

**ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ПІД ЧАС  
ТЕСТУВАННЯ НА ВІДМІННІСТЬ НОВИХ СОРТІВ ХОЛОДКУ  
ЛІКАРСЬКОГО  
(*ASPARAGUS OFFICINALIS* L.)**

**Н. Лещук, к. с.-г. н.<sup>1</sup>**

ORCID ID: 0000-0001-6025-3702

**Н. Орленко, к. с.-г. н.<sup>1</sup>**

ORCID ID: 0000-0003-0494-2065

**О. Орленко, к. с.-г. н.<sup>1</sup>**

ORCID ID: 0009-0001-3309-0757

**О. Дидів, к. с.-г. н.<sup>2</sup>**

ORCID ID: 0000-0003-4155-5945

**І. Дидів, к. с.-г. н.<sup>2</sup>**

ORCID ID: 0000-0001-8605-1092

<sup>1</sup>Український інститут експертизи сортів рослин

<sup>2</sup>Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/agronomy2024.28.127>

**Лещук Н., Орленко Н., Орленко О., Дидів О., Дидів І. Застосування інтелектуального аналізу під час тестування на відмінність нових сортів холодку лікарського (*Asparagus officinalis* L.)**

Проаналізовано особливості формування рослинних сортових ресурсів холодку лікарського в Україні. Досліджено сорти холодку лікарського, внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, оцінювання цих сортів з виокремленням груп схожих сортів цього ботанічного таксону; розроблення елементів комп'ютерної технології інтелектуального аналізу даних із застосуванням методу машинного навчання для спрощення процесу аналізу унікальності сорту під час експертизи на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС) класифікацією сортів рослин за морфологічними ознаками. Для статистичного оброблення використано результатні дані експертизи на відмінність, однорідність та стабільність холодку лікарського. Моделювання здійснено з використанням алгоритму найближчих сусідів, методом Machine Learning у середовищі статистичного пакета IBM SPSS. Сформовано модель подібних сортів холодку лікарського. У складі моделі 11 сортів холодку лікарського, які внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Параметрами моделі слугували такі ознаки: «Час появи пагонів», «Пагін: антоціанове забарвлення верхівки», «Пагін: форма верхівки», «Пагін: діаметр біля основи верхівки порівняно з серединою стебла», «Пагін: положення покривних листків», «Пагін: перший покривний листок при основі верхівки за довжиною», «Пагін: перший покривний листок при основі верхівки за шириною», «Рослина: кількість стебел», «Пагін: відкриття покривних листків», «Рослина: щільність філокладій», «Рослина: інтенсивність зеленого забарвлення листків», «Стебло: за довжиною», «Стебло: за довжиною до першого розгалуження», «Стебло: діаметр над поверхнею ґрунту», «Час початку цвітіння». Розраховано відстані між параметрами моделі, які дали змогу виокремити найподібніші та найвідмінніші сорти спаржі. Цільовою змінною обрано ознаку «Рослина: інтенсивність зеленого забарвлення листків», фокусною – «Стебло: за довжиною», міткою спостережень – «Назва сорту». Ідентифіковано такі найподібніші групи сортів: 'Бахус' та 'Ерасмус'; 'Гуелф Екліпс' та 'Гуелф Мілленніум'. Найвідміннішими є сорти 'Гролім', 'Баклім' й 'Гійнлім'. За показниками господарсько-цінних характеристик сортів холодку лікарського високоврожайними виявились сорти: 'Сігнус', 'Кумулюс', 'Бахус' та 'Ерасмус'; найстійкішими проти кореневої гнилі: 'Бахус', 'Гуелф Еквінокс' та 'Гуелф Екліпс'; а проти церкоспорозу – сорти: 'Сігнус', 'Кумулюс', 'Пріус', 'Бахус', 'Ерасмус' та 'Гуелф Еквінокс'.

**Ключові слова:** спаржа, сорт, ознаки ВОС-тесту, модель, алгоритм найближчого сусіда, врожайність.

**Leshchuk N., Orlenko N., Orlenko O., Dydiv O., Dydiv I. Application of intelligent analysis in testing the distinctiveness of new asparagus varieties (*Asparagus officinalis* L.)**

The peculiarities of the formation of plant varietal resources of asparagus in Ukraine are analysed. The article investigates the varieties of asparagus included in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine, evaluates these varieties with the allocation of groups of similar varieties of this botanical taxon; develops the elements of computer technology for intellectual data analysis using the machine learning method to simplify the process of analysing

the uniqueness of a variety during the examination for distinctiveness, uniformity and stability (DUS) by classifying plant varieties according to their morphological characteristics. The results of the examination for distinctiveness, homogeneity and stability of asparagus were used for statistical processing. The modelling was carried out using the nearest neighbours algorithm, using the Machine Learning method in the IBM SPSS statistical package. A model of similar varieties of asparagus was formed. The model includes 11 varieties of asparagus, which are included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine. The model parameters were as follows: ‘Shoot emergence time’, ‘Shoot: anthocyanin colouration of the apex’, ‘Shoot: shape of the apex’, ‘Shoot: diameter at the base of the apex compared to the middle of the stem’, ‘Shoot: position of the cover leaves’, ‘Shoot: first cover leaf at the base of the apex in length’, ‘Shoot: first cover leaf at the base of the apex in width’, ‘Plant: number of stems’, ‘Shoot: opening of cover leaves’, ‘Plant: density of phylloides’, ‘Plant: intensity of green colour of leaves’, ‘Stem: length’, ‘Stem: length to first branching’, ‘Stem: diameter above soil surface’, ‘Flowering time’. The distances between the model parameters were calculated, which made it possible to identify the most similar and distinctive asparagus varieties. The target variable is ‘Plant: intensity of green colour of leaves’, the focus variable is ‘Stem: length’, and the label of observations is ‘Variety name’. The most similar groups of varieties were identified: ‘Bakhus’ and ‘Erasmus’; ‘Guelph Eclipse’ and ‘Guelph Millennium’. The most distinctive varieties are ‘Grolim’, ‘Baklim’ and ‘Ginlim’. According to the indicators of economic and valuable characteristics of the varieties of asparagus, the highest yielding varieties were: ‘Signus’, ‘Kumulus’, ‘Bakhus’ and ‘Erasmus’; the most resistant to root rot: ‘Bakhus’, ‘Guelph Equinox’ and ‘Guelph Eclipse’, and against cercospora – varieties: ‘Signus’, ‘Kumulus’, ‘Prius’, ‘Bakhus’, ‘Erasmus’ and ‘Guelph Equinox’.

