

**Зміст електронного журналу
«Наукові доповіді НУБіП України»
№ 1/101 (лютий), 2023**

**Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України
протокол № 6 від 22 грудня 2022 р.**

Біологія, біотехнологія, екологія

- 1. Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Наумовська О. І., Власенко І. С., Симочко В. В.** Антибіотикорезистентність як глобальна проблема у контексті біобезпеки
- 2. Дзіцюк В. В., Стародуб Л. Ф., Димань Т. М.** Генетичні особливості тарпановидних коней породи коник польський та встановлення філогенетичних зв'язків із древніми еквідами за допомогою ISSR-PCR маркерів

Агрономія

- 3. Ткачук О. П., Дідур І. М., Мазур О. В.** Адаптивність та агроекологічна стійкість скоростиглих сортів сої
- 4. Орехівський В. Д., Соломонов Р. В., Кривенко А. І., Чепурних В. М.** Вплив гербіцидів на агрономічні показники сочевиці
- 5. Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М., Петренко Д. В.** Якість пилку та добір запилювачів сортів яблуні колоноподібного типу
- 6. Куц О. В., Підлубенко І. М., Чаюк О. О., Овчіннікова О. П., Коноваленко К. М.** Використання регуляторів росту та мікробних препаратів за вирощування огірка в плівкових теплицях
- 7. Шкатула Ю. М., Вотик В. О.** Фенологічні спостереження за фазами росту і розвитку сортів нуту

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва

- 8. Якубець Т. В., Бочков В. М.** Аналіз генотипових параметрів добору кролематок різних структурних елементів кросу Нула

Харчові технології

- 9. Баль-Прилипка Л. В., Ніколаєнко М. С., Омелян А. М.** Зберігання плодів абрикоса у модифікованому газовому середовищі за попередньої обробки хітозаном
- 10. Назаренко М. В., Устименко І. М.** Розробка технології варених ковбасних виробів збагачених борошном спельти

Лісове і садово-паркове господарство

11.Бессонова В. П., Іванченко О. Є. Склад насаджень та стан благоустрою парку смт Петропавліка Дніпропетровської області

Техніка та енергетика АПК

12.Ляшенко Д. О., Мельянцов П. Т. Синтез форми організації технічного обслуговування сучасних сільськогосподарських машин із урахуванням особливостей експлуатації їх гідроприводів у АПК України

Biology, biotechnology, ecology

1. **Demyanyuk O., Symochko L., Naumovska O., Vlasenko I., Symochko V.** Antibiotic resistance as a global problem in the context of biosecurity
2. **Dzitsuik V. Starodub L. Dyman T.** Genetic features of tarpan-like horses of the polish primitive (the konik) breed and establishment of phylogenetic of ancient eguids using the ISSR-PCR mark

Agronomy

3. **Tkachuk O., Didur I., Mazur O.** Adaptability and agroecological sustainability of fast ripening soybean varieties
4. **Orehivsky V., Solomonov R., Kryvenko A., Chepurnykh V.** Influence of herbicides on agronomic indicators of lentil
5. **Havryliuk O., Kondratenko T., Mazur B., Petrenko D.** Pollen quality and selection of pollinators of cultivars of columnar type apple
6. **Kuts O., Pidlubenko I., Chayuk O., Ovchinnikova O., Konovalenko K.** Use of growth regulators and microbial preparations for cucumber growing in film greenhouses
7. **Skatula Yu., Votyk V.** Phenological observations on the phases of growth and development of cheepa varieties

Technology of production and processing of livestock products

8. **Yakubets T., Bochkov V.** Analysis of the genotype parameters for selection of rabbit doe of different structural elements Hyla cross

Food technology

9. **Bal-Prylypko L., Nikolaienko M., Omelian A.** Storage of apricots in a modified gas atmosphere after pre-treatment with chitosan
10. **Nazarenko M., Ustymenko I.** Development of technology of boiled sausages enriched with spelt flour

Forestry and ornamental plants

11. **Bessonova V., Ivanchenko O.** Stand structure and state of park improvements in urban-type settlement of Petropavlivka of Dnipropetrovsk oblast

Engineering

12. **Liashenko D., Meliantsov P.** Synthesis of the modern agricultural machines technical maintenance organization form, taking into account the peculiarities of the operation of their hydraulic drives in the agricultural sector of Ukraine

УДК 579.61:615.28:615.33

**АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНІСТЬ ЯК ГЛОБАЛЬНА ПРОБЛЕМА
У КОНТЕКСТІ БІОБЕЗПЕКИ****О. С. ДЕМ'ЯНЮК**, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, <https://orcid.org/0000-0002-4134-9853>*Інститут агроекології і природокористування НААН*

E-mail: demolena@ukr.net

Л. Ю. СИМОЧКО, кандидат біологічних наук, доцент,
<https://orcid.org/0000-0002-6698-3172>*ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,**Коїмбрський університет (Коїмбра, Португалія)*

E-mail: lyudmilassem@gmail.com

О. І. НАУМОВСЬКА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
<https://orcid.org/0000-0002-5938-8471>*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: el.naumovskaya@gmail.com

І. С. ВЛАСЕНКО, доктор філософії, <https://orcid.org/0000-0001-6120-649X>*Національна академія аграрних наук України*

E-mail: innav_s@ukr.net

В. В. СИМОЧКО, кандидат біологічних наук, доцент,
<https://orcid.org/0000-0002-2557-8621>*ДВНЗ «Ужгородський національний університет»*

E-mail: vitaliy.symochko@uzhnu.edu.ua

[https://doi.org/10.31548/dopovidi1\(101\).2023.001](https://doi.org/10.31548/dopovidi1(101).2023.001)

Анотація. Необґрунтоване, надмірне та безконтрольне використання антибіотиків у сфері охорони здоров'я та різних галузях сільського господарства стало основною причиною формування антибіотикорезистентності та поширення стійких до антибіотиків мікроорганізмів у навколишньому середовищі. З кожним роком фіксують зростання АР у світі, що стало викликом для людства. ВООЗ визнала проблему АР однією з 10 глобальних загроз здоров'ю населення, що стоять перед людством, яка спричиняє близько 700 тис. смертей в рік у світі, та ставить під загрозу можливість досягнення Цілей сталого розвитку ООН, зокрема цілі №3 «Забезпечення здорового способу життя та сприяння благополуччю для всіх у будь-якому віці». А також несе значні соціально-економічні збитки та непередбачувані екологічні наслідки. Мета досліджень – аналіз сучасних даних щодо формування і поширення АР та сучасних підходів вирішення проблеми АР на глобальному рівні. За використання системного підходу, контент-аналізу, бібліосемантичного та наукометричного методів проведено аналіз та узагальнення даних сучасних наукових джерел, статистичних даних провідних

Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Наумовська О. І., Власенко І. С., Симочко В. В.

міжнародних організацій, які займаються моніторингом АР та вирішенням проблеми поширення АР. Цей огляд демонструє актуальність проблеми стійкості мікроорганізмів до антибіотиків, основні механізми розвитку та розповсюдження АР, глобальні масштаби і наслідки АР та має на меті дати уявлення про міжнародні ініціативи щодо зниження АР, зокрема Концепцію «Єдине здоров'я» та стратегії, які нині імплементуються. Вирішення проблеми АР потребує комплексного підходу, що включає обов'язковий систематичний моніторинг стану стійкості мікроорганізмів до антибіотиків, контроль застосування антимікробних препаратів та освітні програми для запобігання неправильного використання антибіотиків, екологічно безпечні методи утилізації відходів підприємств медичної, харчової та ін. галузей, які виробляють або використовують антибіотики, та їх безпечної утилізації тощо. У перспективі є актуальним дослідження екологічних наслідків, пов'язаних із відходами підприємств медичної, харчової галузей та сільського господарства, які виробляють або використовують антибіотики, та їх безпечної утилізації.

Ключові слова: антибіотикорезистентність, резистом, здоров'я людини, здоров'я тварин, навколишнє середовище, Концепція «Єдине здоров'я», забруднення

Актуальність. Стійкість до протимікробних препаратів або антибіотикорезистентність (АР) є однією з ключових проблем у всьому світі, яка набула загрозливих соціально-економічних масштабів. Водночас цю проблему тривалий час розуміли і розглядали в аспекті охорони здоров'я людини, присвячуючи значну кількість наукових досліджень. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) визнала проблему АР однією з 10 глобальних загроз здоров'ю населення, що стоять перед людством, та необхідність прийняття нагальних заходів щодо пом'якшення її наслідків.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Про приховану небезпеку антибіотиків і формування стійкості до них у мікроорганізмів та

підвищення ризику для здоров'я людей свідчить значна кількість публікацій за останні 50 років [1-9].

АР визначають як здатність мікроорганізмів протистояти дії антибіотика, до якого вони були раніше чутливі, що дає змогу мікроорганізмам виживати та розмножуватися [4, 11]. Тобто формування стійкості є звичайним еволюційним процесом для організмів, але цей процес прискорюється через селективний тиск різних чинників, зокрема неправильним або надмірним використанням антимікробних препаратів [12].

Розрізняють резистентність мікроорганізмів природну та набуту. Природна резистентність характеризується відсутністю в мікроорганізмів ферменту або

структурної молекули, на які діє антибіотик, або недоступністю для антибіотика ферментної системи або структурної молекули мікроорганізмів у результаті первинно низької проникності для антибіотика клітинної стінки мікроорганізму або інактивації антибіотика специфічними ферментами мікроорганізму. Під набутою резистентністю розуміють властивість окремих штамів бактерій зберігати життєздатність при таких концентраціях антибіотиків, що пригнічують основну частину мікробної популяції. Нині відомі наступні механізми набутої резистентності мікроорганізмів: модифікація мішені дії, інактивація антибіотика, активне виведення антибіотика з мікробної клітини (ефлюкс), порушення проникності зовнішніх структур мікробної клітини, формування метаболічного шунта. Набута резистентність у мікроорганізмів може забезпечуватись одним із наведених механізмів, а також їх комбінаціями [13, 14].

Формування АМ у всіх випадках зумовлено генетично, внаслідок набуття нової генетичної інформації або зміни рівня експресії власних генів. Мікроорганізми здатні передавати інформацію про стійкість до антибіотиків шляхом горизонтальної передачі генів під час безпосереднього контакту однієї бактерії з іншою. Отже, АР є

неминучим явищем, оскільки мікроорганізми розвивають генетичні мутації для пом'якшення летального ефекту антибіотиків [15]. Наприклад, бактерії мають тенденцію розвивати та використовувати стратегії резистентності до тих пір, поки проти них використовуються антибактеріальні препарати (тобто в їхньому середовищі існує тиск відбору) [4]. Проте, швидкість, з якою формується і розповсюджується резистентність мікроорганізмів, зокрема бактерій до антибактеріальних препаратів, вражає. Лікарські засоби, які ще декілька років тому були ефективними, нині втрачають свої позиції, а їх використання вимушено обмежується. І це є реальною загрозою для профілактики та лікування бактеріальних інфекцій та створює значне медичне та економічне навантаження на системи охорони здоров'я та населення [16-18]. Поточні оцінки експертів свідчать, що АР може скоротити світовий ВВП більше ніж на 3,5% щорічно до 2050 року.

Серед грамположитивних патогенів наразі становить найбільшу загрозу глобальна пандемія резистентних видів *Staphylococcus aureus* і *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*. У США фіксують найбільше смертей від *Staphylococcus aureus* (MRSA), ніж сукупно від ВІЛ/СНІД, хвороби Паркінсона, емфіземи легенів та вбивств. Грамнегативні

збудники викликають особливе занепокоєння, оскільки стають стійкими майже до всіх доступних видів антибіотиків, створюючи ситуації доантибіотичної ери. Найсерйозніші грамнегативні інфекції трапляються в медичних закладах і найчастіше спричиняються *Enterobacteriaceae* (переважно *Klebsiella pneumoniae*), *Pseudomonas aeruginosa* та *Acinetobacter*. MDR-грамнегативні збудники також стають все більш поширеними. До них належать *Escherichia coli* та *Neisseria gonorrhoeae*, що продукують бета-лактамази широкого спектру дії [16, 19].

Мета досліджень – аналіз сучасних даних щодо формування і поширення АР та сучасних підходів вирішення проблеми АР на глобальному рівні.

Матеріали і методи дослідження. За використання системного підходу, контент-аналізу, бібліосемантичного та наукометричного методів проведено аналіз та узагальнення даних сучасних наукових джерел, статистичних даних Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), Глобальної системи нагляду за стійкістю до антимікробних препаратів (GLASS), Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин (WOAH) та ін. баз даних із питань АР.

Результати дослідження та їх обговорення. Ще у 2014 р. Всесвітньої організації охорони здоров'я зазначала, що криза резистентності до антибіотиків набуває жахливого характеру [20], а більшість організацій охорони здоров'я описали швидку появу резистентних бактерій як «кризу» або «кошмарний сценарій», який може мати «катастрофічні наслідки» [21]. Це ставить під загрозу можливість досягнення Цілей сталого розвитку Організації Об'єднаних Націй, зокрема цілі № 3 «Забезпечення здорового способу життя та сприяння благополуччю для всіх у будь-якому віці».

У Європейському Союзі (ЄС) підтверджено близько 33 тис. смертей пов'язаних з АР, що еквівалентно майже 1,5 млрд євро на рік витрат на охорону здоров'я [22]. У США фіксують понад 2,8 млн випадків стійкості до антибіотиків на рік, у т.ч. понад 35 тис. смертей [23].

Загалом, статистичні дані підтверджують, що від резистентності до інфекцій щорічно помирає майже 700 тис. людей у світі. Прогнозують, що до 2050 р. 10 млн життів на рік і 100 трильйонів доларів економічного виробництва можуть опинитися під загрозою [24-26]. Крім смерті та інвалідності, затяжний перебіг хвороб призводить до подовження термінів госпіталізації, вимагає більш дорогого лікування та призводить до зростання фінансових

Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Наумовська О. І., Власенко І. С., Симочко В. В.

витрат для осіб, які зіткнулися з цією проблемою.

ВООЗ визначила АР як головну загрозу здоров'ю людству [27], а у звіті за 2017 р. зазначено, що сучасні антибіотики втрачають свою ефективність, оскільки були розроблені шляхом модифікації існуючих класів і мають короткі цикли впливу [28]. Проблема АР разом із дефіцитом інноваційних антибіотиків ще більш загострює ситуацію в глобальному масштабі через швидке поширення внаслідок продовольчого постачання, зростання населення в містах та міжнародні подорожі [29]. Відсутність розробки нових антибіотиків обмежує кількість ефективних сучасних препаратів проти бактерій, стійких до багатьох антибіотиків, і сприяє збільшенню поширення АР [30].

Основними причинами виникнення стійкості до протимікробних препаратів є неправильне та надмірне застосування протимікробних препаратів, втрата чутливості пацієнтів і самолікування, відсутність доступу людей, а також тварин до чистої води, засобів санітарії та гігієни, незадовільна профілактика інфекцій та інфекційний контроль у медичних закладах та сільськогосподарських підприємствах, обмежений доступ до якісних та прийнятних за ціною лікарських препаратів, вакцин та засобів діагностики, низький рівень

обізнаності та знань; та відсутність контролю за дотриманням законодавства та ін. [31-36.]

Вперше про потенційну небезпеку та ризики для здоров'я людини, пов'язані з невивірковим використанням значної кількості антибіотиків без дотримання норм, висловив Сванн ще наприкінці 70-х років минулого століття [37], а нині офіційні статистичні дані свідчать про щорічне зростання випадків АР від необґрунтованого, надмірного та неконтрольованого використання антибіотиків у медицині, тваринництві та інших галузях сільського господарства. Існує переконливий зв'язок між антимікробною інфекцією та надмірним використанням протимікробних препаратів [38-40]. Про значні обсяги використання антибіотиків свідчать і дані Експертної комісії США по боротьбі з антибіотикостійкими бактеріями, згідно з якими щорічно у світі використовують близько 73 млрд. разових доз антибіотиків або 300 тис. т на рік. Іншим чинником формування АР є збільшення доступності протимікробних препаратів у країнах, що розвиваються, з недосконалою механізмами контролю.

Резистентні інфекції потребують більшої кількості, іноді сильніших препаратів, які можуть бути дорогими та мати серйозні побічні ефекти. Патогени, проти яких протимікробні препарати не ефективні і можуть

Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Наумовська О. І., Власенко І. С., Симочко В. В.

призвести до смерті пацієнта називають «панрезистентними», частково ефективні – «полірезистентними». Як приклад, полірезистентними мікроорганізмами є бета-лактамазо- та карбапенемазопродукуючі штами ентеробактерій, метицилін- та ванкомицинрезистентні стафілококи, панрезистентні штами – це *Pseudomonas aeruginosa* та бактерій роду *Acinetobacter*.

Лише протягом останнього десятиліття АР стали розглядати як комплексну проблему, яка поєднує здоров'я людини, здоров'я тварин і навколишнє середовище [3] та потребує узгоджених дій багатьох секторів з питань здоров'я людини, здоров'я тварин і рослин, виробництва продовольства і кормів, охорони навколишнього природного середовища та ін. Оскільки стійкі до протимікробних препаратів мікроорганізми присутні у людей і тварин, у продуктах харчування, рослинах та навколишньому середовищі (у воді, ґрунті та повітрі). Вони можуть передаватися від людини до людини або між людьми та тваринами, у тому числі з їжею тваринного походження. Це було задекларовано в Концепції «Єдине здоров'я» (One Health), яка зосереджена на наслідках, реакціях і діях у системі «тварина–людина–екосистеми» [41]. Особливо на нових та ендемічних зоонозах, які мають набагато більший вплив хвороб у

країнах, що розвиваються, вплив на суспільство в умовах бідних ресурсів, резистентність до антимікробних препаратів, оскільки резистентність може виникати у людей, тварин або навколишньому середовищі та може поширюватися між країнами.

Концепцією «Єдине здоров'я» визначено, що здоров'я людей, тварин і екосистем взаємопов'язані. Це передбачає застосування скоординованого, спільного, міждисциплінарного та міжгалузевого підходу для усунення потенційних або існуючих ризиків, які виникають у зв'язку між тваринами, людиною та екосистемами. Без синхронізованого та багатогалузевого підходу Концепції «Єдине здоров'я» світ може повернутися до епохи до антибіотиків [4, 36, 42].

Згодом було досягнуто консенсус на міжнародному рівні та створено Трансатлантичну робочу групу з протимікробної стійкості (2009 р.), створено Глобальну систему нагляду за стійкістю до протимікробних препаратів (GLASS) при ВООЗ (2015 р.), розроблено Глобальний план дій по боротьбі зі стійкістю до протимікробних препаратів (2015 р.), засновано Міжурядову координаційну групу (2016 р.) при ООН, створено і запущено G20 Global AMR Research and Development Hub (2018 р.), підготовлено звіт Міжвідомчої координаційної групи з

Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Наумовська О. І., Власенко І. С., Симочко В. В.

протимікробної резистентності (квітень 2019 р.), створено тристоронній спільний секретаріат FAO, Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин (WOAH) і ВООЗ, ініційовано Глобальне партнерство з наукових досліджень та розробок антибіотиків (GARDP) та сформовано Глобальну групу лідерів боротьби зі стійкістю до протимікробних препаратів (2020 р.), що стало підтвердженням наростаючої глобальної проблеми, яка немає кордонів, і ставить під загрозу існування людства. Зазначені політичні рішення свідчать про готовність світу застосовувати широкий, скоординований підхід щодо усунення глибинних причин стійкості до протимікробних препаратів у багатьох секторах економіки та розробляти національні плани дій щодо стійкості до протимікробних препаратів на основі Глобального плану дій.

У глобальному контексті Концепція «Єдине здоров'я» об'єднує молекулярні, епідеміологічні аспекти, які сприяють розумінню еволюції або генетичного зв'язку АР у патогенах/переносниках, господарі (людина/тварина) та пов'язаному середовищі в глобальному масштабі. Соціально-економічні чинники, такі як світова торгівля, конфлікти, переміщення, подорожі, міграція людей і тварин, є важливими факторами глобального поширення АР [43, 44]. Тоді як на місцевому рівні

Концепція визначає географічно близькі екосистеми, які відіграють вирішальну роль у виникненні та поширенні АР. Наразі основна увага приділена залишкам антимікробних речовин у харчових продуктах, які можуть накопичуватися через неконтрольоване використання антибіотиків у тваринництві і сільському господарстві. Харчові продукти можуть бути забруднені АР протягом всього ланцюга від виробництва продукції тваринництва і рослинництва до споживання [45-46].

Для зменшення глобальних ризиків, пов'язаних із АР, національні та міжнародні організації почали розробляти політику контролю за використанням антибіотиків та фінансувати дослідження, спрямовані на виявлення причин резистентності і вирішення проблем забруднення навколишнього середовища протимікробними препаратами та їх залишками. Так, наприклад у ЄС у рамках Європейського Зеленого Курсу була прийнята Стратегія від «Ферми до виделки», яка визначає зменшення загального обсягу продажів та застосування антимікробних препаратів для тварин та аквакультури на 50% до 2030 року.

Проте, згідно зі звітом ООН, лише 29 із 106 країн, що мають національні системи нагляду [47]. Тому важливо, щоб кожна країна включала зацікавлені сторони з

Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Наумовська О. І., Власенко І. С., Симочко В. В.

різних секторів, таких як уряд, промисловість, експерти, практики та міжнародні організації, щоб встановити досягну та практичну мету щодо зменшення споживання антибіотиків [24].

В Україні розроблено і затверджено Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 116-р Національний план дій щодо боротьби із стійкістю до протимікробних препаратів [48], який спрямовано на: забезпечення раціонального використання протимікробних препаратів у сфері охорони здоров'я, ветеринарної медицини та харчової промисловості відповідно до кращих світових та європейських практик, впровадження дієвої системи епідеміологічного нагляду за антибіотикорезистентністю, її інтеграції до загальноєвропейської мережі, мінімізуванню ризиків формування та поширення внутрішньолікарняних штамів мікроорганізмів, які мають стійкість до протимікробних препаратів, приведення у відповідність до вимог ЄС лабораторної діагностики інфекційних хвороб та визначення чутливості мікроорганізмів до протимікробних препаратів, проведення наукових досліджень із проблем АР та впровадження новітніх методів діагностики у координації з провідними європейськими та світовими центрами.

Тобто ключові положення Концепції «Єдине здоров'я» нині ввійшли до Глобальних та національних плани дій боротьби з антимікробною резистентністю. Однак визнається, що більше уваги варто приділяти екологічним аспектам проблеми АР, а саме поглиблювати розуміння значення навколишнього середовища в поширенні стійких до антибіотиків мікроорганізмів і генів стійкості до них у середині та між людьми, рослинами та тваринами. Моніторинг навколишнього середовища може надати важливу інформацію для обмеження поширення АР, що включає оцінку генів стійкості до антибіотиків, що циркулюють серед людей, визначення ключових «гарячих точок» в еволюції та поширенні резистентності, інформування про епідеміологічні моделі та моделі оцінки ризику для здоров'я людини тощо [49].

З поширенням і виникненням епізоотій, зоонозів та епідемій ризику пандемій ставали все більш критичними не лише для людей, а й тварин. Ця ситуація посилювалась унаслідок забруднення навколишнього середовища, зростання непередбачуваних наслідків взаємодії людини, тварини та екосистеми, що впливало на еволюцію та появу нових патогенів та формування АР до існуючих небезпечних біологічних агентів. Останніми дослідженнями доведено,

Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Наумовська О. І., Власенко І. С., Симочко В. В.

що забруднення та інші фактори, пов'язані з індустріалізацією протягом останніх 150 років, є основним чинником розповсюдження АР [50, 51].

Протимікробні препарати, що застосовують для лікування людей, а також у тваринництві та рослинництві, потрапляють у навколишнє природне середовище та джерела води (у тому числі питної) з рідкими та твердими відходами, побутовими та каналізаційними стоками. Отже навколишнє природне середовище є резервуаром залишкових кількостей протимікробних речовин, резистентних патогенних мікроорганізмів та інших молекул із протимікробними властивостями, що підвищує поширення генів резистентності в угрупованнях мікроорганізмів. Це може сприяти більш інтенсивній появі та поширенню «супермікробів», стійких одразу до кількох видів протимікробних препаратів, та нести потенційну загрозу іншим живим організмам в екосистемах [52].

Отже, стійкі до антимікробних препаратів мікроорганізми є всюди і можуть поширюватися в нові екологічні ніші, передаючи резистентність іншим організмам [53]. Визнаючи це, у 2022 р. Глобальна група лідерів боротьби зі стійкістю до протимікробних препаратів напередодні сесії Асамблеї ООН з навколишнього

середовища закликала всі країни скорочувати обсяг протимікробних препаратів, що потрапляють у довкілля з відходами. Для цього, зокрема, необхідно виробити та здійснити заходи щодо безпечної утилізації відходів харчової промисловості, медицини, ветеринарії та виробничих підприємств, що містять залишки таких препаратів.

Поширенню стійкості до протимікробних препаратів можуть також сприяти кліматичні зміни, які впливають на екосистеми і біоту [54]. Дослідження доводять, що за підвищення глобальних та місцевих температур призвело до зростання стійкості до протимікробних препаратів та показників бактеріального інфікування серед людей, тварин, рослин [55]. Доведено, що підвищення температури на 10°C є причиною зростання стійкості до антибіотиків на 2,2–4,2% у поширених збудників бактеріальних інфекцій *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* і *Staphylococcus aureus*, зв'язок між температурою та стійкістю до антибіотиків є постійним для більшості класів антибіотиків і патогенів та з часом може посилюватися [56].

ФАО зазначає, що поява АР у харчовому ланцюзі є проблемою, пов'язаною з широким використанням антибіотиків у аквакультури, тваринництві та рослинництві [57].

Антибіотики десятиліттями використовують не лише в медичних цілях, а й як профілактичний засіб у різних сферах, включаючи тваринництво та інші галузі сільського господарства [58]. Вважається, що лікування худоби антимікробними препаратами покращує загальний стан здоров'я тварин, забезпечуючи більший приріст маси та отримання більш якісного продукту [20]. Водночас 60% усіх інфекційних мікроорганізмів людини походять саме від тварин [59].

Однак, наявна доволі значна доказова база, яка свідчить, що використання та неправильне використання антибіотиків у тваринництві, як стимуляторів росту або як неспецифічних засобів профілактики та лікування інфекцій, підвищило споживання антибіотиків та стійкість серед бактерій у середовищі існування тварин. Цей резервуар резистентності може прямо чи опосередковано передаватися людям через споживання їжі та/або прямий чи непрямий контакт. Стійкі бактерії можуть спричинити серйозні наслідки для здоров'я безпосередньо або через передачу ознак резистентності до антибіотиків патогенним мікроорганізмам, спричиняючи хвороби, які важко лікувати, а тому мають вищі показники захворюваності та смертності. Крім того, відбір і поширення стійких до антибіотиків

штамів може поширюватися в навколишнє середовище через відходи тваринного походження, посилюючи резервуар стійкості, який існує в мікробіомі навколишнього середовища [60, 61].

Стійкі до антибіотиків бактерії, виявлені в організмі тварин, можуть бути патогенними для людини, легко поширюватися харчовими ланцюгами та широко поширюватися в екосистемі через відходи тваринництва. В організмі людини це може спричинити розвиток складних, невиліковних і тривалих інфекцій [34, 62].

Шляхи впливу АР є непрямими через споживання їжі та прямими через контакт із зараженими тваринами або біологічними компонентами (тобто кров, сеча, фекалії, слина, сперма) [63]. Це відбувається через послідовність: 1) використання антибіотиків при вирощуванні тварин, які знищують або пригнічують чутливі бактерії, що дає змогу розвиватися стійким до антибіотиків бактеріям; 2) стійкі бактерії передаються людині через їжу; 3) ці бактерії з високою ймовірністю можуть викликати інфекції у людей з подальшими ускладненнями для здоров'я [64]. Передачу резистентних бактерій від сільськогосподарських тварин людині вперше було помічено понад 40 років тому, коли в мікробіомі кишківника тварин було виявлено високі показники стійкості до

антибіотиків. Молекулярними методами доведено, що стійкі бактерії у сільськогосподарських тварин потрапляють до споживачів через м'ясні продукти [16, 65].

У тваринництві антибіотики часто використовують із профілактичною метою та прогнозується, що до 2030 року таке використання зросте майже на 67% у всьому світі [66].

Стойкі до антимікробних препаратів бактерії та/або гени стійкості до антимікробних препаратів (перенесення в патогенних бактеріях) можуть забруднювати їжу на будь-якому етапі, від поля до роздрібною торгівлі і споживання. Тому важливо контролювати використання антибіотиків під час виробництва продуктів харчування, як для тваринництва, так і для рослинництва для зменшення ризику АР у людей [67].

Морепродукти, вирощені в аквакультурних системах і на фермах, позначаються як «гарячі точки» АР через більш значний генетичний обмін, який робить морепродукти більш сприйнятливими до отримання резистентності. АР у харчових продуктах, отриманих з аквакультури, може знизити антибактеріальну ефективність у людей. Аквакультура також уможливила непряму передачу резистентних генів із водного середовища (бактерій) патогенам, пов'язаним з людиною [68, 69].

Кілька досліджень демонструють, що стійкі до антибіотиків мікроорганізми та гени АР, виявлені у людей, присутні у тварин, які не контактували з людьми. Це свідчить про передачу АР людям через споживання зараженої їжі та неправильне поводження з їжею [70].

Шляхи розповсюдження мікроорганізмів і генів АР у навколишньому середовищі нині активно досліджуються. Наприклад у тваринництві це може бути через контакт із зараженими м'ясними продуктами, професійний контакт (фермери, м'ясники, пакувальники, тощо) і потенційне вторинне поширення у ширшій спільноті від тих, хто професійно піддається впливу, або поширюватися екологічними шляхами, включаючи повітря, воду або ґрунт, у районах поблизу тваринницьких ферм або ферм, де гній використовують як добриво [71]. Доведено поширення *Staphylococcus aureus* на великі відстані повітряним шляхом через прикріплення до часточок пилу [72].

Воду, зокрема питну, забруднену фекаліями тварин або людини, що містить АР, розглядають як ключове джерело поширення АР, залишків антибіотиків, позаклітинних мобільних генетичних елементів, пов'язаних із стійкими до АР організмами, та джерело нових генів стійкості до антибіотиків [73]. Міські стічні води та від тваринницьких комплексів, оборотна вода, стоки від

Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Наумовська О. І., Власенко І. С., Симочко В. В.

