

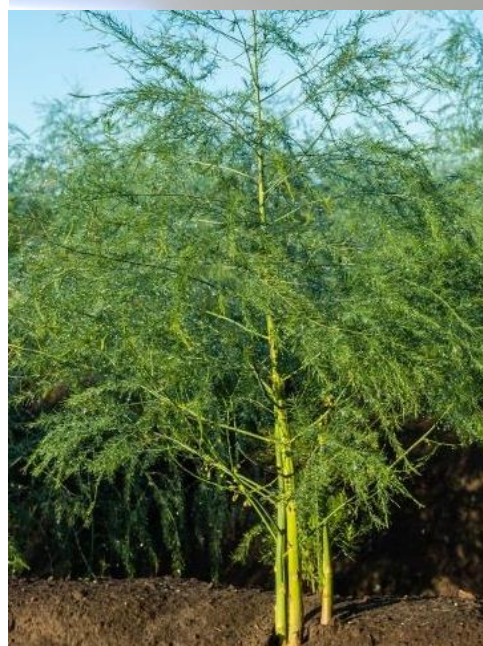


**Національна академія аграрних наук
Інститут овочівництва і баштанництва**



**МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ
ВМІСТУ РОЗЧИННИХ
ВУГЛЕВОДІВ У КОРЕНЯХ
СПАРЖІ ЛІКАРСЬКОЇ**

**Тетяна Івченко,
Владислав Баштан,
Тетяна Мірошніченко,
Наталя Баштан**



с. Селекційне, 2025

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ОВОЧІВНИЦТВА І БАШТАННИЦТВА

**МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ РОЗЧИННИХ
ВУГЛЕВОДІВ У КОРЕНЯХ СПАРЖІ ЛІКАРСЬКОЇ**

**Тетяна Івченко,
Владислав Баштан,
Тетяна Мірошніченко,
Наталя Баштан**

с. Селекційне, 2025

УДК 635 : 635.15 : 635.31

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Інституту овочівництва і баштанництва НААН (протокол № 8 від 10.09.2025).

Методика визначення вмісту розчинних вуглеводів у коренях спаржі лікарської / Т.В. Івченко, В.Б. Баштан, аспірант, Т.М. Мірошніченко, Н.О. Баштан Селекційне : ІОБ НААН, 2025. 12 с.

<https://doi.org/10.32717/agroscience.metod.2025.02>

Автори: Т.В. Івченко, доктор с.-г. наук, професор; В.Б. Баштан, аспірант; Т.М. Мірошніченко, кандидат с.-г. наук; Н.О. Баштан, кандидат с.-г. наук, старший дослідник

Рецензенти: О.В. Мельник, доктор с.-г. наук, с.н.с.

В.І. Михайлин, кандидат с.-г. наук

У методиці висвітлено інформацію про вимоги до проведення лабораторних робіт із визначення вмісту розчинних цукрів у коренях спаржі лікарської.

Детально представлено перелік необхідного обладнання та послідовність етапів проведення аналізу на вміст у кореневих зразках розчинних вуглеводів, документування, а також інтерпретації отриманих результатів.

Рекомендовано для фахівців овочевих господарств, наукових працівників, а також викладачів, докторантів і студентів вищої освіти зі спеціальностей 201 – агрономія та 203 – садівництво і виноградарство.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	4
1. ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ	5
2. ТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ	7
2.1. Матеріали та обладнання	7
2.2. Етапи аналізу	7
2.2.1. Відбір проб кореневих зразків у польових умовах	7
2.2.2. Підготовка зразків для вимірювання % Brix у кореновому соковій спаржі	9
2.2.3. Вимірювання % Brix	10
2.2.4. Документування і аналізування отриманих результатів за використання програми Aspire	11
БІБЛІОГРАФІЯ	11

