УДК 633.63:631.55

ВИЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ВРОЖАЙНОСТІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ПЕРЕД ЗБИРАННЯМ

Д. А. Дерев'янюк

Поліський національний університет, Україна.

Стаття з спеціальності: 133 – галузеве машинобудування.

Кореспонденція авторів: derevyanko.dmutro@gmail.com.

Історія статті: отримано – листопад 2019, акцептовано – січень 2020.

Бібл. 12, рис. 1, табл. 3.

Анотація. У статті представлено спосіб визначення біологічної врожайності коренеплодів і гички цукрових буряків перед збиранням, який ґрунтується на експериментальних даних, отриманих безпосередньо в полі. Для зменшення трудомісткості процесу відбору проб і їх кількості з одночасним забезпеченням достовірності отриманого результату проведено статистичну обробку даних за критерієм Фішера, яка підтверджує що розмір залікової ділянки в досліджуваних межах (від 20 до 100 га) практично не впливає на величину біологічної врожайності, а мінімальна кількість проб дорівнює тринадцять.

На базі даних польових експериментів отримана формула коефіцієнта перерахунку біологічної врожайності у залікову залежно від конкретних умов збирання буряків.

Ключові слова: врожайність біологічна, залікова, валовий збір, втрати коренеплодів, критерій Фішера, коефіцієнт перерахунку.

Постановка проблеми

Цукрові буряки при інтенсивній технології вирощування збирають, як правило, поточковим способом.

З метою підвищення відповідальності членів збирально-транспортного загону за повноту збирання коренеплодів цукрових буряків та транспортування їх на бурякоприймальні пункти доцільно встановлювати загону завдання по обсягу сировини, що здається, у заліковій вазі з кожного конкретного бурякового поля.

Для цього за 1-2 дні до збирання визначають біологічну врожайність буряків і коефіцієнт переводу останньої в залікову врожайність коренеплодів.

Залікова маса може відрізнитися від біологічної урожайності на 7-9% і більше, у тому числі нормовані відходи головок коренеплодів у гичку 5%, допустимі втрати дрібних частин коренеплодів збиральними машинами – 1,5% і навантажувачами – 0,5%, втрати від підв'ялювання протягом першої доби зберігання коренеплодів у польових кагатах – 1,5-2% [1, 3, 7, 8].

У виробничих умовах різниця між біологічною врожайністю і заліковою масою може досягати 15-18%, особливо при роботі машин на засмічених полях,

при підвищеній або зниженій вологості ґрунту, а також на ділянках із крутизною схилів більше 3° [9, 10].

Допустимі за агровимогами втрати гички – до 10% [2, 7].

Методи визначення біологічної врожайності цукрових буряків залишаються трудомісткими, адже пов'язані з відбором проб шляхом викопування, очищення, зважування буряків вручну з рядка довжиною інколи до 900 м.

Отже, розробка достовірного способу визначення біологічної врожайності і розрахунок залікової ваги коренеплодів за менших затрат ручної праці потребує дослідження.

Аналіз останніх досліджень

З минулого відомі способи визначення біологічної врожайності буряків за густотою стояння рослин, підрахованою на рядку довжиною 2 м через кожні 50 м по діагоналі поля та за середньою масою коренеплодів, викопаних по одному з проб з лівого кінця мірної рейки, чи по п'яти ділянках довжиною 10 м і шириною, рівною 3-м міжряддям, чи по 4-х ділянках площею 100 м² кожна [2, 4].

У Німеччині, наприклад, біологічну врожайність коренеплодів отримують за результатом викопування буряків цукрових з 20-ти контрольних ділянок площею 6,75 м² [5, 6, 11, 12].

Мета досліджень

Метою даних досліджень є розробка малотрудомісткого і достовірного способу визначення біологічної і залікової врожайності коренеплодів за умови мінімальної кількості проб на одиницю площі, та величини коефіцієнта перерахунку біологічної врожайності коренеплодів у залікову при поточному і перевалочному способі збирання і різних строках зберігання в полі.