**Keywords:** asparagus, variety, trait, DUS - test, model, nearest neighbor method, yield.

**Постановка проблеми.** Холодок лікарський – це багаторічна овочева рослина, яка належить до родини спаржевих (*Asparagaceae*). У літературі також використовують синоніми назви рослини: спаржа, шпараги та аспарагус. Рослину широко застосовують у медицині й кулінарії та здавна вважають делікатесом у всьому світі. Холодок лікарський – одна з найсмачніших, найкорисніших та найдорожчих овочевих рослин. З-поміж 200 сортів (*Asparagus officinalis* L.) у їжу використовують лише декілька. Вживати можна молоді етільовані пагони 15–22 см завдовжки, товщина яких не перевищує 2 см. У коренях, пагонах та насінні рослини міститься велика кількість корисних речовин і вітамінів. Це аскорбінова й ніотинова кислоти, тіамін і багато іншого. Крім цього, саме в лікарському аспарагусі містяться такі речовини, як сапоніни і хелідонова кислота. Крім наявності поживних якостей, спаржа – декоративна культура, яку використовують у флористиці для створення букетів.

Останніми роками в Україні помітно зростає популярність спаржі, але власна селекція відсутня, тому для вирощування використовують сорти нідерландської, канадської та французької селекції. Нідерландські сорти виявилися найпридатнішими для вирощування в різних регіонах України, менше – французькі та канадські.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аспарагус вирощують у регіонах із помірним і субтропічним кліматом: це майже вся Європа, за винятком деяких північних районів, Мала і Центральна Азія, Північна Африка, Північна Америка, Австралія і Нова Зеландія. У цих країнах на заплавах лук, у чагарниках і травах, у степах, а іноді на по-

лях, понині можна зустріти дику спаржу. Походження дикої спаржі точно не встановлено. Вона є в Європі, Північній Африці, Західній Азії та в Україні. Поширення спаржі у світі зумовлене її поживною цінністю та смаковими властивостями. Європа – один із найбільших виробників спаржі, особливо такі країни, як Німеччина, Іспанія, Італія та Франція. Спаржу промислово вирощують у Сполучених Штатах та Канаді. У США основні виробники спаржі – у Каліфорнії, Мічигані та штаті Вашингтон. Зелена спаржа – найпопулярніший тип у цьому регіоні. У Південній Америці завдяки сприятливим кліматичним умовам спаржу вирощують протягом усього року. А Перу є одним із найбільших експортерів спаржі. Спаржу також вирощують в Азії, особливо в Китаї, Японії й Тайланді. У Китаї спаржа є важливим експортним продуктом, а також популярним інгредієнтом у місцевих стравах. Вирощування культури також поширене в Австралії й Новій Зеландії. Основними країнами-споживачами спаржі є Китай, США та Німеччина. Головні експортери – Мексика, Перу і США. Абсолютним лідером із вирощування культури у світі сьогодні є Китай: у цій країні площі під спаржею становлять 65 тис. га. На другому і третьому місцях – США і Німеччина, з площею 58 тис. га і 26 тис. га відповідно. Сумарно у країнах ЄС спаржеві плантації утворюють близько 60 тис. га, а річний обсяг виробництва становить 250 тис. т.

На одному місці спаржа може рости близько 20 років, утворюючи за цей час більше ніж 50 пагонів, і досягати висоти до 1,5 м. Ця рослина невибаглива і холодостійка, досить легко переносить сильні (до -30 °C) морози, хоча може постраждати

від невеликих (близько  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) весняних приморозків. Після довгої зими рослина пробуджується в той період, коли температура ґрунту сягає  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Аспарагус – дводомна рослина. На чоловічих квітках утворюється пилок. На жіночих – невеликі неїстівні ягоди червоного кольору, в яких є максимум дві насінини, що зберігають схожість до п'яти років. Чоловічі рослини спаржі зазвичай мають довші та товстіші спаржеві списи. Їхні квіти також більші та довші. Вони мають шість тичинок і одну маточку. Жіночі рослини спаржі, як правило, менші. Вони мають квіти із шістьма маточками і трилопатеви тичинками. Запилене насіння жіночих квітів перетворюється на маленькі червоні ягоди. Ці ягоди отруйні. Гермафродитна спаржа – це чоловічі рослини з жіночими органами, які здатні до самозапилення. Виокремлюють зелену, білу та фіолетову спаржу. Зелена найпоширеніша, її вирощують на сонячному світлі, а білу – під землею або під покриттям, щоб уникнути впливу сонячного світла. Антоціан формує фіолетовий колір спаржі, який зникає під час термічної обробки.

Спаржа в Україні вважається найдорожчим овочем. У 2024 році ціни на неї в Україні коливалися від 300 до 400 грн за кілограм у роздрібній торгівлі, що зіставно з європейськими цінами. Зрозуміло, що такі цінові показники спонукають фермерів вирощувати культуру в Україні. У світовій науковій літературі широко представлені дослідження з аналізу морфологічних характеристик сортів холодку лікарського за різних умов вирощування. Так, у науковій праці [1] наведено результати досліджень морфологічних та ембріологічних особливостей жіночих (пістилатних) та чоловічих (стамінатних) квіток аспарагуса. У дослідженні порівняно структуру та функції обох типів квітів, проаналізовано їхню судинну анатомію та процес розвитку ембріональних тканин. Результати дослідження розкривають відмінності у структурі жіночих та чоловічих квітів, що впливає на їхні запилення та розмноження. Судинну анатомію досліджують для розуміння процесів транспорту води та поживних речовин у квітах. Ембріологічний аналіз висвітлює стадії розвитку квіток та особливості їхнього формування. Ці знання мають важливе значення для селекції аспарагуса та вдосконалення методів його вирощування.

