс до 16,13 т/га. За поєднання 25 т/га гною + солома +  $N_{90}P_{90}K_{90}$  урожайність цукрових буряків не перевищувала 36,20 т/га (табл. 1).

Таблиця 1

**Урожайність коренеплодів цукрових буряків у короткоротаційній зернопросапній сівозміні, 2016–2019 рр.**

Вар.	Зміст варіанту	Урожайність коренеплодів, т/га				
		2016	2017	2018	2019	середнє
Комбінований обробіток						
21	Без добрив	31,4	14,2	20,2	23,7	22,4
22	25 т/га гною + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	43,2	22,5	33,3	26,9	31,5
23	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + 25 т/га гною + солома	44,7	24,0	34,4	37,2	35,1
24	N <sub>140</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома	43,9	23,4	35,1	36,4	34,7
Оранка						
27	Без добрив	31,9	13,2	19,8	23,1	22,0
28	25 т/га гною + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	48,5	22,6	34,6	35,3	35,3
29	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + 25 т/га гною + солома	48,3	24,3	35,5	36,5	36,2
30	N <sub>140</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома	47,2	24,6	36,5	35,8	36,0
НІР <sub>0,05</sub>		1,31	0,88	1,29	1,22	1,13

У варіанті, де в якості органічного добрива використовували солому +  $N_{140}P_{90}K_{90}$ , приріст відповідно до неудобреного варіанту досягав 14,0 т/га і становив відповідно 36,0 т/га коренеплодів, що не поступалось 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$ . Така ефективність системи удобрення обумовлена як швидкою мінералізацією соломи, так і дозою застосування азотних добрив, на що вказують у своїх дослідженнях ряд вчених[1, 2].

За використання комбінованого обробітку ґрунту урожайність цукрових буряків на фоні 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$  поступалась оранці на 2,0 т/га. Така ж тенденція була виявлена на фоні з 25 т/га гною + солома +  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , де урожай підвищився відповідно до неудобреного варіанту на 12,7 т/га, що становило 35,1 т/га.

У варіанті при заорюванні соломи +  $N_{140}P_{90}K_{90}$  продуктивність цукрових буряків була на рівні 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , що становило 34,7 т/га та було менше від оранки на 1,3 т/га. За збільшення використання органічних добрив 25 т/га гною + солома +  $N_{90}P_{90}K_{90}$  урожайність цукрових буряків на фоні оранки і комбінованого обробітку ґрунту підвищилась порівняно з неудобреним варіантом на 14,15 і 12,67 т/га, що досягало 36,2 та 35,1 т/га. В цілому, використання органо-мінеральної системи удобрення сприяє підвищенню урожайності цукрових буряків.

Урожайний потенціал цукрових буряків найповніше розкривається в найсприятливіші за кліматичними умовами роки, коли у період вегетації культури атмосферних опадів випадає достатньо і температура повітря не викликає стрес у рослин.

За погодних умов 2016 року урожайність цукрових буряків була найбільша. Так, кількість опадів у травні і червні становила 156 і 72 мм, що перевищувало середньо-багаторічні показники на 115 та 18 мм. Температура повітря досягала 15,1 і 18,6 °С, тоді як за середньобагаторічними показниками – 15,6 і 18,6 °С. В серпні випало 86 мм опадів при температурі 21,2 °С, що перевищило багаторічні показники на 34 мм і 1,8 °С. Це позитивно вплинуло на ріст і розвиток цукрових буряків.

Так, в умовах 2016 року за застосування 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$  і використання оранки було одержано 48,5 т/га коренеплодів, що перевищувало неудобрений фон на 16,6 т/га і було більше від комбінованого обробітку ґрунту на 5,3 т/га. Така різниця обумовлена кращою мінералізацією органічних добрив і доступністю поживних речовин рослинам. За поєднання 25 т/га гною + солома +  $N_{90}P_{90}K_{90}$  урожайність цукрових буряків перевищувала комбінований обробіток ґрунту на 3,6 т/га та досягала 48,3 т/га.