підприємств з виробництва антимікробних препаратів визначені як гарячі точки для стійких до антибіотиків бактерій і генів, що поширюються в навколишнє середовище та потребують особливого моніторингу [74-76].

У рослинництві потенційним шляхом розповсюдження АР є генетично модифіковані рослини. Під час генетичної модифікації гени-маркери АР використовують для ідентифікації трансформованих клітин. Гени стійкості потенційно можуть передаватися комменсальним бактеріям, пов'язаним із рослинами, ґрунтом і тваринами [77, 78].

Забруднення антибіотиками або їх залишками, які надходять із різних джерел, є важливим чинником формування резистому ґрунту – сукупності ґрунтових мікроорганізмів із високим рівнем стійкості до антибіотиків, що несе потенційну загрозу здоров'ю людині

Список використаних джерел

1. Global Antimicrobial Resistance Surveillance System (GLASS). WHO, 2020.
2. Nwobodo D.C., Ugwu M.C., Anie O.C. et al. Antibiotic resistance: The challenges and some emerging strategies for tackling a global menace. *J Clin Lab Anal.* 2022. Vol. 36. e24655. doi: 10.1002/jcla.24655
3. Aljeldah M.M. Antimicrobial resistance and its spread is a global threat. *Antibiotics.* 2022. Vol. 11. e1082. doi: 10.3390/antibiotics11081082
4. Uddin T.M., Chakraborty A.J., Khusro A. et al. Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of Infection and Public Health.* 2021. Vol. 14. No 12. P. 1750–1766. doi: 10.1016/j.jiph.2021.10.020

та має у перспективі невизначені і важкоконтрольовані екологічні наслідки [76].

Висновки і перспективи.

Проблема АР, яка несе реальну загрозу людству, визнана на глобальному рівні і нині у більшості країн світу розробляються й впроваджуються національні стратегії/плани дій боротьби з антимікробною резистентністю, які базуються на Концепції «Єдине здоров'я» і спрямовані на поглиблення розуміння значення навколишнього середовища в поширенні стійких до антибіотиків мікроорганізмів і генів стійкості. У перспективі є актуальним дослідження екологічних наслідків, пов'язаних із відходами підприємств медичної, харчової галузей та сільського господарства, які виробляють або використовують антибіотики, та їх безпечної утилізації.

5. Molnar A. Antimicrobial Resistance Awareness and Games. *Trends Microbiol.* 2018. Vol. 27. P. 1–3.

6. Symochko L., Meleshko T., Symochko V., Boyko N. Microbiological control of soil-borne antibiotic resistance human pathogens in agroecosystems. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences.* 2018. Vol. 8. No 3. P. 591–598. doi: 10.31407/ijeess8320

7. Symochko L., Hamuda H., Demyanyuk O., Symochko V., Patyka V. Soil microbial diversity and antibiotic resistance in natural and transformed ecosystems. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences.* 2019. Vol. 9. No 3. P. 581–590. doi: 10.31407/ijeess

8. Spellberg B., Gilbert D.N. The future of antibiotics and resistance: a tribute to a career

Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Наумовська О. І., Власенко І. С., Симочко В. В.

of leadership by John Bartlett. *Clin Infect Dis*. 2014. Vol. 59. No 2. P. 71–75.

9. Von Wintersdorff C.J.H., Penders J., Van Niekerk J.M. et al. Dissemination of antimicrobial resistance in microbial ecosystems through horizontal gene transfer. *Front Microbiol*. 2016. Vol. 7. e173. doi: 10.3389/fmicb.2016.00173

10. Symochko L., Bugyna L., Hafiiyak O. Ecological aspects of biosecurity in modern agroecosystems. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences*. 2021. Vol. 11. No 1. P. 181–186. doi: 10.31407/ijeess11.124

11. Zaman S.B., Hussain M.A., Nye R. et al. A review on antibiotic resistance: alarm bells are ringing. *Cureus*. 2017. 9(6). e1403. doi: 10.7759/cureus.1403

12. WHO. Report on Surveillance of Antibiotic Consumption: 2016–2018 Early Implementation. 2018. URL: https://www.who.int/medicines/areas/rational_use/who-amr-amc-report-20181109.pdf

13. Bassetti M., De Waele J.J., Eggimann P. et al. Preventive and therapeutic strategies in critically ill patients with highly resistant bacteria. *Intensive Care Med*. 2015. Vol. 41. No 5. P. 776–795. doi: 10.1007/s00134-015-3719-z

14. Peterson E., Kaur P. Antibiotic Resistance Mechanisms in Bacteria: Relationships Between Resistance Determinants of Antibiotic Producers, Environmental Bacteria, and Clinical Pathogens. *Frontiers in Microbiology*, 2018. Vol. 9. e2928. doi: 10.3389/fmicb.2018.02928

15. Subramaniam G., Girish M. Antibiotic resistance – a cause for reemergence of infections. *Indian J Pediatr*. 2020. Vol. 87. P. 937–944. doi: 10.1007/s12098-019-03180-3

16. Golkar Z., Bagazra O., Pace D.G. Bacteriophage therapy: a potential solution for the antibiotic resistance crisis. *J Infect Dev Ctries*. 2014. Vol. 8. No 2. P. 129–136.

17. Smith K.M., Machalaba C.C., Seifman R. et al. Infectious disease and economics: The case for considering multi-sectoral impacts. *One Health*. 2019. Vol. 7. doi: 10.1016/j.onehlt.2018.100080

18. World Bank. People, Pathogens and our Planet: The Economics of One Health. Washington, DC. 2012. URL:

<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/11892>

19. Rossolini G.M., Arena F., Pecile P., Pollini S. Update on the antibiotic resistance crisis. *Clin Opin Pharmacol*. 2014. Vol. 18. P. 56–60.

20. Michael C.A., Dominey-Howes D., Labbate M. The antibiotic resistance crisis: causes, consequences, and management. *Front Public Health*. 2014. 2. P. 145.

21. Viswanathan V.K. Off-label abuse of antibiotics by bacteria. *Gut Microbes*. 2014. Vol. 5. No 1. P. 3–4.

22. European Commission. Public Health. EU Action on Antimicrobial Resistance. URL: https://ec.europa.eu/health/antimicrobial-resistance/eu-action-antimicrobial-resistance_en

23. University of Oxford. New Resistance-Busting Antibiotic Combination Could Extend the Use of ‘Last-Resort’ Antibiotics. 2021. URL: <https://www.ox.ac.uk/news/2021-12-14-new-resistance-busting-antibiotic-combinationcould-extend-use-last-resort>

24. O’Neill J. Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations; Review on Antimicrobial Resistance: London, UK, 2016, Vol. 10. P. 1–84. URL: https://amr-review.org/sites/default/files/160518_Final%20paper_with%20cover.pdf

25. Woolhouse M., Waugh C., Perry M.R., Nair H. Global disease burden due to antibiotic resistance – state of the evidence. *J Glob Health*. 2016. Vol. 6. doi: 10.7189/jogh.06.010306

26. Subramaniam G., Girish M. Antibiotic resistance – a cause for reemergence of infections. *Indian J Pediatr*. 2020. Vol. 87. P. 937–944. doi: 10.1007/s12098-019-03180-3

27. World Health Organization. Ten Threats in Global Health in 2019. URL: <https://www.who.int/news-room/feature-stories/ten-threats-to-globalhealth-in-2019>

28. World Health Organization. The World is Running Out of Antibiotics, WHO Report Confirms. September 2017. URL: <https://www.who.int/news/item/20-09-2017-the-world-is-running-out-of-antibiotics-who-report-confirms>

29. Holmes A.H., Moore L.S.P., Sundsfjord A. et al. Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. *Lancet*. 2016. Vol. 387. P. 176–187.
30. Quadri F., Mazer-Amirshahi M., Fox E.R. et al. Antibacterial drug shortages from 2001 to 2013: Implications for clinical practice. *Clin. Infect. Dis.* 2015. Vol. 60. P. 1737–1742.
31. Gilbert N. Industry Says Voluntary Plan to Curb Antibiotic Pollution is Working, but Critics Want Regulation. *Science*. 2020. doi: 10.1126/science.abb0393 URL: <https://www.sciencemag.org/news/2020/01/industry-says-voluntary-plan-curb-antibiotic-pollution-working-critics-want-regulation>.
32. Chokshi A., Sifri Z., Cennimo D., Horng H. Global contributors to antibiotic resistance. *J Glob Infect Dis.* 2019. Vol. 11. P. 36–42. 10.4103/jgid.jgid_110_18
33. Mahmoud M.A., Aldhaeefi M., Sheikh A., Aljadhey H. Community pharmacists perspectives about reasons behind antibiotics dispensing without prescription: a qualitative study. *Biomed Res.* 2018. Vol. 29. doi: 10.4066/biomedicalresearch.29-18-1112
34. Sreeja M.K., Gowrishankar N.L., Adisha S., Divya K.C. Antibiotic resistance-reasons and the most common resistant pathogens – a review. *Res J Pharm Technol.* 2017. Vol. 10. P. 1886–1890. doi: 10.5958/0974-360X.2017.00331.6
35. Nathan C. Antibiotics at the crossroads. *Nature*. 2004. Vol. 431. P. 899–902.
36. Aslam B., Wang W., Arshad M.I. et al. Antibiotic resistance: A rundown of a global crisis. *Infect. Drug Resist.* 2018. Vol. 11. P. 1645–1658. doi: 10.2147/IDR.S173867
37. Swann M.M. Use of Antibiotics in animal husbandry and veterinary medicine; Stationery Office: London, UK, 1969. Vol. 791. P. 1525–1531. URL: <https://api.parliament.uk/historic-hansard/commons/1969/nov/20/use-of-antibioticsin-animal-husbandry>
38. Goossens H., Ferech M., Vander Stichele R., Elseviers M. ESAC Project Group. Outpatient antibiotic use in Europe and association with resistance: A cross-national database study. *Lancet*. 2005. Vol. 365. P. 579–587.
39. Malhotra-Kumar S., Lammens C., Coenen S. et al. Effect of azithromycin and clarithromycin therapy on pharyngeal carriage of macrolide-resistant streptococci in healthy volunteers: A randomised, double-blind, placebo-controlled study. *Lancet*. 2007. Vol. 369. P. 482–490.
40. Costelloe C., Metcalfe C., Lovering A., Mant D., Hay A. Effect of antibiotic prescribing in primary care on antimicrobial resistance in individual patients: Systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2010. Vol. 340. P. 2096.
41. Mackenzie J.S., Jeggo M. The One Health Approach-Why Is It So Important? *Trop Med Infect Dis.* 2019. Vol. 4. No 2. P. 88. doi: 10.3390/tropicalmed4020088
42. World Health Organization. Antimicrobial Resistance; WHO: Geneva, Switzerland, 2020. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
43. Hernando-Amado S., Coque T. M., Baquero F., Martínez J.L. Defining and Combating Antibiotic resistance from One Health and Global Health perspectives. *Nat. Microbiol.* 2019. Vol. 4. No 9. P. 1432–1442. doi: 10.1038/s41564-019-0503-9
44. McMichael C. Climate change-related migration and infectious disease. *Virulence*. 2015. Vol. 6. No 6. P. 548–553. doi: 10.1080/21505594.2015.1021539
45. Aslam B., Khurshid M., Arshad M.I. et al. Antibiotic resistance: One Health One World Outlook. *Front. Cell. Infect. Microbiol.* 2021. Vol. 11. 771510. doi: 10.3389/fcimb.2021.771510
46. Buschhardt T., Günther T., Skjerdal T. et al. A One Health glossary to support communication and information exchange between the human health, animal health and food safety sectors. *One Health*. 2021. Vol. 13. e100263. doi: 10.1016/j.onehlt.2021.100263
47. United Nations. Follow-Up to the Political Declaration of the High-Level Meeting of the General Assembly on Antimicrobial Resistance; A/73/869; United Nations: New York, NY, USA, 2019. URL: <https://digitallibrary.un.org/record/3807197?ln=en>
48. Офіційний сайт Кабінету Міністрів України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/proogo-planu->

Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Наумовська О. І., Власенко І. С., Симочко В. В.

dij-shchodo-borotbi-iz-stijkisty-protimikrobnih-preparativ

49. Liguori K., Keenum I., Davis B.C. et al. Antimicrobial resistance monitoring of water environments: A Framework for Standardized Methods and Quality Control. *Environmental Science & Technology*. 2022. Vol. 56. No 13. P. 9149–9160. doi: 10.1021/acs.est.1c08918

50. Baquero F., Coque T.M., Martínez J.L., Aracil-Gisbert S., Lanza V.F. Gene transmission in the one health microbiosphere and the channels of antimicrobial resistance. *Frontiers in Microbiology*. 2019. Vol. 10. 2892. doi: 10.3389/fmicb.2019.02892

51. Hernando-Amado S., Coque T.M., Baquero F., Martínez J.L. Antibiotic resistance: moving from individual health norms to social norms in one health and global health. *Frontiers in Microbiology*. 2020. Vol. 11. 1914. doi: 10.3389/fmicb.2020.01914

52. UNEP (2017). *Frontiers 2017 Emerging Issues of Environmental Concern*. United Nations Environment Programme, Nairobi. 84 p. URL: <https://www.unep.org/resources/frontiers-2017-emerging-issues-environmental-concern>

53. Gonzalez-Zorn B., Escudero J.A. Ecology of antimicrobial resistance: Humans, animals, food and environment. *Int. Microbiol.* Vol. 2012. 15. P. 101–109.

54. Global Leaders Group on Antimicrobial Resistance. 2021. *Antimicrobial Resistance and the Climate Crisis*. URL: <https://www.amrleaders.org/resources/m/item/antimicrobial-resistance-and-the-climate-crisis>

55. McGough S., MacFadden D.R., Hattab M.W. et al. Rates of increase of antibiotic resistance and ambient temperature in Europe: a cross-national analysis of 28 countries between 2000 and 2016. *Euro surveillance*. 2020. Vol. 25. No 45. e1900414. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2020.25.45.1900414

56. MacFadden, D.R., McGough, S.F., Fisman, D. et al. Antibiotic resistance increases with local temperature. *Nature Clim Change*. 2018. 8. P. 510–514. doi: 10.1038/s41558-018-0161-6

57. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Status Report on Antimicrobial Resistance*. Rome: Food and

Agriculture Organization of the United Nations. 2015. URL: <http://www.fao.org/3/a-mm736e.pdf>

58. Gajdacs M., Albericio F. Antibiotic resistance: from the bench to patients. *Antibiotics*. 2019. Vol. 8. 10.3390/antibiotics8030129

59. Taylor L.H., Latham S.M., Woolhouse M.E. Risk factors for human disease emergence. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci.* 2001. Vol. 356. No 1411. P. 983–989. doi: 10.1098/rstb.2001.0888

60. Economou V., Gousia P. Agriculture and food animals as a source of antimicrobial-resistant bacteria. *Infection and Drug Resistance*. 2015. Vol. 8. P. 49–61. doi: 10.2147/IDR.S55778

61. Silbergeld E.K., Graham J., Price L.B. Industrial food animal production, antimicrobial resistance, and human health. *Annual Review of Public Health*. 2008. Vol. 29. P. 151–169. doi: 10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090904

62. Manyi-Loh C., Mamphweli S., Meyer E., Okoh A. Antibiotic use in agriculture and its consequential resistance in environmental sources: potential public health implications. *Molecules*. 2018. Vol. 23. 10.3390/molecules23040795

63. Chang Q., Wang W., Regev-Yochay G. et al. Antibiotics in agriculture and the risk to human health: How worried should we be? *Evol. Appl.* 2014. Vol. 8. P. 240–247.

64. Офіційний сайт Centers for Disease Control and Prevention. URL: <http://www.cdc.gov/>

65. Bartlett J.G., Gilbert D.N., Spellberg B. Seven ways to preserve the miracle of antibiotics. *Clin Infect Dis*. 2013. Vol. 56. No 10. P. 1445–1450.

66. Van Boeckel T.P., Brower C., Gilbert M. et al. Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2015. Vol. 112. P. 5649–5654.

67. Samtiya M., Matthews K.R., Dhewa T., Puniya A.K. Antimicrobial resistance in the food Chain: Trends, Mechanisms, Pathways, and Possible Regulation Strategies. *Foods*. 2022. Vol. 11. 2966. doi: 10.3390/foods11192966

68. Tate H., Ayers S., Nyirabahizi E. et al. Prevalence of antimicrobial resistance in select bacteria from retail seafood – United States, 2019. *Front Microbiol.* 2022. Vol. 13. e928509. doi: 10.3389/fmicb.2022.928509

69. Watts J.E.M., Schreier H.J., Lanska L., Hale M.S. The rising tide of antimicrobial resistance in aquaculture: sources, sinks and solutions. *Mar. Drugs.* 2017. Vol. 15. 158.

70. Marshall B.M., Levy S.B. Food Animals and Antimicrobials: Impacts on Human Health. *Clin. Microbiol. Rev.* 2011. Vol. 24. P. 718–733.

71. Graham D.W., Bergeron G., Bourassa M.W. et al. Complexities in understanding antimicrobial resistance across domesticated animal, human, and environmental systems. *Ann N Y Acad Sci.* 2019. Vol. 1441. No 1. P. 17–30. doi: 10.1111/nyas.14036

72. Hartung J., Seedorf J., Trickl T., Gronauer H. Emission of particulates from a pig farm with central air exhaust in the pig stall. *DTW. Dtsch. Tierarztl. Wochenschr.* 1998. Vol. 105. P. 244–245.

73. Larsson D.G.J., Flach C.F. Antibiotic resistance in the environment. *Nat Rev Microbiol.* 2022. Vol. 20. P. 257–269. doi: 10.1038/s41579-021-00649-x

74. Burgmann H., Frigon D., Gaze W. et al. Water and sanitation: an essential battlefield in the war on antimicrobial resistance. *FEMS Microbiology Ecology.* 2018. Vol. 94. No 9. fiy101. doi: 10.1093/femsec/fiy101

75. Rizzo L., Manaia C., Merlin C. et al. Urban wastewater treatment plants as hotspots for antibiotic resistant bacteria and genes spread into the environment: a review. *Science of the total environment.* 2013. Vol. 447. P. 345–360. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.01.032

76. Symochko L., Mariychuk R., Demyanyuk O., Symochko V. Antibiotics in agroecosystems: soil microbiome and resistome. *Agroecological journal.* 2019. Vol. 4. P. 85–92. doi: 10.33730/2077-4893.4.2019.189463

77. European Food Safety Authority (EFSA). Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on the use of antibiotic resistance genes as marker genes in genetically modified plants. *EFSA J.* 2004. Vol. 2. 48.

78. European Food Safety Authority (EFSA). Statement on the safe use of the nptII antibiotic resistance marker gene in genetically modified plants by the Scientific Panel on genetically modified organisms (GMO). *EFSA J.* 2007. Vol. 5. 742.

References

1. WHO (2020). *Global Antimicrobial Resistance Surveillance System (GLASS)*.

2. Nwobodo, D.C., Ugwu, M.C., Anie, O.C., Al-Ouqaili, M.T.S., Ikem, J.C., Chigozie, U.V., & Saki, M. (2022). Antibiotic resistance: The challenges and some emerging strategies for tackling a global menace. *J Clin Lab Anal*, 36, e24655. doi: 10.1002/jcla.24655

3. Aljeldah, M.M. (2022). Antimicrobial Resistance and Its Spread Is a Global Threat. *Antibiotics*, 11, 1082. doi: 10.3390/antibiotics11081082

4. Uddin, T.M., Chakraborty, A.J., Khusro, A., Zidan, B.M.R.M., Mitra, S., Emran, T.B., Dhama, K., Ripon, Md.K.H., Gajdacs, M., Sahibzada, M.U.K., Hossain, Md.J., & Koirala, N. (2021). Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of Infection and Public Health*, 14(12), 1750-1766. doi: 10.1016/j.jiph.2021.10.020

5. Molnar, A. (2018). Antimicrobial Resistance Awareness and Games. *Trends Microbiol*, 27, 1–3.

6. Symochko, L., Meleshko, T., Symochko, V., & Boyko, N. (2018). Microbiological control of soil-borne antibiotic resistance human pathogens in agroecosystems. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences*, 8(3), 591–598. doi: 10.31407/ijeec8320

7. Symochko, L., Hamuda, H., Demyanyuk, O., Symochko, V., & Patyka, V. (2019). Soil microbial diversity and antibiotic resistance in natural and transformed ecosystems. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences*, 9(3), 581–590. doi: 10.31407/ijeec

8. Spellberg, B., & Gilbert, D.N. (2014). The future of antibiotics and resistance: a tribute to a career of leadership by John Bartlett. *Clin Infect Dis*, 59, (suppl 2), 71–75.

9. Von Wintersdorff, C.J.H., Penders, J., Van Niekerk, J.M., Mills, N.D., Majumder, S., Van Alphen, L.B., Savelkoul, P.H., & Wolffs,

Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Наумовська О. І., Власенко І. С., Симочко В. В.

P.F. (2016). Dissemination of antimicrobial resistance in microbial ecosystems through horizontal gene transfer. *Front Microbiol*, 7, e173. doi: 10.3389/fmicb.2016.00173

10. Symochko, L., Bugyna, L., & Hafiiyak, O. (2021). Ecological aspects of biosecurity in modern agroecosystems. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences*, 11(1), 181-186. doi: 10.31407/ijeess11.124

11. Zaman, S., Hussain, M.A., Nye, R., Mehta, V., Mamun, K.T., & Hossain, N. (2017). A review on antibiotic resistance: alarm bells are ringing. *Cureus*, 9(6), e1403. doi: 10.7759/cureus.1403

12. WHO (2018). *Report on Surveillance of Antibiotic Consumption: 2016–2018 Early Implementation*. URL: https://www.who.int/medicines/areas/rational_use/who-amr-amc-report-20181109.pdf

13. Bassetti, M., De Waele, J.J., Eggimann, P., Garnacho-Montero, J., Kahlmeter, G., Menichetti, F., Nicolau, D.P., Paiva, J.A., Tumbarello, M., Welte, T., Wilcox, M., Zahar, J.R., & Poulakou, G. (2015). Preventive and therapeutic strategies in critically ill patients with highly resistant bacteria. *Intensive Care Med*, 41(5), 776-795. doi: 10.1007/s00134-015-3719-z

14. Peterson, E., & Kaur, P. (2018). Antibiotic Resistance Mechanisms in Bacteria: Relationships Between Resistance Determinants of Antibiotic Producers, Environmental Bacteria, and Clinical Pathogens. *Frontiers in Microbiology*, 9, e2928. doi: 10.3389/fmicb.2018.02928

15. Subramaniam, G., & Girish, M. (2020). Antibiotic resistance – a cause for reemergence of infections. *Indian J Pediatr*, 87, 937-944. doi: 10.1007/s12098-019-03180-3

16. Golkar, Z., Bagazra, O., & Pace, D.G. (2014). Bacteriophage therapy: a potential solution for the antibiotic resistance crisis. *J Infect Dev Ctries*, 8(2), 129–136.

17. Smith, K.M., Machalaba, C.C., Seifman, R., Feferholtz, Y., & Karesh, W.B. (2019). Infectious disease and economics: The case for considering multi-sectoral impacts. *One Health*, 7. doi: 10.1016/j.onehlt.2018.100080

18. World Bank (2012). *People, Pathogens and our Planet: The Economics of*

One Health. Washington, DC. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/11892>

19. Rossolini, G.M., Arena, F., Pecile, P., & Pollini, S. (2014). Update on the antibiotic resistance crisis. *Clin Opin Pharmacol*, 18, 56–60.

20. Michael, C.A., Dominey-Howes, D., & Labbate, M. (2014). The antibiotic resistance crisis: causes, consequences, and management. *Front Public Health*, 2, 145.

21. Viswanathan, V.K. (2014). Off-label abuse of antibiotics by bacteria. *Gut Microbes*, 5(1), 3–4.

22. European Commission. *Public Health. EU Action on Antimicrobial Resistance*. URL: https://ec.europa.eu/health/antimicrobial-resistance/eu-action-antimicrobial-resistance_en

23. University of Oxford (2021). *New Resistance-Busting Antibiotic Combination Could Extend the Use of ‘Last-Resort’ Antibiotics*. Available online: <https://www.ox.ac.uk/news/2021-12-14-new-resistance-busting-antibiotic-combinationcould-extend-use-last-resort>

24. O'Neill, J. (2016). *Tackling Drug-Resistant Infections Globally: Final Report and Recommendations; Review on Antimicrobial Resistance*: London, UK, 2016, 10, 1–84. URL: https://amr-review.org/sites/default/files/160518_Final%20paper_with%20cover.pdf

25. Woolhouse, M., Waugh, C., Perry, M.R., & Nair, H. (2016). Global disease burden due to antibiotic resistance – state of the evidence. *J Glob Health*, 6. doi: 10.7189/jogh.06.010306

26. Subramaniam, G., & Girish, M. (2020). Antibiotic resistance - a cause for reemergence of infections. *Indian J Pediatr*, 87, 937-944. doi: 10.1007/s12098-019-03180-3

27. WHO (2019). *Ten Threats in Global Health in 2019*. <https://www.who.int/news-room/feature-stories/ten-threats-to-globalhealth-in-2019>

28. WHO (2017). *The World is Running Out of Antibiotics, WHO Report Confirms*. URL: <https://www.who.int/news/item/20-09-2017-the-world-is-running-out-of-antibiotics-who-report-confirms>

29. Holmes, A.H., Moore, L.S.P., Sundsfjord, A., Steinbakk, M., Regmi, S., Karkey, A., Guerin, P.J., & Piddock, L.J.V. (2016). Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. *Lancet*, 387, 176-187.
30. Quadri, F., Mazer-Amirshahi, M., Fox, E.R., Hawley, K.L., Pines, J.M., Zocchi, M.S., & May, L. (2015). Antibacterial Drug Shortages From 2001 to 2013: Implications for Clinical Practice. *Clin. Infect. Dis*, 60, 1737-1742.
31. Gilbert, N. (2020). Industry Says Voluntary Plan to Curb Antibiotic Pollution is Working, but Critics Want Regulation. *Science*, doi: 10.1126/science.abb0393 URL: <https://www.sciencemag.org/news/2020/01/industry-says-voluntary-plan-curb-antibiotic-pollution-working-critics-want-regulation>.
32. Chokshi, A., Sifri, Z., Cennimo, D., & Horng, H. (2019). Global contributors to antibiotic resistance. *J Glob Infect Dis*, 11, 36-42. doi: 10.4103/jgid.jgid_110_18
33. Mahmoud, M.A., Aldhaefi, M., Sheikh, A., & Aljadhey, H. (2018). Community pharmacists perspectives about reasons behind antibiotics dispensing without prescription: a qualitative study. *Biomed Res*, 29. doi: 10.4066/biomedicalresearch.29-18-1112
34. Sreeja, M.K., Gowrishankar, N.L., Adisha, S., & Divya, K.C. (2017). Antibiotic resistance-reasons and the most common resistant pathogens – a review. *Res J Pharm Technol*, 10, 1886-1890. doi: 10.5958/0974-360X.2017.00331.6
35. Nathan, C. (2004). Antibiotics at the crossroads. *Nature*, 431, 899-902.
36. Aslam, B., Wang, W., Arshad, M.I., Khurshid, M., Muzammil, S., Nisar, M.A., Alvi, R.F., Aslam, M.A., Qamar, M.U., Salamat, M.K.F., & Baloch, Z. (2018). Antibiotic resistance: A rundown of a global crisis. *Infect. Drug Resist*, 11, 1645-1658. doi: 10.2147/IDR.S173867
37. Swann, M.M. (1969). *Use of Antibiotics in Animal Husbandry and Veterinary Medicine; Stationery Office*: London, UK, 791, 1525-1531. URL: <https://api.parliament.uk/historic-hansard/commons/1969/nov/20/use-of-antibioticsin-animal-husbandry>
38. Goossens, H., Ferech, M., Vander Stichele, R., & Elseviers, M. (2005). ESAC Project Group. Outpatient antibiotic use in Europe and association with resistance: A cross-national database study. *Lancet*, 365, 579-587.
39. Malhotra-Kumar, S., Lammens, C., Coenen, S., Van Herck, K., & Goossens, H. (2007). Effect of azithromycin and clarithromycin therapy on pharyngeal carriage of macrolide-resistant streptococci in healthy volunteers: A randomised, double-blind, placebo-controlled study. *Lancet*, 369, 482-490.
40. Costelloe, C., Metcalfe, C., Lovering, A., Mant, D., & Hay, A. (2010). Effect of antibiotic prescribing in primary care on antimicrobial resistance in individual patients: Systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 340, 2096.
41. Mackenzie, J.S., & Jeggo, M. (2019). The One Health Approach-Why Is It So Important? *Trop Med Infect Dis*, 4(2), 88. doi: 10.3390/tropicalmed4020088
42. WHO (2020). *Antimicrobial Resistance*. Geneva, Switzerland Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
43. Hernando-Amado, S., Coque, T. M., Baquero, F., & Martínez, J.L. (2019). Defining and Combating Antibiotic Resistance From One Health and Global Health Perspectives. *Nat. Microbiol*, 4(9), 1432-1442. doi: 10.1038/s41564-019-0503-9
44. McMichael, C. (2015). Climate Change-Related Migration and Infectious Disease. *Virulence*, 6(6), 548-553. doi: 10.1080/21505594.2015.1021539
45. Aslam, B., Khurshid, M., Arshad, M.I., Muzammil, S., Rasool, M., Yasmeen, N., Shah, T., Chaudhry, T.H., Rasool, M.H., Shahid, A., Xueshan, X., & Baloch, Z. (2021). Antibiotic Resistance: One Health One World Outlook. *Front. Cell. Infect. Microbiol*, 11, 771510. doi: 10.3389/fcimb.2021.771510
46. Buschhardt, T. Günther, T., Skjerdal, T., Torpdahl, M., Gethmann, J., Filippitzi, M.E., Maassen, C., Jore, S., Ellis-Iversen, J., & Filter, M. (2021). A One Health glossary to support communication and information exchange between the human health, animal

Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Наумовська О. І., Власенко І. С., Симочко В. В.

health and food safety sectors. *One Health*, 13, e100263. doi: 10.1016/j.onehlt.2021.100263

47. United Nations (2019). *Follow-Up to the Political Declaration of the High-Level Meeting of the General Assembly on Antimicrobial Resistance*. A/73/869; United Nations: New York, NY, USA. URL: <https://digitallibrary.un.org/record/3807197?ln=en>

48. Official website of the Cabinet of Ministers of Ukraine. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/proogo-planu-dij-shchodo-borotbi-iz-stijkistyu-do-protimikrobnih-preparativ>

49. Liguori, K., Keenum, I., Davis, B.C., Calarco, J., Milligan, E., Harwood, V.J., & Pruden, A. (2022). Antimicrobial Resistance Monitoring of Water Environments: A Framework for Standardized Methods and Quality Control. *Environmental Science & Technology*, 56(13), 9149-9160. doi: 10.1021/acs.est.1c08918

50. Baquero, F., Coque, T.M., Martínez, J.L., Aracil-Gisbert, S., & Lanza, V.F. (2019). Gene transmission in the one health microbiosphere and the channels of antimicrobial resistance. *Frontiers in Microbiology*, 10, 2892. doi: 10.3389/fmicb.2019.02892

51. Hernando-Amado, S., Coque, T.M., Baquero, F., & Martínez, J.L. (2020). Antibiotic resistance: moving from individual health norms to social norms in one health and global health. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1914. doi: 10.3389/fmicb.2020.01914

52. UNEP (2017). *Frontiers 2017 Emerging Issues of Environmental Concern*. United Nations Environment Programme, Nairobi. 84 p. URL: <https://www.unep.org/resources/frontiers-2017-emerging-issues-environmental-concern>

53. Gonzalez-Zorn, B., & Escudero, J.A. (2012). Ecology of antimicrobial resistance: Humans, animals, food and environment. *Int. Microbiol*, 15, 101–109.