ВСТУП

Споживання спаржі лікарської, яка завдяки співвідношенню вітамінів та мікроелементів характеризується багатьма цілющими властивостями, постійно зростає не тільки в країнах ЄС, а й в Україні. *Asparagus officinalis* L. є культурою багаторічною і її насадження за правильного догляду зберігають високу продуктивність до 12 – 15 років. Впродовж всього періоду вегетації у рослинах спаржі лікарської відбуваються складні фізіологічні перетворення, в результаті яких і формується її врожайність. Урожай є результатом послідовності фізіологічних процесів, і його показники залежать від ґрунтово-кліматичних умов вирощування та технології догляду за рослинами впродовж як поточного, так і попередніх сезонів. Власне, процес розвитку рослин відбувається за генетично закладеною схемою, на реалізацію якої на певному полі впливає рельєф місцевості, погодні умови як під час сезону збору продукції, так і впродовж всього попереднього року. За рахунок аналізу факторів росту і розвитку спаржі науковцями розроблялись моделі прогнозу врожайності насаджень цієї культури [1]. Однак, на практиці, єдиним доступним індикатором продуктивності рослин спаржі впродовж багатьох років залишалась врожайність списів і інтенсивність відростання папороті. Разом з тим, інтенсивність росту надземної частини рослин широко варіює у різних гібридів впродовж сезону, змінюється на різних етапах року і віку насаджень. Тому для розуміння потенціалу врожайності культури на початку сезону, а також розробки надійних критеріїв визначення врожайності цієї багаторічної культури досліджувались надійні системи контролю росту і розвитку рослин спаржі лікарської. В останні роки для вирішення цього питання активно використовують моніторинг вмісту у кореневій системі рослин спаржі лікарської розчинних вуглеводів (СНО), оскільки рівень їх накопичення є одним із ключових факторів, який визначає інтенсивність відростання молодих списів під час сезону збору продукції і є надійним індикатором стану насаджень [2]. У Новій Зеландії, США, Канаді, Мексиці, Великобританії, Нідерландах, Франції, Чилі та Німеччині виробники спаржі широко використовують систему «Aspire» для контролю стану насаджень, визначення оптимальної тривалості сезону збору продукції, а також підвищення ефективності проведення основних агрозаходів (мінеральних підживлень, поливів, застосування ЗЗР). Дане методичне видання розроблено з метою активного розповсюдження цієї перспективної методики серед виробників спаржі зеленої і спаржі білої у господарствах різних форм власності.

1. ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ

Рослини спаржі лікарської накопичують розчинні цукри (СНО) у м'ясистих запасаючих коренях у формі фруктанів, які за своєю структурою є полісахаридами, що складаються з одиниць фруктози, пов'язаних із фрагментом глюкози в молекулі сахарози. Важливе значення впливу вмісту СНО у коренях на врожайність встановлено давно, але лише недавно було розроблено інструменти, які дозволяють легко вимірювати і інтерпретувати їх вміст у рослинах.

Встановлено, що у рослин спаржі максимальне значення СНО спостерігається в коренях на початку сезону, у момент відростання списів. У подальшому на протязі сезону збору продукції їх концентрація поступово знижується через витрату енергії на відростання товарних списів [3]. (рис. 1).