При заорюванні соломи +  $N_{140}P_{90}K_{90}$  урожайність цукрових буряків за використання оранки та комбінованого обробітку ґрунту була у межах 47,2 і 43,9 т/га, що вказувало на переваги оранки. Використання соломи в якості органічного добрива дає можливість

підвищити ефективність мінеральних добрив через зростаючу мінералізацію органічних речовин та використання поживних речовин рослинами. Через заорювання соломи покращується газообмін у системі ґрунт–рослина [2]. Відповідно, при заорюванні соломи +  $N_{140}P_{90}K_{90}$  на фоні оранки було одержано 36,0 т/га коренеплодів, на фоні комбінованого обробітку – 34,7 т/га. Приріст урожаю цукрових буряків за неудобреного варіанту становив 14,0 і 12,3 т/га.

В найменш сприятливий 2017 рік кількість опадів за вегетаційний період складала 170 мм, що менше за середньобаторічні показники на 87 мм. Це негативно вплинуло на хід ростових процесів. Так, у травні, червні випало лише 26 і 21 мм, при температурі повітря 15,0 та 20,2 °С, тоді як за середньобаторічними показниками – 41 і 54 мм опадів та температурі повітря – 15,6 та 18,6 °С. В липні, серпні, опадів була менше від середньобаторічних показників на 12 і 17 мм, що становило 60 і 31 мм, температура повітря – 20,1 °С і 23,4 °С, що перевищувало середньобаторічні показники на 1,2 °С і 4,3 °С. Це сповільнило ростові процеси у цукрових буряків.

В найменш сприятливий 2017 рік урожайність цукрових буряків на неудобреному варіанті за використання оранки і комбінованого обробітку ґрунту становила 13,2 і 14,20 т/га, що було на 8,8 і 8,2 т/га менше порівняно з середніми показниками за роки досліджень.

На фоні застосування добрив урожайність цукрових буряків підвищилась, однак через недостатню мінералізацію органічних добрив рослини не розкрили свого продуктивного потенціалу. Так, у варіанті на фоні 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$  урожайність цукрових буряків за використання оранки підвищилась порівняно з неудобренным варіантом на 9,4 т/га, що становило 22,6 т/га. Такий же урожай цукрових буряків був відмічений за комбінованого обробітку ґрунту.

У варіанті, де поєднували 25 т/га гною + солома +  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , за використання оранки та комбінованого обробітку ґрунту було зібрано 24,3 і 24,0 т/га коренеплодів. При заорюванні соломи +  $N_{140}P_{90}K_{90}$  за застосування оранки урожайність культури досягла 24,6 т/га (табл. 1).

Цукристість коренеплодів найбільше залежить від системи удобрення, ланок сівозміни та погодних умов, а також від генетичних особливостей гібриду цукрових буряків.

Проведені дослідження показують, що на неудобрених варіантах за використання оранки та комбінованого обробітку ґрунту цукристість коренеплодів становила 16,57 і 16,32 %, що пов'язано з раннім відмиранням гички цукрових буряків (табл. 2). Саме це вплинуло на синтез і відтік цукрів з листя коренеплоду.

Таблиця 2

**Продуктивність цукрових буряків у короткоротаційній зернопросапній сівозміні, 2016–2019 рр.**

Зміст варіанту	Цукристість, %					Збір цукру, т/га				
	2016	2017	2018	2019	Сер.	2016	2017	2018	2019	Сер.
<b>Комбінований обробіток</b>										
Без добрив	16,85	16,0	15,90	16,53	16,32	5,29	2,27	3,21	3,91	3,67
25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$	18,60	17,5	17,25	17,50	17,71	8,03	3,94	5,69	4,70	5,59
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га гною + солома	18,50	17,8	17,70	16,77	17,69	8,27	4,27	6,09	6,23	6,22
$N_{140}P_{90}K_{90}$ + солома	17,22	18,3	17,75	16,93	17,55	7,56	4,28	6,23	6,16	6,06
<b>Оранка</b>										
Без добрив	17,77	15,9	16,40	16,23	16,57	5,67	2,10	3,25	3,74	3,69
25 т/га гною + $N_{90}P_{90}K_{90}$	17,88	16,8	16,60	17,57	17,21	8,67	3,80	5,74	6,20	6,10
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + 25 т/га гною + солома	17,75	16,3	17,30	17,33	17,17	8,57	3,96	6,14	6,32	6,25
$N_{140}P_{90}K_{90}$ + солома	16,57	17,4	17,80	16,43	17,05	7,82	4,28	6,32	5,88	6,07
$HP_{0,05}$	0,15	0,19	0,17	0,12	0,11	0,29	0,19	0,28	0,25	0,24