54. Global Leaders Group on Antimicrobial Resistance (2021). *Antimicrobial Resistance and the Climate Crisis*. URL: <https://www.amrleaders.org/resources/m/item/antimicrobial-resistance-and-the-climate-crisis>

55. McGough, S., MacFadden, D.R., Hattab, M.W., Molbak, K., & Santillana, M. (2020). Rates of increase of antibiotic resistance and ambient temperature in Europe: a cross-national analysis of 28 countries between 2000 and 2016. *Euro surveillance*, 25(45), e1900414. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2020.25.45.1900414

56. MacFadden, D.R., McGough, S.F., Fisman, D., Santillana, M., & Brownstein, J.S. (2018). Antibiotic resistance increases with local temperature. *Nature Clim Change*, 8, 510–514. doi: 10.1038/s41558-018-0161-6

57. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2015). *Status Report on Antimicrobial Resistance*. URL: <http://www.fao.org/3/a-mm736e.pdf>

58. Gajdacs, M., & Albericio, F. (2019). Antibiotic resistance: from the bench to patients. *Antibiotics*, 8. doi: 10.3390/antibiotics8030129

59. Taylor, L.H., Latham, S.M., & Woolhouse, M.E. (2001). Risk factors for human disease emergence. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci*, 356(1411), 983-989. doi: 10.1098/rstb.2001.0888

60. Economou, V., & Gousia, P. (2015). Agriculture and food animals as a source of antimicrobial-resistant bacteria. *Infection and Drug Resistance*, 8, 49-61. doi: 10.2147/IDR.S55778

61. Silbergeld, E.K., Graham, J., & Price, L.B. (2008). Industrial food animal production, antimicrobial resistance, and human health. *Annual Review of Public Health*, 29, 151-169. doi: 10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090904

62. Manyi-Loh, C., Mamphweli, S., Meyer, E., & Okoh, A. (2018). Antibiotic use in agriculture and its consequential resistance in environmental sources: potential public health implications. *Molecules*, 23. doi: 10.3390/molecules23040795

63. Chang, Q., Wang, W., Regev-Yochay, G., Lipsitch, M., & Hanage, W.P. (2014). Antibiotics in agriculture and the risk to human health: How worried should we be? *Evol. Appl*, 8, 240–247.

64. Official website of the Centers for Disease Control and Prevention. URL: <http://www.cdc.gov/>

65. Bartlett, J.G., Gilbert, D.N., & Spellberg, B. (2013) Seven ways to preserve the miracle of antibiotics. *Clin Infect Dis*, 56(10), 1445–1450.
66. Van Boeckel, T.P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B.T., Levin, S.A., Robinson, T.P., Teillant, A., & Laxminarayan, R. (2015). Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 112, 5649–5654.
67. Samtiya, M., Matthews, K.R., Dhewa, T., Puniya, A.K. (2022). Antimicrobial Resistance in the Food Chain: Trends, Mechanisms, Pathways, and Possible Regulation Strategies. *Foods*, 11, 2966. doi: 10.3390/foods11192966
68. Tate, H., Ayers, S., Nyirabahizi, E., Li, C., Borenstein, S., Young, S., Rice-Trujillo, C., Saint Fleurant, S., Bodeis-Jones, S., Li, X., Tobin-D'Angelo, M., Volkova, V., Hardy, R., Mingle, L., M'ikanatha, N.M., Ruesch, L., Whitehouse, C.A., Tyson, G.H., Strain, E., & McDermott, P.F. (2022). Prevalence of Antimicrobial Resistance in Select Bacteria from Retail Seafood - United States, 2019. *Front Microbiol*, 13, e928509. doi: 10.3389/fmicb.2022.928509
69. Watts, J.E.M., Schreier, H.J., Lanska, L., & Hale, M.S. (2017). The Rising Tide of Antimicrobial Resistance in Aquaculture: Sources, Sinks and Solutions. *Mar. Drugs*, 15, 158.
70. Marshall, B.M., & Levy, S.B. (2011). Food Animals and Antimicrobials: Impacts on Human Health. *Clin. Microbiol. Rev*, 24, 718–733.
71. Graham, D.W., Bergeron, G., Bourassa, M.W., Dickson, J., Gomes, F., Howe, A., Kahn, L.H., Morley, P.S., Scott, H.M., Simjee, S., Singer, R.S., Smith, T.C., Storrs, C., & Wittum, T.E. (2019). Complexities in understanding antimicrobial resistance across domesticated animal, human, and environmental systems. *Ann N Y Acad Sci*, 1441(1), 17–30. doi: 10.1111/nyas.14036
72. Hartung, J., Seedorf, J., Trickl, T., & Gronauer, H. (1998). Emission of particulates from a pig farm with central air exhaust in the pig stall. *DTW. Dtsch. Tierarztl. Wochenschr*, 105, 244–245.
73. Larsson, D.G.J., & Flach, C.F. (2022). Antibiotic resistance in the environment. *Nat Rev Microbiol*, 20, 257–269. doi: 10.1038/s41579-021-00649-x
74. Burgmann, H., Frigon, D., Gaze, W., Manaia, C., Pruden, A., Singer, A.C., Smets, B.F., & Zhang, T. (2018). Water and sanitation: an essential battlefield in the war on antimicrobial resistance. *FEMS Microbiology Ecology*, 94(9), fiy101. doi: 10.1093/femsec/fiy101
75. Rizzo, L., Manaia, C., Merlin, C., Schwartz, T., Dagot, C., Ploy, M.C., Michael, I., & Fatta-Kassinos, D. (2013). Urban wastewater treatment plants as hotspots for antibiotic resistant bacteria and genes spread into the environment: a review. *Science of the Total Environment*, 447, 345–360. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.01.032
76. Symochko, L., Mariychuk, R., Demyanyuk, O., & Symochko, V. (2019). Antibiotics in agroecosystems: soil microbiome and resistome. *Agroecological journal*, 4, 85–92. doi: 10.33730/2077-4893.4.2019.189463
77. European Food Safety Authority (2004). Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on the use of antibiotic resistance genes as marker genes in genetically modified plants. *EFSA J*, 2, 48.
78. European Food Safety Authority (2007). Statement on the safe use of the nptII antibiotic resistance marker gene in genetically modified plants by the Scientific Panel on genetically modified organisms (GMO). *EFSA J*, 5, 742.

ANTIBIOTIC RESISTANCE AS A GLOBAL PROBLEM IN THE CONTEXT OF BIOSECURITY

O. Demyanyuk, L. Symochko, O. Naumovska, I. Vlasenko, V. Symochko

Abstract. *Unreasonable (Unjustified), excessive and uncontrolled use of antibiotics in the field of healthcare and agriculture sectors has become the main*

Дем'янюк О. С., Симочко Л. Ю., Наумовська О. І., Власенко І. С., Симочко В. В.

reason for the formation of antibiotic resistance (AR) and the spread of antibiotic-resistant microorganisms in the environment.

Every year the growth of AR is recorded in the world, which has become a challenge for humanity. The WHO (World Health Organization) has recognized the problem of AR as one of the 10 global threats to public health facing humanity, which causes about 700,000 deaths per year in the world, and endangers the possibility of achieving the UN Sustainable Development Goals, in particular goal No. 3 "Ensuring healthy lifestyles and promoting well-being for everyone at all ages."

And it also causes(carries) significant socio-economic losses and unpredictable environmental consequences. The purpose of the research is to analyze modern data on the formation and spread of AR and modern approaches to solving the AR problem at the global level. By using a systematic approach, content analysis, bibliosemantics and scientometrics methods, analysis and generalization of data from modern scientific sources, statistics (statistical data) of leading international organizations involved(engaged) in monitoring AR and solving the problem of spreading AR were carried out.

This review demonstrates the relevance of the problem of resistance of microorganisms (problem of antimicrobial resistance) to antibiotics, the main mechanisms of the development and spread of AR, the global scope(scale) and consequences of AR, and aims to provide an insight into international initiatives to reduce AR, in particular the Concept of "One Health" (the "One Health" Concept) and the strategies that are currently being implemented.

Solving the AR problem requires a comprehensive (an integrated) approach, which includes mandatory systematic monitoring of the state of resistance of microorganisms to antibiotics, control of the use of antimicrobial drugs and educational programs to prevent the misuse of antibiotics, environmentally safe methods of waste disposal of medical, food and other industries that produce or use antibiotics, and their safe disposal, etc. In perspective (In the future), it is relevant to study the environmental consequences associated with the waste of(from) medical, food, and agricultural enterprises that produce or use antibiotics, and their safe disposal.

Key words: *antibiotic resistance (antimicrobial resistance), resistome, human health, animal health, environment, "One Health" Concept, pollution*

ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТАРПАНОВИДНИХ КОНЕЙ ПОРОДИ КОНИК ПОЛЬСЬКИЙ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ФІЛОГЕНЕТИЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ІЗ ДРЕВНІМИ ЕКВІДАМИ

В. В. ДЗІЦЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор
<https://orcid.org/0000-0001-9697-4165>

Л. Ф. СТАРОДУБ, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий
співробітник

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця НААН
E-mail: Starodublif@gmail.com

Т. М. ДИМАНЬ, доктор сільськогосподарських наук, професор

Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква

[https://doi.org/10.31548/dopovid1\(101\).2023.002](https://doi.org/10.31548/dopovid1(101).2023.002)

Анотація. Сучасні підходи до генотипування сільськогосподарських тварин з використанням ДНК-маркерів нині з успіхом застосовуються для визначення походження свійських коней і особливостей їх генетичної структури.

Метою нашої роботи є виявлення внутрішньовидової генетичної мінливості тарпановидних коней породи коник польський та встановлення філогенетичних зв'язків між древніми еквідами (плейстоценовий кінь, справжній тарпан) з використанням ISSR-PCR. Для досліджень використали коней породи коник польський з Яворівського національного природного парку та викопні рештки кісток коней плейстоценового періоду (близько 10 тис. р. до нашої ери). Генетичну структуру і міжпородну диференціацію провели за використання восьми ISSR-маркерних систем.

Отримані результати досліджень свідчать про високу ступінь консолідації коней породи коник польський на основі виявленого значення частки поліморфних локусів (P) і індексу інформаційного змісту поліморфізму (PIC).

Полілокусні спектри продуктів ампліфікації ділянки ISSR-PCR виявилися породоспецифічними для досліджених коней. За методом Нея (Nei, 1978) з використанням ISSR-маркерів розрахували генетичні відстані і встановили філогенетичні зв'язки між плейстоценовим конем, справжнім тарпаном та коником польським. Встановлено, що генетична відстань між коником польським і плейстоценовим конем становить $D_N = 0,0881$, а між коником польським і справжнім тарпаном – $D_N = 0,0845$, що свідчить про наявність філогенетичних зв'язків сучасних коней з древніми еквідами. У коня свійського (*Equus caballus*) виявлені видоспецифічні міжмікросателітні ділянки ДНК з розміром 380-400 пн та 500-520 пн.

Отже, генотипування спектрів продуктів ампліфікації з використанням міжмікросателітних праймерів дає змогу достатньо надійно виявляти міжпородні відмінності коней та встановлювати філогенетичні зв'язки між ними.

Дзіцюк В. В., Стародуб Л. Ф., Димань Т. М.

Ключові слова: *ISSR-PCR маркери, міжмікросателітні фрагменти ДНК, тарпановидні коні, філогенетичні зв'язки.*

Актуальність. У розвитку людського суспільства кінь відіграє важливу роль. Він став складовою частиною господарського та інтелектуального розвитку древніх поселень людей, символом перетворення наступних великих епох. Останнім диким конем, що дожив на території України до кінця XIX ст., на думку багатьох палеонтологів, був тарпан (Крохмальна Т., 1999). Проте, це твердження дотепер ставиться під сумнів. Походження свійського коня та історія виникнення більшості сучасних порід залишається нез'ясованою до нинішнього часу. Пояснюється це тим, що кістки диких коней та одомашнених, практично, однакові. Відсутність діагностичних, анатомічних і біометричних критеріїв не дає можливість визначати археозоологічні рештки коня (Курзенков М., 2018). Для розв'язання цих питань використовують молекулярно-генетичний аналіз ДНК коня. З використанням молекулярних маркерів з'явилися нові можливості вивчення генетичного різноманіття видів тварин, а також визначення філогенетичних зв'язків як на внутрішньо-, так і на міжвидовому рівні. Одним з методів молекулярного аналізу генетичної структури популяцій поліморфізму є метод

ISSR-PCR - дослідження міжмікросателітних фрагментів ДНК.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Одним із методів, який дає змогу провести аналіз генетичної структури і оцінити генетичну різноманітність популяцій є ISSR-PCR – дослідження міжмікросателітних фрагментів ДНК, що знаходяться між двома двома близько розташованими послідовностями, які вважаються унікальними. У результаті одержують значну кількість видоспецифічних паттернів ПЦР-продуктів, представлених дискретними смугами на електрофореграмі. Маркери ISSR-PCR нині отримали широке застосування для таксономічного і філогенетичного порівняння завдяки високій відтворюваності. Методом ISSR-PCR отримані фінгерпринти ДНК ряду ссавців, птахів, риб, рептилій і рослин (Костенко С. О. та ін., 2017).

Мета. Метою роботи є виявлення внутрішньовидової генетичної мінливості тарпановидних коней породи коник польський та встановлення філогенетичних зв'язків між древніми еквідами (плейстоценовий кінь, справжній тарпан) з використанням ISSR-PCR..

Методи. У дослідженнях використовували коней породи коник польський (10 гол., Яворівський

Дзіцюк В. В., Стародуб Л. Ф., Димань Т. М.

національний природний парк, Львівська область) та викопні рештки кісток коней плейстоценового періоду (близько 10 тис. р. до нашої ери), зокрема кістку п'ястку (os. tarsicentral), яка знайдена П. І. Борисовським у 1935 році під час будівельних робіт в кар'єрі в м. Новгород-Сіверський (Чернігівська обл.).

Для дослідження ДНК польських коників відібрали зразки крові з яремної вени (по 5 мл). У дикого коня тарпана (4,5 тис. р. до н. е.) було використано зуб, знайдений В. М. Даниленком 1959 році під час розкопок в с. Скибниця

Тростянецького району Вінницької області. Палеонтологічний матеріал для наших досліджень наданий Київським національним науково-природничим музеєм НААН України (Мохначова Н. та ін. 2020).

Виділення ДНК із викопних кісток проводили після ретельного подрібнення і додавання лізуючих речовин (протеїнази К і дитіоеритритолу) з наступним використанням комерційного набору «ДНК Сорб-В».

Для ампліфікації фрагментів ДНК використовували праймери, підбір яких проводили емпірично (таблиця 1).

1. Характеристика використаних праймерів

Послідовність (5'-3')	Температура відпалу	Мотив
AGAGAGAGAGAGAGAGAGC	58°	(AG) ₉ C
GAGAGAGAGAGAGAGAGAC	58°	(GA) ₉ C
ACCACCACCACCACCACCG	60°	(ACC) ₆ G
GAGGAGGAGGAGGAGGAGC	60°	(GAG) ₆ C
AGAGAGAGAGAGAGAGCA	54°	(AG) ₈ CA
GAGAGAGAGAGAGACC	44°	(GA) ₆ CC
AGAGAGAGAGAGAGAGCG	56°	(AG) ₈ CG
CTCCTCCTCCTCCTCCTC	64°	(CTC) ₆ C

ПЛР здійснювали на ампліфікаторі «Герцик» з використанням реакційної суміші, яка містила: бідистильованої води – 4,6 мкл, буферу для ДНК полімерази – 2 мкл, суміші трифосфатів («Амплісенс») – 1 мкл, праймерів – 80 пмоль (1,0 мкл/реакцію), ДНК-полімерази («Fermentas», Литва) – 0,83 од. акт. (0,2 мкл). Геномна ДНК

додавалась у кількості 1,2 мкл (25 нг). Загальний об'єм ПЛР-суміші становив 10 мкл.

Електрофоретичне розділення продуктів ампліфікації здійснювали у 2% агарозному гелі з додаванням бромистого етидію (0,5 мкг/мл). Візуалізацію проводили на транслюмінаторі в УФ-світлі з фотографуванням електрофореграм

Дзіцюк В. В., Стародуб Л. Ф., Димань Т. М.

цифровою камерою. Розмір продуктів ампліфікації визначали з використанням маркеру молекулярних мас Gene Ruler 100 bp ("Fermentas", Литва).

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали стандартними методами (Кандиба Н.М., 2017). Генетичні дистанції визначали на основі даних щодо наявності/відсутності амплікона відповідної довжини у коней породи коник польський, плейстоценового коня та тарпана. Кластерний аналіз та побудова дендрограми виконані із використанням методу математичного усереднення. Розмір ампліфікованих фрагментів визначали з використанням

програмного забезпечення (TotalLab, 2021, GelQuest, 2021).

Результати (Results).

Застосування методу ISSR-PCR дозволяє одержувати мультилокусні спектри, поліморфізм яких відображає специфіку генофонду тварин певної породи (Гиль М.І., 2015). Для виявлення внутрішньопородної мінливості поліморфізму фрагментів ДНК у коней породи коник польський, були проведені дослідження полілокусних спектрів. Для цього використовували ПЛР реакцію, в якості праймерів якої були ди і тринуклеотидні мікросателітні повтори, що відрізнялися коровими мотивами (ISSR-PCR маркери) (рис. 1, табл. 2).

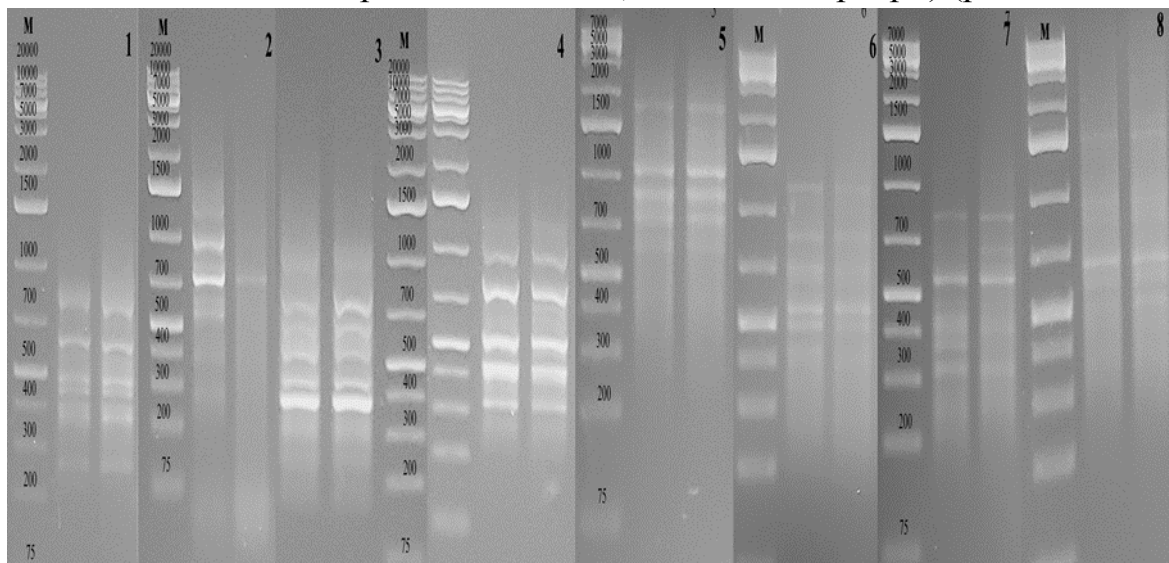


Рис. 1. Спектри фрагментів ампліфікації ДНК коней породи коник польський з праймерами: 1- (GA)₉C; 2 - (ACC)₆G; 3 - (GAG)₆C, 4 - (AG)₉C; 5 - (CTC)₆C; 6 - (AG)₈CA; 7 - (AG)₈CG; 8 - (GA)₆CC.

У результаті проведених досліджень з використанням 8-ми ISSR-маркерів у коника польського виявлено 56 локусів, 14 з яких були поліморфними.

У протестованих коней отримані амплікони довжиною 680-710 п.н. семи ISSR-праймерів, які є найбільш консервативними (за праймером (GA)₉C фрагмент ДНК – відсутній). Також достатньо консервативними

Дзіцюк В. В., Стародуб Л. Ф., Димань Т. М.

фрагментами, що належали трьом і більше праймерам є амплікони в районі довжин 300-310, 380-400, 500-520, 600-630, 820-870 пар нуклеотидів. При застосуванні праймерів $(AG)_8CG$, $(GAG)_6C$, $(CTC)_6C$ спостерігалася повна відсутність поліморфізму продуктів

ампліфікації. Найбільшу кількість поліморфних локусів (6 із 7) знайдено з використанням $(ACC)_6G$ праймера ($PI_C=0,36$, $P=85,4\%$) та 4 з 9 поліморфних локусів з використанням $(AG)_9C$ праймера при $PI_C=0,21$, а $P=44,4\%$.

2. Основні параметри спектрів ампліфікації ISSR-PCR маркерів коней породи коник польський (n=10)

Прай мер	$(GA)_9C$	$(AG)_9C$	$(AG)_8CA$	$(AG)_8CG$	$(GA)_6C$	$(ACC)_6G$	$(GAG)_6C$	$(CTC)_6C$	В сумі за 8 прай мерами
Кількість локусів	6	9	6	7	6	8	9	5	56
Межі довжин	360-870	240-1290	380-1350	300-1290	500-1550	380-1450	240-1050	600-1750	240-1750
Кількість поліморфних локусів	1	4	1	0	1	7	0	0	14
PI_C	0,08	0,21	0,07	0	0,04	0,36	0	0	0,09
$P, \%$	16,6	44,4	16,6	0	16,6	85,4	0	0	22,4

Ці локуси помірно та низько поліморфні (локуси зі значенням PI_C в межах 0,250-0,500 – помірно поліморфні, при $PI_C < 0,25$ – низько поліморфні). У спектрах праймерів $(GA)_9C$, $(AG)_8CA$, $(GA)_6CC$ знайдено лише по одному поліморфному локусу. Межі величин $PI_C = 0,04-0,08$ та $P = 16,6\%$ вказують на те, що ці локуси – низько поліморфні. Одержане низьке значення частки поліморфних локусів (P) і індексу PI_C свідчить про високу ступінь генетичної консолідації коней породи

коник польський та можливу репродуктивну ізоляцію популяції.

Для встановлення філогенетичних зв'язків між кіньми породи коник польський та давніми еквідами досліджено полілокусні спектри плейстоценового коня та справжнього тарпану із ДНК викопних кісток з використанням в якості праймерів динуклеотидних та тринуклеотидних мікрсателітних повторів $(GA)_9C$, $(AG)_8CA$, $(AG)_8CG$, $(GA)_6CC$, $(ACC)_6G$ (рис.2, табл. 3).

Дзіцюк В. В., Стародуб Л. Ф., Димань Т. М.

3. Основні параметри спектрів ампліфікації ISSR-PCR маркерів молекули ДНК викопних кісток плейстоценового коня і справжнього тарпана

Праймер	(GA) ₉ C	(AG) ₈ CA	(AG) ₈ CG	(GA) ₆ CC	(ACC) ₆ G	В сумі за 5 праймерами
Кількість локусів: плейстоценовий кінь;	4	4	5	8	8	29
справжній тарпан	10	4	7	11	4	36
Межі довжин: плейстоценовий кінь;	340-520	380-550	300-550	320-870	260-590	260-870
справжній тарпан	260-1050	300-590	240-550	320-1050	340-870	240-1050

У спектрах ампліфікації ISSR-PCR маркерів ДНК викопних кісток плейстоценового коня за 5 праймерами знайдено 29, а для викопних кісток справжнього

тарпана – 36 локусів. Межі довжин ампліконів плейстоценового коня становили 260-870 пн, в справжнього тарпана – 240 – 1050 пн.

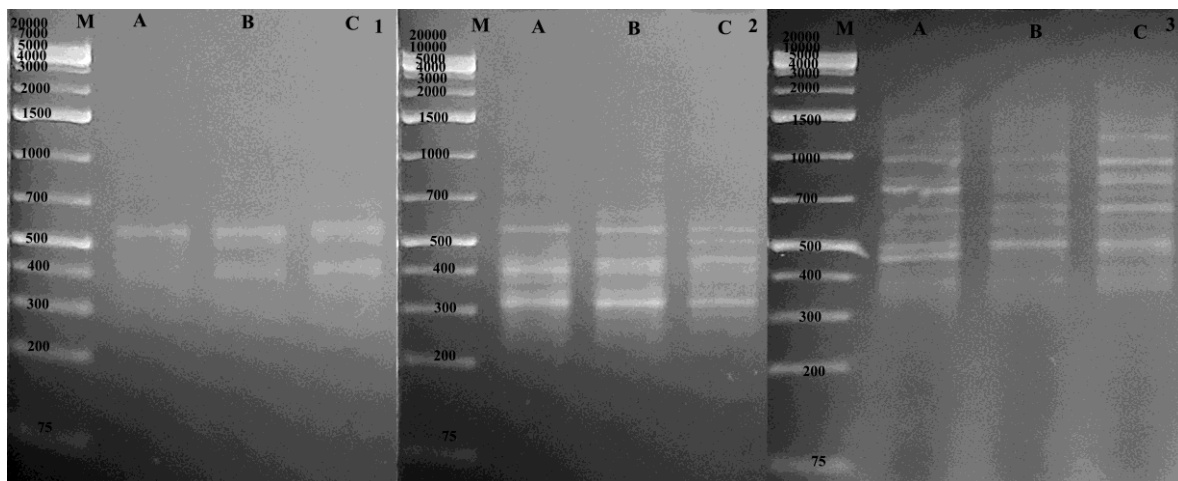


Рис. 2. Спектри фрагментів ампліфікації ДНК викопних кісток плейстоценового коня та справжнього тарпана з праймерами: 1-(AG)8CA; 2-(AG)8CG; 3-(GA)6CC.

Примітка: А, В – плейстоценовий кінь; С – справжній тарпан

Дзіцюк В. В., Стародуб Л. Ф., Димань Т. М.

Для розв'язання питання походження, видової та породної приналежності досліджуваних коней, проведено полілокусне генотипування із використанням оцінки довжин фрагментів ДНК. Одержані спектри продуктів ампліфікації коней породи коника польського та спектри продуктів ампліфікації викопних решток плейстоценового коня і справжнього тарпана, на 97% за універсальною шкалою розмірності ISSR – фрагментів в пн (Гиль М.І., 2015) належали до «легких» (А-35 – А-25) та «середніх» (А-25 – А-13), що можна віднести до специфічної характеристики виду *E. caballus*.

Фрагменти розміром 380-400 п. н. та 500-520 п. н. були присутні у спектрах продуктів ампліфікації всіх представників виду *Equus caballus* та *Equus ferus* досліджених нами, не менше як за 3 праймерами. Отже, ці фрагменти є видоспецифічними спектрами ПЛР-продуктів, одержані методом ISSR-PCR для підроду *Equus* (Супрун І.О., Куриленко Ю.Ф., 2014).

Спектри продуктів ампліфікації розміром 680-710 п. н. за 5 праймерами (праймер (GA)₉C відсутній) притаманні коням породи коник польський, що можна віднести до породоспецифічних фрагментів. Амплікони молекули ДНК цих розмірів, одержані із викопних решток справжнього тарпана проявилися за 2 праймерами, у плейстоценового коня – за 1 праймером.

У результаті проведеної роботи встановлено, що амплікони молекули ДНК розміром 340-350 п. н. праймера (GA)₉C та 470-490 п. н. праймерів (GA)₉C і (GA)₆CC проявилися лише у викопних рештках плейстоценового коня і справжнього тарпана, що свідчить про втрату алельної різноманітності у сучасних коней через їх одомашнення.

На основі даних про наявність ампліконів відповідної довжини у коней породи коник польський та плейстоценового коня і справжнього тарпана визначені генетичні дистанції та побудована дендрограма (табл.4, рис.3).

