

Yield and quality of root fruits of sugar beet when grown in crop rotation with short rotation

V. Hanhur✉ | V. Filonenko

Article info

Correspondence Author

V. Hanhur

E-mail:

volodmiringangur@gmail.comPoltava State Agrarian
University, Skovoroda St.,
1/3, Poltava, 36000,
Ukraine

Citation: 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. doi: 10.31210/spi2023.26.03.04

Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) is the second largest sugar crop in the world after Sugarcane. Sugar beet is not only a source of material for sugar production, but also an important by-products of its conversion, including pulp and molasses, which are widely used in animal feed rations. Sugar beet is a very demanding crop for its predecessors. A number of scientists noted that not only the predecessors but also the crops that precede them have a significant effect on the formation of root crop yields. In the studies conducted during 2016–2022 at the Poltava State Agricultural Experimental Station named M. Vavilov, was found that the highest yield of sugar beet root was obtained in a 5-field crop rotation, where sugar beet was cultivated after spring barley in a link with perennial legumes of two-year use (alfalfa) – 42.1 t/ha. The yield of sugar beet, when it cultivated in a crop rotation after winter wheat, the predecessor of which was peas for grain, black steam, sainfoin for one cut, alfalfa for two years for green fodder, was 40.4–41.7 t/ha, or lower compared to sowing after spring barley by 0.4–1.7 t/ha or only 1–4 %. It should be noted that according to the results of the analysis of variance, such a decrease in the yield of root crops is not significant and is within the limits of the NIR (3.46 t/ha). The results of the study indicate that the sugar content of sugar beet roots in the crop rotation, where winter wheat was sown after peas for grain, was higher by 0.7 % (absolute) than in the crop rotation with black steam (19.0 and 18.3 %, respectively). In our opinion, the decrease in sugar content of root vegetables in grain-steam crop rotation, compared to grain crop rotation, under the same fertilizer system, is due to an abundance of nitrogen nutrition. Thus, the results of the study showed that in crop rotations with short rotation term, an equivalent predecessor for sugar beet is winter wheat, the predecessor of which was black steam, after peas for grain, sainfoin for one cut, two-year alfalfa for green fodder and spring barley, that was preceded by two-year alfalfa for green fodder.

Keywords: sugar beet (*Beta vulgaris* L.), predecessor, forepredecessor, crop rotation, yield, sugar content, dry matter.

Урожайність та якість коренеплодів буряків цукрових за вирощування у сівозмінах з короткою ротацією

В. В. Гангур | В. С. Філоненко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава,
Україна

Буряк цукровий (*Beta vulgaris* L.) – визнають другою в світі цукроносною культурою після тростини. Культура є дуже вимогливою до попередників. Ряд науковців відзначають, що на формування урожайності коренеплодів значний вплив мають не лише попередники, але й ті культури, що передують їм. Дослідження проведеними впродовж 2016–2022 рр. на Полтавській державній сільськогосподарській дослідній станції ім. М. І. Вавилова встановлено, що найвищу урожайність коренеплодів одержано у 5-пільній сівозміні, де розміщували буряки цукрові після ячменю ярого в ланці з багаторічними бобовими травами дворічного використання (люцерна) – 42,1 т/га. Урожайність буряків цукрових, за розміщення у сівозміні після пшениці озимої, попередником якої був горох на зерно, пар чорний, еспарцет на один укіс, люцерна дворічного використання на зелений корм становила 40,4–41,7 т/га, або була нижчою, порівняно із сівою після ячменю ярого на 0,4–1,7 т/га або лише на 1–4 %. Слід зазначити, що за результатами дисперсійного аналізу, таке зниження врожайності коренеплодів культури є не істотним і знаходиться в межах НІР (3,46 т/га). Результати досліджень свідчать, що цукристість коренеплодів буряків цукрових в сівозміні, де пшеницю озиму висівали після гороху на зерно, була вищою на 0,7 % (абсолютних), ніж в сівозміні з чорним паром (відповідно 19,0 і 18,3 %). На нашу думку зниження цукристості коренеплодів в зернопаропросапній сівозміні, порівняно із зернопросапною, за однакової системи удобрення, пов'язано із надлишком азотного живлення. Отже, в сівозмінах з короткою ротацією рівноцінним попередником для буряків цукрових є пшениця озима, яку вирощували по чорному пару, після гороху на зерно, еспарцету на один укіс, люцерни дворічного використання на зелений корм та ячмінь ярий, якому передувала люцерна дворічного використання на зелений корм.