У статті [2] проаналізовано особливості розвитку рослин, хімічного складу та впливу зеленої й білої спаржі (*Asparagus officinalis*) на організм. Порівняно два типи культури за їхніми морфологічними характеристиками та хімічним складом, виявлено відмінності, які впливають на смак, текстуру та кулінарні властивості обох сортів. Результати дослідження дають нові знання про спаржу як

джерело розвитку, зокрема про селекційні та вирощувальні практики, а також її хімічний вплив на організм людини. Ця інформація може бути корисною для виробників, кулінарів та споживачів спаржі, адже дає змогу глибше зрозуміти особливості холодку лікарського.

У статті [3] досліджено морфологічні особливості та середовище вирощування (*Asparagus officinalis* L.) в Туреччині, а також соціально-економічний статус виробників. Проаналізовано різні аспекти вирощування спаржі, зокрема її структуру, розвиток та особливості адаптації до різних умов навколишнього середовища. Розглянуто вплив факторів навколишнього середовища, як-от ґрунт, клімат і водні ресурси, на ріст і врожайність спаржі. Також висвітлено морфологічні особливості рослини, які можуть впливати на її якість і стійкість до хвороб. Крім того, проаналізовано соціально-економічну структуру виробників спаржі, зокрема їхній досвід, рівень освіти, методи виробництва та участь у ринках. Дослідження виявляє взаємозв'язок між соціально-економічними факторами та успішністю виробництва спаржі. Результати статті дають цінну інформацію про те, як морфологічні та середовищні характеристики спаржі впливають на ефективність виробництва, а також як соціально-економічна структура виробників визначає практики та стратегії вирощування. Ці знання можуть бути корисними для покращання врожайності та сталого розвитку виробництва спаржі.

У дослідженні [4] розкрито конкурентні відносини між Перу та Китаєм на світовому ринку аспарагусу. Автори аналізують ситуацію в галузі вирощування та експорту аспарагусу в обох країнах, визначаючи переваги та недоліки кожної з них у міжнародній торгівлі. Тут розглянуто ключові чинники, які впливають на маркетингові успіхи Перу та Китаю, зокрема аграрну політику, виробничі витрати, доступ до ринків та інші фактори. Завдяки проведеному дослідженню автори висновкують про потенціал і можливості обох країн у цій сфері, а також наводять рекомендації для покращання їх конкурентної позиції на світовому ринку аспарагусу. Стаття [5] присвячена оптимізації процесів індукції калюсу та регенерації сянців в аспарагусі. Дослідники ставлять за мету розробку ефективних методів для покращання процесів тканинної культури в аспарагусі, що має важливе значення для селекції та розмноження цієї рослини. Тут описано різні фактори впливу на індукцію калюсу, включно з типами та концентрацією ростових регуляторів, а також умовами культури. Результати дослідження надають цінні рекомендації для оптимізації прото-

колів культивування аспарагусу, сприяючи підвищенню ефективності селекційної роботи та виробництва садивного матеріалу.

Дослідження лікувальних властивостей різних видів аспарагусу розкрито в статті [6]. Автори аналізують різноманітні аспекти рослин, зокрема їх хімічний склад, активні компоненти та біологічні ефекти. Особливу увагу приділено можливим медичним застосуванням аспарагусу, таким як антиоксидантна, протизапальна, протиракова та інші властивості. Розглянуто й потенційні ризики та побічні ефекти під час використання аспарагусу в лікувальних цілях. Проаналізовано сучасний стан досліджень у цій галузі та наголошено на важливості подальших наукових розвідок для підтвердження й розширення знань про лікувальні властивості аспарагусу.

Еволюцію роду *Asparagus L.* представлено у статті [7]. За допомогою молекулярно-філогенетичних методів автори аналізують генетичні дані, щоб з'ясувати еволюційні зв'язки та шляхи поширення рослин за межі Південної Африки. Результати дослідження надають нові знання про еволюційну історію роду *Asparagus L.* і сприяють розумінню біологічного різноманіття цієї групи рослин.

Дослідження кінетичних аспектів та математичне моделювання процесу сушіння аспарагусу різними методами описано у праці [8]. Автори аналізують ефективність і вплив різних методів сушіння, таких як повітряне, сонячне та електричне, на властивості аспарагусу. Застосовуючи кінетичні моделі та математичні підходи, дослідники оцінюють швидкість сушіння, втрати вологи, а також зміни хімічного складу рослини під час різних методів сушіння. Робота допомагає визначити найоптимальніші умови сушіння для збереження якості аспарагусу, забезпечуючи рекомендації для виробників щодо вибору ефективних методів сушіння та контролю процесу.

Досліджено фітохімічні властивості й терапевтичний потенціал рослин *Asparagus racemosus* [9]. Автори аналізують хімічний склад цієї лікарської рослини, зокрема її основні активні сполуки, такі як сапоніни, флавоноїди та інші фітохімічні компоненти. Розглянуто терапевтичні властивості *Asparagus racemosus*, як-от її антиоксидантні, протизапальні, імуностимулюючі та інші лікувальні властивості, а також можливе використання *Asparagus racemosus* у традиційній медицині та її перспективи в сучасній фармацевтиці. Автори доходять висновків щодо потенційних застосувань рослини у профілактиці та лікуванні різних захворювань,

а також наголошують на важливості подальших наукових досліджень для підтвердження її ефективності та безпеки.

У статті [10] порівняно різні сорти білої спаржі в Німеччині. Дослідження спрямоване на оцінку продуктивності, якості та стійкості різних сортів білої спаржі. Автори розглядають важливі характеристики, такі як урожайність, смакові якості, стійкість до хвороб і тривалість вегетаційного періоду. Результати дослідження надають інформацію про найефективніші сорти для вирощування в німецьких умовах, що може бути корисним для фермерів та виробників спаржі. Обговорено також перспективи подальших досліджень та покращання сортів білої спаржі для підвищення їхньої продуктивності та якості.

У праці [11] проаналізовано методи й стратегії продовження періоду збирання врожаю спаржі на півдні Іспанії. Дослідження спрямоване на розробку ефективних способів продовження сезону збору врожаю спаржі, що дозволить фермерам збільшити прибутковість та ефективність виробництва. У статті розглянуто різні агрономічні практики, зокрема вибір сортів, терміни посадки та методи управління поливом і добривами. Результати дослідження демонструють можливості збільшення тривалості збору врожаю спаржі, що позитивно впливає на економіку регіону та забезпечує більшу стабільність постачання на ринок. Автори також обговорюють перспективи подальших досліджень та покращання технологій вирощування спаржі в цьому регіоні.

