

Effect of soil cultivation systems and the degree of saturation of crop rotations with sugar beet on the level of yield and quality of sugar beet roots

V. Hanhur ✉ | V. Filonenko

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodimirgangu@gmail.comPoltava State Agrarian
University,
1/3, Skovorody Str.,
Poltava, 36003,
Ukraine

Citation: Hanhur, V., & Filonenko, V. (2024). Effect of soil cultivation systems and the degree of saturation of crop rotations with sugar beet on the level of yield and quality of sugar beet roots. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (1), 24–29. doi: 10.31210/spi2024.27.01.04

The researchers conducted under the conditions of a long-term stationary experiment at the Poltava State Agricultural Research Station named after M. Vavylow were found that the saturation of crop rotations with sugar beet crops from 10 to 20 and 30 % did not significantly affected the yield of sugar beet roots. The differences in yield between the control (10 %) and the sugar beet's percentage in the crop rotation of 20 % and 30 % were 0.2 and 1.7 t/ha or 0.5–4.0 % for moldboardless tillage, and 0.4 and 1.3 t/ha or 0.9–3.0 % for the combined method of basic tillage, respectively. It was found that the increase in the degree of saturation of crop rotations with sugar beet from 10 to 20 and 30 % is followed by an increase in the sugar content in the roots of the crop, respectively, by 0.8 and 1.1 % (absolute) or 4.6 and 6.3 % (relative) on the background of moldboardless tillage and by 0.7–0.8 % (absolute) or 4.5 and 4.0 % (relative). The highest level of sugar content of sugar beet roots, 18.6 %, was observed in field crop rotation, where the percentage of the crop in the structure of sown areas is 30 % under moldboardless tillage. It indicates that in the conditions of unstable moisture of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine on chernozem soils of the first ecological and technological group, in raw material areas of sugar factories, it is permissible to saturate crop rotations with sugar beet by 30%. Based on the results of the research, it was found that the implementation of moldboardless basic tillage in the crop rotation did not significantly reduce the yield of sugar beet roots compared to the combined method (plowing for sugar beet and corn and moldboardless multi-depth tillage for crops of continuous sowing method). At the same time, on average, the yield of root crops ranged from 40.5 to 41.6 t/ha. The highest sugar yield was obtained with the combined method of basic tillage in crop rotation, but this is only 0.17 t/ha or 2.2 % more compared to tillage with machines with moldboard-type working tools. Among the studied crop rotations, the maximum sugar yield of 7.85 t/ha was recorded when it was saturated with sugar beet crops by 20 %.

Keywords: sugar beet (*Beta vulgaris* L.), crop rotation, sugar saturation, soil tillage, yield, sugar content, sugar yield.

Вплив систем обробітку ґрунту та ступеня насичення сівозмін буряком цукровим на рівень урожайності та якість коренеплодів

В. В. Гангур | В. С. Філоненко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Дослідження, проведені в умовах тривалого стаціонарного досліду на Полтавській ДСГДС імені М. І. Вавилова, свідчать, що насичення сівозмін посівами буряка цукрового від 10 до 20 і 30 % істотно не позначилося на урожайності коренеплодів культури. Відмінності за урожайністю між контролем (10 %) і часткою культури у сівозміні 20 і 30 % становили, відповідно 0,2 і 1,7 т/га або 0,5–4,0 % за умови безпліцевого та 0,4 і 1,3 т/га або 0,9–3,0 % у разі комбінованого способу основного обробітку ґрунту. Виявлено, що збільшення ступеня насичення сівозмін буряком цукровим із 10 до 20 і 30 % супроводжується підвищенням вмісту цукру у коренеплодах культури, відповідно на 0,8 і 1,1 % (абсолютних) або 4,6 і 6,3 % (відносних) на фоні безпліцевого обробітку ґрунту та на 0,7–0,8 % (абсолютних) або 4,5 і 4,0 % (відносних). Це свідчить про те, що в умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України на чорноземних ґрунтах першої еколого-технологічної групи у сировинних зонах цукрових заводів допустимим є насичення сівозмін буряком цукровим на 30 %. На підставі результатів досліджень виявлено, що проведення безпліцевого основного обробітку ґрунту у сівозміні не зумовлювало істотне зниження урожайності коренеплодів буряка цукрового порівняно із комбінованим способом (оранка під буряк цукровий і кукурудзу та безпліцевий різноглибинний під культури суцільного способу сівби). За такої умови у середньому урожайність коренеплодів перебувала в межах від 40,5 до 41,6 т/га. Найвищий збір цукру одержано за умови комбінованого способу основного обробітку ґрунту у сівозміні, однак це лише 0,17 т/га або 2,2 % більше порівняно із обробітком ґрунту знаряддями з робочими органами безпліцевого типу. Серед сівозмін, що вивчали, максимальний збір цукру 7,85 т/га відзначено за умови їх насичення посівами буряка цукрового на 20 %.