Результати досліджень

Щоб обґрунтувати мінімальну кількість проб за допустимої похибки визначення біологічної врожайності не більше 5%, на бурякових полях відбирали по 37 проб, з яких 33 розміщувались по діагоналях, 4 – по осевих лініях полів. Урожайність розраховували в середньому по 5, 9, 13, 17, 21, 25, 33 і 37 пробах. За контроль приймали біологічну врожайність, отриману по 37-ми пробах.

Як видно з табл. 1, у варіанті з 13 пробами біологічна врожайність відхиляється всього на 1,5-4,0 % від контролю, практично відсутня різниця між фактичним (2,12 %) і теоретичним (2,16 %) критеріями

істотної різниці. Саме тому біологічну врожайність коренеплодів у подальшому визначали за 13 пробами.

Для дослідження впливу величини площі бурякового поля на точність визначення біологічної врожайності виділяли ділянки розміром 20, 40, 60, 80 та 100 га, на кожній з яких окремо визначали біологічну врожайність (табл. 2). Підрахунки показують, що різниця між варіантами не перевищує 4,9 %, а обробка експериментальних даних на ПК виявила, що за теоретичного критерію Фішера 5 %, фактичний дорівнював 1,96 %, тобто істотної різниці поміж варіантами немає. Отже, розмір залікової ділянки практично не впливає на величину біологічної врожайності на полях з рівним рельєфом та однаковим за врожайністю фоном.

Таблиця 1. Відхилення біологічної врожайності коренеплодів цукрових буряків залежно від кількості проб (ПП «Україна» Попільнянського району Житомирської області, 2017 рік).

Table 1. Deviation of biological yield of sugar beet roots depending on the number of samples (PE "Ukraine" Popilnyansky district of Zhytomyr region, 2017).

Біологічна врожайність коренеплодів		Критерій істотної різниці, %	
т/га	%	фактичний	теоретичний
49,8	104,6	6,45	2,57
47,0	98,7	4,84	2,26
46,9	98,5	2,12	2,16
46,9	95,8	2,60	2,11
46,1	96,8	2,86	2,08
46,6	97,9	1,56	2,06
46,9	98,5	1,18	2,05
48,5	101,9	0,94	2,04
47,6	100,0	0,00	2,01

Рис. 1. Схема розміщення на полі місць відбору проб для визначення біологічної врожайності буряків (L – довжина поля, C – ширина поля, l – 2,22-метрові відрізки рядка і напрям взяття проби).

Fig. 1. The scheme of placement in the field of sampling sites to determine the biological yield of beets (L - field length, C - field width, l - 2.22-meter line segments and the direction of sampling).

Таблиця 2. Біологічна врожайність коренеплодів залежно від розміру ділянки поля (ПП «Україна» Попільнянського району Житомирської області, 2017 рік).

Table 2. Biological yield of root crops depending on the size of the field (PE "Ukraine" Popilnyansky district of Zhytomyr region, 2017).

Показники	Площа ділянки, га					Середнє (65 проб)
	20	40	60	80	100	
Біологічна врожайність, т/га	41,7	43,0	40,9	40,1	42,9	41,6
Відсоток до середнього, %	100,2	104,9	98,3	96,4	103,1	100

Таблиця 3. Втрати (відходи) цукроносної маси і коефіцієнт перерахунку біологічної врожайності у залікову.

Table 3. Losses (waste) of sugar mass and the conversion factor of biological yield into credit.

Види втрат (відходів) маси коренеплодів	Значення показників втрат маси коренеплодів, %		Коефіцієнт перерахунку біологічної врожайності в залікову
	Агротехнічні вимоги	На виробництві	
Некондиційні рослини	-	2,0	
Після машини гичкозбиральної	5,0	3,5	
коренезбиральної	1,5	5,8	
Можливість підібрати вручну	-	2,8	
Після буряконавантажувача	0,5	3,4	
Можливість підібрати вручну	-	1,8	
Загальні за потокового способу збирання	6,5	8,5/11,3	0,915/0,887
Середньодобові від прив'язання за умов польового зберігання	-	1,4	
Загальні за перевалочного способу збирання з вивезенням коренеплодів:			
в день викопування	7,0	10,1/14,7*	0,899/0,853
після викопування:			
наступного дня	-	11,5/16,4	0,855/0,843
на п'ятий день	-	17,4/21,7	0,829/0,783
на десятий день	-	22,7/27,3	0,773/0,727
Втрати гички	10,0	15-25	

* Тут і далі: в чисельнику дані за ручного підбирання втрачених коренеплодів збиральними машинами і буряконавантажувачем, у знаменнику – без підбирання.