Робота [12] досліджує якість дикої та культивованої спаржі, порівнюючи сирові та приготовані на пару паростки. Дослідження спрямоване на оцінку харчової цінності, смакових якостей та текстури спаржі в різних формах. Автори аналізують відмінності між диким та культивованим різновидами спаржі, а також вплив обробки паром на ці характеристики. Результати дослідження дають глибше розуміння переваг та недоліків кожного типу спаржі та методу приготування. Це дослідження може бути корисним для кулінарів, дієтологів та виробників, які прагнуть оптимізувати якість спаржі в раціонах харчування та в кулінарних застосуваннях. Вирощування спаржі вимагає певних кліматичних умов, таких як помірні температури та добре дренований ґрунт. Найкращий тип ґрунту для їхнього росту – глибока, пухка, легка глина з великою кількістю органічних речовин, або легкі супіски, що є рівною сумішшю ґрунту та мулу.

Наукові дослідження свідчать, що спаржа містить вітаміни (А, С, Е, К, В<sub>6</sub> тощо), мінерали (за-

лізо, калій, магній, фосфор) та антиоксиданти з фітохімічними речовинами [13]. У цій статті також досліджено вплив розміщення рослин на врожайність та розмір спаржі. З метою визначення оптимального варіанта, що максимізує врожайність та забезпечує досягнення оптимальних розмірів продукції автори провели експериментальні роботи й використали методи статистичного аналізу для оцінювання впливу розміщення рослин на розмір урожаю та розмір продукції. Отримані результати можуть бути корисними для агрономів, садівників та фермерів у вдосконаленні методів вирощування спаржі з метою підвищення її продуктивності та якості. Стаття [14] авторства Івченко Т. В. та Лялюк О. С. присвячена дослідженню ефективності короткострокового зберігання спаржі зеленої у холодильній камері залежно від виду пакування, та визначення економічної ефективності розробленого способу. У роботі розглядаються різні підходи до зберігання зеленої спаржі з метою збереження її якості та властивостей протягом короткого періоду. Автори використовують експериментальний підхід для порівняння різних методів зберігання, а також аналізують вплив різних умов зберігання на збереження свіжості та корисних властивостей спаржі. Результати дослідження можуть бути корисними для практиків у галузі постачання та зберігання овочів, а також для подальших досліджень у сфері харчової промисловості та сільського господарства.

**Постановка завдання.** Наше завдання – обґрунтувати особливості формування рослинних сортових ресурсів холодку лікарського в Україні, а також дослідити сорти холодку лікарського, які включені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, оцінити ці сорти з виокремленням груп схожих сортів цього ботанічного таксону; розробити елементи комп'ютерної технології інтелектуального аналізу даних із застосуванням методу машинного навчання для спрощення процесу аналізу унікальності сорту під час експертизи на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС) шляхом класифікації сортів рослин за морфологічними ознаками.

**Виклад основного матеріалу.** Під час проведення дослідження використано дані результатів експертизи сортів холодку лікарського на відмінність, однорідність і стабільність, що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [15]. Ці дані були отримані шляхом анкетування заявників, які за законом [16] несуть повну відповідальність і за надану інформацію. Показники кваліфікаційної експертизи на відмінність, однорідність і стабільність містять 16 оз-

нак. Заявники проводили морфологічний опис сортів рослин під час польової діагностики якісних (QL), кількісних (QN) холодку озимого відповідно до національної методики [17], що є нормативним документом для проведення експертизи на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС-тест), та за міжнародними вимогами UPOV [18].

Отримані дані були занесені до бази даних інформаційної системи Українського інституту експертизи сортів рослин. Ці дані підлягають статистичному обробленню й стають підставою для експертного висновку щодо відповідності нового сорту вимогам ВОС експертизи. Аналітичне оброблення даних здійснено з використанням демонстраційної версії статистичного пакету IBM SPSS Statistics. Для комп'ютерного оброблення даних морфологічних ознак використані номінальна і порядкова шкали. Номінальну шкалу застосовували для якісних показників (QL) за такими ознаками: «Пагін: форма верхівки», «Пагін: діаметр біля основи верхівки порівняно з серединою стебла», «Пагін: положення покривних листків», «Пагін: перший покривний листок при основі верхівки за довжиною», «Тип цвітіння», «Час початку цвітіння», «Час появи пагонів», «Пагін: відкриття покривних листків», «Пагін: перший покривний листок при основі верхівки за шириною». Порядкову шкалу застосовано для кількісних ознак (QN), а саме «Пагін: антоціанове забарвлення верхівки», «Рослина: кількість стебел», «Рослина: щільність філоклодій», «Рослина: інтенсивність зеленого забарвлення листків», «Стебло: за довжиною», «Стебло: за довжиною до першого розгалуження», «Стебло: діаметр над поверхнею ґрунту».

Класифікацію сортів за морфологічними ознаками виконано із застосуванням алгоритму машинного навчання «Nearest Neighbor» (Найближчий сусід). Основна ідея методу «найближчого сусіда» полягає в тому, що схожі варіанти зазвичай мають схожі значення цільової змінної. Цей метод є особливо ефективним у тих випадках, під час оброблення великого обсягу даних, таких як морфологічні описи рослин. Формування даних моделі сортів для класифікації здійснено з використанням таких параметрів: як параметру Case Label, використана змінна «Назва сорту». Для фокусної змінної (Focal Case Identifier) обрано ознаку «Стебло: за довжиною». Ця змінна приймає унікальне значення для кожного сорту спаржі і може відокремити їх один від одного. Для параметра Target (цільової змінної) було використано ознаку «Рослина: інтенсивність зеленого забарвлення листків». Усі

інші морфологічні ознаки були використані як параметри Features. Це допомогло покращити точність та надійність результатів аналізу.

Зауважимо, що метод «Nearest Neighbor» уже був апробований авторами й він показав свою придатність під час аналізу колекції сортів салату голвчастого [19] та гречки їстівної [20].