Ключові слова: буряк цукровий (*Beta vulgaris* L.), сівозміна, насичення, обробіток ґрунту, урожайність, цукристість, збір цукру.

Бібліографічний опис для цитування: Гангур В. В., Філоненко В. С. Вплив систем обробітку ґрунту та ступеня насичення сівозмін буряком цукровим на рівень урожайності та якість коренеплодів. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 24–29.

Вступ

Буряк цукровий (*Beta vulgaris* L.) є порівняно молодою культурою відносно тривалості періоду культивування людством переважної більшості рослин. На думку науковців, буряк цукровий – це результат прискореного селекційного процесу. Уперше як сільськогосподарська культура він з'явився на Європейському континенті 1801 р. В Україні вирощування цієї важливої цукровмісної культури започатковано з 1820 р., а вже через 20 років Україна стала головним регіоном, де було зосереджено виробництво цукру [13].

Значний внесок у наукове забезпечення бурякоцукрової галузі, зокрема у селекцію, зробив професор Харківського університету А. С. Зайкевич [5]. Він з'ясував, що незважаючи на зворотну залежність цукристості від маси коренеплодів, все-таки трапляються коренеплоди з великою масою і високим вмістом цукру. Безпосередньо на дослідних ділянках А. С. Зайкевича 1882 р. було вирощено коренеплоди буряка цукрового із цукристістю 21 % та з доброякісністю соку на рівні 90 %. Одним із вагомих результатів роботи вченого є створення в Україні дослідно-селекційних станцій, зокрема Уладово-Люлинецької (1888 р.), Немерчанської (1893 р.), Іванівської (1897 р.), Ялтушківської (1898 р.), Верхняцької (1899 р.). Приоритетним напрямом діяльності цих науково-дослідних установ було створення нових сортів буряка цукрового та відпрацювання основних елементів регіональної технології вирощування [13].

Упродовж останнього десятиріччя основні площі посівів буряка цукрового зосереджено у зоні Лісостепу, де їх частина у загальній площі посівів культури по Україні становить 70,4 %. У зоні Степу та Полісся сконцентровано, відповідно 6,9 та 22,7 % посівів культури відносно загальноукраїнської площі [7].

Перманентні зміни клімату та мінливість погодних умов спонукають практичне виробництво до постійної адаптації та впровадження інновацій у технологічні процеси для створення найбільш сприятливих умов, щоби максимально реалізувати продуктивний потенціал сортів і гібридів буряка цукрового.

Правильне чергування польових культур у сівозмінах одночасно із раціональною системою застосування добрив та обробітком ґрунту, орієнтованим на біологічні вимоги культурних рослин, є найбільш важливими елементами в технологіях вирощування, зокрема і буряка цукрового [6, 9, 24, 28].

Зважаючи на високу концентрацію буряківництва у зонах із найбільш сприятливими умовами вирощування, особливо постає питання оптимального насичення сівозмін буряком цукровим. Наукові дослідження свідчать, що внаслідок скорочення періоду повторного повернення культури на попереднє поле спостерігається погіршення фітосанітарного стану посівів, зокрема посилене розмноження, поширення специфічних хвороб і шкідників та збільшення їхньої шкодочинності [3, 8].