Місця (точки) відбору проб для визначення біологічної врожайності коренеплодів по діагоналях і осьових лініях поля визначаються наступним чином (рис. 1). Крайні точки 1, 5, 6 і 9 – на відстані 70 м від кутів поля; точки 2, 4, 7 і 8 знаходимо діленням на дві відстані від точки перетину діагоналей (точка 3) до крайніх точок на них ($\frac{1-3}{2}$, $\frac{3-5}{2}$, $\frac{3-6}{2}$ і $\frac{3-9}{2}$); точки 10, 11, 12 і 13 – діленням довжини осьових ліній (ab, cd) на чотири.

Довжину діагоналей, осьових ліній, відстаней між місцями розташування проб визначали за картами-схемами чи вимірюванням безпосередньо в полі. Перший спосіб є менш трудомістким, проте вимагає

точного вимірювання на карті з витримуванням масштабу, розрахунків та перенесень на натуру.

Пробу відбирають у місцях розташування з більшої сторони поля. Вона складається із викопаних коренеплодів одного рядка довжиною 2, 22 м за міжрядь 45 см чи 1,66 м – за міжрядь 60 см. Коренеплоди ретельно очищують від ґрунту, гичку відрізають на діаметрі не більше 25 мм. Вилучають хвостову частину коренеплоду діаметром до 10 мм.

Масу коренеплодів, їх кількість, масу гички з проби заносять до робочого журналу.

За домовленістю з сировинною лабораторією цукрового заводу можна відбирати пробовідбірником типу «Рюпро». При цьому визначають тільки масу коренеплодів (умовно чисто) та їх цукристість, для

чого коренеплоди кожної проби затарюють в окремий мішок разом з етикеткою назви підприємства, номера поля, кількості коренеплодів. Дані також заносяться до робочого журналу.

Біологічну врожайність коренеплодів і гички (т/га) підраховують за формулою:

$$B_{\text{біол.}} = 10 B/n,$$

де B – сумарна маса коренеплодів чи гички всіх проб, кг; n – кількість проб (13); 10 – коефіцієнт переведу

Густоту стояння (тис. рослин на 1 га) визначають за тією ж формулою, де замість маси коренеплодів записують їх загальну кількість.

Залікова врожайність коренеплодів відрізняється від біологічної на величину втрат (відходів) маси при збиранні, навантажуванні і транспортуванні коренеплодів з поля на бурякоприймальні пункти цукрових заводів. Втрати виражаються у відсотках від біологічної врожайності і є складовою коефіцієнта перерахунку біологічної врожайності в залікову. У виробничих умовах, коли втрачені збиральними машинами коренеплоди підбираються вручну, загальні втрати цукроносної маси за потокового способу збирання можуть бути на рівні 8-8,5 %, за перевалочного (вивіз буряків в день викопування) – до 10,1 без ручного підбирання відповідно 11,3 і 14,7% (табл. 3).

За перевалочного способу збирання, у разі, коли коренеплоди із польових кагатів вивозять на п'ятий день після викопування, втрати складають 21,7, а на десятий – 27,3 % від біологічної врожайності.

Залікова врожайність коренеплодів (т/га) визначається за формулою:

$$B_{\text{зал.}} = B_{\text{біол.}} K,$$

де K – коефіцієнт перерахунку біологічної врожайності у залікову.

Він залежить від конкретних умов збирання буряків і дорівнює

$$K = \frac{B_{\text{біол.}} - B_{\text{т}}}{B_{\text{біол.}}} = \frac{100,0 - 8,5}{100,0} = 0,915,$$

де $B_{\text{т}}$ – втрати коренеплодів, т/га, або у відсотках; $B_{\text{біол.}}$ – біологічна врожайність коренеплодів у т/га, або 100 %.