Ключові слова: буряк цукровий (*Beta vulgaris* L.), попередник, передпопередник, сівозміна, урожайність, цукристість, суха речовина.

Бібліографічний опис для цитування: Гангур В. В., Філоненко В. С. Урожайність та якість коренеплодів буряків цукрових за вирощування у сівозмінах з короткою ротацією. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 22–25.

Вступ

Буряк цукровий (*Beta vulgaris L.*) – вважається другою в світі цукроносною культурою після тростини. Господарське значення буряків цукрових у сільському господарстві не зводиться лише до виробництва цукру, бо крім цього важливими є і такі побічні продукти переробки коренеплодів, як жом та меляса (патока), які широко використовуються в раціонах годівлі тварин, а також мають важливе значення для вирішення енергетичної кризи, зокрема як альтернативний ресурс для виробництва зеленої енергії. Крім цього буряки цукрові є сировиною для виробництва біоетанолу та великої кількості інших побічних продуктів із високою доданою вартістю [5, 7].

Сучасні сорти та гібриди буряків цукрових характеризуються дуже високим потенціалом продуктивності, зокрема як за урожайністю коренеплодів, так і вмістом цукру. Однак, в умовах виробництва, цей потенціал реалізовується, у кращому випадку, лише на 30 %. Безумовно, що вагома роль у неможливості повної реалізації генетично сформованого потенціалу продуктивності сорту чи гібриду належить погодним умовам, але поряд з цим важливе значення має рівень матеріально-технічного забезпечення агротехнологій, своєчасність та якість виконання технологічних операцій [3]. Буряк цукровий є дуже вимогливою до попередників культурою. Ряд науковців відзначають, що на формування урожайності коренеплодів значний вплив мають не лише попередники, але й ті культури, що передують їм [6, 15, 16]. Також вважається, що розміщення буряків цукрових у сівозміні після кращих попередників є вагомим чинником підвищення їх продуктивності [9, 14].

Результати досліджень свідчать, що буряки цукрові формують високі врожаї не лише у разі розміщення їх у сівозміні після кращих попередників, але й за умови достатнього забезпечення рослин вологою, елементами мінерального живлення, на чистих від бур'янів полях [10, 2, 19, 20].

Експериментальні дані, які одержано в умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України на чорноземі типовому засвідчують, що за вирощування буряків цукрових після пшениці озимої, як передуючої культури в 6–8-пільних сівозмінах, урожайність коренеплодів знаходилася на рівні 50,86–53,21 т/га, а збір цукру коливався в межах – 13,5–13,7 т/га [21].

Дослідженнями проведеними у фермерському господарстві поблизу Пауелла на північному заході Вайомінгу (США) встановлено, що вирощування люцерни впродовж двох років у п'ятипільній сівозміні (ячмінь–люцерна–люцерна–квасоля–буряки цукрові) забезпечило збільшення врожаю буряків цукрових на 4 %, порівняно з культивуванням люцерни один рік у сівозміні із наступним чергуванням культур: квасоля–пшениця–люцерна–кукурудза–буряки цукрові. У чотирипільній сівозміні люцерна–люцерна–буряки цукрові–буряки цукрові збір екстрагованого цукру був на 28–42 % вищий, ніж за вирощування культури у двопільній (буряки

цукрові–ячмінь; буряки цукрові–квасоля) та трипільній (буряки цукрові–ячмінь–квасоля) сівозмінах [17]. С. Kenter та С. М. Hoffman повідомили, що агротехнічні заходи управління урожайністю цукрових буряків (внесення гною, обробіток ґрунту або сівба проміжних культур) спрямовані на поєднання високого врожаю коренеплодів та їх цукристості для того, щоб досягти максимального виходу екстрагованого цукру [18].