У дослідях, які проведено в умовах зони із достатнім зволоженням, виявлено, що за умови внесення оптимальних норм органічних і мінеральних добрив

можливим є збільшення частки посівів буряка цукрового у сівозмінах від 20 до 30 %. Це дозволить збільшити виробництво коренеплодів практично без зниження врожайності й валових зборів інших культур сівозміни [2, 19].

На думку науковців, які проводили дослідження у зоні нестійкого зволоження, допустима частина буряка цукрового у структурі посівних площ сівозміни становить 15–18 %. За умови збільшення насичення сівозмін культурою спостерігали відчутне погіршення вологозабезпеченості рослин. У разі виникнення потреби у збільшенні обсягів виробництва коренеплодів буряка цукрового можливим є підвищення рівня концентрації посівів культури у південних і південно-західних районах вище зазначеної зони до 20, а в північних – до 25 % (на полях із близьким заляганням ґрунтових вод – до 30 %) [1, 4].

Наукові дослідження, які проведено в умовах зони недостатнього зволоження південно-східного Лісостепу, свідчать, що частину площі буряка цукрового у структурі посівів сівозмін доцільно збільшити до 20 %, зокрема за рахунок концентрації їх у агроформуваннях, які розміщені біля цукрових заводів [13, 16].

Значна кількість науковців вважають, що саме правильно підібраний спосіб обробітку ґрунту та якісне його виконання сприяє не лише підвищенню загальної культури землеробства, але й забезпечує поліпшення водно-повітряного, теплового і поживного режимів. Раціональний обробіток ґрунту є дієвим заходом регулювання агрофізичних, біологічних та агрохімічних процесів, які відбуваються у ґрунтового середовищі, зокрема активність трансформації рослинних решток в органічну речовину, нагромадження вологи у кореневмісному шарі ґрунту, доступність елементів живлення із внесених добрив. Водночас обробіток ґрунту відносять до одного із найбільш ефективних агротехнічних прийомів впливу на забур'яненість посівів, поширення шкідників і хвороб буряка цукрового [25–27, 29–31]. Окремі дослідники надають перевагу проведенню полицевого обробітку на 30–32 см у технології вирощування буряка цукрового, в результаті чого можна отримати високий рівень урожайності та якості коренеплодів [10, 11, 14]. Відтак проведення під буряк цукровий глибокої зяблевої оранки на глибину 28–30 см забезпечило залежно від рівня внесення добрив формування урожайності коренеплодів у межах 25,9–89,2 т/га, а за умови мілкого безполицевого розпушування на 14–16 см відзначено збільшення продуктивності культури на 0,6–1,7 т/га. Результати цих досліджень свідчать, що в умовах Західного Лісостепу України проведення мілкого безполицевого обробітку ґрунту на 14–16 см сприяє одержанню урожайності та цукристості коренеплодів буряка цукрового практично на рівні варіанта із глибокою зяблевою оранкою на 28–30 см [14, 15].

Водночас результати досліджень Я. П. Цвєя, М. В. Тищенко [23] свідчать, що довготривале розпушування ґрунту на глибину 12–14 см зумовлювало зниження врожайності коренеплодів культури на 1,6 т/га, а вихід цукру – на 0,25 т/га. У разі поєднання у сівозміні мілкого обробітку та оранки на 28–30 см зниження врожайності було менш вираженим.

Згідно з експериментальними даними, одержаними в умовах Тернопільської області, виявлено, що оптимальним способом основного обробітку ґрунту у ланці польової сівозміни є різноглибинна оранка. Також спостерігаємо, що зменшення глибини полицевого обробітку до 10–12 см, а також використання його разом із поверхневим, плоскорізним, фрезерним розпушуванням ґрунту призводило до зниження не лише врожайності культур, але й загальної продуктивності ланки сівозміни [12].

Отже, більшість дослідників роблять висновок про важливе значення оптимального ступеня насичення сівозмін буряком цукровим, особливо в регіонах із максимальною концентрацією посівів культури. Відносно способу та глибини основного обробітку ґрунту під буряк цукровий, то значна частина науковців вважає, що більш доцільною є оранка на глибину 28–30 см, хоча окремі результати свідчать про рівноцінність як глибокого полицевого розпушування, так і мілкого безполицевого обробітку ґрунту на 14–16 см за умови достатнього зволоження ґрунту. Такий підхід потребує наукового обґрунтування допустимої концентрації культури у структурі посівів сівозміни за умови розміщення у сировинних зонах цукрових заводів, а також удосконалення системи основного обробітку ґрунту.

Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив ступеня насичення сівозмін буряком цукровим та способів основного обробітку ґрунту на урожайність і цукристість коренеплодів культури.

Завдання дослідження: дослідити вплив частки буряка цукрового у структурі посівних площ сівозміни на урожайність коренеплодів та їх цукристість; вивчити вплив способів основного обробітку ґрунту у сівозміні на рівень продуктивності буряка цукрового та вміст цукру.

Матеріали і методи

Польові дослідження проводили впродовж 2010–2022 рр. в умовах тривалого стаціонарного дослідження на Полтавській державній сільськогосподарській дослідній станції імені М. І. Вавилова. Земельний масив

дослідного поля представлено чорноземом типовим малогумусним важкосуглинковим. Згідно з даними аналітичних досліджень для цього типу ґрунту властиві такі агрохімічні показники: в шарі ґрунту 0–20 см міститься 4,1 % гумусу; лужногідро-лізованого азоту – 7,1 мг/100 г ґрунту (за Тюрнімом та Коновою); рухомого фосфору – 12,8 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою). Реакція ґрунтового розчину слабо-кисла (рН сольової витяжки – 6,2). Схема дослідів включала три варіанти польових сівозмін із частиною посівів буряка цукрового 10, 20, 30 % (чинник А) та два способи основного обробітку ґрунту в сівозмінах (чинник В), зокрема безполицевий (під всі культури сівозміни) та комбінований (оранка під буряк цукровий і кукурудзу, відповідно на глибину 30–32 і 25–27 см та безполицевий різноглибинний під культури суцільного способу сівби). Незалежно від кількості полів буряка цукрового у сівозмінах попередником його була пшениця озима. Система удобрення буряка цукрового у сівозмінах наведена в таблиці 1.

Посівна площа дослідної ділянки – 172,8 м², а облікової – 64,8 м². Повторність експериментальних варіантів чотириразова. Розміщення варіантів і повторень – систематичне. Технологія вирощування буряка цукрового в досліді була загальноприйнятою для регіону, окрім елементів, які вивчали. Збирання врожаю коренеплодів проводили вручну з облікової площі ділянки, а облік гички – методом пробних рослин. Цукристість коренеплодів буряка визначали за допомогою поляриметра (холодна дегістія), а вміст сухих речовин – рефрактометра.

Результати та їх обговорення

Узагальнювальним показником доцільності насичення сівозмін буряком цукровим і вибору найбільш доцільного способу основного обробітку ґрунту є досягнутий рівень урожайності коренеплодів (табл. 1).

Згідно з результатами досліджень тривалого стаціонарного дослідження спостерігали тенденцію, яка свідчить про зменшення урожайності коренеплодів буряка цукрового по мірі збільшення насиченості сівозмін культурою.

Таблиця 1

Урожайність коренеплодів буряка цукрового залежно від ступеня насичення сівозміни та способу основного обробітку ґрунту, т/га (середнє за 2010–2022 рр.)

№ вар.	Частка культури у сівозміні, % (чинник А)	Система удобрення, т/га, кг/га д.р.	Спосіб основного обробітку ґрунту (чинник В)	Урожайність, т/га
3.	10	N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	безполицевий	42,6
3а.		N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	комбінований	43,8
2.	20	N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	безполицевий	41,8
2 а.		гній 20 + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀		42,9
		N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	комбінований	43,0
		гній 20 + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀		43,7
8.	30	N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	безполицевий	41,6
8 а.		гній 20 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀		40,5
		гній 20 + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀		40,6
		N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀		42,8
		гній 20 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	комбінований	42,5
		гній 20 + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀		42,3
НІР _{0,95}			3,48	

Відтак у разі збільшення частини буряка цукрового у структурі посівних площ сівозміни із 10 до 20 і 30 % відзначено зменшення урожайності коренеплодів, відповідно на 0,2 і 1,7 т/га за умови безполіцевого та на 0,4 і 1,3 т/га у разі застосування комбінованого способу основного обробітку ґрунту. Однак статистична обробка результатів досліджень методом дисперсійного аналізу свідчить, що різниця в урожайності коренеплодів між варіантами із різним ступенем насичення сівозмін буряком цукровим є неістотною.