У базі даних автоматизованої інформаційної системи УІЕСР налічується інформація щодо 25

поданих заявок на набуття сортами холодку озимого, майнових та немайнових прав, усі вони мають іноземне походження. Із них 13 сортів спаржі наявні у Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні на червень 2024 року. Предметом наших досліджень були сорти холодку лікарського, які включено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні (табл. 1).

Таблиця 1

**Заявники та країни походження сортів холодку лікарського, які включено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні**

№ з/п	Сорт	Заявник	Рік подання заявки	Країна походження
1	‘Баклім’	Лімгруп Б.В.	2016	Нідерланди
2	‘Гійнлім’	Лімгруп Б.В.	2016	Нідерланди
3	‘Гролім’	Аспарагус Бехір Б.В.	2018	Нідерланди
4	‘Сігнус’	Бейо Заден Б.В.	2018	Нідерланди
5	‘Кумулос’	Бейо Заден Б.В.	2018	Нідерланди
6	‘Пріус’	Бейо Заден Б.В.	2018	Нідерланди
7	‘Бахус’	Бейо Заден Б.В.	2018	Нідерланди
8	‘Ерасмус’	Бейо Заден Б.В.	2019	Нідерланди
9	‘Гуелф Еквінокс’	Юніверсіті оф Гуелф	2023	Канада
10	‘Гуелф Екліпс’	Юніверсіті оф Гуелф	2023	Канада
11	‘Гуелф Мілленніум’	Юніверсіті оф Гуелф	2023	Канада

### Баклім



Гібрид F<sub>1</sub> ‘Баклім’ – пізньостиглий високоврожайний та забезпечує стабільну якість товарної продукції. Рослини утворюють прямі, товсті, темно-зелені довгі пагони із щільно закритими, компактними верхівками. Рослина формує велику кількість стебел із помірною щільністю філоклодію. Етільовані пагони характерні солодким, м’яким смаком. Цей сорт має високу стійкість проти збудників хвороб і адаптований до різних умов вирощування білої спаржі в умовах помірного клімату.

### Гійнлім



Гібрид F<sub>1</sub> ‘Гійнлім’ – ультраранній високоврожайний та забезпечує стабільну якість товарної продукції. Рослини утворюють довгі товсті, прямі пагони з інтенсивним зеленим забарвленням зі щільними, закритими верхівками без антоціанового забарвлення. Сорт має м’який смак і хорошу стійкість проти збудників хвороб, що робить його популярним вибором серед фермерів та садівників. Цей гібрид добре зарекомендував себе на глинистих ґрунтах.

**Гролім**

Сорт 'Гролім' – середньостиглий, високоврожайний, компактний, має короткі і жорсткі стебла. Це рослина середньої висоти, яка росте у вигляді густого куща. Підходить для вирощування в контейнерах або на невеликих ділянках. Рослина має помірну щільність філоклодій, листки мають сильну інтенсивність зеленого забарвлення. Пагони сорту 'Гролім' мають відмінний смак і ніжну текстуру. Сорт відрізняється високою стійкістю проти збудників хвороб і шкідників. Придатний для органічного вирощування.

**Сігнус**

Гібрид F<sub>1</sub> 'Сігнус' високопродуктивний, має ранній час появи пагонів, а час початку цвітіння – середній. Рослина має середню кількість стебел, щільну філоклодію, слабку інтенсивність зеленого забарвлення листків, середнє за довжиною стебло, та середнє стебло до першого розгалуження. Пагони сорту товсті та соковиті, з ніжною текстурою. Найкраще росте на добре дренованому ґрунті з достатньою кількістю вологи і потребує повного сонячного освітлення для оптимального росту і продуктивності. Стійкий проти збудників хвороб і шкідників спаржі.

**Кумулос**

Гібрид F<sub>1</sub> 'Кумулос' – ранньостиглий. Верхівка пагонів з антоціановим забарвленням, широкотрикутна, однаковий діаметр пагона біля основи верхівки і серединою стебла, прилегле положення покривних листків. Рослина має велику кількість стебел, помірну щільність філоклодій, слабку інтенсивність зеленого забарвлення листків, середнє за довжиною стебло, та середнє стебло до першого розгалуження. Діаметр стебла великий над поверхнею ґрунту. Рекомендована густина стояння 4–5 рослин на погонний метр. Рослини мають добре закриту верхівку, високу стійкість до утворення порожнин пагона.

**Пріус**

Гібрид F<sub>1</sub> 'Пріус' ультраранній для вирощування щільних білих і зелених етілованих пагонів, які мають антоціанове забарвлення верхівки і широкотрикутну форму. Діаметр пагонів біля основи верхівки та середини стебла однаковий. Рослина має велику кількість стебел, помірно щільну філоклодію, помірну інтенсивність зеленого забарвлення листків. Густина стояння чотири рослини на погонний метр як під плівкою, так і в мінітунелях.

**Бахус****Ерасмус****Гуелф Еквінокс****Гуелф Екліпс****Гуелф Мілленіум**

Гібрид F<sub>1</sub> 'Бахус' нідерландської селекції, високоврожайний. Придатний для вирощування у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Призначений для відкритого ґрунту і мінітеплиць. Ефективно вирощувати на легких і збагачених піщаних ґрунтах. Високостійкий проти збудників хвороб і адаптований до різних умов вирощування.

'Ерасмус' – високоврожайний ранньостиглий сорт. Рослини формують товсте стебло з інтенсивно фіолетовим забарвленням. Пагони довгі, з однаковим діаметром уздовж стебла, забезпечують високий габітус. Ерасмус має високу стійкість проти збудників хвороб і адаптований до різних умов вирощування білої спаржі в умовах помірного клімату. Рекомендована густина стояння 5–6 рослин на метр погонний.

Гібрид F<sub>1</sub> 'Гуелф Еквінокс' ранньостиглий (середньоранній), із високим виробничим потенціалом. Рослини формують верхівки твердої щільності з помірним антоціановим забарвленням. Гібрид F<sub>1</sub> 'Гуелф Еквінокс' забезпечує високу якість етілованих пагонів. Найбільше підходить для вирощування зеленої спаржі в умовах помірного клімату. Рекомендована густина стояння 4–5 рослин на метр погонний. Глибина загортання 15 см.