В свою чергу буряки цукрові є важливим попередником для розміщення багатьох інших сільськогосподарських культур, а також забезпечують значне підвищення загальної продуктивності польових сівозмін [8, 12].

Таким чином, більшість дослідників роблять висновок, що важливим елементом технології вирощування цукрових буряків є пошук оптимального місця культури у сівозміні.

Мета дослідження

Мета досліджень – з'ясувати вплив перед-попередників та попередників на урожайність, якісні показники коренеплоді буряків цукрових.

Завдання дослідження: дослідити вплив перед-попередників та попередників на рівень урожайності коренеплодів буряків цукрових; вивчити вплив місця у сівозміні на цукристість буряків цукрових.

Матеріали і методи

Дослідження із вивчення ефективності перед-попередників та попередників буряків цукрових у сівозмінах з короткою ротацією, проводили впродовж 2016–2022 рр. у тривалому стаціонарному досліді, на дослідному полі Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції ім. М. І. Вавилова. Основний тип ґрунту дослідного поля чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, який характеризується наступними агрохімічними показниками: вміст гумусу в шарі ґрунту 0–20 см 4,1 %; азоту, що легко гідролізується – 7,1 мг/100 г ґрунту (за Тюрніним 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 слабокисла (рН сольової витяжки – 6,2). Схема досліду включала п'ять варіантів сівозмін з короткою ротацією, зокрема дві – трипільні, одна – чотирипільна і дві – п'ятипільні. Перед-попередники, попередники та система удобрення буряків цукрових у сівозмінах наведені в таблиці 1.

Посівна площа елементарної ділянки – 172,8 м², облікової – 64,8 м². Повторність експериментальних варіантів чотириразова. Розміщення варіантів і повторень – систематичне. В досліді використовували загальноприйнятю на виробництві регіону технологію вирощування буряків цукрових, за виключенням елементів, які були предметом вивчення. Збирання врожаю проводили вручну з облікової площі ділянки а гички буряків – методом пробних рослин. Вміст цукру в коренеплодах буряків визначали за допомогою поляриметра (холодна дегістія), а вміст сухих речовин – рефрактометра.

Результати та їх обговорення

В наших дослідженнях, попередником буряків цукрових у сівозмiнах була пшениця озима, яку розміщували по чорному пару і після гороху на зерно, еспарцету на один укiс, люцерни дворiчного використання на зелений корм, а також після ячменю ярого, який висiвали після люцерни дворiчного використання на зелений корм (табл. 1). З семи рокiв досліджень тiльки впродовж двох, зокрема в 2016 і 2019 роках, одержано позитивний вплив чорного пару на урожайність коренеплодiв бурякiв цукрових. В середньому за роки досліджень, найвищу врожайність коренеплодiв одержано у п'ятипiльній

сiвозмiні, де розміщували буряки цукрові після ячменю ярого в ланцi з багаторiчними бобовими травами дворiчного використання (люцерна) – 42,1 т/га. Урожайність бурякiв цукрових, за розміщення у сiвозмiні після пшеницi озимої, попередником якої був горох на зерно, пар чорний, еспарцет на один укiс, люцерна дворiчного використання на зелений корм становила 40,4–41,7 т/га, або була нижчою, порiвняно із сiвобою після ячменю ярого на 0,4–1,7 т/га або лише на 1–4 %. Слiд зазначити, що за результатами дисперсiйного аналізу, таке зниження врожайності коренеплодiв культури є не iстотним і знаходиться в межах НiР (3,46 т/га).

Таблиця 1

Урожайність бурякiв цукрових залежно від передпопередника і попередника у сiвозмiнах з короткою ротацією, середнє за 2016–2022 рр.