Що стосується способів основного обробітку ґрунту, то згідно з експериментальними даними досліджувано виважено більш помітний їх вплив порівняно із частиною культури у сівозміні на продуктивність буряка цукрового. У разі проведення оранки на глибину 30–32 см під буряк цукровий спостерігали збільшення урожайності коренеплодів на 1,0–1,6 т/га порівняно із безполіцевим розпушування ґрунту на аналогічну глибину. Проте вищезазначена різниця в урожайності культури за варіантами основного

обробітку ґрунту є недостовірною, вона перебуває в межах НР.

Цукристість коренеплодів є важливим якісним, а збір цукру – господарським показником оцінки ефективності чинників, що досліджували (табл. 2). Так, у середньому за роки досліджень (2010–2022) вміст цукру у коренеплодах буряків за варіантами сівозмін із різним ступенем насичення їх буряком цукровим та способами основного обробітку ґрунту перебував у межах від 17,5 до 18,7 %. Згідно з результатами досліджень виявлено чітко виражений вплив частки культури у структурі посівних площ сівозміни на цукристість коренеплодів. Результати експерименту свідчать, що у разі збільшення насичення сівозміни буряком цукровим до 20 і 30 % вміст цукру у коренеплодах підвищився, відповідно на 0,8 і 1,1 % (абсолютних) на фоні безполіцевого обробітку ґрунту і на 0,7–0,8 % (абсолютних) – за умови комбінованого способу порівняно із сівозміною, де частка культури становила 10 %.

Таблиця 2

Цукристість коренеплодів буряка цукрового та збір цукру залежно від ступеня насичення сівозміни та способу основного обробітку ґрунту, т/га (середнє за 2010–2022 рр.)

№ вар.	Частка культури у сівозміні, % (чинник А)	Спосіб основного обробітку ґрунту (чинник В)	Цукристість, %	Збір цукру, т/га
3.	10	безполіцевий	17,5	7,46
3а.		комбінований	17,7	7,75
2.	20	безполіцевий	18,3	7,65
2 а.		комбінований	18,3	7,87
		комбінований	18,3	8,00
8.	30	безполіцевий	18,7	7,78
8 а.		комбінований	18,6	7,53
		комбінований	18,4	7,47
		комбінований	18,6	7,96
		комбінований	18,1	7,69
	комбінований	18,4	7,78	

Що стосується способів основного обробітку ґрунту в сівозміні, то результати досліджувано свідчать про практично рівноцінний їх вплив на рівень вищезазначеного показника. Різниця за вмістом цукру між варіантами сівозмін із різними способами обробітку ґрунту становила лише 0,2 % (абсолютних). Згідно з даними досліджень виявлено, що на збір цукру істотний вплив мали як рівень урожайності коренеплодів, так і вміст цукру. Виявлено, що вплив способів основного обробітку ґрунту на цей показник був мінімальний. У середньому за варіантами сівозмін, більший збір цукру був за умови комбінованого способу основного обробітку ґрунту у сівозміні, однак різниця між способами обробітку ґрунту за цим показником становила лише 0,17 т/га або 2,2 %. Дослідження свідчать, що сівозміна, у якій частка посівів буряка цукрового становить 20 %, забезпечила найвищий збір цукру 7,85 т/га. Варто зазначити, що це на 0,24 і 0,15 т/га більше, ніж за умови насичення сівозміни культурою, відповідно на 10 і 30 %. Отже, на підставі експериментальних даних тривалого стаціонарного досліджувано встановлено, що різний ступінь насичення сівозмін посівами буряка цукрового істотно не позначився на урожайності