4. Генетична відстань (Nei, 1978) між кіньми породи коник польський та викопними рештками плейстоценового коня і справжнього тарпана за використанням методу усереднених відстаней даних ISSR-PCR маркерів

Види	Коні породи коник польський	Справжній тарпан	Плейстоценовий кінь
Коник польський	*****		
Справжній тарпан	0,0845±0,0220	*****	
Плейстоценовий кінь	0,0881±0,0240	0,0554±0,0253	*****

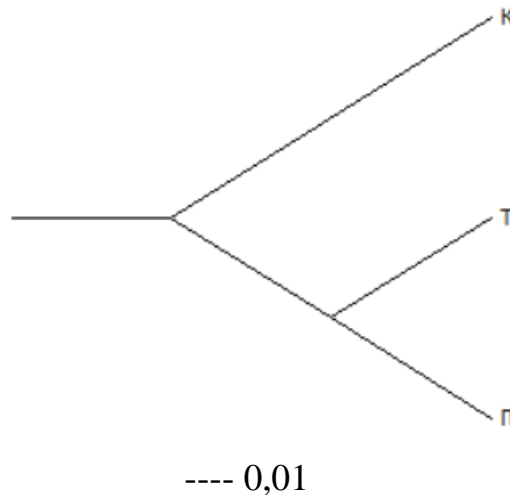


Рис. 3 Дендрограма генетичних відстаней на основі методу усереднених даних між кіньми породи коник польський, плейстоценовим конем і справжнім тарпаном за використанням $(GA)_9C$, $(AG)_8CA$, $(AG)_8CG$, $(GA)_6CC$, $(ACC)_6G$ праймерів

Примітка: К- коні породи коник польський; Т – справжній тарпан; П – плейстоценовий кінь. Масштаб показує генетичну відстань (Nei, 1978)

Одержані результати показали, що генетична відстань за даними ISSR-PCR маркерів між кіньми породи коник польський і плейстоценовим конем становила $D_N = 0,0881$, а справжнім тарпаном – $D_N = 0,0845$ із недостовірною різницею середніх величин, що свідчить про наявність філогенетичних зв'язків сучасних коней з древніми еквідами. За результатами досліджень найменша генетична відстань спостерігалася між плейстоценовим конем і справжнім тарпаном ($D_N = 0,0554$).

Висновки і перспективи (Discussion). Виявлено низьке значення частки поліморфних локусів (P) і індексу поліморфного інформаційного змісту (PIC), яке свідчить про високу ступінь

генетичної консолідації дослідженої групи коней породи коник польський та можливу репродуктивну ізоляцію популяції.

Встановлено, що генетичні відстані між ампліконами ISSR-PCR маркерів коней породи коник польський і викопними рештками плейстоценового коня становили $D_N = 0,0881$ та між рештками справжнього тарпана - $D_N = 0,0845$, що свідчить про наявність поліфілогенетичних зв'язків сучасних коней з древніми еквідами.

Застосування мультилокусного міжмікросателітного аналізу ДНК є інформаційним для проведення популяційно-генетичних досліджень та встановлення філогенетичних зв'язків сучасних порід з їх давніми предками.

Список використаних джерел

1. Крохмальна Т. К истории изучения древних Equidae Украины. Конь Пржевальского (*Equus Przewalskii.*, 1881). Материалы VI Международного симпозиума, посвященного 100-летию разведения вида в заповеднике «Аскания-Нова». **Вестник зоологии.** 1999 . Окр. Додаток. №11. 240 с.
2. Курзенков М. Походження та domestикація коня у дослідженнях з молекулярної біології. Історичні і політологічні дослідження. 2018. № 2 (63). С. 11–30.
3. Костенко С. О., Джус П. П., Коновал О. В., Сидоренко О. В., Стародуб Л. Ф., Драгулян М. В. Видові особливості поліморфізму та геномної нестабільності свині свійської (*Sus scrofa*) і великої рогатої худоби (*Bos Taurus*) за цито- та ДНК маркерами. Київ: ЦП «Компринт» 2017. 243 с.
4. Мохначова Н., Стародуб Л., Добрянська М. Оптимізація методу виділення ДНК з викопних решток. Розведення і генетика тварин. 2020. № . 60. С. 110 – 115. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.60.01>
5. Кандиба Н. М. Генетика: курс лекцій : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2017. 397 с.
6. TotalLab. [http:// www.totallab.com](http://www.totallab.com) (дата звернення: 01.04.2021).
7. GelQuest. <http://www.sequentix.de/gelquest> (дата звернення: 01.04.2021).
8. Гиль М.І., Сметана О.Ю., Юлевич О.І. та ін. Молекулярна генетика та технологія дослідження генома: навч. Посібник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 320 с.
9. Супрун І. О., Куриленко Ю. Ф. Моніторинг генетичного поліморфізму популяцій коней за використання ISSR – маркерів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія 6 Тваринництво. Суми, 2014. Вип. 2 /1 (24). С. 181-186.
10. Nei M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics.* 1978. P. 583- 590. DOI: [10.1093/genetics/89.3.583](https://doi.org/10.1093/genetics/89.3.583)

References

1. Krokmalna T.(1999). K istorii izucheniya drevnikh Equidae Ukrainy. [On the history of the study of the ancient Equidae of Ukraine.] *Osnovni napryamky doslidzhen', okhorony ta reintroduktsiyi u pryrodu konya Przheval's'koho.* Materialy VI Mizhnarodnoho sympoziumu. (pp. 109-114). (Kyiv-Askaniya Nova, October 5-8), Askaniya Nova, pp. 109-114 (in Ukrainian).
2. Kurzenkov M. (2018). Pokhodzhennya ta domestykatsiya konya u doslidzhennyakh z molekulyarnoyi biolohiyi. [The origin and domestication of the horse in research in molecular biology]. *Historical and political studies.* 2018. No. 2 (63). P. 11–30. (in Ukrainian).
3. Kostenko S. O., Dzhus P. P., & Starodub L. F. (2017) Vydovi osoblyvosti polimorfizmu ta henomnoyi nestabil'nosti svyni sviys'koyi (*Sus scrofa*) i velykoyi rohatoyi khudoby (*Bos Taurus*) za tsyto- ta DNK markeramy. [Species-specific features of polymorphism and genomic instability of domestic pig (*Sus scrofa*) and cattle (*Bos Taurus*) by cyto- and DNA markers]. Kyiv: Printing Center "Comprint" (in Ukrainian).
4. Mokhnachova N., Starodub L., Dobryanska M.(2020). Optyimizatsiya metodu vydilennya DNK z vykopnykh reshtok.[Optimization of the method of DNA extraction from fossil remains]. *Animal breeding and genetics.*no 60, pp110 – 115. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.60.01> (in Ukrainian).
5. Kandyba N. M. (2017) Henetyka: kurs lektsiy : navch. Posib. [Genetics: a course of lectures: teaching. Manual] Sumy: University book. (in Ukrainian).
6. TotalLab.(2020): [http:// www.totallab.com](http://www.totallab.com) (accessed: 04/01/2021).
7. GelQuest.(2017): <http://www.sequentix.de/gelquest> (accessed: 01.04.2021).
8. Gil M.I. (2015). Molekulyarna henetyka ta tekhnolohiya doslidzhennya henoma: navch. Posibnyk . [Molecular genetics and genome research technology: training. Manual. navch. Posibnyk]. Kherson : OLDI – PLYUS (in Ukrainian).
9. Suprun I. O., Kurylenko Yu. F.(2014) Monitorynh henetychnoho

Дзіцюк В. В., Стародуб Л. Ф., Димань Т. М.

polimorfizmu populyatsiy koney za vykorystannya ISSR –markeriv. Monitoring of genetic polymorphism of horse populations using ISSR markers. Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series 6

Livestock. Sumy, vol. 2/1 (24). pp. 181-186. (in Ukrainian).

10. Nei M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genetics. 1978. P. 583- 590. DOI: 10.1093/genetics/89.3.583.

GENETIC FEATURES OF TARPAN-LIKE HORSES OF THE POLISH PRIMITIVE (THE KONIK) BREED AND ESTABLISHMENT OF PHYLOGENETIC OF ANCIENT EGUIDS V. V. Dzitsuik, L. F. Starodub, T. M. Dyman

Abstract. *Determining the origin of domestic horses and the features of their genetic structure is now carried out using DNA technologies.*

The aim of the work is to identify intraspecific genetic variability of tarpan horses of the Polish grasshopper breed and to establish phylogenetic relationships between ancient equids (Pleistocene horse, true tarpan) using ISSR-PCR. Horses of the Polish grasshopper breed (10 head) from the Yavoriv National Nature Park of the Lviv region were used for the research. and fossil remains of horse bones from the Pleistocene period (about 10,000 BC). Genetic structure and interbreed differentiation were carried out using eight ISSR marker systems.

The obtained results of the research indicate a high degree of consolidation of horses of the Polish grasshopper breed based on the revealed value of the share of polymorphic loci (P) and the index of information content of polymorphism (PIC).

The polylocus spectra of ISSR-PCR site amplification products were breed-specific for the studied horses. According to Nei's method (Nei, 1978) using ISSR markers, genetic distances were calculated and phylogenetic relationships between the Pleistocene horse, the true tarpan and the Polish grasshopper were established. It was established that the genetic distance between the Polish grasshopper and the Pleistocene horse is $DN = 0.0881$, and between the Polish grasshopper and the real tarpan - $DN = 0.0845$, which indicates the presence of phylogenetic connections between modern horses and ancient equids.

*Species-specific intermicrosatellite DNA regions with a size of 380-400 bp and 500-520 bp for the domestic horse (*Equus caballus*) were identified.*

Genotyping of the spectra of amplification products using inter-microsatellite primers makes it possible to reliably detect interbreed differences in horses and establish phylogenetic relationships between them.

Key words: *ISSR-PCR markers, intermicrosatellite DNA fragments, tarpan horses, phylogenetic relationships*

ADAPTABILITY AND AGROECOLOGICAL SUSTAINABILITY OF FAST RIPENING SOYBEAN VARIETIES**O. P. TKACHUK**, Doctor of Agriculture, Professor,<https://orcid.org/0000-0002-0647-6662>**I. M. DIDUR**, PhD in Agriculture, Associate Professor,<https://orcid.org/0000-0002-6612-6592>**O. V. MAZUR**, Assistant, <https://orcid.org/0000-0002-1763-7548>**Vinnitsia National Agrarian University**E-mail: tkachukop@ukr.net[https://doi.org/10.31548/dopovidi1\(101\).2023.003](https://doi.org/10.31548/dopovidi1(101).2023.003)

Abstract. *The growing season of ultra-fast ripening and fast ripening soybean varieties comprises 83-85 days. 17 ultra-fast and fast ripening soybean varieties were included in the State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021. The growing season for the majority of them is 85 days. However, it is shorter for Diona – 83 days and Arnica – 84 days.*

The height of plants of fast ripening soybean varieties differs greatly – from 58 cm to 110 cm. Arrata is the highest variety – 110 cm, Rohiznianka and Rizdviana are 81 cm each, OAC Avatar and Diona – 80 cm each.

The height of the lower beans attachment of fast ripening soybean varieties is 10-16 cm from the soil surface. OAC Brooke has the highest attachment of lower beans – 16 cm. It is followed by Rohiznianka – 15 cm, Kobza and OAC Avatar – 14 cm each.

Resistance to lodging is an indicator that determines if a plant can be cut completely without its stem bending over. Aventurine, OAC Lakeview, Hieba and Berkana have the highest level of resistance to lodging and received 9 points each; OAC Avatar, Rohiznianka, Holubka got 8.9 points each.

All fast ripening soybean varieties have high resistance to seed shedding – 7-9 points. The most drought-resistant varieties include OAC Lakeview, Hieba, Berkana – they got 9 points each. The most disease-resistant soybean varieties are Aventurine, Kobza, Diona, Arrata, Rohiznianka, Arnica – they received 9 points each.

The seed yield of fast ripening soybean varieties is 2-3.25 t/ha. Diona has the highest yield – 3.25 t/ha followed by Arrata – 3 t/ha. The least productive varieties are Rohiznianka – 2 t/ha, OAC Brooke – 2.03 t/ha, Kobza – 2.14 t/ha.

Soy varieties with the highest protein content in seeds include Berkana – 43.4%, Raiduha – 42.3%, Holubka and Melody – 42.1% each. The seeds of Arrata have the lowest protein content – 38%. It is followed by Legend and Diona – 38.5% each, and then Kobza – 39.1%.

As for the fat content, Hieba is leading – 22%, followed by OAC Lakeview – 21.7% and Holubka – 21.6%. The seeds of Krasunia have the lowest fat content – 19.3% followed by Arnica – 20.5% and Melody – 20.6%.

Keywords: *soybeans, fast ripening varieties, adaptability, agroecological sustainability, yield, quality*

Introduction. Soybeans are a profitable crop. Thereby, its share in the sown areas of most agricultural enterprises in Ukraine is significant. The reason for the increase in soybean acreage in Ukraine is the export demand and the high price of soybeans on the world market, which, in turn, results from the global demand for soybean importers (Shevnikov, 2009).

In 2016, Ukraine was the record holder due to the growth of the gross harvest of soybeans and the increase of soybean exports, leaving other biggest world producers of this crop, the United States and Brazil, behind. This allows us to infer that in the near future Ukraine will be able to export large volumes of soybeans abroad, this way significantly increasing the profitability of their cultivation (Kirilesko et al., 2016).

As the soybean acreage is permanently growing in Ukraine (its crops now take up to 2 million ha), it is feasible to find out which varieties are the most profitable ones and have higher yields along with a shorter growing season, better seed quality and nitrogen-fixing capacity, which are more resistant to drought, diseases, pests, lodging, shedding of seeds (Grigorochuk, 2011). Selecting the best soybean variety will ensure better profit.

Analysis of recent researches and publications. Soybeans belong to heat- and moisture-loving crops. Therefore, if the amount of moisture is insufficient or when temperatures are low, it is feasible

to choose drought- or cold-resistant varieties. Another important characteristic of soybeans is the time a variety takes to mature (Petrychenko, 2012).

When selecting a soybean variety to grow, it is also important to pay attention to the protein content in its seeds, the height of the plant, the height of lower beans attachment, the thickness of the stem, the growth of plants, their tendency to crack or shed, etc.

The protein content of soybeans is an important indicator for exporting seeds, in particular to the Asian market. It is also of great relevance if soybeans are processed. Soybeans are used as an oilseed crop, so the fat content of their seeds matters as well. The content of protein or fat can significantly affect the sale price (Kaminsky et al., 2005).

The seed yield of soybeans depends directly on the height of the plants. Higher plants have a deep root system that can effectively use moisture – they absorb it from the lower layers of the soil, which is especially relevant in arid climates (Huntyansky, 2008).

The height of lower beans attachment is directly related to the height of plants and is essential for a high-quality harvest. If the attachment is low, it can lead to losses during harvesting. Therefore, if crop producers use combine harvesters, the attachment of lower beans should be at least 12 cm from the soil surface. Making narrower rows during sowing can also increase the

Ткачук О. П., Дідур І. М., Мазур О. В.

height of lower beans attachment (Grigorchuk, 2011).

The thickness of the stem is another important indicator as it determines the resistance of the variety to lodging. When seeding is too dense, it contributes to lodging, as soybeans are a light-loving crop. Thus, when they are planted densely, varieties will suffer from a lack of light, which will result in a decrease of branching and plant height. This, in turn, will lead to the thinning of the stem and lodging (Nahorny, 2010).

The tendency of soybean varieties to crack and spill seeds can also cause the partial loss of crop and should be taken into account.

Such parameters of soybean varieties as the height of plants, the height of lower beans attachment, the thickness of the stem, tendency to crack or shed are indicators that determine the adaptability of the crop and affect harvesting conducted with the help of a combine harvester. The resistance of soybeans to drought, pests, and diseases are agroecological characteristics of a variety as they determine the stability of crop yield under adverse environmental conditions (Kaminsky et al., 2005).

If soybeans are sown early, it is advisable to choose varieties with pubescent leaves, since they are more resistant to a decrease in temperature. The intensity of plant growth of different soybean varieties differs and depends on their growing season. Some varieties have a very slow initial growth and cannot compete with weeds, while others

have a fast initial growth. There are varieties with a long flowering period; some others bloom only for a week, whereas the duration of the growing season of both can be the same (Kirilesko et al., 2016).

Thousand-seed weight (TSW) depends entirely on the characteristics of a particular variety and affects its yield directly. If the mass of soybean seeds is larger, they can be sown deeper, which will contribute to better germination in dry weather.

The time required by soybeans to ripe is particularly important when they are cultivated as the first crop preceding winter wheat. It is also essential for the timely use of fertilizers and high-quality tillage before crop rotation. This suggests that it is feasible to choose fast ripening varieties (Huntyansky, 2008).

According to the International FAO Classification, all soybean varieties are divided into 13 maturity groups depending on the duration of their growing season. However, only the first five groups are suitable for cultivation in Ukraine. They are ultra-fast ripening varieties with a growing season of up to 85 days; early varieties that require 86-105 days; mid-early varieties – 106-125 days; mid-ripening varieties – 126-135 days; mid-late varieties – 136-145 days (Mykhailov et al., 2011).

When it comes to the selection of a soybean maturity group, it is suggested to take into account the geographical region of Ukraine. Thus, early soybean varieties are recommended for the south

Ткачук О. П., Дідур І. М., Мазур О. В.

of Ukraine, fast and mid-ripening varieties will do better in the central regions, and fast ripening, early and mid-early varieties – in the north and west of Ukraine (Nahornyi, 2010).

Some other important aspects to take into account when selecting soybean varieties run as follows: fast ripening varieties are used as precursor crops for winter wheat; mid-ripening varieties enable harvesting soybeans with the best level of seed moisture that would require additional drying; late varieties are perfect for farms with large acreages of soybeans where they cannot be harvested in a short time, as their choice helps to prevent seed shedding in case plants are over-ripe. Early soybean varieties reduce risks related to unfavourable growing conditions, whereas varieties with a longer growing season are more productive (Petrychenko, 2012).

The current yield potential of most soybean varieties included in the State Register of Plant Varieties of Ukraine is more than 3.5 t/ha. However, the actual average yield of soybeans in Ukraine is about 2,0 t/ha. Increasing soybean yield by means of the rational use of varieties will further improve the gross harvest yield of soybeans. If agricultural producers will choose soybean varieties listed in the State Register of Plant Varieties of Ukraine on the basis of different soil and climatic conditions, this will enable obtaining both plentiful and stable soybean harvests (Kaminsky et al., 2005).

At the same time, the great variety offered by the State Register of Plant Varieties of Ukraine is sometimes an obstacle, in particular, when it comes to the choice of the most efficient option. It is necessary to select varieties with consistently high yields, and resistance to adverse environmental factors, as unfavourable conditions can lead to lodging. This, in turn, can increase the growing season of soybeans, especially when sowing is late or when temperatures are low.

The lack of efficient predecessors for winter wheat remains a relevant problem for the Right Bank Forest Steppe of Ukraine and the cultivation of fast ripening soybean varieties can solve it. However, the group of fast ripening varieties in the global gene pool of soybeans, including the State Register of Plant Varieties of Ukraine, is the smallest one, compared to other varieties and maturity groups. The majority of varieties in this maturity group are of common origin, which means that they have similar disadvantages, in particular, low yield, a tendency to crack, etc.

Purpose is to analyse fast ripening soybean varieties included in the State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021, and the indicators of their adaptability, their agroecological resistance to adverse growing conditions, yield, protein and fat content in seeds, as this will enable us to recommend the most efficient fast ripening varieties.

Ткачук О. П., Дідур І. М., Мазур О. В.

Methods. The evaluation of adaptability, yield, seed quality and agroecological stability of fast ripening soybean varieties was carried out on the basis of the State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021 (State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021), and Official Descriptions of Plant Varieties and Indicators of Their Economic Feasibility provided in the bulletins On the Protection of Plant Variety Rights in the Sort information and reference system (Official Descriptions of Plant Varieties and Indicators of Their Economic Feasibility, 2021).

Soybean varieties are evaluated according to the State Qualification Examination aimed at determining if a variety is suitable for cultivation in Ukraine. This, among other things, implies the assessment of yield, resistance (tolerance) to disease, adverse environmental conditions (drought), resistance to plant lodging and seed shedding, etc (Methodology for Assessing Plant Varieties of Cereal, Grain and Legumes and the Evaluation of their Suitability for Cultivation in Ukraine, 2016).

The agroecological stability of soybean varieties was assessed on the basis of their drought resistance, as well as resistance to the most widespread diseases: downy mildew (*Peronospora manshurica* Sydow), ascochytosis (*Ascochyta sojaecola* Abramov), bacteriosis (*Pseudomonas savastoni*pv.

glycinea), septoriossis (*Septoria glycines* T. Hemmi) and fusarium (*Fusarium* Link.).

The growing season is considered to be over, when two-thirds of soybeans on a plant are ripe, firm to the touch, and have the colour and shape that indicates the maturation of a variety. In addition, the lower part of the plant makes a specific sound when shaken (Methodology for Assessing Plant Varieties of Cereal, Grain and Legumes and the Evaluation of their Suitability for Cultivation in Ukraine, 2016).

Relative resistance of soybean plant varieties to such adverse factors as diseases, drought, plant lodging and seed shedding is evaluated by a nine-point scale – 9 points suggest that the plant has the highest resistance, whereas 1 point indicates the lowest resistance. We used the following gradation of soybean varieties: 9 points – excellent resistance; 7 points – good resistance; 5 points – satisfactory resistance; 3 points – poor resistance; 1 point – very poor resistance (Methodology for Assessing Plant Varieties of Cereal, Grain and Legumes and the Evaluation of their Suitability for Cultivation in Ukraine, 2016).

The above-listed indicators were established on the basis of the Methodology for Assessing Plant Varieties of Cereal, Grain and Legumes and the Evaluation of their Suitability for Cultivation in Ukraine. All experiments were carried out on plots of 10-25 m² and were repeated four times (Methodology for Assessing Plant Varieties of Cereal,

Ткачук О. П., Дідур І. М., Мазур О. В.

Grain and Legumes and the Evaluation of their Suitability for Cultivation in Ukraine, 2016).

The height of soybean plants is measured before harvesting in two non-adjacent rows with a measuring stick in 5 equally spaced places on the plot. If plants are lodging, they are raised. The height of the lower beans attachment is determined by measuring the distance from the neck of the plant to the place of the attachment in 25 plants (Methodology for Assessing Plant Varieties of Cereal, Grain and Legumes and the Evaluation of their Suitability for Cultivation in Ukraine, 2016).

The most widespread soybean diseases were determined by the percentage of affected plants, in accordance with the requirements of the Methodology (Methodology for Assessing Plant Varieties of Cereal, Grain and Legumes and the Evaluation of their Suitability for Cultivation in Ukraine, 2016). Below we listed the signs that suggest that the plant is affected by one of the diseases. In the case of peronosporosis, there is a greyish-purple coating on the lower side of the leaf, and a light yellowish coating on the upper side, which later transforms into brown angular leaf spots, whereas the leaf blade is wavy and swollen. If the plants are affected by ascochitosis, there are brown spots on the leaves and soybeans, ochre in the middle, sometimes concentric with pycnidia (small black dots) on the spots, and brown specks on the seeds. If the plant is

affected by bacteriosis, there are small angular light brown spots on the leaves, oily in the middle, which later turn black. If it is septoriososis, there are small angular rusty spots on the leaves that later become black, and then turn yellow and fall. There are also pycnidia on the spots that deeply affect the leaf. Fusarium manifests itself in deep brown spots covered with bright pink pads on cotyledons, which can result in rotting (Methodology for Assessing Plant Varieties of Cereal, Grain and Legumes and the Evaluation of their Suitability for Cultivation in Ukraine, 2016).

Evaluation of the resistance of soybean varieties to drought is based on general guidelines and is performed as a visual assessment of plants during the growing season. The yield of soybean seeds is determined by harvesting them with a combine harvester (Methodology for Assessing Plant Varieties of Cereal, Grain and Legumes and the Evaluation of their Suitability for Cultivation in Ukraine, 2016). The content of protein and fat in soybean seeds was assessed with the help of laboratory tests. We compared the parameters under consideration using mathematical and statistical methods of correlation and regression analysis.

Results. The growing season of ultra-fast and fast ripening soybean varieties is 83–85 days. There were 17 ultra-fast and fast ripening soybean varieties in the State Register of Plant Varieties of Ukraine in 2021. The growing season of the majority of these

Ткачук О. П., Дідур І. М., Мазур О. В.

varieties is 85 days, 83 days for Diona, and 84 days for Arnica.

Plant height is one of the most important indicators of soybean varieties adaptability. After all, higher-growing varieties are better adaptable to mechanized harvesting that can be conducted with minimal losses. The height of plants of fast ripening soybean

varieties differs widely from 58 to 110 cm. Arrata is the highest variety – 110 cm, Rohiznianka and Rizdviana are 81 cm each, OAC Avatar and Diona are 80 cm. The lowest varieties are Aventurine – 58 cm, Kobza – 66 cm, OAC Lakeview and Hieba – 68 cm each, Raiduha and Krasunia – 69 cm each (Table 1).

1. The adaptability of Fast Ripening Soybean Varieties

Variety	Growing season, days	Plant height, cm	Height of lower beans attachment, cm	Resistance to lodging, score	Resistance to shedding, score
Legend	85	no data	10	8	8
Aventurine	85	58	11	9	8.6
Kobza	85	66	14	8.7	8.8
OAC Avatar	85	80	14	8.9	8.9
Diona	83	80	13	8	8
Arrata	85	110	11	8	7
OAC Lakeview	85	68	no data	9	9
OAC Brooke	85	77	16	8.5	8.9
Hieba	85	68	13	9	9
Berkana	85	77	no data	9	9
Rohiznianka	85	81	15	8.9	8.8
Arnica	84	78	11	7	8.8
Holubka	85	72	11	8.9	8.9
Melody	85	73	12	8.4	8.7
Raiduha	85	69	13	8.1	8.8
Krasunia	85	69	13	8.8	8.8
Rizdviana	85	81	13	8.7	9

Another important indicator of adaptability along with the height of plants is the height of lower beans attachment. If the attachment of soybeans is too low and close to the soil surface, they can remain on the uncut part of the stem, significantly increasing crop losses. The average height of the lower beans attachment of fast ripening soybean varieties is 10-16 cm. Legend has the lowest attachment – 10 cm, whereas the lower beans of Aventurine,

Arrata, Arnica and Holubka are attached at 11 cm from the soil surface. OAC Brooke has the highest lower beans attachment – 16 cm, followed by Rohiznianka – 15 cm, Kobza and OAC Avatar – 14 cm each.

Resistance to lodging implies that the plant is fully cut and harvested, including the whole stem. Aventurine, OAC Lakeview, Hieba and Berkana have the highest resistance to lodging – 9 points each, whereas OAC Avatar,

Ткачук О. П., Дідур І. М., Мазур О. В.

Rohiznianka and Holubka got 8.9 points each. Arnica is the least resistant variety according to this indicator and received 7 points, while Legend, Diona and Arrata got 8 points each. Anyway, the score is still fairly high.

All fast ripening soybean varieties have high resistance to seed shedding – 7-9 points. OAC Lakeview, Hieba, Berkana and Rizdviana are the most resistant to shedding and got 9 points each. OAC Avatar, OAC Brooke and Holubka also have high resistance to shedding, with a score of 8.9. The least

resistant varieties according to this indicator are Arrata – 7 points, Legend and Diona – 8 points each.

The resistance of soybean varieties to adverse growing conditions is determined on the basis of their resistance to drought and diseases. The most drought-resistant varieties are OAC Lakeview, Hieba, and Berkana – 9 points each. The least drought-resistant varieties include Legend – 6 points, Diona – 8 points, Rizdviana, Kobza and OAC Avatar – 8.2 points each (Table 2).

2. Sustainability, Yield and Seed Quality of Fast Ripening Soybean Varieties

Variety	Resistance to drought, score	Resistance to diseases, score	Seed yield, t/ha	Protein content in seed, %	Fat content in seed, %
Legend	6	8	2.30	38.5	21.1
Aventurine	8.6	9	2.26	40	21.1
Kobza	8.2	9	2.14	39.1	20.7
OAC Avatar	8.2	8.9	2.18	40.4	21.2
Diona	8	9	3.25	38.5	21
Arrata	no data	9	3	38	21.2
OAC Lakeview	9	8.8	2.56	41.7	21.7
OAC Brooke	8.5	8.8	2.03	41.7	21.3
Hieba	9	8.5	2.25	40.2	22
Berkana	9	8.8	2.45	43.4	20.7
Rohiznianka	8.6	9	2	41.3	21.2
Arnica	8.7	9	2.20	41	20.5
Holubka	8.5	8.8	2.33	42.1	21.6
Melody	8.4	8.8	2.19	42.1	20.6
Raiduha	8.5	8.7	2.18	42.3	21.2
Krasunia	8.3	8.8	2.18	41.3	19.3
Rizdviana	8.2	8.8	2.23	40.4	21.3

The most disease-resistant soybean varieties include Aventurine, Kobza, Diona, Arrata, Rohiznianka, and Arnica – they received 9 points each. Soybean varieties that are least resistant to diseases are Legend – 8 points and Hieba – 8.5 points.

The seed yield of fast ripening soybean varieties is 2-3.25 t/ha. Diona has the highest yield – 3.25 t/ha, followed by Arrata – 3 t/ha. The least productive varieties are Rohiznianka – 2 t/ha, OAC Brooke – 2.03 t/ha, and Kobza – 2.14 t/ha.

Ткачук О. П., Дідур І. М., Мазур О. В.

Soy varieties with the highest protein content in seeds include Berkana – 43.4 %, Raiduha – 42.3 %, Holubka and Melody – 42.1 % each. Varieties with the lowest protein content are Arrata – 38 %, Legend and Diona – 38.5 % each, Kobza – 39.1 %. The seeds of Hieba – 22 %, OAC Lakeview – 21.7% and Holubka – 21.6 % have the highest fat content, whereas the fat content of Krasunia – 19.3 %, Arnica – 20.5 % and Melody – 20.6 % is the lowest.

The mathematical and statistical analysis helped us to reveal an average negative correlation between the height of plants of fast ripening soybean varieties and their resistance to lodging ($r = -0.387$). We also established an average positive correlation between the

height of lower beans attachment and resistance to lodging ($r = 0.385$). There is a strong negative correlation between the height of plants and their resistance to seed shedding ($r = -0.741$). This means that lower fast ripening soybean varieties have a higher score of resistance to seed shedding.

The regression equation ($y = -0.0331x + 11.152$) and the coefficient of determination ($R^2 = 0.549$) showing the dependence of the resistance score of fast ripening soybean varieties to seed shedding (y) on plant height (x) indicate the following – when the plant height of soybean varieties is reduced by 20 cm, their resistance to seed shedding increases by 0.55 (Fig. 1).