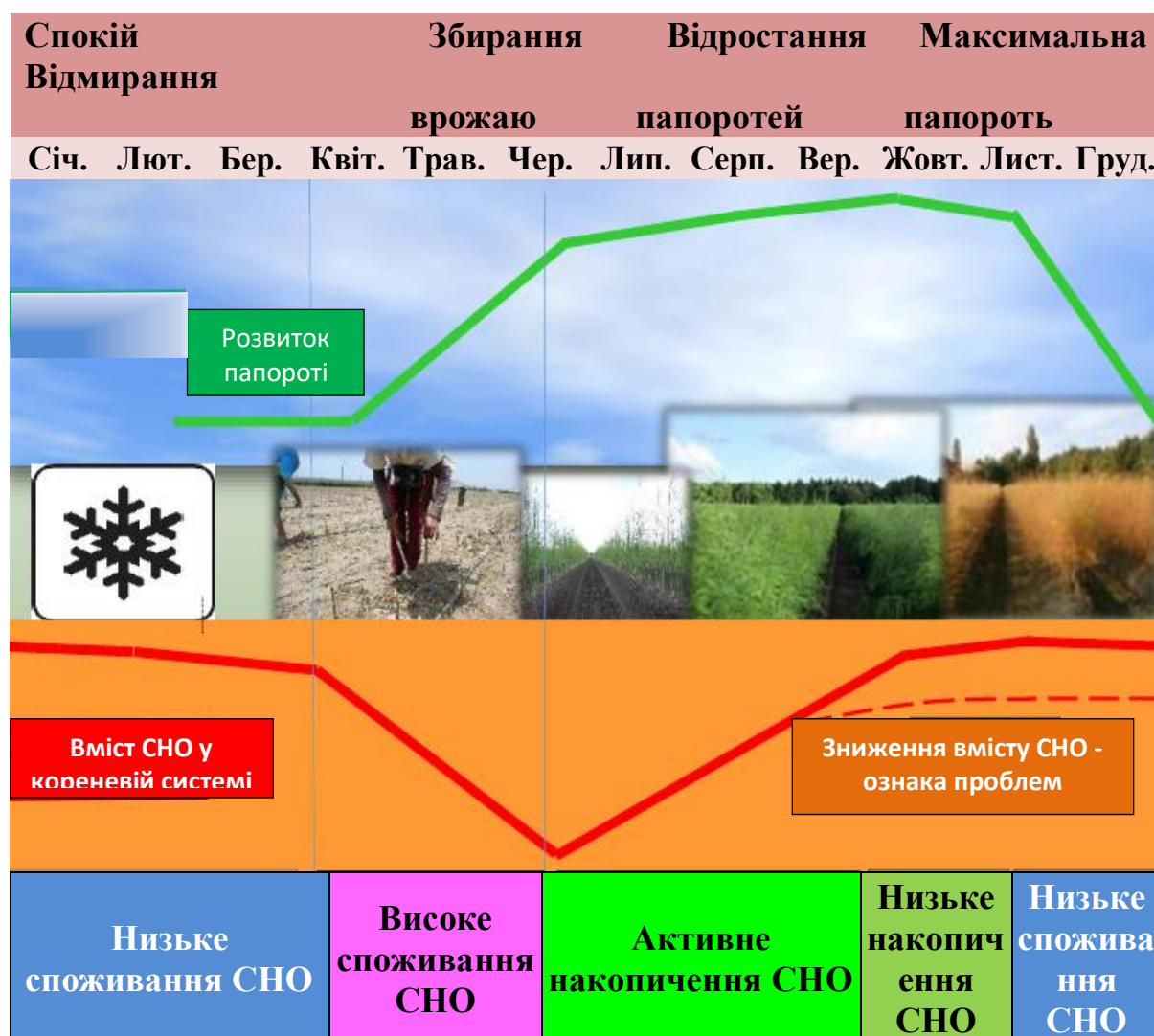


Рис.1 Динаміка зміни вмісту розчинних вуглеводів (СНО) у коренях спаржі протягом року [4].

Після завершення збору врожаю зниження рівня СНО продовжується, тому що цукри активно використовуються для формування молодих папоротей. У ліпні місяці, на етапі формування розвинених папоротей, завдяки активному фотосинтезу рівень СНО у коренях поступово підвищується, досягаючи максимального значення у кінці вегетації рослин. Загалом ефективність фотосинтезу в насадженнях спаржі залежить від віку рослин, інтенсивності освітлення, швидкості фотосинтезу, температури, волого- забезпечення та генетики рослин. Коефіцієнт загального рівня асиміляції зростає із збільшенням розміру папоротей і зменшується паралельно із їх старінням [5]

Після осіннього зниження температури швидкість показників фотосинтезу знижується [6], завдяки чому папороть спаржі старіє і переходить до стану спокою. Навесні, при підвищенні температури, рівень сахарози в коренях підвищується і це є сигналом для сплячих бруньок рослин щодо початку відростання списів спаржі [7].