коренеплодів культури. Різниця порівняно з контролем (10 %), дорівнювала 0,5–4,0 % за умови безполіцевого обробітку ґрунту та 0,9–3,0 % – за умови комбінованого способу. За результатами досліджень виявлено, що збільшення ступеня насичення сівозмін буряком цукровим сприяє підвищенню вмісту цукру у коренеплодах культури. Відтак, якщо частина буряка цукрового у сівозміні 20 і 30 %, то цукристість була вищою, відповідно на 4,6 і 6,3 % (відносних) на фоні безполіцевого обробітку ґрунту та на 4,5 і 4,0 % (відносних) щодо варіанту із насиченням сівозміни культурою на 10 %. Встановлено, що найвища цукристість буряка цукрового – 18,6 % у сівозміні, де частка культури у структурі посівів становить 30 % та проводили безполіцевий обробіток ґрунту. У разі такого поєднання формуються екстремальніші умови для росту, розвитку культури, які своєю чергою створюють передумови для поліпшення якісних показників коренеплодів буряка цукрового.

Дослідження Я. П. Цвейя [17] підтверджують, що запорукою високої урожайності посівів буряка цукрового є досконалість всіх елементів технології, однак до ключових належать кращі попередники,

оптимальна частина буряка в сівозміні відповідно до особливостей ґрунтово-кліматичних умов, раціональна система удобрення та обробітку ґрунту.

У польових дослідах, які проведено на Весело-подільській дослідно-селекційній станції, також одержали максимальну урожайність коренеплодів культури (52,7 т/га) за умови проведення оранки на глибину 30–32 см під буряк цукровий та обробітку ґрунту знаряддям плоскорізного типу на глибину 20–22 см під інші культури сівозміни на варіанті із внесенням під буряк 25 т/га гною + N₉₀P₁₂₀K₉₀ [20].

В інших дослідах Я. П. Цвейя зі співавторами [18, 22] встановлено, що на фоні 25 т/га гною + N₉₀P₉₀K₉₀ і полицевого обробітку ґрунту під буряк цукровий урожайність коренеплодів становила 35,3 т/га, що перевищувало варіант із комбінованим обробітком ґрунту на 12,1 %.

У плодозмінних сівозмінах із короткою ротацією за умови проведення плоскорізного обробітку ґрунту виявлено підвищення цукристості коренеплодів на 0,67 % порівняно з оранкою [21].

Висновки

За результатами досліджень, проведених в умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України, встановлено, що на чорноземних ґрунтах першої еколого-технологічної групи у сировинних зонах цукрових заводів допустимим є насичення сівозмін буряком цукровим на 30 %. Виявлено, що безполицевий обробіток ґрунту в сівозміні не призводив до істотного зниження урожайності коренеплодів буряка цукрового порівняно із комбінованим (оранка під буряк цукровий і кукурудзу та безполицевий різноглибинний під культури суцільного способу сіви). При цьому урожайність коренеплодів становила 40,5–41,6 т/га. Згідно з результатами дослідів встановлено підвищення цукристості коренеплодів до 18,6 % за умови максимальної частини культури у сівозміні на фоні безполицевого обробітку ґрунту.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу способів і глибини основного обробітку ґрунту на агрофізичні та агрохімічні показники ґрунту.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Balahura, O. V., Balan, V. M., Tsvei, Ya. P., & Volokha, M. P. (2018). Naukovi osnovy adaptyvnoi tekhnolohii vyroshchuvannia buriakiv tsukrovyykh. *Tsukrovi Buriaky*, 3 (119), 10–13. [in Ukrainian]
2. Borysiuk, P. H. (2015). Faktory, yaki vplyvaiut na pidvyshchennia urozhainosti tsukrovyykh buriakiv ta yikh yakosti. *Tsukor Ukrainy*, 3 (41), 34–38. [in Ukrainian]
3. Hanhur, V. V., Brazhenko, I. P., Kramarenko, I. V., Sokyro, P. H., Len, O. I., & Udovenko, K. P. (2011). Porivnialna otsinka produktyvnosti posviv buriaku tsukrovoho pry vyroshchuvanni bezzminno ta v sivozmini. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho Ahrarnoho Universytetu*, 1, 12–15. [in Ukrainian]