За застосування органо-мінеральної системи удобрення цукристість коренеплодів підвищилась на усіх варіантах дослідів. У варіанті на фоні 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$  за



проведення оранки цукристість коренеплодів становила 17,21 %, що переважало неудобрений варіант на 0,64 %. За використання комбінованого обробітку ґрунту – 17,71 %, що було вище від неудобреного варіанту на 1,39 %, а від оранки – на 0,54 %. Таке зростання цукристості коренеплодів обумовлено дещо більшим виділенням вуглекислого газу за застосування комбінованого обробітку ґрунту. Така ж закономірність була відмічена на фоні 25 т/га гною + солома + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, де за комбінованого обробітку ґрунту цукристість була більшою від оранки на 0,52 % (табл. 2)

Збір цукру залежить від урожайності та цукристості коренеплодів. Найбільший вихід цукру з цукрових буряків спостерігається у зоні достатнього зволоження, тоді як у зоні нестійкого і недостатнього зволоження він поступається на 1,5–2,0 т/га.

Дослідження показали, що на фоні 25 т/га гною + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> за використання оранки було зібрано 6,10 т/га цукру. За застосування комбінованого обробітку ґрунту збір цукру поступався оранці на 0,51 т/га. У варіанті із застосуванням 25 т/га гною + солома + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> збір цукру не залежав від способів обробітку ґрунту і був у межах 6,25 і 6,22 т/га.

Заорювання під цукрові буряки соломи + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> за використання оранки сприяло збору цукру 6,07 т/га, за комбінованого обробітку ґрунту – 6,06 т/га, що було вище від неудобреного варіанту на 2,38 і 2,39 т/га (табл. 2).

В цілому, застосування органо-мінеральної системи удобрення під цукрові буряки дає можливість подвоїти вихід цукру.

Добрива, які застосовують у сівоzmіні, у своїй післядії сприяють підвищенню врожаю сільськогосподарських культур, які вирощуються після цукрових буряків [2, 3].

У проведених дослідженнях ячмінь вирощувався після цукрових буряків як замикаюча культура сівоzmіні і для свого росту та розвитку використовував елементи живлення, які застосовували під цукрові буряки, а також післядiю гною, соломи і гички цукрових буряків.

Так, у варіанті, де добрива не застосовували, урожай ячменю на неудобрених варіантах за використання оранки становив 3,07 т/га, за комбінованого обробітку ґрунту – 2,88 т/га. На фоні післядії 25 т/га гною + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> як за використання оранки, так і комбінованого обробітку ґрунту було одержано 3,79 і 3,80 т/га зерна, що перевищувало неудобрений варіант на 0,72 та 0,92 т/га. За застосування під цукрові буряки 25 т/га гною + солома + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> як за оранки, так і комбінованого обробітку ґрунту було одержано 3,78 і 3,77 т/га зерна (табл. 3).

Таблиця 3

## Урожайність ячменю у короткоротаційній зернопросапній сівоzmіні, 2017–2019 рр.

Вар.	Зміст варіанту	Урожайність зерна, т/га			
		2017	2018	2019	середнє
21	Без добрив	2,20	3,21	3,24	2,88
22	25 т/га гною + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	3,14	4,00	4,25	3,80
23	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + 25 т/га гною + солома	2,73	4,27	4,31	3,77
24	N <sub>140</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома	3,18	4,32	4,39	3,96
27	Без добрив	2,55	3,28	3,38	3,07
28	25 т/га гною + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	3,07	3,93	4,36	3,79
29	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + 25 т/га гною + солома	2,96	3,99	4,40	3,78
30	N <sub>140</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома	3,20	4,07	4,46	3,91
НІР <sub>0,05</sub>		0,08	0,11	0,11	0,10

У варіанті, де застосовували 25 т/га гною + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> під цукрові буряки з наступним заорюванням гички цукрових буряків, урожай ячменю за використання оранки підвищився до неудобреного варіанту на 0,84 т/га, комбінованого обробітку ґрунту – на 1,08 т/га, що становило 3,91 і 3,96 т/га.