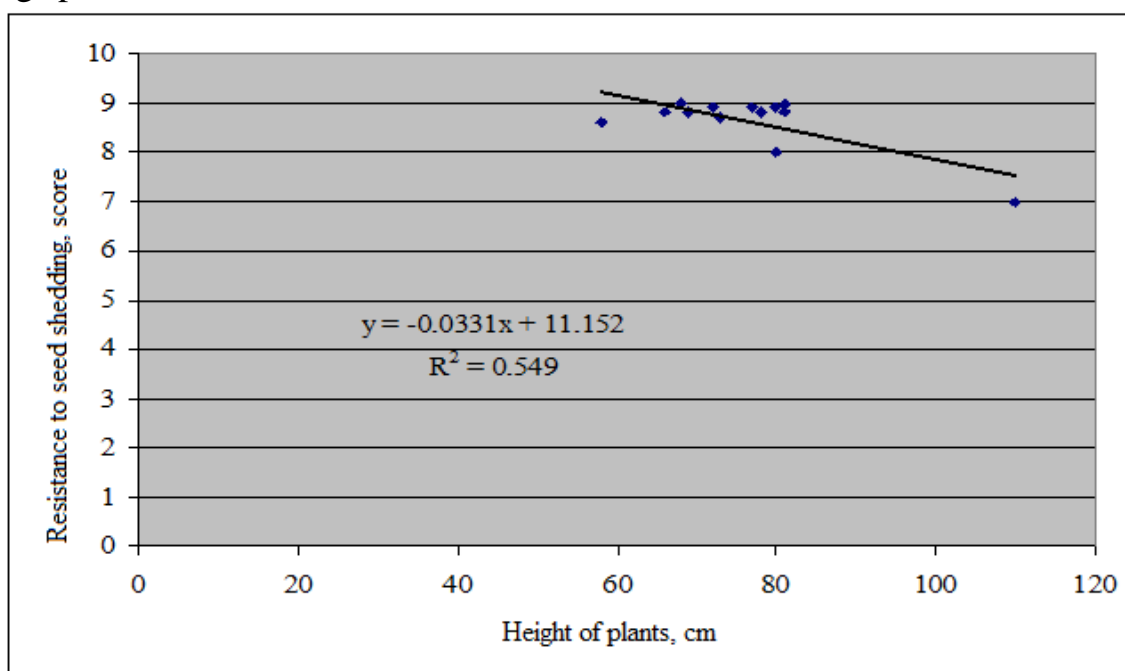


Fig. 1. Correlational regression dependence, regression equation and coefficient of determination (R^2) between plant height (x) and the score of resistance to shedding (y) of fast ripening soybean varieties

We established an average positive correlation ($r = 0.656$) between the resistance of fast ripening soybean

varieties to drought and diseases. The regression equation ($y = 0.2364x + 6.8183$) and the coefficient of

Ткачук О. П., Дідур І. М., Мазур О. В.

determination ($R^2 = 0.4297$) showing the dependence of the resistance to diseases (y) on the drought resistance score (x) indicate the following – when the

drought resistance score is increased by one point, resistance to diseases increases by 0.43 (Fig. 2).

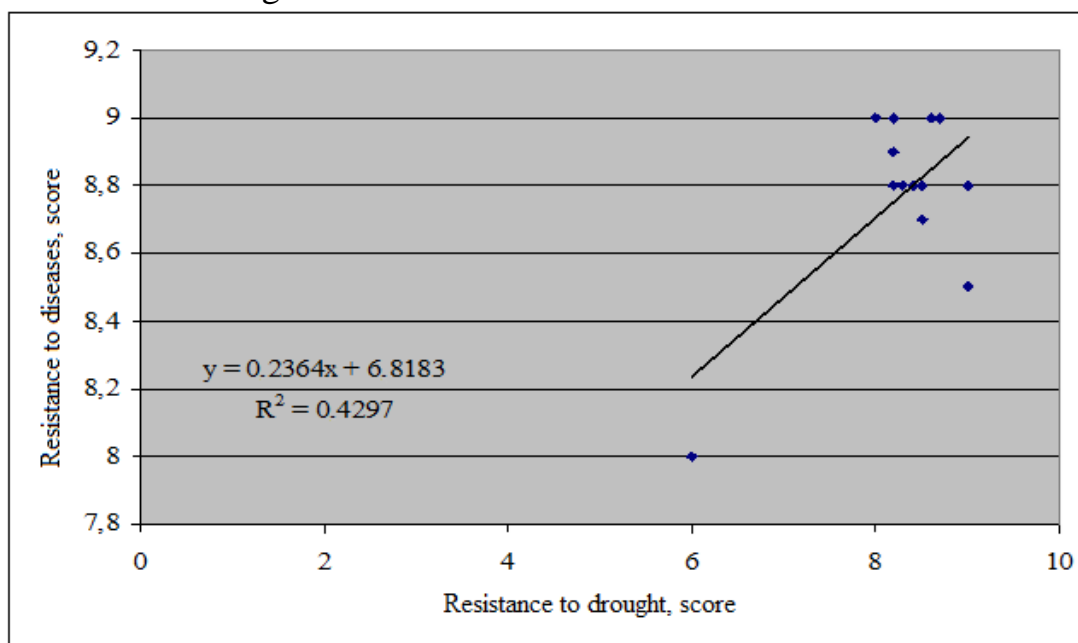


Fig. 2. Correlational regression dependence, regression equation and coefficient of determination (R^2) between drought resistance score (x) and disease resistance score (y) of fast ripening soybean varieties

We established an average positive correlation ($r = 0.620$) between the drought resistance score of fast ripening soybean varieties and the protein content in their seeds. The regression equation ($y = 1.2402x + 30.512$) and the coefficient of determination ($R^2 = 0.3838$) showing the dependence of protein content of fast ripening soybean varieties (y) to their drought resistance score (x) indicates the following – when drought resistance score is increased by one point, the protein content also increases by 1% (Fig. 3).

We established an average negative correlation ($r = -0.477$) between the seed yield of fast ripening soybean varieties and protein content. The regression equation ($y = -2.2106x + 45.872$) and the coefficient of determination ($R^2 = 0.2274$) showing the dependence of protein content of fast ripening soybean varieties (y) on the seed yield (x) indicate the following – with the increase in yield by 1 t/ha the protein content in seeds decreases by 1% (Fig. 4).

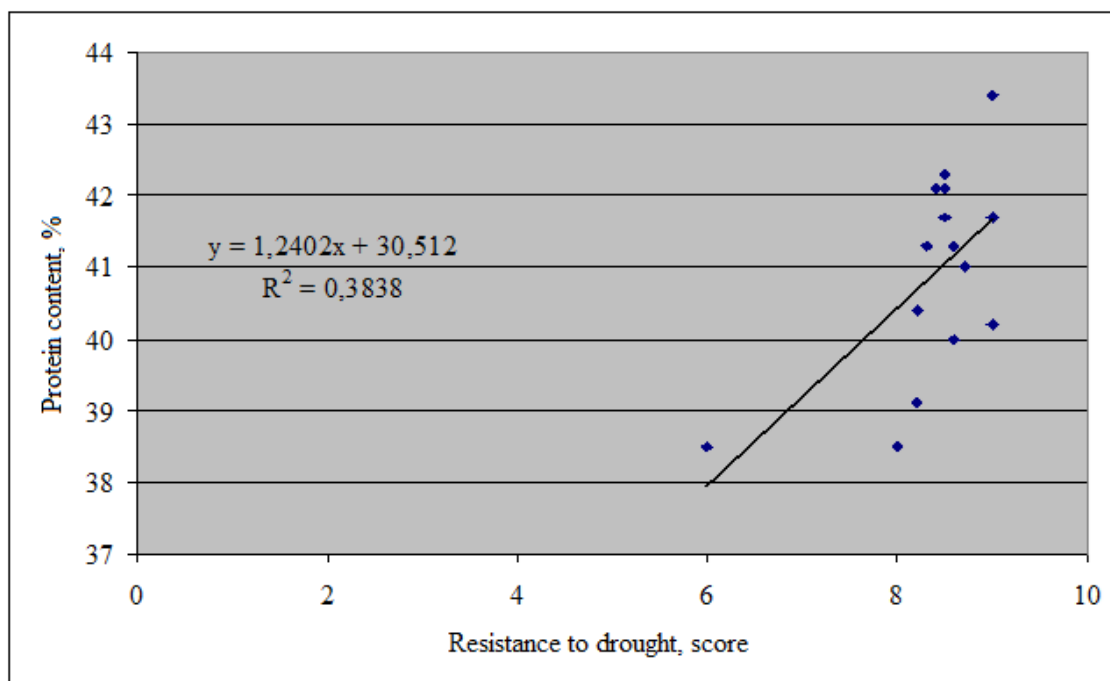


Fig. 3. Correlational regression dependence, regression equation and coefficient of determination (R²) between drought resistance score (x) and protein content in seeds (y) of fast ripening soybean varieties

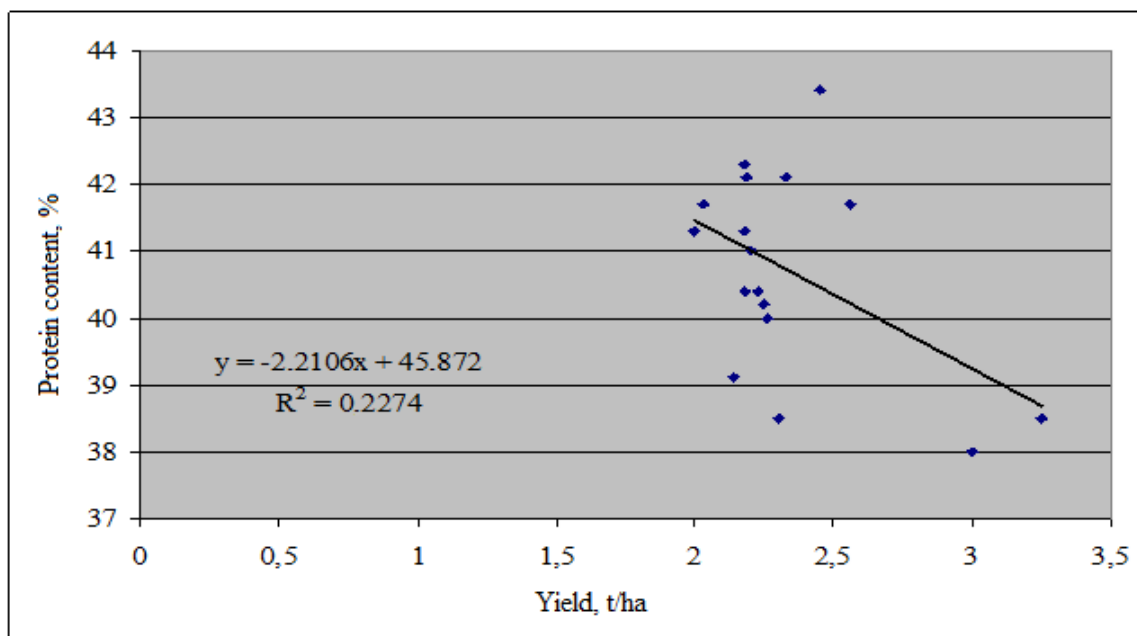


Fig. 4. Correlational regression dependence, regression equation and coefficient of determination (R²) between yield (x) and protein content in seeds (y) of fast ripening soybean varieties

We established an average positive correlation ($r = 0.528$) between the plant height and seed yield of fast ripening soybean varieties. The regression equation ($y = 0.0158x + 1.1529$)

showing the dependence of the yield of fast ripening soybean varieties (y) on plant height (x) indicates the following – when the plant height is increased by 10

Ткачук О. П., Дідур І. М., Мазур О. В.

cm, seed yield increases by 0.27 t/ha (Fig. 5).

Apart from the dependencies revealed with the help of mathematical and statistical analysis, we established separate combinations of positive and negative factors related to fast ripening soybean varieties. In particular, Arrata and Diona have high seed yields and are at the same time the highest plants with the highest resistance to diseases. However, their seeds have the lowest protein content, and the attachment of

their lower beans is the lowest. Arrata also has the lowest resistance to seed shedding. Rohiznianka is the highest plant with the highest attachment of the variety's lower beans on the stem. OAC Avatar and Rohiznianka are the highest varieties and have the highest resistance to lodging. OAC Avatar also has the highest resistance to seed shedding. Rizdviana and OAC Avatar are the highest plants with the lowest drought resistance.

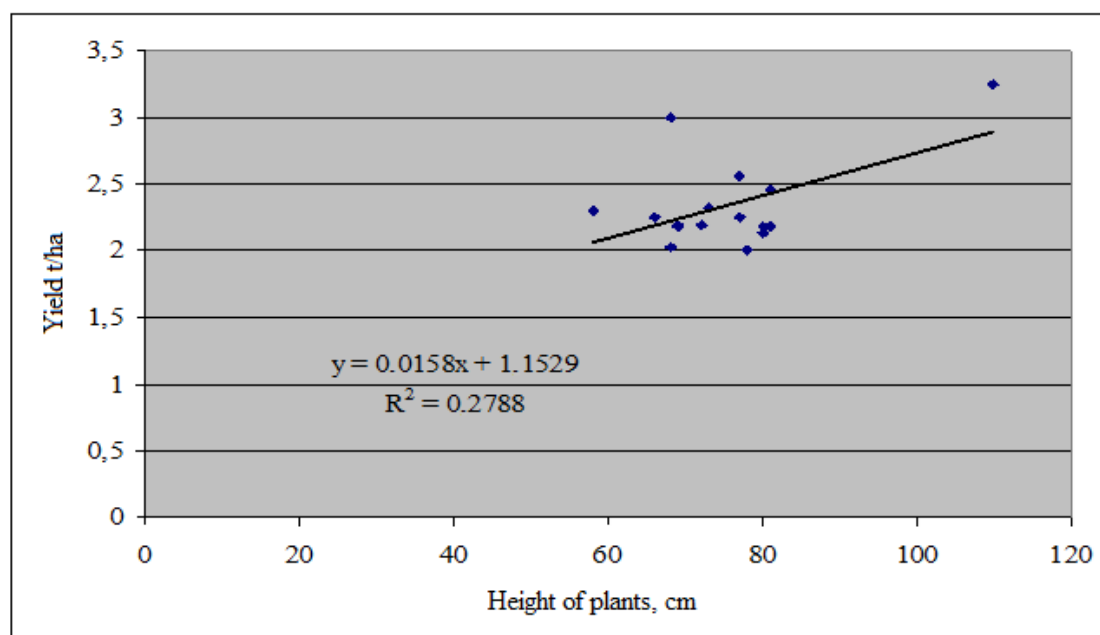


Fig. 5. Correlational regression dependence, regression equation and coefficient of determination (R^2) between the yield (y) and plant height (y) of fast ripening soybean varieties

Soybean varieties with the lowest seed yield include Rohiznianka and OAC Brooke. At the same time, they have the highest attachment of lower beans. Aventurine is a low variety with a low attachment of lower beans and high resistance to lodging.

Conclusions. Diona and Arrata are varieties with the highest seed yield among all ultra-fast and fast ripening soybean varieties included in the State Register of Plant Varieties of Ukraine in 2021. The seeds of Raiduha, Holubka and Melody have the highest protein content. As for fat, Hieba and Holubka

Ткачук О. П., Дідур І. М., Мазур О. В.

are leading. The most drought-resistant varieties are OAC Lakeview, Hieba and Berkana. Aventurine, Kobza, Diona, Arrata, Rohiznianka, and Arnica have the highest resistance to diseases. OAC Lakeview, Hieba, Berkana and Rizdviana are most resistant to seed shedding. Aventurine, OAC Lakeview,

References

1. Shevnikov, M.Ya. (2009). Productivity of Soybean Varieties in Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 37–41.

2. Kirilesko, O.L. & Movchan, K.I. (2016). Yield of Leguminous Crops in Western Forest-Steppe of Ukraine. *Feeds and Feed Production*, 82, 127–132.

3. Grigorichuk, N.F. (2011). Using Soybean to Improve the Structure of Sowing Areas. *Feeds and Feed Production*, 69, 162–166.

4. Petrychenko, V.F. (2012). Scientific Basis of Soybean Production and Its Use in Animal Husbandry. *Feeds and Feed Production*, 71, 3–11.

5. Kaminsky, V.F., Vyshnivsky, P.S., Dvoretzka, S.P. & Holodna, A.V. (2005). Importance of Leguminous Crops and Ways of Intensifying Their Production. *Selection and Seed Production*, 90, 14–22.

6. Huntyansky, R.A. (2008). Competitive Analysis of Soybean Varieties with Different Growing Seasons and Weed. *Selection and Seed Production*, 95, 266–272.

7. Nahorni, V.I. (2010). Influence of Sowing Dates and Methods on the Productivity of Soybean Varieties. *Feeds and Feed Production*, 66, 91–95.

8. Mykhailov, V.G., Shcherbina, O.Z., Romaniuk, L.S. & Starychenko, V.M. (2011). Characteristics of Fast and Mid-Ripening Soybean Varieties Used for Cultivation in Forest-Steppe and Polissia of Ukraine. *Selection and Seed Production*, 100, 306–314.

Hieba, and Berkana have the highest resistance to lodging. OAC Brooke and Rohiznianka have the highest attachment of lower beans. The above-listed varieties have higher yield, better crop quality and agroecological properties, they are more sustainable and adaptable for harvesting.

9. State Register of Plant Varieties of Ukraine Suitable for Cultivation in 2021. Kyiv, 2021, 537.

10. Official Descriptions of Plant Varieties and Indicators of Their Economic Feasibility. *On the Protection of Plant Variety Rights*. Bulletin, 2019, 3, 87, 88. URL: https://agro.me.gov.ua/storage/app/sites/1/bulleteny_prava%20na%20sorty/bull_2019/byuleten-vipusk-3-2019.pdf (date of application January 21, 2021).

11. Official Descriptions of Plant Varieties and Indicators of Their Economic Feasibility. *On the Protection of Plant Variety Rights*. Bulletin, 2020, 1, 227, 599. URL: <https://www.sops.gov.ua/uploads/page/5ea7d5a005828.pdf> (date of application January 21, 2021).

12. Official Descriptions of Plant Varieties and Indicators of Their Economic Feasibility. *On the Protection of Plant Variety Rights*. Bulletin, 2020, 2, 210, 328–330. URL: https://agro.me.gov.ua/storage/app/sites/1/bulleteny_prava2-2020.pdf (date of application January 21, 2021).

13. Official Descriptions of Plant Varieties and Indicators of Their Economic Feasibility. *On the Protection of Plant Variety Rights*. Bulletin. 2020, 5, 168–170. URL: https://sops.gov.ua/uploads/page/buleten/B_5_2020.pdf (date of application January 21, 2021).

14. Methodology for Assessing Plant Varieties of Cereal, Grain and Legumes and the Evaluation of their Suitability for Cultivation in Ukraine. Kyiv, 2016, 81. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf> (date of application January 21, 2021).

**АДАПТИВНІСТЬ ТА АГРОЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ
СКОРОСТИГЛИХ СОРТІВ СОЇ****О. П. Ткачук, І. М. Дідур, О. В. Мазур**

***Анотація.** Вегетаційний період скоростиглих сортів сої становить 83-85 днів. У 2021 році до Державного реєстру сортів рослин України, придатних для вирощування, внесено 17 скоростиглих сортів сої. Вегетаційний період більшості з них становить 85 днів. Проте у Діони він коротший – 83 дні та Арніка – 84 дні. Висота рослин скоростиглих сортів сої різна – від 58 см до 110 см. Найвищий сорт Аррата – 110 см, Рогізнянка і Різдвяна – по 81 см, ОАЦ Аватар і Діона – по 80 см. Висота прикріплення нижніх бобів скоростиглих сортів сої 10-16 см від поверхні ґрунту. ОАЦ Брук має найвище прикріплення нижніх бобів – 16 см. Далі йдуть Рогізнянка – 15 см, Кобза та ОАЦ Аватар – по 14 см. Сорти Авантюрин, ОАЦ Лайквю, Геба і Беркана мають найвищий рівень стійкості до вилягання і отримали по 9 балів; ОАЦ Аватар, Рогізнянка, Голубка отримали по 8,9 бала. Усі скоростиглі сорти сої мають високу стійкість до осипання насіння – 7-9 балів. Серед найбільш посухостійких сортів – ОАЦ Лайквю, Геба, Беркана отримали по 9 балів. Найбільш стійкими до хвороб є сорти сої Авантюрин, Кобза, Діона, Аррата, Рогізнянка, Арніка – вони отримали по 9 балів. Урожайність насіння скоростиглих сортів сої становить 2,00-3,25 т/га. Найбільшу врожайність має Діона – 3,25 т/га, на другому місці – Аррата – 3 т/га. Найменш урожайними є сорти Рогізнянка – 2,00 т/га, ОАЦ Брук – 2,03 т/га, Кобза – 2,14 т/га. Серед сортів сої з найвищим вмістом білка в насінні відзначаються Беркана – 43,4 %, Райдуга – 42,3 %, Голубка та Мелодія – по 42,1 %. Найнижчий вміст білка в насінні має сорт Аррата – 38 %. Далі йдуть Легенда та Діона – по 38,5 %, Кобза – 39,1 %. За вмістом жиру лідирує сорт Геба – 22 %, далі йдуть ОАЦ Лайквю – 21,7 % і Голубка – 21,6 %. Найнижчий вміст жиру в насінні мають сорти Красуня – 19,3 %, потім йдуть Арніка – 20,5 % і Мелодія – 20,6 %.*

***Ключові слова:** соя, скоростиглі сорти, адаптивність, агроекологічна стійкість, урожайність, якість*

ВПЛИВ ГЕРБІЦИДІВ НА АГРОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СОЧЕВИЦІ**В. Д. ОРЕХІВСЬКИЙ**, доктор історичних наук**Р. В. СОЛОМОНОВ**, кандидат сільськогосподарських наук*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України***А. І. КРИВЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук, професор

E-mail: Kryvenko35@ukr.net

В. М. ЧЕПУРНИХ, аспірант*Одеській державний аграрний університет МОН України*[https://doi.org/10.31548/dopovid1\(101\).2023.004](https://doi.org/10.31548/dopovid1(101).2023.004)

***Анотація.** Зернобобові культури набувають все більшого значення як в нашій країні, так і на планеті Земля в цілому. Така тенденція обумовлена високими якістьми їх насіння, а також здатністю зв'язувати азот із атмосфери, в зв'язку з чим вони являються одними із найкращих попередників у сівозміні. Метою досліджень було виявлення ефективності внесення ґрунтових і страхових гербіцидів при вирощуванні насіння сочевиці, вплив комбінованого застосування препаратів на насінневу продуктивність рослин сочевиці, післядія цих препаратів на посівні показники насіння сочевиці*

У процесі досліджень були використані наступні методи: польовий однофакторний дослід - для проведення біометричних вимірів та обліку врожаю культури; лабораторний - аналіз структури рослин та якості врожаю насіння; розрахунковий - оцінка економічної та енергетичної ефективності вирощування культури, окупності матеріальних і природних ресурсів; статистичний - проведення дисперсійного аналізу та статистичного оброблення результатів досліджень. На основі проведених досліджень зроблений висновок, що за дії ґрунтових і страхових гербіцидів на посівах сочевиці можливість отримання кондиційного насіння культури збільшується. Аналіз даних показує ефективність застосування як ґрунтових, так і страхових гербіцидів, а також їх сумішей у різних дозах.

***Ключові слова:** сочевиця, ґрунтові та страхові гербіциди, продуктивність, посівні якості насіння*

Вступ. Сочевиця (*Lens culinaris* Medik) є однією з найдавніших культур, яка була одомашнена майже 10 тисяч років тому і до цього часу слугує важливим джерелом харчування у багатьох країнах світу. У різні періоди людської цивілізації її роль змінювалась, але, як правило, з накопиченням знань про цінність

харчових продуктів її значення зростало [1]. Головне її достоїнство полягає у високому вмісті якісного білка, який легко засвоюється людським організмом [2]. Південній частині України притаманні часті посухи, що призводить до значного зниження врожаю усіх сільськогосподарських культур. Тому

Орехівський В. Д., Соломонов Р. В., Кривенко А. І., Чепурних В. М.

зернобобові культури набувають тут особливої цінності як жаро- та посухостійкі.

Актуальність. Сочевиця в нашій країні є нішова культура, але в перспективі вона буде відігравати суттєву роль в аграрному секторі. Тому вирощування насіння складе міцну основу для нарощування товарної продукції цієї культури.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У попередні роки була створена низка добре пристосованих до місцевих умов та придатних до індустріальної технології вирощування сортів культури, розроблені методичні заходи відносно основних агротехнічних прийомів сівби, догляду за посівами, збирання та післязбирального дороблення насіння [3]. Були визначені кращі протруйники насіння та штами бульбочкових бактерій для приготування бактеріальних добрив, розроблені ефективні способи боротьби зі збудниками хвороб і шкідниками [4]. Ці заходи дали можливість суттєво наростити площі вирощування цієї культури. Програма досліджень включає оцінку господарсько цінних ознак сортозразків сочевиці із України, Канади, Індії, Туреччини та інших країн в умовах центральної зони Одеської області. Частина такого матеріалу добрана в результаті контактів з ученими цих країн, значна кількість одержана із лабораторії зернобобових культур Національного

центру генетичних ресурсів рослин України. У колекційному розсаднику сортозразки, що досліджуються, оцінюються за елементами продуктивності, стійкістю проти вилягання, тривалістю вегетаційного періоду та окремих його фаз, стійкістю проти хвороб, особливо фузаріозу. Проведено детальний опис морфологічних ознак, починаючи від сходів до повного дозрівання, форми, розміру, забарвлення насіння, характеру насінневої шкірки, окраски рубчика. Всі ці показники мають суттєве значення для загальної оцінки сортозразка на придатність для використання одержаного насіння на харчові цілі [5].

Мета. Метою досліджень було виявлення ефективності внесення ґрунтових і страхових гербіцидів при вирощуванні насіння сочевиці, вплив комбінованого застосування препаратів на насінневу продуктивність рослин сочевиці, післядія цих препаратів на посівні показники насіння сочевиці.

Методи. У процесі досліджень були використані наступні методи: польовий одно факторний дослід – для проведення біометричних вимірів та обліку врожаю культури; лабораторний – аналіз структури рослин та якості врожаю насіння; розрахунковий-оцінка економічної та енергетичної ефективності вирощування культури, окупності матеріальних і природних ресурсів; статистичний – проведення

Орехівський В. Д., Соломонов Р. В., Кривенко А. І., Чепурних В. М.

дисперсійного аналізу та статистичного оброблення результатів досліджень. Сівбу сортозразків конкурсного і контрольного розсадників проводимо селекційною сівалкою «Клен - 1,5С», селекційного – вручну.

У процесі росту і розвитку рослин фіксували основні фенологічні фази, проводили боротьбу з бур'янами шляхом ручного прополювання. У фазі повної стиглості кожну ділянку збирали вручну і в лабораторних умовах оцінювали продуктивність рослин, а також інші господарсько цінні показники. Вміст білка та жиру визначали в лабораторії нашої дослідної станції методом Кельдаля, жиру – за Рушковським. Кількість цих компонентів вираховували на абсолютно суху масу насіння.

Результати. Технологія виробництва насіння включає особливості обробітку ґрунту, строки сівби, норми висіву, глибину загортання насіння, інтегрований захист посівів від бур'янів, хвороб і шкідників, інспектування сортових посівів, збирання та післязбиральна доробка насіння.

Забур'яненість посівів на сьогоднішній день є надзвичайно проблематичною для сільськогосподарських виробників, оскільки вона суттєво впливає як на рівень урожайності, так і на якість одержуваного насіння. Отже для отримання високих урожаїв та

високоякісного насіння необхідно приділити увагу щодо підбору найбільш ефективних гербіцидів, які б не впливали негативно на ріст й розвиток рослин в період вегетації.

Молоді проростки сочевиці на початку вегетаційного періоду ростуть дуже повільно, тому слабо конкурують з бур'янами, що в перспективі сильно знижує врожайність та погіршує якість насіннєвого матеріалу. Наявність у посівах високорослих бур'янів з досить розвиненою листовою поверхнею часто затіняє молоді рослини сочевиці, що призводить до зниження їх висоти і збільшення втрат у процесі збирання. Тому на сьогоднішній день існує дуже важлива проблема виявлення ефективних засобів боротьби з бур'янами в посівах цієї культури.

У польових дослідженнях 2021 року було випробувано три ґрунтові та три післясходові (страхові) гербіциди на посівах сочевиці. Необхідно зазначити, що для одержання високоякісного насіння необхідно дотримуватись оптимальної структури посівних площ, сівозміни, ретельної боротьби з бур'янами, хворобами та шкідниками, що і є об'єктом вивчення цього завдання нами в низці господарств Одеської, Миколаївської, Вінницької та Дніпропетровської областей.

Особливо важливо застосовувати оптимальну технологію вирощування насіння у

Орехівський В. Д., Соломонов Р. В., Кривенко А. І., Чепурних В. М.

наші часи, коли має місце постійна варіабельність головних погодних факторів, кількості опадів і добових температур, що суттєво впливає на стабільність виробництва. Для даної культури, крім високого рівня адаптивності у реалізації потенціальної продуктивності, важливе значення має рівень симбіотичної азотфіксації, що дозволяє підвищити урожайність на 10-20 %. У цьому напрямі найбільш ефективні за азотфіксувальною здатністю є штами бульбочкових бактерій.

У попередні роки нами була добрана низка протруйників, використання яких дозволяє захистити насіння від шкідливих мікроорганізмів, так як насіння, яке використовують для сівби, є основним джерелом інфекції. Ним передаються такі найбільш шкочинні хвороби як кореневі гнилі та аскохітоз. Але за використання протруйників у зернобобових культур потрібно мати на увазі, що вони не повинні гальмувати азотфіксувальну здатність, яку забезпечують бульбочкові бактерії. Із добре відомих протруйників рекомендуємо застосовувати Фундазол (2 кг/т) і Вітавакс (2,5 л/т). Оброблення вищеназваними препаратами проявляється у покращенні схожості насіння та інтенсивності початкового росту проростків, збільшенні їх надземної та кореневої маси.

У польових умовах ріст схожості від використання протруйників склав 17-20 %. Крім того, у цих варіантах спостерігали подовження вегетаційного періоду на 3-5 діб і збільшення висоти рослин на 4-9 см. Приріст урожайності насіння склав 22-26 %.

Протруєння необхідно проводити за два тижні до сівби, а інокуляцію препаратом бульбочкових бактерій безпосередньо перед висіванням насіння. У процесі досліджень були використані наступні методи: польовий – для визначення взаємодії елементів технології вирощування нуту і сочевиці з чинниками довкілля; лабораторний – аналіз елементів продуктивності та оцінка якості насіння; статистичний – оброблення експериментальних даних і встановлення достовірності отриманих результатів.