Wilson і його команда [3] у своїх дослідженнях визначали зв'язок зміни вмісту СНО у кореневій системі із продуктивністю рослин. Вони встановили, що для високорентабельного виробництва потрібно регулювати ріст папороті та коренів як у поточному році, так і протягом всього життя насаджень. Оскільки ріст спаржі обумовлений вмістом СНО у коренях, контроль рівнів СНО в ключові моменти протягом життя насаджень допомагає підтримувати довгострокову врожайність. Відхилення від «ідеального» шаблону визначає проблеми у виробництві. Для отримання максимального врожаю спаржі необхідно забезпечити баланс між тривалістю збору врожаю та ростом папороті [1, 8]. Цей баланс залежить від тривалості вегетаційного періоду, тривалості збору врожаю, розміру і віку рослин, а також наявності факторів, які обмежують їх ріст. Доведено, що сила росту рослин спаржі у поточному році та її врожайність в наступному сильно пов'язані і тісно корелюють [9]. До факторів, які негативно впливають на відростання папоротей і накопичення СНО у коренях спаржі [10] та продуктивність рослин у наступні сезони відносять високу чисельність її шкідників, хвороби, дефіцит елементів живлення, посуху, забур'яненість насаджень, тощо. Зазначається, що надмірне зрошення або надлишкова кількість опадів в серпні-вересні можуть бути причиною активного відростання нової папороті за рахунок зниження СНО у коренях. Тому рекомендується контролювати вологість ґрунту у прикореневій зоні в оптимальних значеннях на рівні 70-80 % НВ [11].

2. ТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ

2.1. МАТЕРІАЛИ ТА ОБЛАДНАННЯ

Для визначення вмісту розчинних цукрів у коренях спаржі лікарської слід використовувати наступне обладнання і засоби:

- холодильник побутовий, відповідно до ГОСТ 16317-76 Холодильники побутові електричні та ДСТУ EN 62552:2016 Прилади побутові холодильні. Функційні характеристики та методи випробування;
- посуд і обладнання лабораторні скляні. Типи, основні параметри і розміри, відповідно до ГОСТ 25336-82;
- папір фільтрувальний лабораторний, відповідно до ГОСТ 7584-89;
- прес для часнику з нержавіючої сталі з ручкою;
- рефрактометр портативний із стандартним діапазоном вимірювань від 0 до 32% Brix, згідно із ДСТУ 9006:2020 Метрологія. Рефрактометри. Методика повірки; чинний 01.07.2021;
- зіп-пакети із застібкою розміром 120x 150 мм.
- лопата штикова із прямим лезом

2.2. ЕТАПИ АНАЛІЗУ

2.2.1 Відбір проб кореневих зразків у польових умовах

➤ Зберіть не менше ніж у 20 місцях корені типових рослин спаржі одного сорту і строку висадки, які вирощуються за однакових умов. Рівномірно відбирайте зразки по полю – використовуйте схему відбору зразків (рис.2).

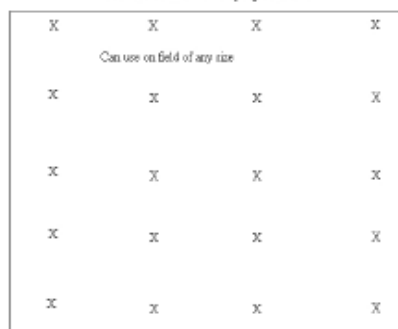


Рис. 2. Схема відбору зразків спаржі

➤ Зразки слід збирати щонайменше шість (6) разів протягом року, а саме: перед початком і наприкінці сезону збору врожаю, після укорінення папороті, в середині і наприкінці літа, коли папороть росте, а також наприкінці сезону, коли папороть засихає або відмирає. Додатковий відбір зразків під час збору врожаю може бути корисним для прогнозування швидкості втрати вуглеводів рослинами.

➤ Пронумеруйте 20 зіп-пакетів від 1 до 20 із назвою поля, датою відбору зразків.

➤ Використовуючи лопату штикову із прямим лезом, відповідно до рис.3 викопайте для аналізу корені довжиною 10 см. Для цього зробить перший вертикальний зріз ґрунту на відстані 15 см від центру ряду на глибину 25-30 см, а другий зріз під кутом 45 градусів на відстані 15-20 см від центру рядка.