Валовий збір коренеплодів (т):

$$B_{\text{збір}} = WB_{\text{зал.}}$$

де W – загальна площа бурякового поля, га.

Висновки

1. Обґрунтовано мінімальною кількістю проб для визначення біологічної врожайності коренеплодів і гички буряків цукрових є число тринадцять, що підтверджується результатами статистичного аналізу.

2. Розмір залікової ділянки в межах від 20 до 100 га практично не впливає на величину біологічної врожайності

3. Залікова маса може відрізнятися від біологічної урожайності на 7-9% і більше, особливо при роботі машин на засмічених полях, при підвищеній або зниженій вологості ґрунту, а також на ділянках із крутизною схилів більше. Коефіцієнт перерахунку біологічної врожайності коренеплодів у залікову у

конкретних умовах повинен встановлюватися в межах 0,85-0,90.

4. Щоб запобігти втратам врожаю, необхідно ретельно відрегулювати збиральні машини, організувати роботи зі своєчасного підбору втрачених коренеплодів та їх вивезенню, а також застосовувати потоковий або потоково-перевалочний спосіб збирання буряків із вивезенням викопаних коренеплодів у день збирання, не допускаючи тривалого зберігання їх у польових кагатах.

Список літератури

1. Буряки цукрові. Сівба. Показники якості та методи їх контролювання: ДСТУ 6054:2008. [Чинний від 2008-01-01]. Київ. Держспоживстандарт України. 2007. 12 с. (Національний стандарт України).
2. Bulgakov V., Pascuzzi S., Nadykto V., Ivanovs S. A mathematical model of the plane-parallel movement of asymmetric machine-tractor aggregate. Agriculture. 2018. Vol. 8(10). P. 151-157.
3. Обробіток ґрунту під цукрові буряки передпосівний. Вимоги та методи контролювання. ДСТУ 4819:2007. [Чинний від 2007-01-01]. Київ. Держспоживстандарт України. 2006. 9 с. (Національний стандарт України).
4. Bulgakov V., Ivanovs S., Santoro F., Anifantis A. Experimental investigation of the energy-power characteristics of the cleaner of the root crop heads from the haulm. Engineering for rural development. 2019. Vol. 18. P. 129-135.
5. Spall J. C. Factorial design for efficient experimentation: generating informative data for system identification. IEEE Control Systems Magazine. 2020. Vol. 30 (5). P. 38-53.
6. Сінченко В. М. Управління формуванням продуктивності цукрових буряків. Київ. Нілан-ЛТД. 2012. 582 с.
7. Волоха М. П. Технологічний комплекс машин для виробництва буряків цукрових: ширина міжрядь. Теорія, моделювання, результати випробувань: монографія. Київ. 2015. 220 с.
8. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Rosamaha Yu. O., Blesnyuk O. V., Ohienko A. V. Engineering management of two-phase coulter systems of seeding machines for implementing precision farming technologies. INMATEH. Agricultural Engineering. 2019. Bucharest. Vol. 58. No 2. P. 137-146. doi: 10.35633/INMATEH-58-15.
9. Mank V., Tonkha O., Galimova V., Surovtsev S., Menshov O., Bukova O., Rogovskiy I. Electrochemical investigation of cobalt absorption processes by soils of Ukraine. Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv-Geology. Kyiv. 2019. Vol. 3 (86). P. 31-39.
10. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Haponenko O.I., Ohienko M.M., Kulik V.P. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. INMATEH. Agricultural Engineering. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45-52. doi: 10.35633/INMATEH-60-05.
11. Gruber W. Trends bei der Technik für die Zuckerrübenanbau. Landtechnik. 2001. Jg. 56. № 6. P. 380-

381. Gutefachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion. Referat 516. Bonn. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung.

12. Іоніцой Ю. С. Технологічні показники якості коренеплодів різного походження за зберігання в кагатах. Цукрові буряки. 2013. № 6 (96). С. 14–16.

References

1. Sugar beets. (2007). Sowing. Quality indicators and methods of their control: DSTU 6054: 2008. [Effective from 2008-01-01]. Kyiv. 12. (National standard of Ukraine).