Гібрид F<sub>1</sub> 'Гуелф Екліпс' ранньостиглий, із високим виробничим потенціалом. Рослини формують верхівки твердої щільності з помірним антоціановим забарвленням. Гібрид F<sub>1</sub> Гуелф Еквінокс забезпечує високу якість етілованих пагонів. Найбільше підходить для вирощування зеленої спаржі в умовах помірного клімату. Рекомендована густина стояння 4–5 рослин на метр погонний. Глибина загортання 15 см.

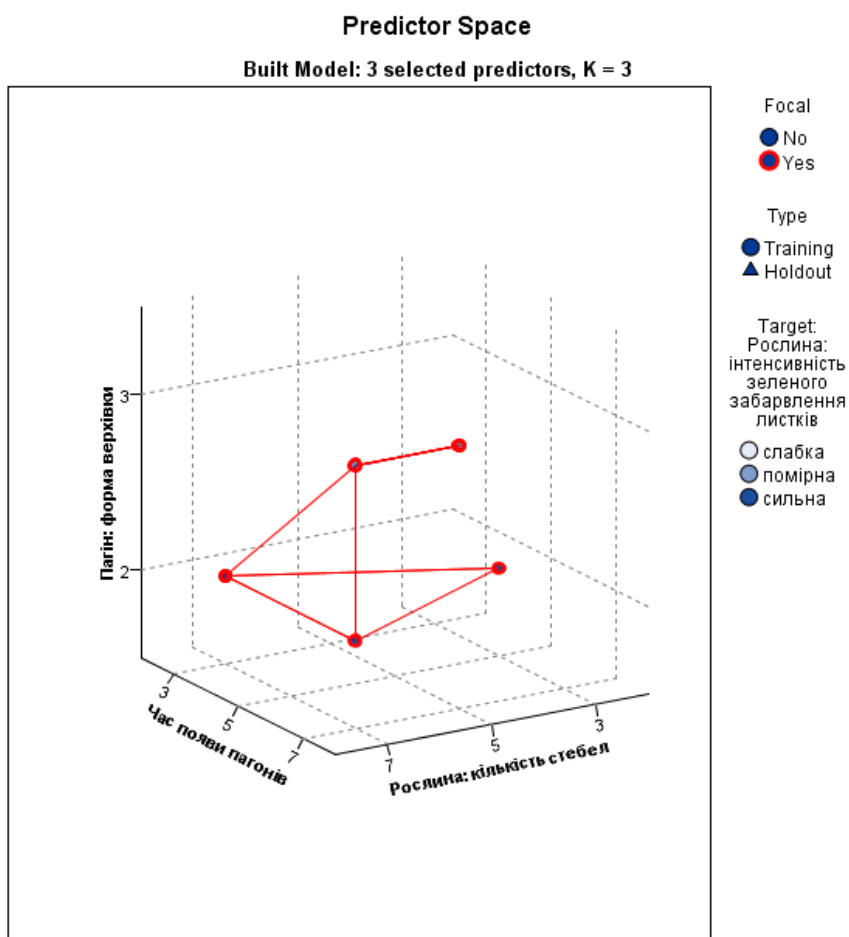
Гібрид F<sub>1</sub> 'Гуелф Мілленіум' пізньостиглий, формує продуктивні етіловані пагони через короткий проміжок часу. Товарна продукція високої якості. Верхівки щільні, пагони ніжною текстурою. Найбільше підходить для вирощування зеленої спаржі в умовах помірного клімату. Рекомендована густина стояння 6 рослин на метр погонний. Глибина загортання 10–15 см.



У базі даних автоматизованої інформаційної системи УІЕСР налічується інформація щодо 25 сортів холодку лікарського, всі вони мають іноземне походження. З них 11 сортів спаржі зараховано до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 31.12.2023 рік. Опис морфологічних ознак цих сортів внесено до бази даних Українського інституту експертизи сортів рослин. Морфологічна кодова формула сорту спаржі містить коди прояву і ступені прояву ознак.

Інформаційна технологія використання методу найближчого сусіда (Nearest Neighbor) у програмі IBM SPSS STATISTICS для пошуку відмінностей морфологічних ознак сортів холодку лікарського була така: зібрані дані морфологічних ознак різних сортів холодку лікарського були транспоновані та експортовані з бази даних УІЕСР у таблицю даних програми IBM SPSS STATISTICS,

де кожен рядок відповідає окремому сорту холодку, а кожний стовпчик становить одну з морфологічних ознак. Використовуючи візуальні вікна для методу Nearest Neighbor, побудували модель сортів холодку лікарського, щоб знайти сорти, які мають найсхожіші та найвідмінніші морфологічні ознаки. Для цього програма порівнювала відстані між точками даних у просторі ознак і визначала найближчі сусіди для кожного сорту. Після знаходження найближчих сусідів для кожного сорту проаналізували відмінності між ними, а саме порівняння середніх значень морфологічних ознак, визначення статистично значущих відмінностей за допомогою тестів, таких як *t*-критерій Стьюдента. Тримірна діаграма простору показників моделі найбільшої подібності сортів холодку озимого наведена на рис. 1.



This chart is a lower-dimensional projection of the predictor space, which contains a total of 6 predictors.

Рис. 1. Головна діаграма простору показників моделі найбільшої подібності

Точки на діаграмі моделі відображують сорти холодку лікарського, обрані як фокусні значення. Розташування точок на діаграмі показує

значення цих показників для спостережень у навчальній і контрольній групах, а їхня форма показує, до якої групи належить точка, тобто до навчальної або до контрольної.

Колір або відтінок точки показує значення цільової змінної для такого спостереження. Жирніший контур вказує на те, що спостереження фокусне. Фокусні спостереження з'єднані з їхніми найближчими сусідами.

Вимірами на діаграмі є показники «Рослина: кількість стебел», «Час появи пагонів» та «Пагін:

форма верхівки». Така методика класифікації дозволяє ефективно порівнювати сорти за їхніми морфологічними характеристиками і виявляти відмінності між ними для подальшого аналізу та використання в селекційних програмах. На рис. 2 відображено діаграму квадрантів.