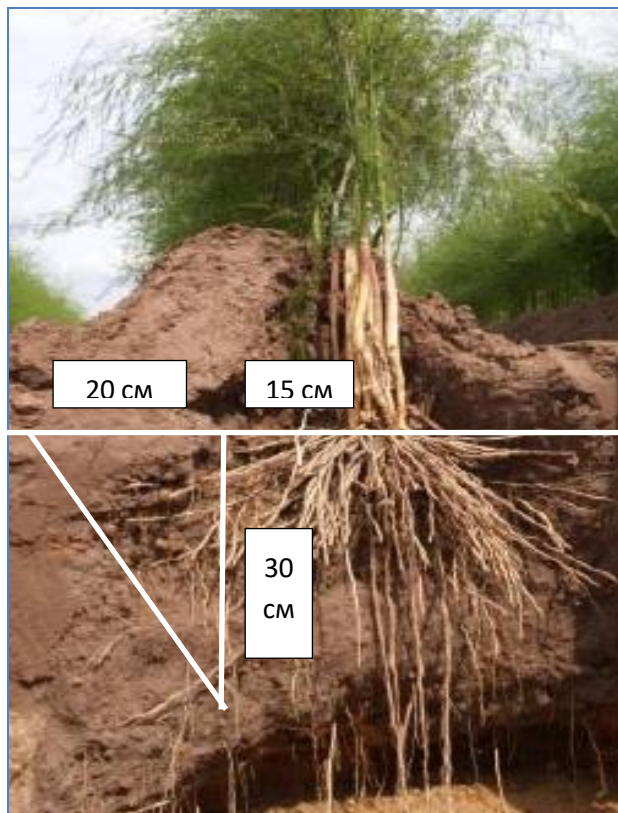


Рис. 3. Схема відбору проби корневих зразків спаржі

➤ Відокремте здорові корені для зберігання від ґрунту. Зберіть 10–12 коренів довжиною приблизно 10-15 см. Видаліть всі мертві, порожні або висохлі корені. Коріння повинно бути міцним, живим і твердим на дотик (рис. 4).



Рис. 4. Процедура відбору корневих проб спаржі і транспортування відібраних зразків.

➤ Помістіть корені для зберігання в промарковані пакети із застібкою-блискавкою (ідентифікатор з назвою поля, датою та номером зразка). Зберігайте зразки в переносному холодильнику, щоб зберегти їх (у спекотний літній період вам можуть знадобитися пакети з льодом/холодом). Продовжуйте збирати коріння по всьому полю.

2.2.2. Підготовка зразків для вимірювання % Brix у кореневому соковій спаржі

➤ Зібравши всі зразки, поверніться в лабораторію, змийте ґрунт з коренів і розкладіть їх для просушування на повітрі. Враховуйте, що зайві краплі води на коренях можуть бути причиною похибки при визначенні показника % Brix.

➤ Через декілька годин, після їх підсихання, поверніть їх у відповідний пакет із застібкою-блискавкою і заморозьте у морозильній камері холодильника впродовж 12-24 годин. Наступного дня зразки будуть готові для вимірювання % Brix. Заморожені зразки можна зберігати протягом декількох тижнів (рис.5).

Важливі моменти:

- Тримайте зразки окремо один від одного під час відмивання.
- Не використовуйте гарячу воду для миття коренів.
- Не пересушуйте коріння перед заморожуванням. Ви просто видаєте воду після відмивання.



Рис. 5. Підготовка проби для визначення вмісту цукру у коренях спаржі.

➤ Якщо ви повторно використовуєте пакети для зразків, переконайтеся, що вони чисті та сухі.

2.2.3 Вимірювання % Brix

➤ Вийміть заморожені корені з морозильної камери і розморозьте їх перед вимірюванням % Brix . При кімнатній температурі це займе близько 10-15 хвилин (рис. 4).

➤ Розморозьте коріння на старих газетах перед тим, як нарізати їх невеликими шматочками.

➤ **Переконайтеся, що рефрактометр показує нуль за допомогою кількох крапель чистої води.**

➤ Розріжте зразки коренів на невеликі сегменти по 1 см. Обов'язково відріжте трохи кореня з кожного зібраного шматочка кореня (див. рис. 5).

➤ Помістіть нарізані корені в часникодавку і вичавіть сік у невеликий одноразовий стаканчик (рис. 6).

➤ Промивайте та висушуйте паперовим рушником часниковий прес між пробами, щоб мінімізувати перехресне забруднення від попередньої проби, яку ви виміряли.

➤ Вичавивши сік з зразка нанесіть одну-дві краплі на скло рефрактометра. Подивіться через окуляр і помітьте лінію розмежування.