2. Bulgakov V., Pascuzzi S., Nadykto V., Ivanovs S. (2018). A mathematical model of the plane-parallel movement of asymmetric machine-tractor aggregate. Agriculture. Vol. 8(10). 151-157.

3. Pre-sowing tillage for sugar beets. (2006). Requirements and methods of control. DSTU 4819: 2007. [Effective from 2007-01-01]. Kyiv. 9. (National standard of Ukraine).

4. Bulgakov V., Ivanovs S., Santoro F., Anifantis A. Experimental investigation of the energy-power characteristics of the cleaner of the root crop heads from the haulm. Engineering for rural development. 2019. Vol. 18. P. 129-135.

5. Spall J. C. (2020). Factorial design for efficient experimentation: generating informative data for system identification. IEEE Control Systems Magazine. Vol. 30 (5). 38-53.

6. Sinchenko V. M. (2012). Management of the formation of productivity of sugar beets. Kyiv. Nilan-LTD. 582.

7. Volokha M. P. (2015). Technological complex of machines for the production of sugar beets: row spacing. Theory, modeling, test results: monograph. Kyiv. 220.

8. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Rosamaha Yu. O., Blesnyuk O. V., Ohienko A. V. (2019). Engineering management of two-phase coulter systems of seeding machines for implementing precision farming technologies. INMATEH. Agricultural Engineering. Bucharest. Vol. 58. No 2. 137-146. doi: 10.35633/INMATEH-58-15.

9. Mank V., Tonkha O., Galimova V., Surovtsev S., Menshov O., Bukova O., Rogovskiy I. (2019). Electrochemical investigation of cobalt absorption processes by soils of Ukraine. Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv-Geology. Kyiv. Vol. 3 (86). 31-39.

10. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Haponenko O.I., Ohienko M.M., Kulik V.P. (2020). Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. INMATEH. Agricultural Engineering. Bucharest. Vol. 60. No 1. 45–52. doi: 10.35633/INMATEH-60-05.

11. Gruber W. (2001). Trends bei der Technik für die Zuckerrübenenernte. Landtechnik. Jg. 56. № 6. 380–381. Gutefachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion. Referat 516. Bonn. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung.

12. Ionitsa Yu. S. (2013). Technological indicators of quality of root crops of different origin for storage in kagats. Sugar beets. № 6 (96). 14–16.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО УРОЖАЙНОСТИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПЕРЕД УБОРКОЙ

Д. А. Дерев'янюк

Аннотация. В статье представлены способ определения биологической урожайности коренеплодов и ботвы сахарной свеклы перед уборкой, основанный на экспериментальных данных, полученных непосредственно в поле. Для уменьшения трудоемкости процесса отбора проб и их количества с одновременным обеспечением достоверности полученного результата проведена статистическая обработка данных по критерию Фишера, которая подтверждает размер зачетной участки в исследуемых пределах (от 20 до 100 га) практически не влияет на величину биологической урожайности, а минимальное количество проб равна тринадцать.

На базе данных полевых экспериментов получена формула коэффициента пересчета биологической урожайности в зачетную в зависимости от конкретных условий уборки свеклы.

Ключевые слова: урожайность биологическая, зачетная, валовой сбор, потери коренеплодов, критерий Фишера, коэффициент пересчета.

DETERMINATION OF BIOLOGICAL YIELD OF SUGAR BEETS BEFORE COLLECTION

D. A. Derevyanko

Abstract. The article presents the method of determining the biological yield of roots and tops of sugar beet before the harvest, which is based on experimental data obtained directly in the field. To reduce the complexity of the process of sampling and their number while ensuring the reliability of the obtained result of the statistical processing of data by the Fisher test, which confirms that the size of the scoring area in the studied range (from 20 to 100 hectares) has virtually no effect on the magnitude of biological productivity, and the minimum number of samples is equal to thirteen.

On the basis of data of field experiments the obtained formula for the coefficient terms of the biological yield in the assessment, depending on the specific conditions of beetroots.

Key words: biological yield, transcripts, gross yield, loss of roots, the Fisher criterion, ratio.

Д. А. Дерев'янюк ORCID 0000-0001-8487-2153.