Рис. 2. Діаграма квадрантів (Peer Chart) для ознак

а) рослина: інтенсивність зеленого забарвлення листків, б) пагін: форма верхівки, в) пагін: діаметр біля основи верхівки порівняно з серединою стебла, г) пагін: положення покривних листків, е) пагін: перший покривний листок при основі верхівки за довжиною, ф) пагін: перший покривний листок при основі верхівки за шириною.

Як бачимо з рис. 2, слабку інтенсивність зеленого забарвлення листків мають сорти 'Сігнус', 'Кумулюс' та 'Ерасмус'; помірну – 'Пріус', 'Бахус', 'Гуелф Еквінокс', 'Гуелф Екліпс', 'Гуелф Мілленніум'; сильну – 'Тролім', 'Баклім', 'Гійнлім'.

Форма верхівки пагона в сортів 'Тролім', 'Гуелф Еквінокс', 'Гуелф Екліпс', 'Гуелф Мілленніум', 'Баклім' та 'Гійнлім' – трикутна, а в сортів 'Сігнус', 'Кумулюс', 'Пріус', 'Бахус', 'Ерасмус' – широкотрикутна.

Діаметр пагона біля основи верхівки порівняно з серединою стебла однаковий у сортів: 'Тролім', 'Кумулюс', 'Пріус', 'Бахус', 'Ерасмус', 'Гуелф Еквінокс', 'Гуелф Екліпс', 'Гуелф Мілленніум', 'Гійнлім', у сорту 'Сігнус' діаметр біля основи більший порівняно з серединою стебла, а в

сорту 'Баклім' – менший. Положення покривних листків пагона лише в сорту 'Бахус' слабо відхилені, в усіх інших сортів прилегли до пагона покривні листки. Перший покривний листок при основі верхівки пагона в сортів за довгий у сортів 'Кумулюс' та 'Гуелф Екліпс', у сорту 'Пріус' – короткий, а в усіх інших сортів – середній. Тільки в сорту 'Сігнус' широкий перший покривний листок при основі верхівки пагона, а у всіх інших сортів перший покривний листок середній.

Повний перелік груп сортів, холодку лікарського за результатами моделювання за 12 морфологічними ознаками наведено у табл. 2.

Аналіз за діапазонами відстаней даних табл. 2 свідчить, що в діапазоні відстаней від 0 до 0,049 виокремлено дві групи сортів. Тобто сорти 'Бахус' та 'Ерасмус'; 'Гуелф Екліпс' та 'Гуелф Мілленніум' – найподібніші. Найвідміннішими від сорту 'Тролім' є сорти 'Баклім' й 'Гійнлім', про що свідчить значення відстані 2,828. Опис господарсько-цінних показників сортів холодку лікарського наведено в табл. 3.

Таблиця 2

**Групування подібних сортів за відстанню до найближчих сусідів  
(k Nearest Neighbor and Distance)**

Назва фокусного сорту	Назва сорту найближчого сусіда			Відстань до найближчого сусіда		
	1	2	3	1	2	3
‘Гролім’	‘Гуелф Еквінокс’	‘Гійнлім’	‘Баклім’	2,449	2,828	2,828
‘Сігнус’	‘Кумулюс’	‘Ерасмус’	‘Бахус’	2,000	2,000	2,000
‘Кумулюс’	‘Ерасмус’	‘Бахус’	‘Сігнус’	2,000	2,000	2,000
‘Пріус’	‘Баклім’	‘Кумулюс’	‘Гуелф Еквінокс’	2,000	2,000	2,449
‘Бахус’	‘Ерасмус’	‘Кумулюс’	‘Сігнус’	0,049	2,000	2,000
‘Ерасмус’	‘Бахус’	‘Сігнус’	‘Кумулюс’	0,049	2,000	2,000
‘Гуелф Еквінокс’	‘Гійнлім’	‘Гуелф Мілленніум’	‘Гуелф Екліпс’	1,414	1,414	1,414
‘Гуелф Екліпс’	‘Гуелф Мілленніум’	‘Гуелф Еквінокс’	‘Гійнлім’	0,049	1,414	2,000
‘Гуелф Мілленніум’	‘Гуелф Екліпс’	‘Гуелф Еквінокс’	‘Гійнлім’	0,049	1,414	2,000
‘Баклім’	‘Пріус’	‘Гійнлім’	‘Кумулюс’	2,000	2,000	2,000
‘Гійнлім’	‘Гуелф Еквінокс’	‘Баклім’	‘Гуелф Мілленніум’	1,414	2,000	2,000

Таблиця 3

**Господарсько-цінні показники сортів холодку лікарського**

Назва сорту	Товарна врожайність, т/га	Період від сходів до збирання, діб	Стійкість проти кореневої гнилі, бал (1-9)	Стійкість проти церкоспорозу, бал (1-9)
‘Баклім’	6	377	6	6
‘Гійнлім’	6	379	6	6
‘Гролім’	6	379	5	6
‘Сігнус’	9	390	7	8
‘Кумулюс’	9	390	7	8
‘Пріус’	8,5	380	8	8
‘Бахус’	9	390	7	8
‘Ерасмус’	9	390	7	8
‘Гуелф Еквінокс’	6	377	8	8
‘Гуелф Екліпс’	6	377	8	7
‘Гуелф Мілленніум’	6	377	7	7

За даними заявників найбільшу врожайність мають сорти ‘Сігнус’, ‘Кумулюс’, ‘Бахус’ та ‘Ерасмус’. Найстійкіші проти кореневої гнилі – сорти ‘Бахус’, ‘Гуелф Еквінокс’ та ‘Гуелф Екліпс’, а проти церкоспорозу – ‘Сігнус’, ‘Кумулюс’, ‘Пріус’, ‘Бахус’, ‘Ерасмус’ та ‘Гуелф Еквінокс’.

**Висновки.** Обґрунтовано застосування машинного навчання, зокрема методу найближчих сусідів, для спрощення процесу аналізу унікальності нового сорту під час експертизи на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС). Розроблена комп’ютерна технологія оброблення результатів

ВОС-тесту на відмінність нових сортів від колекції реферативних сортів, які представлені в базі даних Українського інституту експертизи сортів рослин.