Рис. 6. Процедура отримання соку із коренів спаржі та визначення у ньому вмісту цукру за допомогою польового рефрактометра.

Важливі моменти:

- Утилізуйте подрібнене коріння і протирайте часникодавку насухо серветкою після кожної проби.
- Будь-яка вода або сік, що залишився на обладнанні, вплине на подальші показання.
- Не нагрівайте зразки, щоб спробувати прискорити розморожування.
- Кожен раз використовуйте чисту суху чашку

2.2.4. Документування і аналізування отриманих результатів за використання програми Aspire.

- Записуйте показники BRIX для кожного виміряного зразка і зберігайте файл даних про всі зразки для кожного поля.
- Очистіть скло рефрактометра чистою водою і протріть паперовим рушником між зразками.
- Продовжуйте цей процес, поки не виміряєте вміст цукру у всіх відібраних зразків.
- Ви можете отримати безкоштовний додаток для обробки значень % Brix. Для цього встановіть безкоштовний додаток, відомий як Aspire Asparagus Lite, з Google Play Store.
- У розділі введення даних перейдіть до введення BRIX і натисніть кнопку "ввести дані BRIX%". Введіть не менше 20 значень BRIX, виміряних для цього поля, та отримайте результат і рекомендації щодо тривалості збору продукції, а також впливу проведених агрозаходів на накопичення розчинних цукрів у коренях спаржі впродовж вегетаційного періоду.

Важливі моменти:

- Використовуйте рефрактометр, який містить читабельну шкалу від 0 до 32 % , який зазвичай використовують для вимірювання розчинних цукрів у винограді або інших фруктах і ягодах.
- Безкоштовний додаток Aspire Asparagus Lite доступний лише для систем Android і не підтримується на телефонах Apple.

Бібліографія

1. Wilson D. R., Cloughley, C. G., Sinton, S. M. (2002). AspireNZ: a decision support system for managing root carbohydrate in asparagus. Acta Hort. 589: 51–58.

2. Wilson D. R., Sinton S. M., Butler R. C., Drost D. T., Paschold P. J. (2008). CARBOHYDRATES AND YIELD PHYSIOLOGY OF ASPARAGUS – A GLOBAL OVERVIEW. *Acta Hortic.* 776, 413–428.
3. Wilson D. R., Sinton S. M., Wright C. E. (1999). Influence of time of spear harvest on root system resources during the annual growth cycle of asparagus. *Acta Hort.* 479: 313–319.
4. Asparagus production guide. [Електронний ресурс]. URL: <https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/198098/Asparagus%20production%20guide.pdf?sequence=1&isAllowed=y> ((дата звернення 20.11.2023)).
5. Lampert E. P., Johnson D. T., Tai A. W., Kilpatrick G., Antosiak R.A., Crowley P. H., Goodman E. D. (1980). A computer simulation to maximise asparagus yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105: 37–42.
6. Drost D. T. (1997). Wien H.C. (ed.), *The Physiology of Vegetable Crops*. CAB International, Asparagus. In: *Wantage*. p. 621–649.
7. New Zealand Asparagus Council represents asparagus growers throughout New Zealand [Електронний ресурс]. URL: <http://asparagus.org.nz/2016-conference-presentations/peter-falloon-presentation/> (дата звернення 12.05.2024).
8. Drost D. T., Wilson D. R. (2003). Monitoring root length density and root biomass in asparagus (*Asparagus officinalis*) with soil cores. *NZ J. Crop Hort. Sci.* 31: 125–137.
9. Ernst M., Krug H. (1998). Seasonal growth and development of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) III. The effect of temperature and water stress on carbohydrate content in storage roots and rhizome buds. *Gartenbauwissenschaft*. 63: 202–208.
10. Efron B., Tibshirani R. (1986). Bootstrap methods for standard errors, confidence intervals, and other measures of statistical accuracy. *Statistical Sci.* 1: 54–57.
11. Івченко Т. В., Лялюк О. С., Мірошніченко Т. М., Баштан Н. О., Мозговська Г. В., Баштан В. Б. (2024). Технологія вирощування спаржі зеленої та перспективні гібриди для Лісостепової зони України. Практичний посібник. Селекційне. 100 с.