4. Hanhur, V. V., Brazhenko, I. P., Kramarenko, I. V., & Udovenko, K. P. (2004). Produktyvni tsukrovyykh buriakiv pry rizni kontsentratsii yikh u korotkorotatsiinykh sivozminakh. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 4, 12–13. [in Ukrainian]
5. Hanhur, V. V., & Marenych, M. M. (2022). Zhyttievyi shliakh ta profesiini zdobutky Anastasiia Yehorovycha Zaikevycha. *Aktualni napriamky ta innovatsii u vyirshenni problem haluzi roslynnystva: materialy XII naukovo-praktychnoi internet-konferentsii prysviachenoj 180 richchiu z dnia narodzhennia profesora A. Ye. Zaikevycha (05 travnia 2022 r., m. Poltava)*. Poltava: Poltavskiy derzhavnyi ahrarniy universytet [in Ukrainian]
6. Hanhur, V., & Filonenko, V. (2023). Yield and quality of root fruits of sugar beet when grown in crop rotation with short rotation. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 22–25. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.04>
7. Hrytsenko, A. S. (2017). Tsukroburiakove vyrobnytstvo Ukrainy: suchasnyi stan ta tendentsii rozvytku buriakosiuchykh pidpriemstv. *Naukovyi visnyk Mukachivskoho Derzhavnoho Universytetu. Seriya Ekonomika*, 1 (7), 73–80. [in Ukrainian]
8. Ivaniuk, V., Panasiuk, O., & Patskan, I. (2016). Bezzminne vyroshchuvannia buriaku tsukrovoho. *Visnyk Lvivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Seriya Ahronomiia*, 20, 48–51. [in Ukrainian]
9. Kaminskyi, V. F., & Hanhur, V. V. (2018). Vynos pozhyvnykh rehovyn silskohospodarskymy kulturamy riznorotatsiinykh sivozmin Livoberezhnoho Lisostepu. *Zbirnyk Naukovykh Prats Natsionalnoho Naukovoho Tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 3, 175–185. [in Ukrainian]
10. Karpuk, L. M. (2013). Formuvannia produktyvnosti buriakiv tsukrovyykh zalezno vid ahrotekhnichnykh pryomiv vyroshchuvannia. *Ahrobiolohiia*, 11 (104), 60–64. [in Ukrainian]
11. Mynkin, M. V. (2021). The influence of basic tillage depth and nutrition background on the yield of sugar beets under irrigation. *Taurian Scientific Herald*, 122, 78–84. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.11>
12. Ponomarchuk, M. V. (1999). Efektyvnist sposobiv osnovnoho obrobittu ґрунту v polovii sivozmini. *Zbirnyk Naukovykh Prats Instytutu Tsukrovyykh Buriakiv*, 2, 91–96. [in Ukrainian]
13. Prysiazhniuk, O. I., Prysiazhniuk, L. M., Melnyk, S. I., & Hryniv, S. M. (2022). Buriaky tsukrovi – selektsiia, nasynnytstvo ta tekhnolohiia vyroshchuvannia: monohrafiia. Vinnytsia: TOV «TVORY» [in Ukrainian]
14. Tyrus, M. L. (2018). Produktyvni buriakiv tsukrovyykh zalezno vid sposobu osnovnoho obrobittu ґрунту i udobrennia. *Zemlerobstvo: Mizhvidomchyi Tematychni Naukovyi Zbirnyk NNTS «Instytut Zemlerobstva NAAN»*, 1 (94), 21–26. [in Ukrainian]
15. Tyrus, M. (2020). Formation of sugar beet productivity, depending on ways of principal treatment of soil and fertilization level. *Visnik Lvivskogo Natsionalnoho Agrarnoho Universytetu. Ahronomiia*, 24 (1), 78–81. <https://doi.org/10.31734/agronomy2020.01.078>
16. Tyshchenko, M. V. (2010). Urozhainist i yakist tsukrovyykh buriakiv zalezno vid yikh peredpoperednykiv i nasychennia buriakiv u sivozminakh. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 5, 80–82. [in Ukrainian]
17. Tsvei, Ya. P. (2005). Naukovi pryntsyipy perebudovy sivozmin. *Tsukrovi Buriaky*, 1, 7–9. [in Ukrainian]
18. Tsvei, Y. 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. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 28, 156–163. <https://doi.org/10.47414/np.28.2020.211068>
19. Tsvei, Ya. P., Sinchenko, V. M., & Ivanina, V. V. (2018). Rekomendatsii po vedenni riznorotatsiinykh sivozmin dlia gospodarstv usikh form vlasnosti dlia ґрунтово-кліматичnykh zon Lisostepu. Kyiv: Komprint [in Ukrainian]
20. Tsvei, Ya. P., Tyshchenko, M. V., Herasymenko, Yu. P., Filonenko, S. V., & Liashenko, V. V. (2018). Soil cultivation, fertilizers and sugar beet productivity. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 42–47. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.06>
21. Tsvei, Ya. P., Boichuk, O. V., Mazur, H. M., & Martyniuk, L. S. (2013). Pozhyvnyi rezhym chornozemu typovoho zalezno vid sposobiv obrobittu ґрунту pid buriaky tsukrovi. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 2, 5–9 [in Ukrainian]
22. Tsvei, Y. P., Myroshnychenko, M. S., & Tyshchenko, M. V. (2021). Productivity of sugar beet and barley in short crop rotations as affected by fertilization and tillage. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 27, 84–93. <https://doi.org/10.47414/np.27.2019.211167>