Сівбу проводили селекційною сівалкою «Клен – 1,5 С», площа ділянок складала 12 м². Ґрунтові гербіциди вносили ранцевим обприскувачем на другий день після сівби. Зразу після обприскування поверхню ґрунту обробляли вручну граблями. Експериментальні ділянки засівали насінням сортів сочевиці – Лінза і Максим. Підрахунок кількості широколистяних і злакових бур'янів проводили через 40 днів після появи сходів. Стандартом слугували ділянки, на яких провели 2-разове ручне прополювання. Збирали

Орехівський В. Д., Соломонов Р. В., Кривенко А. І., Чепурних В. М.

насіння селекційним комбайном «Сампо-130».

Сорт Лінза характеризується тривалістю вегетаційного періоду 85 діб. Урожайність насіння за стандартної вологості – 17,4 ц/га. Вміст протеїну – 27 %. Збір білка – 4,2 т/га. Ураження аскохітозом – 1 бал, кореневими гнилями – 2. Стійкість проти вилягання та обсіпання по 4 бали. Рослини під час цвітіння середньої висоти, прямі, без антоціанового забарвлення, зі середньою інтенсивністю галушення, середніми показниками часу цвітіння та досягання. Листочки середні за розміром, оберненояйцевидної форми, зеленого кольору середньої інтенсивності. Суцвіття з трьома квітками у вузлі. Квітка середнього розміру. Парус білого кольору з наявними фіолетовими смугами на ньому та відсутніми фіолетовими смугами на веслах. Біб перед збиральною стиглістю середньої інтенсивності забарвлення, має два або три насінних зачатки. У фазі повної стиглості колір бобу – жовтий, має середні показники довжини та ширини. форма верхівки бобу – від усіченої до гострої. Сухе насіння – однокольорове, зеленувато-жовте, широке, з еліптичним поздовжнім розміром. Маса 1000 насінин – середня.

Сорт Максим створений в Канаді в науково-дослідному центрі при Саскачеванському університеті. Характеризується оранжевого

кольору сім'ядолями, напівпрямим габітусом рослин, середньою висотою, помірним галушенням. Суцвіття китиця, має 2 або 3 квітки. Боби жовтого кольору, короткі, зі загостреною верхівкою. Висота прикріплення нижнього бобу – 16 см, урожайність насіння – 2,8 т/га. Уміст білка – 29,5 %.

У дослідженнях використовували гербіциди ґрунтової дії Зенкор, Панда й Прометрин, коротка характеристика яких наведена нижче.

Зенкор (основна активна речовина – метрибузин), має властивість досить легко і швидко абсорбуватися в кореневу систему і пагони бур'янів, за необхідності також поглинається і листям. Усередині рослини переміщується акропетально (від основи до верхівки). Системний вплив метрибузину забезпечено його здатністю пригнічувати процес фотосинтезу в рослині. Відповідно без здатності «дихати» бур'яни швидко гинуть. Ефект від його застосування до появи сходів не дозволяє фактично навіть прорости бур'янам, а за післясходового внесення бур'яни гинуть через 10-20 днів.

Панда (активний інгредієнт – речовина пендиметалін), клас динітроаніліни, системний гербіцид. Поглинання відбувається кореневою системою бур'янів і молодими пагонами. Ті види бур'янів, що ще не

Орехівський В. Д., Соломонов Р. В., Кривенко А. І., Чепурних В. М.

зійшли – гинуть в ґрунті, в момент проростання, а ті, що встигли зійти – упродовж 3-4 днів. Активність препарату проявляється виключно до проростаючих смітних рослин. Пендиметалін пригнічує кореневу меристему чутливих рослин, гальмує процес ділення і росту клітин. Діюча речовина перешкоджає нормальному синтезу тібуліна, спеціального білка, який відповідає за клітинний поділ. Після внесення Панди порушується кореневе живлення бур'янів, зупиняється розвиток бічних коренів, бур'яни виснажуються і гинуть.

Прометрин – гербіцид системної ґрунтової дії, має тривалий захисний ефект. Застосовується до сівби, одночасно з сівбою або до появи сходів культури проти однорічних дводольних і злакових бур'янів. Найбільш ефективно пригнічує бур'яни за достатньої вологості ґрунту. Тривалість дії гербіциду, як правило, обмежується одним вегетаційним періодом, проте за посушливого літа на ділянках, оброблених Прометрином, восени не слід висівати озимі зернові культури і багаторічні трави. Наступного року можна сіяти всі культури. Дія препарату настає через 2-4 дні після появи сходів бур'янів, через 7-12 днів спостерігається їх повна загибель.

Із післясходових гербіцидів застосовували Пульсар, Пікадор й Євроленд. Це препарати характеризуються системною дією, відносяться до імідазолінонової групи

й виділяються широким спектром дії проти дводольних і злакових бур'янів. Використовуються на посівах багатьох сільськогосподарських культур. Системну дію поєднують з ґрунтовою активністю, що не викликає повторного проростання бур'янів. Активна речовина проникає в рослини бур'янів через кореневу систему і листкову поверхню, рухається по флоемі та ксилемі й концентрується в меристематичних ділянках, де інгібує фермент ацетолактатсинтазу. Така дія призводить до порушення синтезу білка й нуклеїнових кислот. Гербіцидна дія проявляється уже через дві години, а через 3-4 тижні бур'яни повністю гинуть. Всі ці гербіциди використали в дозі 1 л/га. Ґрунтові гербіциди внесли 18 березня, післясходові – 28 квітня.

Сходи обох сортів були повними, що було обумовлено досить ранньою сівбою. У всіх варіантах зі сочевицею спостерігали досить чисті від бур'янів посіви, що можливо пояснити високою густиною стояння рослин (2 млн/га). Такий покрив дозволяє ефективно затінити верхній шар ґрунту, що негативно впливає на ріст бур'янів, особливо світло- та теплолюбивих. Ми вважаємо, що спільна дія затінення та ґрунтових гербіцидів достатня для підтримання посівів сочевиці у доброму стані впродовж всього вегетаційного періоду.

Орехівський В. Д., Соломонов Р. В., Кривенко А. І., Чепурних В. М.

Подібні результати були отримані при використанні гербіцидів Зенкор і Прометрин у 2020 році. При застосуванні гербіцидів важливо знати не лише їх дію на рослини бур'янів, але також і їх вплив на урожайність сільськогосподарської культури. З цією метою було здійснено аналіз господарсько цінних ознак у сортів сочевиці Лінза й Максим після дії гербіцидів. У таблицях 1 і 2 наведені найбільш важливі для цієї культури у дослідних варіантах елементи продуктивності й ознаки. Порівняння наведених показників у сортів, які

вивчались, свідчать про те, що Лінза є більш чутливою до дії гербіцидів порівняно зі сортом Максим. У першого сорту спостерігали достовірне зменшення кількості гілок другого порядку, кількості та маси бобів на рослині, маси рослин з бобами, кількості насіння та його маси на рослині за дії всіх ґрунтових гербіцидів. У сорту Максим мало місце зниження висоти головного стебла й кількості гілок першого й другого порядку. Найбільш пригнічувались елементи продуктивності цього сорту за дії Прометрину.

1. Господарсько цінні ознаки сорту сочевиці Лінза за внесення ґрунтових гербіцидів

Ознака	Контроль	Гербіцид			НСР ₀₅
		Зенкор	Панда	Прометрин	
Висота рослини, см	22,5	24,0*	22,8	22,6	0,92
Кількість гілок I порядку, шт.	4,3	4,3	4,7*	4,4	0,33
Кількість гілок II порядку, шт.	9,5	9,0*	6,2*	5,9*	0,38
Кількість бобів на рослині, шт.	23,8	20,9*	20,8*	19,7*	1,27
Маса бобів на рослині, г	1,82	1,58*	1,48*	1,39*	0,06
Маса рослини з бобами, г	3,09	2,86*	2,97	2,59*	0,18
Маса насінин на рослині, г	1,38	1,19*	1,20*	1,12*	0,06
Кількість насінин на рослині, шт.	24,0	20,5*	20,6*	19,6*	1,26
Збиральний індекс, %	0,45	0,42	0,40	0,43	0,02

* вірогідно при 0,01 %

2. Господарсько цінні ознаки сорту сочевиці Максим за дії ґрунтових гербіцидів

Ознака	Контроль	Гербіцид			НСР ₀₅
		Зенкор	Панда	Прометрин	
Висота рослини, см	20,6	18,1*	17,9*	16,9*	0,84
Кількість гілок I порядку, шт.	3,8	3,5*	3,3*	3,9	0,22
Кількість гілок II порядку, шт.	5,1	7,0*	6,6*	6,4*	0,34
Кількість бобів на рослині, шт.	32,2	32,4	32,8	31,9	1,46
Маса бобів на рослині, г	1,2	1,2	1,2	1,1*	0,05
Маса рослини з бобами, г	2,2	2,0	2,1	1,9*	0,12
Маса насінин на рослині, г	0,93	0,85*	0,95	0,83*	0,04
Кількість насінин на рослині, шт.	34,8	92,2*	32,8*	33,5	1,48
Збиральний індекс, %	0,45	0,42*	0,44	0,43	0,02

* вірогідно при 0,01 %

Орехівський В. Д., Соломонов Р. В., Кривенко А. І., Чепурних В. М.

Гербіцид Панда знижував лише кількість насінин на рослині, хоча це не вплинуло на загальну масу насіння рослини. Таким чином можливо зробити висновок, що серед застосованих гербіцидів Панда практично не діє негативно на рівень продуктивності.

У процесі вегетації спостерігали незначне пожовтіння рослин лише у сорту Максим за дії Прометрину, хоча воно було відсутнє у сорту Лінза.

Застосування післясходових гербіцидів на фоні ґрунтових не привело до суттєвих змін важливих агрономічних ознак рослин сочевиці.

Необхідно буде вивчити у наступний період позитивну дію Пікадора на фоні Зенкора у сорту Лінза, хоча подібного ефекту не спостерігали у сорту Максим. Проте у цього сорту мала місце більш високе значення цих ознак при внесенні Євроленду також на фоні Зенкору. Впродовж вегетаційного періоду спостерігали незначне пригнічення рослин сочевиці у варіантах з всіма страховими гербіцидами.

Аналіз посівних якостей насіння сочевиці не виявив суттєвої різниці в залежності від гербіцидів (табл. 3). У всіх варіантах насіння виявилось кондиційним.

3. Посівні якості насіння сочевиці залежно від виду гербіцидів

Гербіцид	Лінза		Максим	
	Енергія проростання, %	Схожість, %	Енергія проростання, %	Схожість, %
Контроль	84	93	86	98
Зенкор	83	95	85	95
Панда	86	96	85	96
Прометрин	81	94	86	96
Зенкор+Пульсар	82	94	90	98
Зенкор+Пікадор	82	94	89	98
Зенкор+Євроленд	79	95	89	95
Панда+Пульсар	83	94	90	94
Панда+Пікадор	85	93	88	95
Панда+Євроленд	82	93	88	96
Прометрин+Пульсар	81	96	87	96
Прометрин+Пікадор	83	95	86	97
Прометрин+Євроленд	83	95	88	98

Висновки і перспективи. За результатами проведених досліджень можливо зробити наступні висновки: для одержання високої врожайності сочевиці достатньо застосовувати один із таких ґрунтових гербіцидів як Зенкор, Панда або Прометрин.

Установлена неоднакова реакція сортів сочевиці на застосовані гербіциди. Сорт Лінза відзначається підвищеним рівнем чутливості порівняно зі сортом Максим.

Орехівський В. Д., Соломонов Р. В., Кривенко А. І., Чепурних В. М.

Використані гербіциди суттєво не погіршували посівні якості насіння сочевиці.

У найближчій перспективі необхідно буде вивчити позитивну дію Пікадора на фоні Зенкора у сорту Лінза.

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. Харків. 2009. 118 с.

Список використаних джерел

1. Fratini R., Perez de la Vega M., Cubero J.I. (2011). Lentil origin and domestication. Grain Legumes. N 57. P. 5 – 9.
2. Rawal V., Navarro D.K. (2019). The global Economy of Pulses. Rome, FAO. 166 p.
3. Січкарь В.І., Кривенко А.І., Соломонов Р.В. Сучасний стан і перспективи зернобобових культур у світі та Україні. Етноботанічні традиції в агрономії, фармації та садовому дизайні. Матеріали IV Міжнародної наукової конференції, присвяченій 30-річчю незалежності України (5-8 липня 2021 року) Умань. Видавець «Сочінський М.М.» 2021. С. 244–251.
4. Січкарь В.І., Кривенко А.І., Соломонов Р.В. Застосування ефективних штамів азотфіксувальних бактерій для підвищення врожайності зернобобових культур. Матеріали X Міжнародної наукової конференції «Селекційно-генетична наука і освіта» (Парієві читання). (19 березня 2021 р.). Умань. 2021. С. 227-232.
5. Кириченко В.В., Кобизєва Л.Н., Петренкова В.П., Рябчун В.К., Безугла О.М., Маркова Т.Ю. та ін. Ідентифікація ознак зернобобових культур (квасоля, нут, сочевиця) (навчальний посібник). Харків,

References

1. Fratini R., Perez de la Vega M., Cubero J.I. (2011). Lentil origin and domestication. Grain Legumes. N 57. P. 5 – 9.
2. Rawal V., Navarro D.K. (2019). The global Economy of Pulses. Rome, FAO. 166 p.
3. Sichkar V.I., Kryvenko A.I., Solomonov R.V. The current state and prospects of leguminous crops in the world and in Ukraine. Ethnobotanical traditions in agronomy, pharmacy and garden design. Materials of the IV International Scientific Conference dedicated to the 30th anniversary of Ukraine's independence (July 5-8, 2021) Uman. Publisher "M.M. Sochinsky" 2021. P. 244–251.
4. Sichkar V.I., Kryvenko A.I., Solomonov R.V. The use of effective strains of nitrogen-fixing bacteria to increase the yield of leguminous crops. Proceedings of the 10th International Scientific Conference "Selection and Genetic Science and Education" (Pariah readings). (March 19, 2021). Uman. 2021. P. 227-232.
5. Kyrychenko, V.V., Kobyzeva, L.N., Petrenkova, V.P., Ryabchun, V.K., Bezugla, O.M., Markova, T.Yu. (2009). Identification of traits of legumes (bean, chickpea, lentil). Kharkiv. Plant Production Institute n a. V. Ya. Yuriyev. 119 p. (In Ukrainian).

INFLUENCE OF HERBICIDES ON AGRONOMIC INDICATORS OF LENTIL

V. D. Orekhivsky, R. V. Solomonov, A. I. Kryvenko, V. M. Chepurnykh

Abstract. Leguminous crops are becoming increasingly important in our country and on planet Earth as. This trend is due to the high quality of seeds, as well as the ability of plants to bind nitrogen from the atmosphere, and therefore they are one of the best predecessors in crop rotation. The aim of this research was to identify the effectiveness of applying soil and insurance herbicides at growing lentil seeds, the effect of combined use of drugs on the seed productivity of lentil plants, the aftereffect of these drugs on the sowing performance of lentil seeds.

Орехівський В. Д., Соломонов Р. В., Кривенко А. І., Чепурних В. М.

The following methods were used in the research process: field and one factor experience - for biometric measurements and crop yield accounting; laboratory method - analysis of the structure of plants and the quality of the seed crop; calculated - assessment of the economic and energy efficiency of growing crops, payback of material and natural resources; statistical - carrying out analysis of variance and statistical processing of research results. As a result of the research, it was found that under the influence of soil and insurance herbicides on lentil crops, the possibility of obtaining conditioned crop seeds increases. Analysis of the data shows the effectiveness of the use of soil and insurance herbicides, as well as their mixtures in different doses.

Key words: *lentil, soil and insurance herbicides, productivity, sowing seeds*

ЯКІСТЬ ПИЛКУ ТА ДОБІР ЗАПИЛЮВАЧІВ СОРТІВ ЯБЛУНІ КОЛОНОПОДІБНОГО ТИПУ

О. С. ГАВРИЛЮК¹, доктор філософії з садівництва та виноградарства (PhD),
асистент

Т. Є. КОНДРАТЕНКО², доктор сільськогосподарських наук, професор,
старший науковий співробітник ІС НААН України, член кореспондент НААН
України

Б. М. МАЗУР¹, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Д. В. ПЕТРЕНКО^{1,1}, магістр

E-mail: o.havryliuk@nubip.edu.ua

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України

²Інститут садівництва національної академії аграрних наук України

[https://doi.org/10.31548/dopovid1\(101\).2023.005](https://doi.org/10.31548/dopovid1(101).2023.005)

***Анотація.** Яблуня (*Malus domestica* Borkh.) це квітуче дерево, врожайність якого залежить від успішного перехресного запилення. На кількість і якість плодів яблуні істотно впливає ефективність процесу запилення. Окрім основних вимог до зав'язування плодів і продуктивності дерев, наявність різних джерел пилку (різних сортів у саду) позитивно впливає на параметри якості плодів. Із яблуневого саду можливо отримувати прибуток через кілька років після садіння, тому вибір сортів є дуже важливим, адже від цього залежить економічна доцільність вирощування рослин. Мета даного дослідження полягала у визначенні життєздатності пилку сортів яблуні колоноподібного типу та підбір сортів запилювачів. Дослідження виконували протягом 2019–2022 років на кафедрі садівництва імені професора Володимира Левковича Симиренка Національного університету біоресурсів і природокористування України. За результатами проведених досліджень встановили, що в умовах Західного Лісостепу України досліджувані колоноподібні сорти формують пилок середньої життєздатності, пилкові трубки досягають середньої довжини, спостерігається недостатня перехресна плодючість, а кращими запилювачами для них є універсальні запильники, сорти 'Голден Джем' та 'Професор Шпрінгер'. Загалом у колоноподібних сортів хороша зав'язуваність плодів від вільного запилення. Для задовільного перехресного запилення необхідні декілька умов, а саме: квітування сорту запильника має бути одночасним з основним сортом; сорт запильник має мати пилок високої життєздатності; розташування сорту-запильника повинно бути поблизу плодоносного дерева; в саду потрібна наявність бджіл та інших комах під час квітування.*

***Ключові слова.** яблуня, *Malus domestica* Borkh, пилок, самоплідність, перехресне запилення, якість пилку, життєздатність, клімат*

¹ Науковий керівник – доктор філософії (PhD), асистент кафедри садівництва ім. В.Л. Симиренка Гаврилюк О.С.

Актуальність. Усі плодові культури помірного клімату потребують запилення щоб зав'язати плоди. Деякі плодові культури [30], а саме персик, нектарин, черешня, абрикос і деякі європейські сливи самоплідні [23]. Яблуні, груші та черешні для перехресного запилення потрібні змішані посадки різних сортів [25]. Відсоток квіток, які необхідно зав'язати, сильно відрізняється між плодовими культурами, для черешні наприклад потрібно зав'язати 20–60 %, для вишні – 20–75 %. Для плодкових культур, де розмір плодів є більш важливою із комерційної точки зору ознакою, відсоток квіток, які потребують запилення, значно нижчий; наприклад - яблуні 5–8 % [25], груші 5–11 %, персика 15–20 %, абрикоси 20–25 %, сливи 3–20 %. На квітування звісно сильно впливають кліматичні умови вирощування [8], а саме на якість пилку та роботу комах запильників у саду [13, 17].

Запилення полягає в перенесенні пилкових зерен з пиляків на приймочку маточки [23, 29]. Яблуня (*Malus domestica Borkh.*) це квітуче дерево [1], врожайність якого залежить від успішного перехресного запилення між принаймні двома перехресно-сумісними сортами, які квітують одночасно [24]. На кількість і якість продукції яблук істотно впливає ефективність процесу запилення [10]. Крім основних вимог до зав'язування плодів і

продуктивності дерев, наявність різних джерел пилку сприятливо впливає на параметри якості плодів, такі як розмір, форма та накопичення органічної речовини [2, 19]. Яблуні також значною мірою залежать від запилення комахами [7], їх внесок у запилення важливий для отримання стабільних та високих врожаїв [9, 10, 12]. Щоб уникнути обмеження кількості пилку в комерційних садах, в одному саду висаджують або дерева-донори пилку (тобто «запильники»), або суміші різних сортів [3, 25]. Garratt та інші науковці стверджують, що покращення щільності та розташування сортів-запильників у саду сприяє збільшенню частки запилювачів, що несуть життєздатний пилок, зрештою покращуючи цим зав'язування плодів і насіння [10, 22]. Розміщення сортів запильників у саду є дуже важливим. Рекомендується розміщувати сорти-запилювачі суцільними рядами. Схема розміщення можуть бути різними, наприклад, чергування двох рядів сортів запильників між чотирма рядами основного сорту.

Квітування яблуні є одним із основних процесів, що веде до продуктивності плодового дерева [4, 31], тому вивчення цього процесу має практичне значення для селекції [21, 41, 50]. Урожайність і якість плодів являється насамперед результатом кількості та якості квіток [26, 27]. Із яблуневого саду можливо отримувати прибуток через кілька років після

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М., Петренко Д. В.

садіння, тому вибір сортів є дуже важливим, адже від цього залежить економічна доцільність вирощування рослин [32].

Для характеристики сортів запильників важливою є оцінка різноманітних фенотипічних ознак, такі як одночасність квітування із продуктивними сортами, інтенсивність квітування, утворення пилку та якість пилку [18]. Інтенсивність квітування та утворення пилку є важливими ознаками для визначення здатності будь-якого сорту до запилення, оскільки більша кількість пилоквих зерен може покращити успішність запліднення яйцеклітин і, як наслідок, зав'язування плодів комерційних сортів [6]. Виробництво пилку залежить від сорту і в першу чергу визначається кількістю пилку [17]. Крім того, якість пилку, яка характеризується життєздатністю пилку, також повинна враховуватися з метою забезпечення високих та сталих врожаїв [20].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження Ramírez та Davenport [24], щодо проростання пилку яблунь показали широку варіативність для одного сорту залежно від місця розташування дерев. Дарена у співпраці із Blázquez довели, що триплоїдні сорти демонструють нижчу швидкість проростання пилку, ніж диплоїдні сорти [5].

Сорти яблуні колоноподібного типу демонструють різний ступінь періодичності плодоношення [16, 14, 36, 35]. Періодичність плодоношення є поширеною проблемою для яблунь [11], де надмірна кількість плодів у «виключні» роки викликає конкуренцію між утворенням плодів та диференціацією генеративних бруньок, що призводить до низької або повної відсутності врожаїв у «виключні» роки [15, 28]. На регіональному рівні ця періодичність спричиняє проблеми з постачанням плодів яблуні та збільшує ризику збоїв у комерціалізації.

Мета даного дослідження - це визначення життєздатності пилку сортів яблуні колоноподібного типу та підбір сортів запилювачів.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження виконували протягом 2019–2022 років на кафедрі садівництва імені професора Володимира Левковича Симиценка Національного університету біоресурсів і природокористування України. Експериментальною базою виконання досліджень були насадження яблуні первинного сортовивчення ІС НААН України.

Предмет досліджень – 7 сортів яблуні колоноподібного типу - ‘Спарта’, ‘Фаворит’, ‘Білосніжка’, ‘Арбат’, ‘Валюта’, ‘Президент’, ‘Останкіно’.

Об’єкт дослідження – пилок яблуні.

Сад закладений у 2002 та 2010 рр. згідно з методикою первинного

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М., Петренко Д. В.

сортовипробування [46]. Деревя на підщепі 54-118 висаджено за схемою 4×1 м. За контроль взято сорт яблуні «звичайної» 'Айдаред' (схема садіння 4×3 м).

Життєздатність пилку визначали за методикою Татарінцева [47]. Енергію росту пилкових трубок досліджували за методикою Паушевої [44]. Пилок сортів-

запильників у фазу розового бутону відбирали, підсушували і зберігали в ексикаторі. Частину пилку використали для визначення життєздатності методом пророщування, а частину штучно висівали на приймочки маточки та ізолювали їх (рис. 1) від потрапляння не потрібного пилку.



Рис. 1. За ізолювані рослини після висів пилку

Дослідна ділянка знаходиться в зоні Західного Лісостепу України. Клімат району помірно - континентальний і характеризується м'якою зимою і теплим літом. Середньорічна температура повітря за роки досліджень становила $10,1$ °С. Найхолодніший місяць – січень (мінус $3,2$ °С), найтепліший — серпень ($21,8$ °С). Період вегетації у плодівих культур, за багаторічними даними, починається із першої декади квітня. Активний ріст і розвиток

плодівих рослин спостерігається в третій декаді квітня. Сума активних температур 10 °С і вище ($\Sigma_{\text{акт}} t \geq 10$ °С) складає 3450 – 3650 °С, кількість днів з температурою 10 °С і вище – близько 180 . Середньорічна кількість опадів – 380 мм. Найбільш вологий місяць – липень (68 мм). Середня кількість днів з опадами становить 150 . Ґрунт дослідно ділянки темно - сірий опідзолений середньосуглинковий на карбонатному лесі, типовий для правобережної частини Західного

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М., Петренко Д. В.

Лісостепу. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту (0–40 см) становить 1,00–1,90 %, рН водної витяжки дорівнює 6,22–8,33.

Результати дослідження. Якість пилку залежить від умов проходження мікроспорогенезу. Підвищення температури повітря до 36–38 °С або зниження її до мінус 3 °С в період мейозу призводить до масових порушень в редуційному поділі та утворення великої кількості стерильних пилкових зерен [39]. Оптимальною температурою повітря для проростання пилку на приймочках маточок яблуні є 18–24 °С [38]. Якість пилку є сортовою

особливістю, але в умовах саду значний вплив на неї мають гідротермічні умови та фізіологічний стан дерев. На сьогодні інформації про якість пилку колоноподібних яблунь обмаль.

Пилок за ступенем його проростання відносять до трьох груп:

- пилок із низькою життєздатністю містить 0–30 % фертильних зерен;

- середньою — 31–69 %;

- високою — 70–100 %.

В умовах Київщини у 2019–2022 роках колоноподібні сорти формували пилок середньої та вище середньої якості (табл. 1).

1. Характеристика якості пилкових зерен різних сортів. (2019–2022 рр.).

Сорт	Всього переглянуто пилкових зерен, шт.	Кількість пилкових зерен різної якості						Довжина пилкових трубок за експозиції 4 години, мкм
		шт.	пророслі, %	шт.	не пророслі, %	шт.	оптично порожні, %	
Айдаред (к)	2654	2 232	84	369	14	53	2	594
Арбат	2671	2 220	83	319	12	13 2	5	601
Білосніжка	2945	1 973	67	740	25	23 1	8	542
Валюта	3015	2 660	88	297	10	58	2	625
Останкіно	2680	2 250	84	241	9	18 9	7	578
Президент	3110	2 682	86	364	12	63	2	611
Спарта	2869	1 895	66	741	26	23 3	8	547
Фаворит	2856	1 745	61	856	30	25 5	9	675

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М., Петренко Д. В.

Найвищу кількість пророслих пилкових зерен, тобто життєздатність пилку найвища, спостерігали в сортів 'Арбат' (83%), 'Останкіно' (84%), 'Президент' (86%) та 'Валюта' (88%), у контролю 'Айдаред' життєздатність

пилку була на рівні 84%. У сортів української селекції 'Фаворит', 'Спарта' (рис. 2) та 'Білосніжка' пилко був середньої якості (відповідно 61, 66 та 67%).

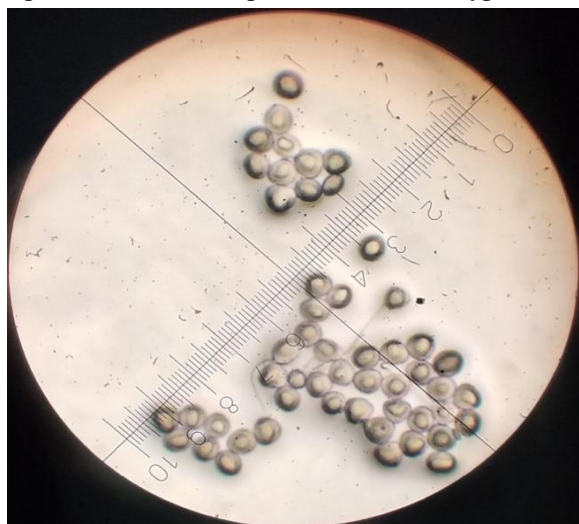


Рис. 2. Пилкові зерна сорту 'Спарта' ; 1 - пророслі з довгою трубкою, 2 – непророслі, 3 - оптично порожні.

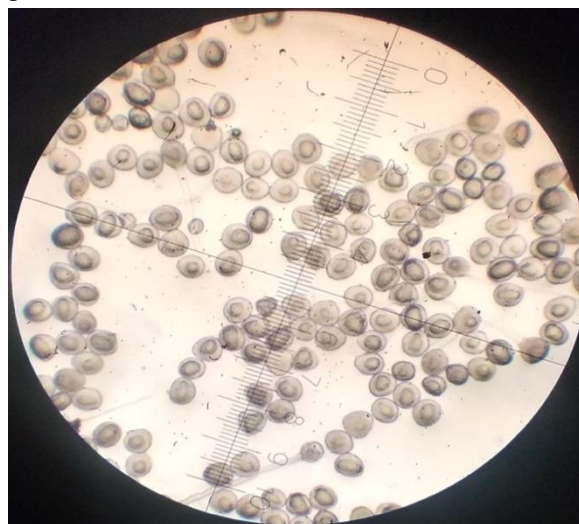
Найменшу кількість оптично порожніх зерен формували квітки сорту 'Президент', 'Валюта' та контрольний сорт ('Айдаред'). У інших досліджуваних сортів кількість оптично порожніх зерен на 3–7 % більше. Найбільшу кількість добре виповнених, але не пророслих пилкових зерен, формував 'Фаворит'.