У результаті моделювання з використанням методу найближчих сусідів сформували модель подібних сортів. Групи сортів ‘Бахус’ та ‘Ерасмус’; ‘Гуелф Екліпс’ та ‘Гуелф Мілленніум’ – найподібніші. Найвідмінніші від сорту ‘Гролім’ – сорти ‘Баклім’ й ‘Гійнлім’, про що свідчить значення відстані 2,828.

За показниками господарсько-цінних характеристик сортів холодку лікарського найвисоковрожайнішими слід вважати сорти: ‘Сігнус’, ‘Кумулюс’,

‘Бахус’ та ‘Ерасмус’; найстійкішими проти кореневої гнилі – ‘Бахус’, ‘Гуелф Еквінокс’ та ‘Гуелф Екліпс’, а проти церкоспорозу – ‘Сігнус’, ‘Кумулос’, ‘Пріус’, ‘Бахус’, ‘Ерасмус’ та ‘Гуелф Еквінокс’.

### Бібліографічний список

1. Lazarte Jaime E., Palser Barbara F. Morphology, vascular anatomy and embryology of pistillate and staminate flowers of asparagus. *American journal of botany*. 1979. Vol. 66. P. 753–764.
2. Green and White Asparagus (*Asparagus officinalis* L.): A Source of Developmental, Chemical and Urinary Intrigue. Metabolites”: Pegiou E., Mumm R., Acharya P., Vos R.C.H., Hall R.D. 2020. 10.17. doi:10.3390/metabo10010017.
3. Açıkgöz Altunel, T. Morphological and Habitat Characteristics of *Asparagus* (*Asparagus officinalis* L.) and Socio-Economic Structure of Producers. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 2021. Vol. 9. No 6. P. 1092–1099. doi: 10.24925/turjaf.v9i6.1092-1099.4269.
4. Peru and China as Competitors in World Markets: The Asparagus Case. FAO Workshop on Agricultural Trade Linkages Between Latin America and China” Cannock G. 2011. URL: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/presentations/Geoffrey\\_Cannock\\_Asparragus.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/presentations/Geoffrey_Cannock_Asparragus.pdf). (Accessed April 27, 2024).
5. Optimization of Callus Induction and Seedling Regeneration in *Asparagus* (*Asparagus officinalis*). *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2013. Vol. 2, No 2. P. 5–8. Online ISSN 2277-1808.
6. Mfengwana P. H., Mashele S. S. Medicinal Properties of Selected *Asparagus* Species. *Phytochemicals in Human Health*. 2019. P. 1–24. doi: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.87048>.
7. Norup M. F., Petersen G., Burrows S., Bouchenak-Khelladi Y., Leebens-Mack J., Pires J. C., Linder H. P., Sebeg O. Evolution of *Asparagus* L. (*Asparagaceae*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2015. Vol. 92. P. 25–44. doi: 10.1016/j.ympev.2015.06.002.
8. Okur İ., Baltacıoğlu C. Kinetic and Mathematical Modeling of Drying of *Asparagus officinalis* in Different Drying Methods»: Kinetic and Mathematical Modeling of Drying of *Asparagus officinalis* in Different Drying Methods. *Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology*. 2018. Vol. 6, No 10. P. 1431–1436. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i10.1431-1436.2060>.
9. Geetanjali Singh R. *Asparagus racemosus*: a review on its phytochemical and therapeutic potential. *Natural Product Research*. 2016. Vol. 30. No 17. P. 1896–1908 <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2015.1092148>.
10. Paschold P. J., Artelt B., Hermann G. Comparison of White Asparagus Cultivars (*Asparagus officinalis*) in Germany, *Acta Horticulturae*, 2008. P. 379–396 doi:10.17660/ActaHortic.2008.776.50.
11. Cermeño P., Calado S., Rubio V., Ortega F.R. Extending the asparagus production harvest period in southern SPAIN. *Acta Hort*. 2008. 776. P. 55-62 doi: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.776.5>.
12. Lucrezia Sergio, Francesca Boari, Donato Di Venere, Maria Gonnella, Vito Cantore and Massimiliano Renna. *Quality Evaluation of Wild and Cultivated Asparagus: A Comparison between Raw and Steamed Spears Agriculture*. 2021. No 11 (12). URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture11121213>.
13. Kelly J. F., Price H. C., Bakker J., Myers N. L. Plant spacing effects on yield and size of asparagus. *Acta Hort*. 1999. No 479. P. 415–419.
14. Івченко Т. В., Лялюк О. С. Оцінка ефективності короткострокового зберігання спаржі зеленої. *Аграрні інновації*. 2022. № 11. С. 32–39. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.4>.
15. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні станом на 2024 рік. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reustr-sortivroslin> (Дата звернення: 10.10.2024).
16. Закон України "Про охорону прав на сорти рослин", ст. 14. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/3116-12>. (Дата звернення: 10.10.2024).
17. Методика проведення експертизи сортів рослин групи овочевих та грибів на відмінність, однорідність і стабільність. URL: [https://sops.gov.ua/uploads/page/Meth\\_DUS/2023/Meth od\\_vegetable.pdf](https://sops.gov.ua/uploads/page/Meth_DUS/2023/Meth od_vegetable.pdf). (Дата звернення: 10.10.2024).
18. Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of *Asparagus* (*Asparagus officinalis* L.) (TG/130/6, UPOV). *Geneva*. 2010-03-24. 21 p. URL: [www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg130.pdf](http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg130.pdf). (Дата звернення: 10.10.2024).
19. Лещук Н. В., Орленко Н. С., Хареба О. В. Інформаційно-технічні особливості тесту на відмінність нових сортів *Lactuca sativa* L. *Var. Capitata*. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Том 15, вип. 3. С. 241–248.
20. Орленко Н. С., Гринів С. М., Лікар С. П., Юшкевич М. С. Ідентифікація сортів гречки їстівної *Fagopyrum esculentum* Moench за морфологічними ознаками з використанням алгоритму найближчих сусідів. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020. Т. 16. № 2. С. 137–143.
21. Knaflewski M. Genealogy of asparagus cultivars. *Proceedings VIII Int. Sym. on Asparagus: Acta Hort*. 415. ISHS 1996. P. 87–91.
22. Lill R. E., Borst W. M. Spear height at harvest influences postharvest quality of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *New Zealand J. Crop Hort. Sci*. 2001. No 29. P. 187–1941.

Стаття надійшла 20.09.2024