23. Tsvei, Ya. P., & Tyshchenko, M. V. (2018). Monitorynh zaburianenosti posiviv silskohospodarskykh kultur u zerno-buriakovii sivozmini. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 3, 28–30. [in Ukrainian]
24. Abbas, M., Soliman, A., Moustafa, Z., & Abd El-Reheem, K. (2018). Effect of some soil amendments on yield and quality traits of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under water stress in sandy soil. *Egyptian Journal of Agronomy*, 40 (1), 75–88. <https://doi.org/10.21608/agro.2018.2660.1091>
25. Anar, M. J., Lin, Z., Ma, L., & Chatterjee, A. (2021). Modeling the effects of crop rotation and tillage on sugar beet yield and soil nitrate using rzwqm2. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 64 (2), 461–474. <https://doi.org/10.13031/trans.13752>
26. Anar, M. J., Lin, Z., Hoogenboom, G., Shelia, V., Batchelor, W. D., Teboh, J. M., Ostlie, M., Schatz, G. B., & Khan, M. (2019). Modeling growth, development, and yield of sugarbeet using DSSAT. *Agricultural Systems*, 169, 58–70. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.11.010>
27. Gillette, K., Ma, L., Malone, R. W., Fang, Q. X., Halvorson, A. D., Hatfield, J. L., & Ahuja, L. R. (2017). Simulating N₂O emissions under different tillage systems of irrigated corn using RZ-SHAW model. *Soil and Tillage Research*, 165, 268–278. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.08.023>
28. Jacobs, A., Koch, H. J., & Marlander, B. (2018). Preceding crops influence agronomic efficiency in sugar beet cultivation. *Agronomy for Sustainable Development*, 38 (1), 5. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-017-0469-z>
29. Larney, F. J., Nitschelm, J. J., Regitnig, J. J., Pearson, D. C., Blackshaw, R. E., Lupwayi, N. Z., & Charles, M. T. (2016). Sugar beet response to rotation and conservation management in a 12-year irrigated study in southern Alberta. *Canadian Journal of Plant Science*, 96 (5), 776–789. <https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0005>
30. Nahar, N., & Pryor, S. W. (2013). Enzymatic hydrolysis and fermentation of crushed whole sugar beets. *Biomass Bioenergy*, 59, 512–519. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.10.012>
31. Vargas-Ramirez, J. M., Haagensohn, D. M., Pryor, S. W., & Wiesenborn, D. P. (2013). Determination of suitable storage conditions to preserve fermentable sugars in raw thick beet juice for ethanol production. *Biomass Bioenergy*, 59, 362–369. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.07.014>

ORCID

V Hanhur  <https://orcid.org/0000-0002-5619-492X>



© 2024 Hanhur V. and Filonenko V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.