№ вар.	Передпопередник і попередник культури у сiвозмiні	Удобрення	Урожайність, т/га
1.	Чорний пар – пшениця озима	гнiй 30 т/га + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	41,5
3.	Горох – пшениця озима	гнiй 30 т/га + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	41,7
13.	Еспарцет на один укiс – пшениця озима	гнiй 40 т/га + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	40,4
20.	Люцерна дворiчного використання на з/к – пшениця озима	гнiй 50 т/га + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	41,3
22.	Люцерна дворiчного використання на з/к – ячмiнь ярий	гнiй 50 т/га + N ₉₀ P ₁₁₀ K ₁₁₀	42,1
НiР _{0,95} , т/га			3,46

Попередники, система удобрення польових культур значно впливають не лише на рiвень продуктивності, але й на якiсні показники товарної продукцiї бурякiв цукрових.

Одним з важливих показникiв, що характеризують якість урожаю бурякiв цукрових, є їх цукристiсть. Загальновiдомо, що у структурi коренеплоду частка води становить 75–80 % і 20–25 % сухих

речовин, із яких 16–20 % є сахарозою. Цукристiсть коренеплодiв бурякiв може iстотно змiнюватися залежно від погодних умов, попередникiв, способiв обробітку ґрунту, системи удобрення, біологічних особливостей сорту чи гiбриду.

В наших дослідженнях залежно від умов вирощування, чинникiв, що вивчали, цукристiсть знаходилась в межах 18,3–19,0 % (табл. 2).

Таблиця 2

Якість коренеплодiв бурякiв цукрових у сiвозмiнах з короткою ротацією, середнє за 2016–2022 рр.

№ вар.	Передпопередник і попередник культури у сiвозмiні	Цукристiсть, %	Вміст сухої речовини, %	Доброякісність соку, %
1.	Чорний пар – пшениця озима	18,3	23,4	78,0
3.	Горох – пшениця озима	19,0	24,2	78,4
13.	Еспарцет на з/к – пшениця озима	18,8	24,3	78,5
20.	Люцерна дворiчного використання на з/к – пшениця озима	18,5	23,5	78,2
22.	Люцерна дворiчного використання на з/к – ячмiнь ярий	18,8	23,9	78,6

Так, в середньому за роки досліджень цукристiсть коренеплодiв бурякiв цукрових в сiвозмiні, де пшеницю озиму висiвали після гороху на зерно, була вищою на 0,7 % (абсолютних), ніж в сiвозмiні з чорним паром (вiдповiдно 19,0 і 18,3 %). На нашу думку зниження цукристостi коренеплодiв в зернопаропросапній сiвозмiні, порiвняно із зернопросапною, за однакової системи удобрення, пов'язано із надлишком доступного азоту, який додатково вивiльняється внаслiдок активiзацiї процесiв мiнералiзацiї органiчної речовини ґрунту в полі чорного пару. Рiзниця в цукристостi коренеплодiв мiж зернопросапною і зернотрав'яною, зернотрав'янопросапними сiвозмiнами становила 0,2–0,5 % (абсолютних).

Вміст сухої речовини знаходився в межах 23,4–24,3 %. Нижнє значення цього показника у

сiвозмiні, де передпопередником бурякiв цукрових був чорний пар, а верхнє – еспарцет на один укiс.

Важливим показником технологiчної якостi цукрових бурякiв є доброякісність соку, тобто кiлькiсть цукру в розчиненій сухій речовині, яка виражена у відсотках. В наших дослідженнях доброякісність соку у сiвозмiнах, що вивчали, знаходилась практично на одному рiвнi.

Таким чином, результати досліджень свiдчать, що в сiвозмiнах з короткою ротацією рiвноцiнним попередником для бурякiв цукрових є пшениця озима, яку вирощували по чорному пару, після гороху на зерно, еспарцету на один укiс, люцерни дворiчного використання на зелений корм та ячмiнь ярий, якому передувала люцерна дворiчного використання на зелений корм.