У найсприятливіший за температурним режимом і атмосферними опадами 2019 рік урожай ячменю за оранки досягав 4,46, за комбінованого обробітку – 4,39 т/га. Урожайність підвищилась до неудобреного варіанту на 1,08 і 1,15 т/га, що вказувало на високу ефективність дії післяжнивних решток на фоні мінеральної системи живлення.

У найменш сприятливий 2017 рік урожай ячменю за використання оранки на неудобрених фонах знизився до 2,55 і 2,20 т/га. На фоні післядії 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$  за даних систем обробітку ґрунту було одержано лише 3,07 і 3,14 т/га зерна ячменю, приріст урожаю становив 0,52 і 0,94 т/га (табл. 3). В цілому, післядія добрив, застосованих під ячмінь, дає можливість підвищити його урожай.

### Висновки

У зернопросапній сівоzmіні на фоні 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$  і проведення оранки урожайність цукрових буряків досягає 35,3 т/га коренеплодів, що перевищує комбінований обробіток ґрунту на 3,8 т/га, а за поєднання 25 т/га гною + солома +  $N_{90}P_{90}K_{90}$  урожайність цукрових буряків не перевищувала 36,2 т/га.

Заорювання соломи на фоні мінеральних добрив, соломи +  $N_{140}P_{90}K_{90}$  по своїй ефективності не поступається 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

Використання комбінованого обробітку ґрунту сприяє підвищенню цукристості коренеплодів.

Урожай ячменю на фоні післядії 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , застосованих під цукрові буряки, як за використання оранки, так і комбінованого обробітку ґрунту підвищується до 3,79–3,80 т/га. У варіанті, де заорювали солому +  $N_{140}P_{90}K_{90}$  під цукрові буряки з наступним заорюванням гички цукрових буряків, урожай ячменю за використання оранки і комбінованого обробітку ґрунту не поступається 25 т/га гною +  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

### Використана література

1. Заришняк А. С., Цвей Я. П., Іваніна В. В. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту в сівоzmінах. Київ : Аграрна наука, 2015. 208 с.
2. Іваніна В. В. Біологізація удобрення культур у сівоzmінах. Київ : Компрінт, 2016. 328 с.
3. Цвей Я. П. Родючість ґрунту і продуктивність сівоzmін. Київ, 2014. 413 с.
4. Заришняк А. С., Іваніна В. В., Калибачук Т. В. Оптимизация питания сахарной свеклы в звеньях севооборота. *Сахарная свекла*. 2013. № 3. С. 14–16.
5. Татур И. С., Ботько А. В., Гуляка М. И., Гайтюкевич С. Н. О роли органических удобрений в повышении продуктивности сахарной свеклы и плодородия почвы. *Сахарная свекла*. 2016. № 6. С. 12–14.
6. Минакова О. А., Тамбовцева Л. В., Александрова Л. В. Применение навоза в севообороте – фактор повышения продуктивности сахарной свеклы в условиях ЦЧР. *Сахарная свекла*. 2015. № 3. С. 27–29.
7. Cordes L. Organische Dünger – ideal auch für Zuckerrüben? *Zuckerrübe*. 2014. № 3. S. 40–42.
8. Antolin-Rodriguez J. M., Sanchez-Bascones M., Martin-Gil J., Martin-Ramos P. Effect of dried pig manure fertilization on barley macronutrients and sodium in a nitrate vulnerable zone. *Journal of soil science and plant nutrition*. 2019. doi: 10.1007/s42729-019-00123-x
9. Цилорик О. І. Система мульчувального обробітку ґрунту в сівоzmінах Північного Степу. Львів-Дніпро : «Новий Світ-2000», 2019. 297 с.
10. Цвей Я. П., Сінченко В. М., Іваніна В. В. Рекомендації по веденню різноротаційних сівоzmін для господарств усіх форм власності для ґрунтово-кліматичних зон Лісостепу. Київ : ЦП «Компрінт», 2018. 60 с.
11. Вислобокова Л. Н., Воронцов В. А., Скорочкин Ю. П. Влияние основной обработки чернозёма типичного на урожайность культур севооборота. *Земледелие*. 2020. № 1. С. 38–40. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10110
12. Никитин В. В., Соловиченко В. Д., Карабутов А. П. Влияние вида севооборота, способов основной обработки почвы и удобрений на энергетические показатели возделывания сахарной свеклы в юго-западной части ЦЧР. *Земледелие*. 2019. № 1. С. 18–21. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10105