Пилкові зерна розрізняють за розміром і формою. Форма пилку яблуні переважно сферична, еліптична, овальна та подовжено-овальна, також зустрічається трикутні

та шестикутні зерна. За формою та розмірами пилкові зерна досліджуваних колоноподібних сортів, як і контролю, були однорідними. Оптично порожніх зерен у пилку колоноподібних сортів було не багато — 2–9 %, в 'Айдареда' — 2 %. Пилкові зерна усіх колоноподібних сортів характеризувалися округлою, трикутною та овальною формою, чим не відрізнялися від сорту 'Айдаред' (рис. 3–4).



a

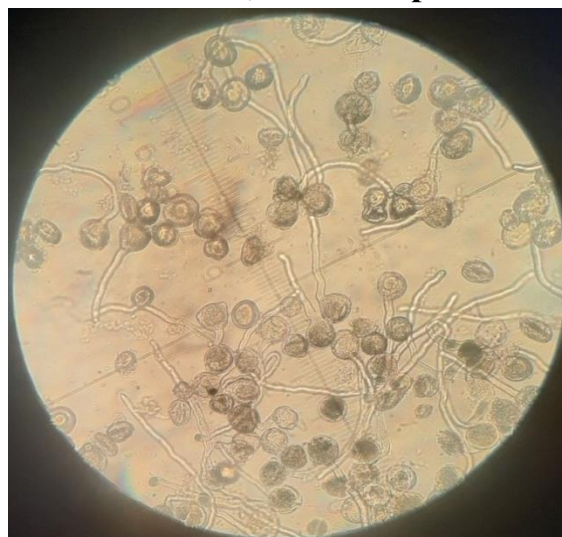


b

Рис. 3. Пилкові зерна відразу після посіву на штучне живильне середовище (збільшення в 90 разів); а- 'Білосніжка', б- 'Фаворит'.



a



b

Рис. 4. Пилкові зерна за 3 години після посіву на штучне живильне середовище (збільшення в 90 раз); а - 'Спарта', б - 'Айдаред'.

Довжина пилкових трубок як один із показників якості пилку, дає змогу попередньо оцінити ефективність використання сортів як запилювачів. Після трьох годин пророщування на живильному середовищі найбільша енергія росту пилкових трубок відмічалась у сорту 'Фаворит'. Відповідно до

класифікації М. Ро [45], довжина пилкових трубок колоноподібних сортів була середньою.

Більшість сортів яблуні самобезплідні. Запилення і формування високих урожаїв у таких сортів відбувається лише за умови запилення пилком іншого сорту [42, 43, 48, 49]. Добір запилювачів

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М., Петренко Д. В.

здійснювали для всіх досліджуваних сортів яблуні колоноподібного типу (табл. 2).

2. Ефективність перехресної плодючості колоноподібних сортів яблуні,%. ІС НААН, 2019–2021 рр.

Сорт	Голден джем	Професор Шпрінгер	Арбат	Білосніжка	Валюта	Останкіно	Вільне запилення
	♂						
♀Арбат	9,0	8,6	-	4,2	8,1	8,9	7,6
♀Білосніжка	8,2	8,1	7,4	-	7,8	7,5	7,1
♀Валюта	12,3	11,9	8,2	5,3	-	9,6	9,9
♀Останкіно	9,2	9,0	8,0	4,3		-	8,1
♀Президент	11,9	11,3	8,6	5,1	9,8	9,4	9,7
♀Спарта	9,4	9,2	8,4	4,7	9,4	8,4	8,2
♀Фаворит	9,3	9,2	8,4	3,1	8,4	8,5	8,2

У результаті запилення квіток колоноподібних сортів пилок універсальними запильниками ‘Голден Джем’ та ‘Професор Шпрінгер’ утворювалась найбільша кількість плодів, як і у варіанті “вільне запилення”. Ступінь зав’язування плодів була нижчою, ніж при вільному запиленні (к), якщо запильником були колоноподібні сорти.

Висновки і перспективи. За результатами проведених досліджень встановили, що в умовах Західного Лісостепу України досліджувані колоноподібні сорти формують пилок середньої життєздатності, пилкові

трубки досягають середньої довжини, спостерігається недостатня перехресна плодючість, а кращими запилювачами для них є універсальні запильники, сорти ‘Голден Джем’ та ‘Професор Шпрінгер’.

Для задовільного перехресного запилення необхідні декілька умов, а саме: квітування сорту запильника має бути одночасним з основним сортом; сорт запильник має мати пилок високої життєздатності; розташування сорту-запильника повинно бути поблизу плодоносного дерева; в саду потрібна наявність бджіл та інших комах під час квітування.

Список використаних джерел

1. Broothaerts, W. New findings in apple S-genotype analysis resolve previous confusion and request the re-numbering of

some S-alleles. *Theoretical and Applied Genetics*. 2003, 106, 703–714. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-1120-0>

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М., Петренко Д. В.

2. Buccheri, M., di Vaio, C. Relationship among seed number, quality, and calcium content in apple fruits. *Journal of Plant Nutrition*. 2005, Vol. 27, No. 10, P. 1735–1746. <https://doi.org/10.1081/PLN-200026409>
3. Carisio, L., Díaz, S. S., Ponso, S., Manino, A., Porporato, M. Effects of pollinizer density and apple tree position on pollination efficiency in cv. Gala. *Scientia Horticulturae*. 2020, Vol. 273, 109629. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109629>
4. Costes, E., Gion, J. M. Genetics and genomics of tree architecture. *Advances in Botanical Research*. 2015. 74, P. 157–200. <https://doi.org/10.1016/bs.abr.2015.05.001>
5. Dapena, E., Blázquez, M. Descripción de Las Variedades de Manzana de La DOP Sidra de Asturias. *Villaviciosa:SERIDA*. 2009. 24 p. URL: <https://ria.asturias.es/RIA/handle/123456789/387>
6. Delgado, A., Quinet, M., Dapena, E. Analysis of the Variability of Floral and Pollen Traits in Apple Cultivars—Selecting Suitable Pollen Donors for Cider Apple Orchards. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. 1717. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091717>
7. Fountain, M. T., Mateos-Fierro, Z., Shaw, B., Brain, P., Delgado, A. Insect pollinators of conference pear (*Pyrus communis* L.) and their contribution to fruit quality. *Journal of Pollination Ecology*. 2019. Vol. 25. P. 103–114. [https://doi.org/10.26786/1920-7603\(2019\)547](https://doi.org/10.26786/1920-7603(2019)547)
8. Gaaliche, B., Majdoub, A., Trad, M., Mars, M. Assessment of pollen viability, germination, and tube growth in eight tunisian caprifig (*Ficus carica* L.) cultivars. *International Scholarly Research Notices*. 2013. Vol. 2013. P. 1–5. <https://doi.org/10.1155/2013/207434>
9. Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., Vaissiere, B.E., Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological economics*. 2009. Vol. 68, №3. P. 810–821. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014>
10. Garratt, M., Coston, D., Truslove, C., Lappage, M., Polce, C., Dean, R., Biesmeijer, J., Potts, S. The identity of crop pollinators helps target conservation for improved ecosystem services. *Biological Conservation*. 2014, Vol. 169, P. 128–135. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.001>
11. Gavryliuk O. S., Kondratenko T. Je., Goncharuk Ju. D. Features of formation of productivity of columnar apple-tree. *Bulletin of Agricultural Science*. 2019. Vol. 97, No. 6. P. 27–34. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201906-04>
12. Hajjar, R., Jarvis, D.I., Gemmill-Herren, B. The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2008. Vol. 123, No. 4. P. 261–270. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.08.003>
13. Haokip, S. W., Shankar, K., Lalringheta, J. Climate change and its impact on fruit crops. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2020. Vol. 9, No. 1, P. 435–438. URL: <https://www.phytojournal.com/archives?year=2020&vol=9&issue=1&ArticleId=10464>
14. Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, B., Tonkha, O., Andrusyk, Y., Kutovenko, V., ... Dmytrenko, Y. Efficiency of productivity potential realization of different-age sites of a trunk of grades of columnar type apple-trees. *Agronomy research*. 2022b. Vol. 20, No. 2. P. 241–260. <https://doi.org/10.15159/AR.22.031>
15. Havryliuk, O., Kondratenko, T. Specific of the Assimilation Surface of Columnar Apple-Tree. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, 2019. Vol. 3. P. 57–65. DOI: <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2019.2585-8246.057-065>
16. Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, B., Kutovenko, V., Mazurenko B., Voitsekhivska, O., Dmytrenko, Y. Morphophysiological peculiarities of productivity formation in columnar apple cultivars. *Agronomy research*, 2022a. Vol. 20, No. 1. P. 148–160. <https://doi.org/10.15159/ar.22.007>
17. Irenaeus, T., Mitra, S. K. Understanding the pollen and ovule characters and fruit set of fruit crops in relation to temperature and genotype—a review. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 2014. Vol. 87. P. 157–167. DOI: <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2014.087.023>

18. Javid, R., Rather, G. Functional pollen ability of different crab apples used as pollinizers for apple. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2019. Vol. 8, No 3. P. 617–620. URL: <https://www.phytojournal.com/archives?year=2019&vol=8&issue=3&ArticleId=8158>
19. Matsumoto, S., Soejima, J., Maejima, T. Influence of repeated pollination on seed number and fruit shape of 'Fuji' apples. *Scientia Horticulturae*. 2012. Vol. 137. P. 131–137. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.01.033>
20. Mehri, S., Piri, S., Imani, A. Optimization of apple pollen culture and its maintenance of pollen germination capacity. *Journal of Advances in Agricultural & Environmental Engg.* 2015. Vol. 2, No 2. P. 54–56. <http://dx.doi.org/10.15242/IJAAEE.ER1215011>
21. Petrisor, C., Mitre, V., Mitre, I., Jantschi, L., Balan, MC. The rate of pollen germination and the pollen viability at ten apple cultivars in the climatic conditions of Transylvania. *Bulletin UASVM Horticulture*. 2012, Vol. 69, No. 1. 467468. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.941.7444&rep=rep1&type=pdf>
22. Quinet, M., Jacquemart, AL. Cultivar placement affects pollination efficiency and fruit production in European pear (*Pyrus communis*) orchards. *European Journal of Agronomy*. 2017. Vol. 91. P. 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.09.015>
23. Raja, W. H., Nabi, S. U., Kumawat, K. L., Sharma, O. C., Singh, D. B. Importance of pollination for temperate fruit crop production. *Indian Farmer*. 2018. Vol. 5, No. 12. P. 1458–1463
24. Ramírez, F., Davenport, T.L. Apple pollination: A review. *Scientia Horticulturae*. 2013. 162. P. 188–203. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.08.007>
25. Roeder, S., Serra, S., Musacchi, S. Effective pollination period and parentage effect on pollen tube growth in apple. *Plants*. 2021. Vol. 10, No 8. 1618. <https://doi.org/10.3390/plants10081618>
26. Rojo, J., Salido, P., Pérez-Badia, R. Flower and pollen production in the 'Cornicabra' olive (*Olea europaea* L.) cultivar and the influence of environmental factors. *Trees*. 2015. Vol. 29, No. 4). P. 1235–1245. <https://doi.org/10.1007/s00468-015-1203-6>
27. Rosati, A., Caporali, S., Paoletti, A. Floral biology: implications for fruit characteristics and yield. *Olive germplasm—the olive cultivation, table olive and olive oil industry in Italy*. InTech Design Team, Rijeka. 2012. P. 71–80. <http://dx.doi.org/10.5772/51727>
28. Schwallier, P. G., Sabbatini, P., Bukovac, M. J. Observations on the relationship between crop load and return bloom in 'honeycrisp' apple. *HortScience*. 2006. Vol. 41, No 4. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.4.1010B>
29. Singh, A., Adhikary, T. Importance of Pollinators in Fruit Production: A Review. *International Journal of Economic Plants*. 2021. Vol. 8, No. 3. P. 156–161. <https://doi.org/10.23910/2/2021.0418e>
30. Way, R. Pollination and fruit set of fruit crops. *NEW YORK'S FOOD AND LIFE SCIENCES BULLETIN*. 1978. No 76. P. 1–9. URL: <https://hdl.handle.net/1813/5082>
31. Yavar, S., Ali, B. Pollen germination, tube growth and longevity in some cultivars of *Vitis vinifera* L. *African Journal of Microbiology Research*. 2011. Vol. 5, No 9. P. 1102–1107. <https://doi.org/10.5897/AJMR11.168>
32. Zhang, C., Tateishi, N., Tanabe, K. Pollen density on the stigma affects endogenous gibberellin metabolism, seed and fruit set, and fruit quality in *Pyrus pyrifolia*. *Journal of experimental botany*. 2010. Vol. 61, No 15, P. 4291–4302. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq232>
33. Бондаренко, А. В. Процент осыпаемости завязи плодов под влиянием различных доз минеральных удобрений в интенсивных садах яблони в ОАО НПГ «Сады Придонья». In *Материалы XIV региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области*. ВГСХА. 2010. P. 10–11.
34. Бунцевич, Л. Л., Костюк, М. А., Беседина, Е. Н., Макаркина, М. В. Экология фотосинтеза и транспорт ассимилятов у яблони. *Плодоводство и виноградарство*

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М., Петренко Д. В.

Юга России. 2013. (22). С. 24–36. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/13/04/03.pdf>.

35. Гаврилюк, О., Кондратенко, Т., Мазур, Б. Товарна якість плодів яблуні колоноподібного типу. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. №2(96). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/15968>

36. Гаврилюк, О., Бондаренко, Ю., Бойчук, Г., Петренко, Д. Формування продуктивності сортів яблуні за умов Київщини. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. №1(95). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/15913>

37. Гамбург, К. З., Кулаева, О. Н., Муромцев, Г. С., Прусакова, Л. Д., Чкаников, Д. И. Регуляторы роста растений. *Колос*. 1979. 203 р.

38. Голубинский, И. Н. Жизнеспособность пыльцы. Київ, *Наукова думка*. 1974. 367 с.

39. Гончарук, Ю. Д. Екологічна стійкість та продуктивність імунних до парші сортів яблуні : дис. ... канд. с.-г. наук. ІС НААН. 2013. 196 с.

40. Кисельов, Д. О., Гриник, І. В. Формування продуктивності яблуні сорту Флоріна на фоні фоліарного підживлення препаратом Терасорб Комплекс. *Агробіологія*. 2017. №2. С. 148–153.

41. Кондратенко Т.Є., Гаврилюк О.С. Цінність колоноподібних форм яблуні, як вихідного матеріалу для селекції. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Селекція – надбання, сучасність і майбутнє (освіта, наука, виробництво)*. Київ, НУБіП України. 2017. С. 38–40. URL: <http://confer.uesr.sops.gov.ua/selektc2017/paper/view/8275>

42. Кондратенко, Т. Е. Основы формирования промышленного сортимента яблони в Украине: Дис... доктора с.-х. наук. 2002. 326 с.

43. Кудрявец, Р. П.. Продуктивность яблони. *Агрпролиздат*. 1987. 302 с.

44. Паушева, З. П. Практикум по цитологии растений. *Изд. 2-е, переработ. и доп. Колос*. 1981. 256 с.

45. Ро, Л. М. Прорастаемость пыльцы различных плодовых деревьев в связи с ее фертильностью. *Труды Млеевской садовоогородной опытной станции. Млеево*. 1929. С. 112–119.

46. Седов, Е. Н., Огольцова, Т. П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. *ВНИИСПК*. 1999. 608 с.

47. Татаринцев, А. С., Заец, В. К., Кузьмин, А. Я. Селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур. *Колос*. 1981.

48. Татаринцев, Л. Н. Проверка прорастаемости пыльцы. Селекция и сортоизучения плодовых и ягодных культур. *Колос*. 1981. С. 96–102.

49. Усков, А. И. (1967). Органогенез яблони. *Колос*.

50. Худченко, Л. М. Життєздатність пилку кизилу (*Cornus mas* L.) у період вимушеного спокою. *Інтродукція рослин*. 2000. №1. С.178–180. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR_2000_1_65

References

1. Broothaerts, W. (2003). New findings in apple S-genotype analysis resolve previous confusion and request the re-numbering of some S-alleles. *Theoretical and Applied Genetics*, 106, 703–714. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-1120-0>

2. Buccheri, M., & di Vaio, C. (2005). Relationship among seed number, quality, and calcium content in apple fruits. *Journal of Plant Nutrition*, 27(10), 1735–1746. <https://doi.org/10.1081/PLN-200026409>

3. Carisio, L., Díaz, S. S., Ponso, S., Manino, A., & Porporato, M. (2020). Effects of pollinizer density and apple tree position on pollination efficiency in cv. Gala. *Scientia Horticulturae*, 273, 109629. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109629>

4. Costes, E., & Gion, J. M. (2015). Genetics and genomics of tree architecture. *Advances in Botanical Research*, 74, 157–200. <https://doi.org/10.1016/bs.abr.2015.05.001>

5. Dapena, E., & Blázquez, M. (2009). Descripción de Las Variedades de Manzana de La DOP Sidra de Asturias. *Villaviciosa:SERIDA*, 24 p. URL: <https://ria.asturias.es/RIA/handle/123456789/387>

6. Delgado, A., Quinet, M., & Dapena, E. (2021). Analysis of the Variability of Floral and Pollen Traits in Apple Cultivars—Selecting Suitable Pollen Donors for Cider Apple Orchards. *Agronomy*, 11, 1717. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091717>
7. Fountain, M. T., Mateos-Fierro, Z., Shaw, B., Brain, P., & Delgado, A. (2019). Insect pollinators of conference pear (*Pyrus communis* L.) and their contribution to fruit quality. *Journal of Pollination Ecology*, 25, 103–114. [https://doi.org/10.26786/1920-7603\(2019\)547](https://doi.org/10.26786/1920-7603(2019)547)
8. Gaaliche, B., Majdoub, A., Trad, M., & Mars, M. (2013). Assessment of pollen viability, germination, and tube growth in eight tunisian caprifig (*Ficus carica* L.) cultivars. *International Scholarly Research Notices*. 2013. 1–5. <https://doi.org/10.1155/2013/207434>
9. Gallai, N., Salles, J. M., Settele, J., & Vaissiere, B. E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological economics*, 68(3), 810–821. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014>
10. Garratt, M., Coston, D., Truslove, C., Lappage, M., Polce, C., Dean, R., Biesmeijer, J., & Potts, S. (2014). The identity of crop pollinators helps target conservation for improved ecosystem services. *Biological Conservation*, 169, 128–135. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.001>
11. Gavryliuk O. S., Kondratenko T. Je., & Goncharuk Ju. D. (2019). Features of formation of productivity of columnar apple-tree. *Bulletin of Agricultural Science*, 97(6), 27–34. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201906-04>
12. Hajjar, R., Jarvis, DI., & Gemmill-Herren, B. (2008). The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 123(4), 261–270. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.08.003>
13. Haokip, S. W., Shankar, K., & Lalrinnggheta, J. (2020). Climate change and its impact on fruit crops. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(1), 435–438. URL: <https://www.phytojournal.com/archives?year=2020&vol=9&issue=1&ArticleId=10464>
14. Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, B., Kutovenko, V., Mazurenko B., Voitsekhivska, O., & Dmytrenko, Y. (2022a). Morphophysiological peculiarities of productivity formation in columnar apple cultivars. *Agronomy research*, 20(1), 148–160. <https://doi.org/10.15159/ar.22.007>
15. Havryliuk, O., & Kondratenko, T. (2019). Specific of the Assimilation Surface of Columnar Apple-Tree. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, (3), 57–65. DOI: <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2019.2585-8246.057-065>
16. Havryliuk, O., Kondratenko, T., Mazur, B., Tonkha, O., Andrusyk, Y., Kutovenko, V., ... Dmytrenko, Y. (2022b). Efficiency of productivity potential realization of different-age sites of a trunk of grades of columnar type apple-trees. *Agronomy research*, 20(2), 241–260. <https://doi.org/10.15159/AR.22.031>
17. Irenaues, T., & Mitra, S. K. (2014). Understanding the pollen and ovule characters and fruit set of fruit crops in relation to temperature and genotype—a review. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 87, 157–167. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2014.087.023>
18. Javid, R., & Rather, G. (2019). Functional pollen ability of different crab apples used as pollinizers for apple. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 617–620. URL: <https://www.phytojournal.com/archives?year=2019&vol=8&issue=3&ArticleId=8158>
19. Matsumoto, S., Soejima, J., & Maejima, T. (2012). Influence of repeated pollination on seed number and fruit shape of 'Fuji' apples. *Scientia Horticulturae*, 137, 131–137. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.01.033>
20. Mehri, S., Piri, S., & Imani, A. (2015). Optimization of apple pollen culture and its maintenance of pollen germination capacity. *Journal of Advances in Agricultural & Environmental Engg*, 2(2), 54–56. <http://dx.doi.org/10.15242/IJAAEE.ER1215011>
21. Petrisor, C., Mitre, V., Mitre, I., Jantschi, L., & Balan, MC. (2012). The rate of pollen germination and the pollen viability at

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М., Петренко Д. В.

ten apple cultivars in the climatic conditions of Transylvania. *Bulletin UASVM Horticulture*, 69 (1), 467468. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.941.7444&rep=rep1&type=pdf>

22. Quinet, M., & Jacquemart, AL. (2017). Cultivar placement affects pollination efficiency and fruit production in European pear (*Pyrus communis*) orchards. *European Journal of Agronomy*, 91, 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.09.015>

23. Raja, W. H., Nabi, S. U., Kumawat, K. L., Sharma, O. C., & Singh, D. B. (2018). Importance of pollination for temperate fruit crop production. *Indian Farmer*, 5(12). 1458–1463

24. Ramírez, F., & Davenport, T. L. (2013). Apple pollination: A review. *Scientia Horticulturae*, 162, 188–203. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.08.007>

25. Roeder, S., Serra, S., & Musacchi, S. (2021). Effective pollination period and parentage effect on pollen tube growth in apple. *Plants*, 10(8), 1618. <https://doi.org/10.3390/plants10081618>

26. Rojo, J., Salido, P., & Pérez-Badia, R. (2015). Flower and pollen production in the ‘Cornicabra’ olive (*Olea europaea* L.) cultivar and the influence of environmental factors. *Trees*, 29(4), 1235–1245. <https://doi.org/10.1007/s00468-015-1203-6>

27. Rosati, A., Caporali, S., & Paoletti, A. (2012). Floral biology: implications for fruit characteristics and yield. *Olive germplasm—the olive cultivation, table olive and olive oil industry in Italy. InTech Design Team, Rijeka*, 71–80. <http://dx.doi.org/10.5772/51727>

28. Schwallier, P. G., Sabbatini, P., & Bukovac, M. J. (2006). Observations on the relationship between crop load and return bloom in ‘honeycrisp’ apple. *HortScience*, 41(4). <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.4.1010>

29. Singh, A., & Adhikary, T. (2021). Importance of Pollinators in Fruit Production: A Review. *International Journal of Economic Plants*, 8(3), 156–161. <https://doi.org/10.23910/2/2021.0418e>

30. Way, R. (1978). Pollination and fruit set of fruit crops. *NEW YORK'S FOOD AND*

LIFE SCIENCES BULLETIN, 76, 1–9. URL: <https://hdl.handle.net/1813/5082>

31. Yavar, S., & Ali, B. (2011). Pollen germination, tube growth and longevity in some cultivars of *Vitis vinifera* L. *African Journal of Microbiology Research*, 5(9), 1102–1107. <https://doi.org/10.5897/AJMR11.168>

32. Zhang, C., Tateishi, N., & Tanabe, K. (2010). Pollen density on the stigma affects endogenous gibberellin metabolism, seed and fruit set, and fruit quality in *Pyrus pyrifolia*. *Journal of experimental botany*, 61(15), 4291–4302. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq232>

33. Bondarenko, A. V. (2010). Procent osypaemosti zavyazi plodov pod vliyaniem razlichnyh doz mineral'nyh udobrenij v intensivnyh sadah yabluni v OAO NPG «Sady Pridon'ya» [The percentage of fruit ovary shedding under the influence of different doses of mineral fertilizers in intensive apple orchards at OAO Sadi Prydonya Gardens]. *In Materials of the XIV regional conference of young researchers of the Volgograd region. VGSHA*, 10–11. (in Russian).

34. Bunceovich, L. L., Kostyuk, M. A., Besedina, E. N., & Makarkina, M. V. (2013). Ekologiya fotosinteza i transport assimil'nykh v yabluni [Ecology of photosynthesis and transport of assimilates in apple trees]. *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*, (22), 24–36. (in Russian). URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/13/04/03.pdf>.

35. Havryliuk, O., Bondarenko, Y., Boichuk, H., & Petrenko, D. (2022). Formuvannia produktyvnosti sortiv yabluni za umov Kyivshchyny [Formation of productivity of apple varieties in Kyiv]. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 0(1(95)). (In Ukrainian). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovi/article/view/15913>

36. Havryliuk, O., Kondratenko, T., & Mazur, B. (2022). Tovarna yakist plodiv yabluni kolonopodibnoho typu [Commodity quality of apple fruits of columnar type]. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 0(2(96)). (In Ukrainian). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovi/article/view/15968>

37. Gamburg, K. Z., Kulaeva, O. N., Muromcev, G. S., Prusakova, L. D., &

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М., Петренко Д. В.

SHkanikov, D. I. (1979). Regulatory rosta rastenij [Plant growth regulators]. *Ear*, 203 p. (in Russian).

38. Golubinskij, I. N. (1974). ZHiznesposobnost' pyl'cy [Pollen viability]. Kyiv, *Naukova dumka*, 367 p. (in Russian).

39. Honcharuk, Yu. D. (2013). Ekolohichna stiiikist ta produktyvnist imunnykh do parshi sortiv yabluni [Ecological stability and productivity of apple varieties immune to scab] diss. ... candidate s.-g. of science IS NAAS, 196 p. (In Ukrainian)

40. Kyselov, D. O., & Hrynyk, I. V. (2017). Formuvannia produktyvnosti yabluni sortu Florina na foni foliarnoho pidzhyvlennia preparatom Terasorb Kompleks [Formation of the productivity of the Florina apple tree on the background of foliar feeding with the drug Terasorb Kompleks]. *Agrobiology*, (2), 148–153. (In Ukrainian)

41. Kondratenko, T. Ye., & Havryliuk, O. S. (2017). Tsinnist kolonopodibnykh form yabluni, yak vykhidnoho materialu dlia selektsii [The value of columnar forms of apple trees as source material for selection]. *Materials of the international scientific and practical conference Breeding - heritage, modernity and future (education, science, production)*. Kyiv, NUBIP of Ukraine. 38–40. (In Ukrainian). URL: <http://confer.uisr.sops.gov.ua/selektc2017/paper/view/8275>

42. Kondratenko, T. Ye. (2002). Osnovy formyrovanyia promyshlennoho sortymenta yablony v Ukrayne [Fundamentals of the formation of the industrial assortment of apple trees in Ukraine]. *Diss... of Dr. S.-kh. Sciences*, 326 p. (In Ukrainian)

43. Kudryavec, R. P. (1987). Produktivnost' yabluni [Apple productivity]. *Agropromizdat*, 302 p. (in Russian)

44. Pausheva, Z. P. (1981). Praktikum po citologii rastenij [Workshop on plant cytology]. *Ed. 2nd, revised. and additional Kolos*, 256 p. (in Russian)

45. Ro, L. M. (1929). Prorastaemost' pyl'cy razlichnyh plodovyh derev'ev v svyazi s ee fertil'nost'yu. [Pollen germination of various fruit trees in relation to its fertility]. *Proceedings of the Mleevskaya horticultural experimental station. Mleev*, 112–119. (in Russian)

46. Sedov, E. N., & Ogol'cova, T. P. (1999). Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur [Program and methodology for the study of fruit, berry and nut crops]. *VNIISPK*, 608 p. (in Russian)

47. Tatarincev, A. S., Zaec, V. K., & Kuz'min, A. YA. (1981). Selekcija i sortovedenie plodovyh i yagodnyh kul'tur [Breeding and variety science of fruit and berry crops]. *Ear*. (in Russian)

48. Tatarincev, L. N. (1981). Proverka prorastaemosti pyl'cy. Selekcija i sortorazvedeniya plodovyh i yagodnyh kul'tur [Pollen germination test. Breeding and variety breeding of fruit and berry crops]. *Kolos*, 96–102. (in Russian)

49. Uskov, A. I. (1967). Organogenez yabluni [Apple tree organogenesis]. *Kolos*. (in Russian)

50. Khudchenko, L. M. (2000). Zhyttiezdatnist pylku kyzylu (*Cornus mas L.*) u period vymushenoho spokoju [Viability of dogwood (*Cornus mas L.*) pollen during forced dormancy]. *Plant Introduction*, (1), 178–180. http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR_2000_1_65

POLLEN QUALITY AND SELECTION OF POLLINATORS OF CULTIVARS OF COLUMNAR TYPE APPLE

O. Havryliuk, T. Kondratenko, B. Mazur, D. Petrenko

Abstract. *The apple tree (Malus domestica Borkh.) is a flowering tree whose productivity depends on successful cross-pollination. The efficiency of the pollination process significantly affects the quantity and quality of apple fruits. In addition to the basic requirements for fruit set and tree productivity, the presence of different pollen sources (different cultivars of the orchard) has a positive effect on fruit quality*

Гаврилюк О. С., Кондратенко Т. Є., Мазур Б. М., Петренко Д. В.

parameters. It is possible to make a profit from an apple orchard several years after planting, so the choice of cultivar is very important, because the economic feasibility of growing plants depends on it. The purpose of this study was to determine the viability of pollen of columnar apple cultivars and the selection of pollinator cultivar. The research was carried out during 2019–2022 at the V. L. Symyrenko Department of Horticulture of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. According to the results of the research, it was established that in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine, the investigated columnar varieties form pollen of medium viability, pollen tubes reach a medium length, insufficient cross-fertility is observed, and the best pollinators for them are universal pollinators, ‘Golden Gem’ and ‘Professor Springer’ cultivars. In general, columnar fruit set is good from free pollination. Several conditions are necessary for satisfactory cross-pollination, namely: flowering of the pollinator cultivar must be simultaneous with the main cultivar; the pollinator cultivar must have pollen of high viability; the location of the pollinator cultivar should be near the fruit-bearing tree; the garden requires the presence of bees and other insects during flowering.