Дослідженнями Т. Я. Бісовецького, П. І. Бойка, К. І. Лободіна [1], підтверджено, що кращим попередником буряків цукрових є пшениця озима в ланках сівозмін з чистим паром і з парами, зайнятими конюшиною, еспарцетом, кукурудзою на зелений корм, вико-вівсом, горохом. В дослідженнях М. М. Мартиновича [11], Л. П. Пишнюк, Г. Б. Кушицької, О. І. Танасевич [13], також відзначено, що хорошими попередниками буряків цукрових є озими зернові культури, які висівають після гороху на зерно, вико-вівса на сіно, багаторічних трав на один-два укоси і кукурудзи на силос. Що стосується цукристості, то результати досліджень Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва [4] свідчать, що покращення азотного живлення посівів буряків цукрових призводило до зниження вмісту цукру в коренеплодах на 0,5–1,6 %, а також зумовлювало погіршення технологічних якостей внаслідок підвищеного вмісту в коренях шкідливого азоту.

Висновки

За результатами досліджень проведених в умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України встановлено, що у сівозмінах з короткою ротацією рівнозначним попередником буряків цукрових є пшениця озима та ячмінь ярий. При цьому урожайність коренеплодів становила 40,4–42,1 т/га. В досліді не виявлено істотного впливу передпопередників буряків цукрових на продуктивність посівів культури. Виявлено, що покращення азотного живлення у сівозміні з чорним паром супроводжується зниженням цукристості коренеплодів.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу способів і глибини основного обробітку ґрунту на урожайність та технологічні якості коренеплодів буряків цукрових.

Конфлікт інтересів

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

References

1. Bisoveckij, T. Ya., Bojko, P. I., & Lobodin, K. I. (1971). Sevooboroty i produktivnost svekly. *Saharnaya Svekla*, 10, 25–27. [in Russian]
2. Boiko, P. I., Shapoval, I. S., Hanhur, V. V., Koretskyi, O. Ye., Kvasnitska, L. S., & Furmanets, M. H. (2013). Ekologichni osnovy sivozmin v adaptivnykh systemakh zemlerobstva. In: V. F. Kaminskyi (Eds.), *Adaptivni systemy zemlerobstva i suchasni ahrotekhnologii – osnova ratsionalnoho zemlekorystuvannia, zberezhennia i vidtvorennia rodiuchosti hruntiv* (pp. 221–231). Kyiv: VP «Edelveis» [in Ukrainian]
3. Hanhur, V. V., & Filonenko, V. S. (2022). Volohozabezpechennia buriakiv tsukrovyykh za riznykh sposobiv osnovnoho obrobittu ґruntu v sivozmini. *Urozhainist ta yakist produktivni roslinnystva za suchasnykh tekhnologii vyroshchuvannia, prysviachena pamiaty profesora H. P. Zhemely: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii* (m. Poltava, 30 veresna 2022 r.). Poltava: PDAU (pp. 51–55) [in Ukrainian]