## Reference

1. Zaryshniak, A. S., Tsvei, Ya. P., & Ivanina, V. V. (2015). *Optymizatsiia udobrennia ta rodiuchosti gruntu v sivozminakh* [Optimization of fertilizers and soil fertility in crop rotations]. Kyiv: Ahrarna nauka. [in Ukrainian]
2. Ivanina, V. V. (2016). *Biologizatsiia udobrennia kultur u sivozminakh* [Biologization of crops fertilizations in crop rotation]. Kyiv: TsP «Komprynt». [in Ukrainian]
3. Tsvei, Ya. P. (2014). *Rodiuchist gruntu i produktyvnist sivozmin* [Soil fertility and crop rotation productivity]. Kyiv: TsP «Komprynt». [in Ukrainian]
4. Zarishnyak, A. S., Ivanina, V. V., & Kalibabchuk, T. V. (2013). Sugar beet nutrition optimization in crop rotation links. *Sakharnaya svekla* [Sugar beet], 3, 14–16. [in Russian]
5. Tatur, I. S., Bot'ko, A. V., Gulyaka, M. I., & Gaytyukevich, S. N. (2016). On the role of organic fertilizers in increasing the productivity of sugar beet and soil fertility. *Sakharnaya svekla* [Sugar beet], 6, 12–14. [in Russian]
6. Minakova, O. A., Tambovtseva, L. V., & Aleksandrova, L. V. (2015). The use of manure in crop rotation is a factor in increasing the productivity of sugar beets in the conditions of the Central Black Earth Region. *Sakharnaya svekla* [Sugar beet], 3, 27–29. [in Russian]
7. Cordes, L. (2014). Organic fertilizers – also ideal for sugar beets? *Zuckerrübe*, 3, 40–42.
8. Antolin-Rodriguez, J. M., Sanchez-Bascones, M., Martin-Gil, J., & Martin-Ramos, P. (2019). Effect of dried pig manure fertilization on barley macronutrients and sodium in a nitrate vulnerable zone. *Journal of soil science and plant nutrition*. doi: 10.1007/s42729-019-00123-x
9. Tsyliuryk, O. I. (2019). *Systema mulchuvalnoho obrobittu gruntu v sivozminakh Pivnichnoho Stepu* [The system of mulching tillage in rotations of the Northern Steppe]. Lviv-Dnipro: Novyi Svit-2000. [in Ukrainian]
10. Tsvei, Ya. P., Sinchenko, V. M., & Ivanina, V. V. (2018). *Rekomendatsii po vedenniu riznorotatsiinykh sivozmin dlia hospodarstv usikh form vlasnosti dlia gruntovo-klimatychnykh zon Lisostepu* [Recommendations for managing rotary crop rotations for farms of all forms of ownership for the soil-climatic zones of the forest-steppe]. Kyiv: Komprint. [in Ukrainian]
11. Vislobokova, L. N., Vorontsov, V. A., & Skorochkin, Yu. P. (2020). Influence of typical chernozem tillage on the productivity of crops. *Zemledelie* [Agriculture], 1, 38–40. [in Russian]. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10110
12. Nikitin, V. V., Solovichenko, V. D., & Karabutov, A. P. (2019). Influence of crop influence of crop rotation types, tillage methods, and fertilizers on energy performance of sugar beet cultivation in the South-Western Part of the Central Chernozem Region. *Zemledelie* [Agriculture], 1, 18–21. [in Russian]. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10105

УДК 633.63:631.82:631.52:633.16

**Цвей Я. П., Левченко Л. М., Тищенко М. В.** Зависимость урожая сахарной свеклы и ячменя от системы удобрения и обработки почвы в зернопропашном севообороте // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2020. Вип. 28. С. 156–163.

*Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, \*e-mail: tsvey\_isb@ukr.net*

**Цель.** Обосновать зависимость урожайности сахарной свеклы от применения удобрений и системы обработки почвы в короткоротационном зернопропашном севообороте. **Методы.** Полевой, лабораторный и статистический. **Результаты.** Исследования проводились в длительных стационарных опытах в зоне недостаточного увлажнения на черноземах слабосолонцеватых в зернопропашном короткоротационном севообороте с долей пропашных культур 50 %, зерновых – 50 %. Сахарная свекла выращивалась в звене с кукурузой на силос при использовании пахотных земель и комбинированной обработки почвы. При использовании 25 т/га навоза + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> и проведении вспашки было получено 35,3 т/га корнеплодов. При использовании комбинированной обработки урожайность сахарной свеклы уступала вспашке на 2,0 т/га. В варианте, где в качестве органического удобрения использовали солому + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, урожай

составил 36,02 т/га, что не уступало 25 т/га навоза + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. В наиболее благоприятный год при запахивании соломы + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> урожайность при использовании вспашки и комбинированной обработки была в пределах 47,2 и 45,8 т/га. В наименее благоприятный год эффективность органоминеральной системы снижается на фоне соломы + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> до 24,6 и 23,4 т/га корнеплодов. Ячмень выращивался на последствии удобрений, примененных под сахарную свеклу. На фоне внесения 25 т/га навоза + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> под сахарную свеклу с последующей запашкой ботвы сахарной свеклы, при использовании вспашки и комбинированной обработки было получено 3,91–3,96 т/га зерна, что не уступало внесению навоза и минеральных удобрений. **Выводы.** При использовании 25 т/га навоза + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> под сахарную свеклу при вспашке и комбинированной обработке почвы урожай составляет 35,3 и 31,5 т/га корнеплодов и 6,10 и 5,59 т/га выхода сахара. Запахивание под сахарную свеклу соломы + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> по своей эффективности не уступает 25 т/га навоза + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. При использовании комбинированной обработки сахаристость сахарной свеклы выше по сравнению со вспашкой. Урожай ячменя на фоне последствия удобрений 25 т/га навоза + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, примененных под сахарную свеклу, с последующей запашкой ботвы не зависит от способов обработки почвы.

**Ключевые слова:** сахарная свекла; сбор сахара; органические и минеральные удобрения.

UDC 633.63:631.82:631.52:633.16

**Tsvei, Ya. P.\***, **Levchenko, L. M.**, & **Tyshchenko, M. V.** (2020). Sugar beet and barley yield as affected by fertilization system and tillage in grain-hoed crop rotation. *Nauk. pracі Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burákiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 28, 156–163. [in Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, e-mail: tsvey\_isb@ukr.net*

**Purpose.** To substantiate the dependence of sugar beet yield on fertilization and soil tillage management in short grain-hoed crop rotation. **Methods.** Field, laboratory and statistical. **Results.** The long-term stationary experiment was carried out in the zone of insufficient soil moisture on slightly saline chernozem in grain-hoed crop rotation with a share of hoed crops of 50 % and grain crops of 50 %. Sugar beets were grown in the unit with silage maize with the practice of ploughing and combined tillage. With the application of 25 t/ha of manure + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> and ploughing, 35.3 t/ha of roots was obtained. The practice of combined tillage was inferior to ploughing in terms of sugar yield, which was less by 2.0 t/ha. In the treatment with straw (as organic fertilizer) + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, the yield was 36.02 t/ha which was not inferior to the treatment with 25 t/ha of manure + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. In the most favourable year, with straw + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, the yield for ploughing and combined tillage ranged from 47.2 to 45.8 t/ha. In the least favourable year, the efficiency of the organo-mineral system decreased on the background of straw + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> to 24.6 and 23.4 t/ha of roots, respectively. Barley was grown under the effects of fertilizers applied to sugar beet on the background of 25 t/ha of manure + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> under sugar beet, followed by ploughing of sugar beet into the soil with ploughing and combined tillage. Its grain yield made up 3.91–3.96 t/ha, that was not inferior to the treatment with manure and mineral fertilizers. **Conclusions.** The practice of using 25 t/ha of manure + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> under sugar beet with ploughing and combined tillage ensured root yield of 35.3 and 31.5 t/ha and 6.10 and 5.59 t/ha, respectively. Application of straw + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> for sugar beet was not inferior to the application of 25 t/ha of manure + N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. With combined tillage the sugar content in sugar beet was higher than with ploughing. The barley yield under the aftereffect of 25 t/ha of manure + N<sub>140</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> applied to sugar beets, followed by ploughing, was not affected by the soil tillage methods.

**Keywords:** sugar beet; sugar yield; organic and mineral fertilizers.

*Надійшла / Received 07.02.2020*

*Погоджено до друку / Accepted 26.03.2020*