4. Buka, A. Ya., & Gamov, L. G. (1984). Vynos elementov pitaniya urozhaem. *Saharnaya Svekla*, 1, 20–21. [in Russian]
5. Roik, M. V. (red.). (2017). *Buriakivnystvo i bioenerhetyka v Ukraini: istoriia, nauka, vyrobnystvo, liudy (do 95-richchia IBKiTSB NAAN Ukrainy): monohrafiia*. Vinnytsia: TOV «Nilan-LTD» [in Ukrainian]
6. Hanhur, V. V., Brazhenko, I. P., Kramarenko, I. V., Sokyрко, P. H., Len, O. I., & Udovenko, K. P. (2011). Porivnialna otsinka produktyvnosti posiviv buriaku tsukrovoho pry vyroshchuvanni bezzhimno ta v sivozmini. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnogo Ahrarnoho Universytetu*, 1, 12–15. [in Ukrainian]
7. Hanhur, V. V., Filonenko, S. V., Filonenko, V. S., & Len, O. I. (2023). Produktivnist posiviv buriakiv tsukrovyykh u sivozminakh za umov nestiikoho zvolozhennia Livoberezhnoho Lisostepu. *Khimiia, biotekhnologii, ekologiia ta osvita: Zbirnyk materialiv VII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (m. Poltava, 17-18 travnia 2023 roku)*. Poltava (pp. 310–312) [in Ukrainian]
8. Yeshchenko, V. O. (2015). Rol sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi. *Zemlerobstvo*, 1, 23–27. [in Ukrainian]
9. Zatserkovna, N. S. (2015). Produktivnist hibrydiv tsukrovyykh buriakiv zalezno vid peredpoperednykiv ta systemy udobrennia. *Naukovi Dopovidi NUBiP Ukrainy*, 2 (51). Retrieved from: https://nd.nubip.edu.ua/2015_2/18.pdf [in Ukrainian]
10. Kaminskyi, V. F., & Boiko, P. I. (2013). Rol sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 6, 5–9. [in Ukrainian]
11. Martynovich, N. N. (1990). Svekla v sevooborotah Centralnoj Lesostepi pravoberezhya USSR. *Saharnaya Svekla: Proizvodstvo i Pererabotka*, 5, 32–38. [in Russian]
12. Prymak, I. D. (red.). (2009). *Buriakivnystvo*. Kyiv: Koloobih [in Ukrainian]
13. Pyshnyuk, L. P., Kushickaya, G. B., & Tanasevich, O. I. (1990). Svekla v sevooborotah zapadnoj Lesostepi USSR. *Saharnaya Svekla: Proizvodstvo i Pererabotka*, 5, 14–16. [in Russian]
14. Prysiazhniuk, O. I., Zaryshniak, A. S., Sinchenko, V. M., Muzyka, O. V., Svystunova, I. V., Slobodianuk, V. V., Borysenko, B. M., & Lukianchuk, O. V. (2022). Patterns of changes in the yield and quality of sugar beet roots under the application of measures increasing tolerance to water deficit in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Advanced Agritechnologies*, 10 (1). <https://doi.org/10.47414/na.10.1.2022.281385>
15. Tyshchenko, M. V., Filonenko, S. V., & Shevelov, O. P. (2004). Perspektivni poperednyky tsukrovyykh buriakiv u korotkotryvalykh sivozminakh gospodarstv Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 2, 52–55. [in Ukrainian]
16. Larney, F. J., Nitschelm, J. J., Regitnig, P. J., Pearson, D. C., Blackshaw, R. E., & Lupwayi, N. Z. (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>
17. Hurris, T. T., Norton, J. B., Mukhwana, E. J., & Norton, U. (2015). Soil organic carbon and nitrogen fractions and sugar beet sucrose yield in furrow-irrigated agroecosystems. *Soil Science Society of America Journal*, 79 (3), 876–888. <https://doi.org/10.2136/sssaj2015.02.0073>
18. Kenter, C., & Hoffmann, C. M. (2005). Seasonal patterns of sucrose concentration in relation to other quality parameters of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (1), 62–70. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2332>
19. Khan, Q. A., & McVay, K. A. (2014). Impact of tillage, irrigation method, and nitrogen rate on sugar beet productivity. *Agronomy Journal*, 106 (5), 1717–1721. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0081>
20. Stevens, W. B., Evans, R. G., Jabro, J. D., & Iversen, W. M. (2010). Nitrogen availability for sugarbeet affected by tillage system and sprinkler irrigation method. *Agronomy Journal*, 102 (6), 1745–1752. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0122>
21. Tsybmal, Ya. S., Boiko, P. I., Martyniuk, I. V., & Bakumova, M. V. (2022). Productivity of sugar beet in various crop rotations of the Left Bank Forest-Steppe with organo-mineral fertilizer. *Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice*, 4, 12–18. <https://doi.org/10.54651/agri.2022.04.02>

ORCID

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



2023 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.