Keywords. *apple tree, Malus domestica Borkh, pollen, self-fertilization, cross-pollination, pollen quality, viability*

УДК 635.63; 631.811.98

ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ТА МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ОГІРКА В ПЛІВКОВИХ ТЕПЛИЦЯХ**О. В. КУЦ**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник**І. М. ПІДЛУБЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник**О. О. ЧАЮК**, кандидат сільськогосподарських наук,**О. П. ОВЧІННІКОВА**, кандидат сільськогосподарських наук**К. М. КОНОВАЛЕНКО**, науковий співробітник*Інститут овочівництва і багтанництва НААН України*

E-mail: kokoss88@ukr.net

[https://doi.org/10.31548/dopovid1\(101\).2023.006](https://doi.org/10.31548/dopovid1(101).2023.006)

***Анотація.** Овочівництво відноситься до однієї з провідних галузей агропромислового комплексу. Проте виробництво овочевої продукції не задовольняє середньорічну норму споживання людиною овочів у свіжому вигляді. Перспективним напрямом сучасного овочівництва є застосування речовин, які впливають на фенологічний ріст і розвиток рослин, забезпечують підвищення врожайності та покращення якості продукції.*

Мета дослідження – встановити вплив регуляторів росту рослин та біопрепаратів на ріст і розвиток рослин гібриду огірка Лірик F₁ та формування урожаю в умовах плівкових теплиць без додаткового обігріву. Методи. Польові, розрахунково-статистичні. Результати. Досліджено вплив регуляторів росту різного типу на урожайність плодів огірка в плівкових теплицях. Підвищення урожайності плодів на 12,3-18,7 % забезпечує комплексне використання (обробка насіння та 3-разове обприскування рослин) препаратів Гулівер Стимул, Вимпел Максі, саліцилова кислота, Епіна екстра та мікродобрива. Також встановлено ефективність обробки насіння мікробним препаратом Азотофіт-р та органо-мінеральним добривом HelpRost укорінювач, що забезпечує посилення ростових процесів рослин огірка та збільшення урожайності плодів. Доведено істотне підвищення довжини головного стебла, кількості та площі листків на рослині щодо контролю. Максимальний рівень урожайності огірка забезпечує HelpRost укорінювач (18,48 кг/м²), використання якого сприяє підвищенню урожайності огірка починаючи з перших зборів, тоді як за використання мікробного препарату Азотофіт-р істотні різниці врожайності відмічено тільки з 4 збору плодів. Висновки. За вирощування огірка в плівкових теплицях ефективним є використання в комплексі (обробка насіння та 3-разове обприскування рослин у фази 3-4 справжніх листків, початок цвітіння та початок плодоношення) регуляторами росту рослин Гулівер Стимул, Вимпел Максі, Епін екстра, саліцилової кислоти та мікродобривом Комплекмент, що забезпечує зростання урожайності плодів на 1,63–2,48 кг/м² або 12,3–18,7 %. Ефективним також є обробка насіння мікробним препаратом Азотофіт-р та

Куц О. В., Підлубенко І. М., Чаюк О. О., Овчіннікова О. П., Коноваленко К. М.

органомінеральним добривом HelpRost укорінював, що сприяє зростанню довжини головного стебла на 13,6–48,4 %, кількості листків – на 7,0–20,9 %, площі листків – на 17,8–39,3 % та підвищенню урожайності на 2,05–3,77 кг/м² або 13,9–25,6 % щодо контролю.

Ключові слова: *огірок, плівкова теплиця, регулятори росту рослин, мікробні препарати*

Вступ. Відомо, що на ряду з використанням різних способів оптимізації мінерального живлення рослин застосування рістрегулюючих речовин у різні періоди онтогенезу забезпечують стимуляцію широкого кола процесів, пов'язаних із вегетативною та репродуктивною сферою рослин, сприяють збільшенню урожайності та покращанню якості продукції.

Аналіз досліджень і публікацій з досліджуваної теми. Дослідженнями низки авторів показана перспектива сумісного використання біопрепаратів та регуляторів росту рослин (PPP), що підвищують продуктивність рослин огірка в теплицях (Alekseyeva, K.L., & Anikeyeva, N.A., 2009; Korsak, I.V., & Senatorova, N. N., 2011).

Останніми роками популярності набуває застосування PPP на основі екстрактів водоростей і рослин із вираженими імуномодуляторними властивостями та гумінових кислот, фульвокислот, амінокислот (Shamray, S.H., & Glushenko, V.I., 2006).

Відмінною особливістю PPP від мінеральних добрив ефективність дії в надзвичайно малих дозах (0,1–10 мг/га) та скорочений термін

очікування до збору врожаю (Sharoval, O.A., et al., 2013). Доведено, що завдяки високій біологічній активності регуляторів росту в рослин активізуються основні життєві процеси. У результаті цього прискорюється наростання вегетативної маси і розвиток кореневої системи (Kostin, V.I., et al., 2013; Serhiienko, V.H., 2013). Регулятори росту позитивно впливають на енергію проростання та схожість насіння, площу асиміляційної поверхні листків, вміст хлорофілу, інтенсивність фотосинтезу, а також на накопичення сухої маси і врожайність (Yashchuk, V.U., et al., 2016).

Широкого поширення набули PPP на основі гумінових речовин, групи органічних сполук, що утворюються в процесі біохімічного розкладання та перетворення органіки. До гумінових речовин відносять гумінові кислоти, фульвокислоти, солі цих кислот – гумати та фульвати (Sharoval, O.A., et al., 2008). У стресових умовах гумати активізують процеси репарації ДНК, нормалізують процеси метаболізму всередині клітин, знижують частоту генетичних порушень, стабілізують

Куц О. В., Підлубенко І. М., Чаюк О. О., Овчіннікова О. П., Коноваленко К. М.

параметри мітотичного циклу, що адаптує рослини до несприятливих чинників оточуючого середовища (Bondarenko, G.L., et al., 2008).

Механізм дії гумінових речовин полягає в стимуляції біологічних процесів у рослині не тільки на початковому етапі проростання насіння та утворення кореневої системи, але і подальшого росту та розвитку рослини. Так, відомо що вони впливають на проникність клітинних мембран, підвищують активність ферментів, вміст хлорофілу та продуктивність фотосинтезу. Встановлено, що гумати не токсичні, не канцерогенні та не проявляють мутагенні властивості, що, так само, формує передумови одержання екологічно чистої продукції (Rozhkov, A.O., et al., 2016).

Гумінові препарати прискорюють поглинання рослиною аміачних та амідних форм азоту, як наслідок чого в листках збільшується вміст хлорофілу й цукрів. Sharoval et al (2013) вказує, що гумінові речовини є регуляторами росту рослин, що проявляють ауксиноподібні властивості.

Отже, застосування РРР синтетичного та органічного походження у різні періоди онтогенезу забезпечують стимуляцію широкого кола процесів, пов'язаних із вегетативною та репродуктивною сферою рослин, сприяють збільшенню урожайності, покращанню якості продукції,

підвищенню стійкості до несприятливих чинників довкілля.

Мета дослідження – встановити вплив регуляторів росту рослин та біопрепаратів на ріст і розвиток рослин гібриду огірка Лірик та формування урожаю в умовах плівкових теплиць без додаткового обігріву.

Методика та вихідний матеріал. Дослідження проводились упродовж 2016–2021 рр. в плівкових теплицях (без додаткового обігріву) Інституті овочівництва і баштанництва НААН (Харківська обл.) відповідно до методики дослідної справи в овочівництві і баштанництві (Dospikhov, V.A., 1985; Bondarenko, G.L. & Yakovenko, K.I. (Eds.), 2001).

Дослідження включало два етапи: 1) визначення ефективності регуляторів росту рослин на основі гумінових кислот, біологічно активних речовин і комплексних мікродобрив; 2) дослідження ефективності регуляторів росту мікробного походження.

Схема досліджень за першим етапом (2016–2018 рр.) передбачала такі варіанти: контроль (обробка водою), застосування регуляторів росту рослин на основі гумінових речовин (Гідрогумін (1,5 л/га), Гулівер Стимул (1 л/га), Вимпел Максі (1 л/га)), на основі біологічно активних речовин (Епін екстра (0,08 л/га), саліцилова й янтарна кислоти (по 0,1 кг/га) та комплексного

Куц О. В., Підлубенко І. М., Чаюк О. О., Овчіннікова О. П., Коноваленко К. М.

мікродобрива КомплеМет (1 л/га). Обробку препаратами здійснювали в чотири етапи: замочування насіння (експозиція-12 год.) та 3-разове обприскування рослин у фазі онтогенезу: 3-4 справжніх листків, початок цвітіння та початок плодоношення.

Схема досліджень за другим етапом (2019–2021 рр.) включала різні варіанти обробки насіння огірка з експозицією 12 годин: контроль (вода), Азотофіт – р (30 мл/кг), Мікофренд (30 мл/кг) та HelpRost для насіння (20 мл/кг).

У дослідженнях було використано наступні препарати та добрива:

Вимпел Максi – регулятор росту рослин, універсальний комплексний препарат контактної-системної дії для обробки насіння та вегетуючих рослин до складу якого входять: Pormitek – 0 – 800 г/л; Vidatamin – 0 – 800 г/л; Ferlidol – 0 – 800 г/л.

Гідрогумiн – біорегулятор, адаптоген, імуномодулятор, антидот, стимулятор росту природного походження, що містить натрієві, калієві солі гумінових кислот (20–30 %), гумінові кислоти (16–25 % від сухого залишку), фульвові та низькомолекулярні органічні кислоти (2–7 % від сухого залишку). Виробник – компанія «Біохiм» (Україна).

Гулiвер Стимул – комплексний стимулятор росту рослин, що використовується для позакореневого підживлення та обробки насіння. До

складу препарату входять гумінові речовини, гібереліни, ауксини, янтарна кислота. Виробник – компанія «Укравіт» (Україна).

Епiн екстра – регулятор росту та адаптоген широкого спектру дії, має сильну антистресову дію, синтезований аналог природної речовини (містить 0,025 г/л епібрасиноліду). Застосовується для підвищення енергії проростання і схожості насіння, стійкості до захворювань, раннього і дружнього врожаю, посилення захисних властивостей до несприятливих умов зовнішнього середовища. Виробник – компанія «НЭСТ-М».

Янтарна кислота – регулятор росту рослин та стресовий адаптоген, що допомагає краще засвоювати речовини з ґрунту. Використовується для обробки насіння, саджанців, рослин, поливу ґрунту.

Салiцилова кислота (фенольна кислота) – як регулятора росту рослин виконує різноманітні фізіологічні функції (індуктор термогенезису, індуктор цвітіння довгоденних та короткоденних рослин, інгібітором поступлення іонів у корні, антагоністом абсцизової кислоти у регуляції руху проридхів, регулятором транспорту органічних речовин за флоємою, гравітропізмом тощо).

Азотофіт-р – мікробний препарат (біоактиватор), що містить клітини природної азотфіксуючої бактерії *Azotobacter chroococcum*; макро- та мікроелементи; біологічно

Куц О. В., Підлубенко І. М., Чаюк О. О., Овчіннікова О. П., Коноваленко К. М.

активні продукти життєдіяльності бактерій: амінокислоти, вітаміни, фітогормони, виділяти фунгіцидні речовини. Загальне число життєздатних мікроорганізмів продуцента – не менше ніж 1×10^9 КУО/г.

Микофренд – мікоризоутворюючий препарат, що містить мікоризоутворюючі гриби (*Glomus VS*, *Trichoderma harzianum*); мікроорганізми, що підтримують утворення мікоризи та ризосфери рослин (*Streptomyces sp.*, *Pseudomonas fluorescens*); фосфатмобілізуючі бактерії (*Bacillus megaterium var. phosphaticum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus muciloginosus*, *Enterobacter sp.*); біологічно активні речовини (фітогормони, вітаміни, фунгіциди, амінокислоти) з загальним числом життєздатних клітин $1,0\text{--}1,5 \times 10^8$ КУО/мл.

HelpRost укорінювач – органо-мінеральне добриво, що містить макро- та мікроелементи, хелатовані продуктами метаболізму мікроорганізмів (калій – 3,0 г/л, цинк – 0,50 г/л, мідь – 0,17 г/л, бор – 0,48 г/л, марганець – 0,64 г/л); біологічно активні речовини (вітаміни групи В – 0,05 г/л; амінокислоти – 5,0 г/л; пептиди, полісахариди – 0,15 г/л).

Технологія вирощування нового партенокарпічного гібриду огірка Лірик F₁ загальноприйнята для плівкових теплиць без обігріву. Захист від хвороб та шкідників – на початку вегетації хімічний

(Превікур), в подальшому – біологічний (Мікохелп, Фітоцид, Актоверм формула, Актофіт).

Дослідження проводились відповідно до загальноприйнятих методик (Honcharenko, V.Yu., & Kornienko, S.I. (Eds.), 2015; Bondarenko, G.L. & Yakovenko, K.I. (Eds.), 2001). Визначення біометричних параметрів рослин огірка проводилося в два строки: фаза 4-5 справжніх листків та на початку плодоношення). Статистичний обрахунок отриманих результатів досліджень проводили відповідно до методики Доспекхов (1985). Для визначення середньої за роки найменшої істотної різниці як повторення використовували значення показників за роки досліджень.

Результати досліджень та їх обговорення.

За результатами першого етапу досліджень було встановлено вплив регуляторів росту різного типу на урожайність плодів огірка в плівкових теплицях (табл. 1). Істотне зростання урожайності плодів огірка забезпечує використання Гулівер Стимул, Вимпел Максі, саліцилової кислоти (прирости до контролю складала $1,63\text{--}1,72$ кг/м² або $12,3\text{--}13,0$ %), а також Епіна екстра та мікродобрива Комплекмент з приростом до контролю в межах $2,3\text{--}2,48$ кг/м² або $17,4\text{--}18,7$ %. Більша ефективність комплексних добрив за вирощування овочевих рослин у

Куц О. В., Підлубенко І. М., Чаюк О. О., Овчіннікова О. П., Коноваленко К. М.

порівнянні з використанням регуляторів росту доведена в багаторічних дослідженнях Інституту овочівництва і баштанництва НААН (Pokotylo I. et al, 2019).

Використання Гідрогуміна та янтарної кислоти сприяло тільки позитивній тенденції щодо підвищення урожайності плодів огірка.

1. Дія регуляторів росту рослин та мікродобрива на урожайність гібриду огірка Лірик F1 в плівкових теплицях (середнє за 2016–2018 рр.)

Варіант	Урожайність, кг/м ²	Приріст урожаю	
		кг/м ²	%
Контроль (вода)	13,22	-	-
Гідрогумін (еталон), 1,5 л/га	14,28	1,06	8,0
Гулівер Стимул, 1 л/га	14,85	1,63	12,3
Вимпел Максї, 1 л/га	14,90	1,70	12,7
Янтарна кислота, 0,1 кг/га	14,35	1,13	8,5
Саліцилова кислота, 0,1 кг/га	14,94	1,72	13,0
Епін екстра, 0,08 л/га	15,50	2,30	17,4
КомплеМет, 1 л/га	15,70	2,48	18,7
НІР _{0,95}		1,60	

У дослідженнях багатьох учених зазначається, що препарати на основі гумінових речовин та регулятори росту, особливо за обробки ними насіння сільськогосподарських рослин, можуть знижувати надходження до рослин алелопатичних токсинів із ґрунту та посилювати ростові процеси в ювенільний період. Відповідні висновки отримано в дослідженнях з обробкою насіння ярої пшениці регуляторами росту б-бензиламінопурину, кінетину та форхлорфенурону (Filgueiras, C.C. et al, 2019). У дослідженнях Кароор et al. (2021) підтверджено позитивний

вплив саліцилової кислоти на розвиток рослин в ювенільний період.

У своїх дослідженнях нами було досліджено вплив мікробних препаратів та добрив, що містять фітогормони, на ріст та розвиток рослин огірка за їх використання тільки для обробки насіння. Обробка насіння препаратами Азотофіт-р та Мікофренд, а також комплексним добривом HelpRost сприяло посиленню ростових процесів рослин огірка на початкових етапах росту (табл. 2, рис. 1-3). Зазначено зростання довжини головного стебла на 27,6–48,4 %, кількості листків – на 7,0–20,9 %, площі листків – на 19,8–39,3 % щодо контролю.

2. Дія мікробних препаратів на біометричні параметри рослин огірка (середнє за 2019–2020 рр.)

Варіант	Біометричні параметри рослин огірка за фазами		
	Довжина головного пагона, м	Кількість листків, шт./рослину	Площа листків, см ² /рослину
4-5 справжніх листків			
Контроль	24,6	4,3	426,7
Азотофіт-р	36,5	5,1	565,2
Мікофренд	31,4	4,6	511,2
HelpRost	32,4	5,2	594,3
НІР _{0,95}	2,65	0,54	64
Початок плодоношення			
Контроль	165,7	27,1	2893
Азотофіт-р	188,3	30,2	3408
Мікофренд	179,2	29,3	3185
HelpRost	194,5	30,5	3427
НІР _{0,95}	14,6	3,01	288

У подальшому ефект дії зберігається тільки за обробки насіння Азотофіт-р та HelpRost. Так, на початку плодоношення за використання цих препаратів відмічається зростання довжини головного стебла на 13,6–17,3 %,

кількості листків – на 11,4–12,6 %, площі листків – на 17,8–18,5 %. Дія препарату Мікофренд на біометричні параметри рослин огірка забезпечує істотної різниці з контрольним варіантом.



Рис. 1 Зовнішній вигляд рослин огірка за обробки насіння препаратом Азотофіт-р



Рис. 2 Зовнішній вигляд рослин огірка за обробки насіння препаратом Мікофренд



Рис. 3. Зовнішній вигляд рослин огірка за обробки насіння добривом HelpRost укорінювач

Закономірності впливу на урожайність плодів мікробних препаратів та добрив відповідають результативності досліджень за першим етапом. Максимальний рівень урожайності огірка ($18,48 \text{ кг/м}^2$) забезпечує використання органо-мінерального добрива

HelpRost укорінювач (рис. 4). За використання мікробних препаратів зі стимулюючими речовинами (продукти метаболізму мікроорганізмів) урожайність плодів зростає на $1,58\text{--}2,05 \text{ кг/м}^2$ або $10,7\text{--}13,9 \%$, що поступається ефекту від використання HelpRost укорінювач.

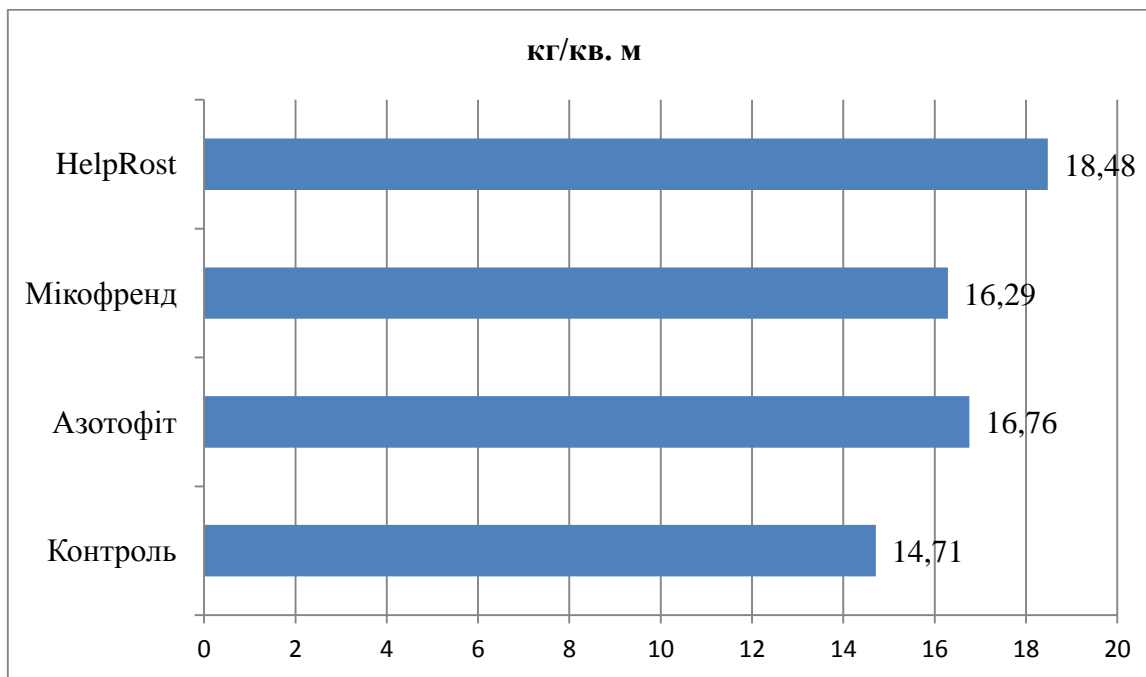


Рис. 4. Вплив мікробних препаратів на урожайність огірка в плівковій теплиці, кг/м² (середнє за 2019–2021 рр.)

Аналізуючи динаміка надходження урожаю плодів огірка, було зазначено, що використання HelpRost укорінювач та Мікофренд забезпечує отримання максимальних рівнів урожаю плодів у перші 3 збори (5,81–6,44 кг/м²) за значення цього показнику на контролі 4,33 кг/м². В подальшому рівень впливу на

урожайність плодів препарату Мікофренд знижується до рівня контролю, що може свідчити про відсутність дії власне мікоризи, а тільки зазначається позитивний початковий вплив наявних у препараті метаболітів життєдіяльності мікроорганізмів.

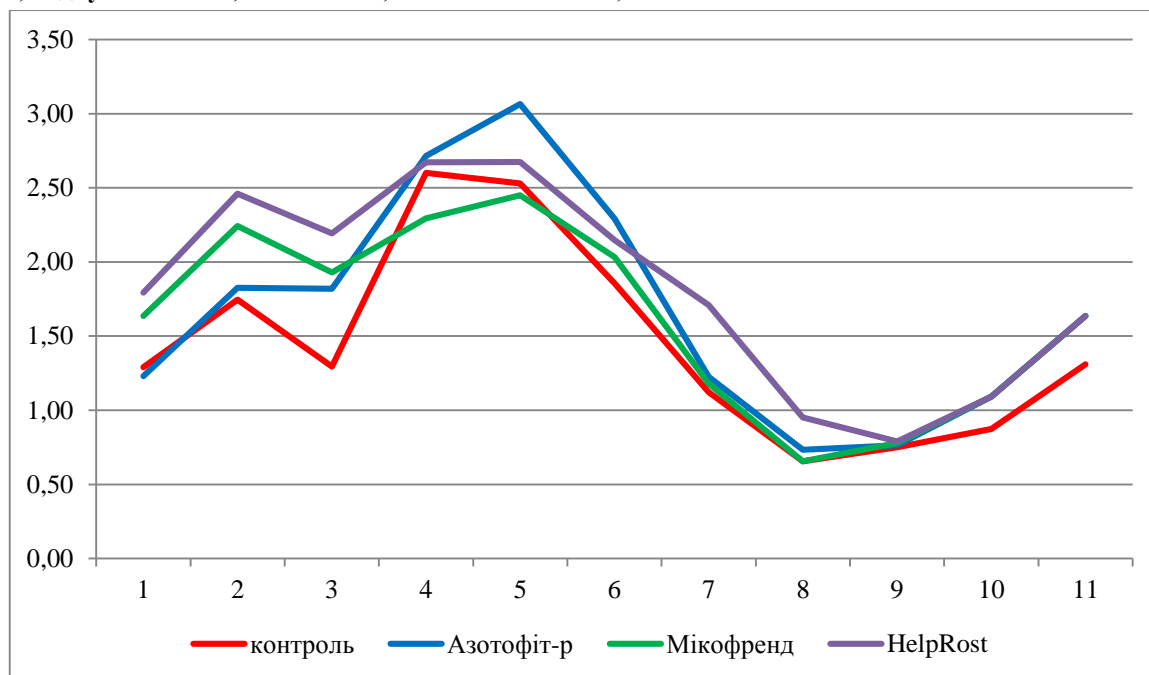


Рис. 4 Динаміка надходження урожаю плодів огірка залежно від використання мікробних препаратів (середнє за 2019–2021 рр.).

За використання обробки насіння огірка мікробним препаратом Азотофіт-р не зазначено істотної різниці за впливом на урожай плодів у перші два збори, тоді як з четвертого по шостий збори відмічено отримання максимального врожаю плодів у досліді (2,29–3,07 кг/м² в кожний збір).

Фактично використання мікробних препаратів забезпечує стимулювання росту рослин огірка та зростання урожайності в першій половині періоду плодоношення та відсутність даного ефекту в другій половині. У той час ефект позитивного впливу від обробки насіння добривом HelpRost укорінювач тримається впродовж всього періоду плодоношення огірка в плівкових теплицях.

Висновки. За вирощування огірка в плівкових теплицях ефективним є використання в комплексі (обробка насіння та 3-разове обприскування рослин у фази 3-4 справжніх листків, початок цвітіння та початок плодоношення) регуляторами росту рослин Гулівер Стимул, Вимпел Максї, Епін екстра, саліцилової кислоти та мікродобривом КомплеМент, що забезпечує зростання урожайності плодів на 1,63–2,48 кг/м² або 12,3–18,7 %.

Ефективним також є обробка насіння мікробним препаратом Азотофіт-р та органо-Омінеральним добривом HelpRost укорінювач, що сприяє зростанню довжини головного стебла на 13,6–48,4 %, кількості листків – на 7,0–20,9 %, площі листків – на 17,8–39,3 % та підвищенню

Куц О. В., Підлубенко І. М., Чаюк О. О., Овчиннікова О. П., Коноваленко К. М.

урожайності на 2,05–3,77 кг/м² або 13,9–25,6 % щодо контролю.

Список використаних джерел

1. Алексеева К. Л., Аникеева Н.А. Защита огурца от корневых гнилей при совместном действии биопрепаратов и регуляторов роста. *Вестник Урала*. 2009. № 11 (65). С. 49–50.

2. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін.; за ред. А. О. Рожкова. Х.: Майдан, 2016. 316 с.

3. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 286 с.

4. Корсак И. В., Сенаторова Н. Н. Совместное использование биоагентов с регуляторами роста для защиты огурца от корневых гнилей. *Доклады ТСХА*. 2011. № 283. С. 237–240.

5. Костин В.И., Смирнов П.В., Епифанов Н.И. Влияние регуляторов роста на фотосинтетическую активность растений и урожайность тепличного огурца и томата. *Гавриш*. 2013. № 4. С. 17 – 19.

6. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. За ред. К.І. Яковенко та Г.Л. Бондаренка. Харків: Основа, 2001. 369 с.

7. Сергієнко В.Г. Рістрегулюючий та захисний ефект гумінових речовин. *Агробізнес сьогодні*. 2013. № 7. С. 26–29.

8. Удобрєння овочевих та баштанних культур: монографія / ред. В. Ю. Гончаренка і С.І. Корнієнка. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 370 с.

9. Шамрай С. Н., Глушенко В. И. Основы полевых исследований в фитопатологии и фитоиммунологии: учебно-методическое пособие. Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина. 2006. 64 с.

10. Шаповал О.А., Можарова И.П., Коршунов А.А. Эффективность применения и перспективы использования регуляторов роста растений комплексного действия в агротехнологиях сельскохозяйственных культур. *Фитогормони, гумінові речовини та інші біологічно активні сполуки для сільського господарства, здоров'я людини і охорони навколишнього середовища: тези доповідей IX Міжнародної науково-*

практичної конференції daRostim, Львів, 2013. С. 159–165.

11. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д. Регуляторы роста растений. *Защита и карантин растений*. 2008 № 12. С. 53–88

12. Ящук В.У., Корецький А.П., Ковбасенко Р.В., Дмитрієв О.П., Ковбасенко В.М. Гумінові речовини – безпечні регулятори екосистем. К., 2016. 89 с.

13. Filgueiras C.C., Martins A.D., Pereira R.V., Willett D. S. The ecology of salicylic acid signaling: Primary, secondary and tertiary effects with applications in agriculture. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019. 20 (231). Article number 5851. DOI: 10.3390/ijms20235851

14. Kapoor D., Gautam V., Bhardwaj R. Salicylic acid contribution in plant biology against a changing environment. *Salicylic Acid Contribution in Plant Biology against a Changing Environment*. 2021. P. 1–240.

15. Pokotylo I., Kravets V., Ruelland E. Salicylic acid binding proteins (SABPs): The hidden forefront of salicylic acid signalling. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019. 20 (18). Article number 4377. DOI: 10.3390/ijms20184377

16. Shoba S.A., Gorepekin I.V., Fedotov G.N., Gracheva T.A. Plant Growth Hormones Increase the Stimulation Efficiency of Seedlings Development for Spring Wheat Seeds upon Pre-sowing Treatment. *Doklady Biological Sciences*. 2022. 93 (1). P. 128–131. DOI: 10.1134/S0012496620040080

Reference

1. Alekseyeva, K.L., & Anikayeva, N.A. (2009). Protection of cucumber from root rot with the joint action of biological preparations and growth regulators. *Vestnik Urala*, 11 (65), 49–50.

2. Bondarenko, G.L., Yakovenko, K.I. (Eds.). (2001). Methodology of experimental work in vegetable- and melon-growing. Kharkiv: Osнова.

3. Dospekhov, B.A. (1985). *Methods of field experience*. М.: Kolos.

4. Filgueiras, C.C., Martins, A.D., Pereira, R.V., & Willett, D.S. (2019). The

Куц О. В., Підлубенко І. М., Чаюк О. О., Овчіннікова О. П., Коноваленко К. М.

ecology of salicylic acid signaling: Primary, secondary and tertiary effects with applications in agriculture. *International Journal of Molecular Sciences*, 20 (231):5851. DOI: 10.3390/ijms20235851

5. Honcharenko, V.Yu., & Kornienko, S.I. (Eds.). (2015). Fertilization of vegetable and melon crops. Vinnytsia: "Nilan-LTD" LLC.

6. Kapoor, D., Gautam, V., Bhardwaj, R. (2021). Salicylic acid contribution in plant biology against a changing environment. *Salicylic Acid Contribution in Plant Biology against a Changing Environment*, 1–240.

7. Korsak, I.V., & Senatorova, N. N. (2011). Combined use of bioagents with growth regulators to protect cucumber from root rot. *Reports of TSHA*, 283, 237–240.

8. Kostin, V.I., Smirnov, P.V., & Epifanov, N.I. (2013). Influence of growth regulators on photosynthetic activity of plants and yield of greenhouse cucumber and tomato. *Gavrish*, 4, 17–19.

9. Pokotylo I., Kravets V., & Ruelland E. (2019). Salicylic acid binding proteins (SABPs): The hidden forefront of salicylic acid signalling. *International Journal of Molecular Sciences*, 20 (18): 4377. DOI: 10.3390/ijms20184377

10. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska, S.M. (Eds.). (2016). *Research work in agronomy*. Kharkiv: Maidan.

11. Serhiienko, V.H. (2013). Restorative and protective effect of humic substances. *Agribusiness today*, 7, 26–29.

12. Shamray, S.H., & Glushenko, V.I. (2006). Fundamentals of field research in phytopathology and phytoimmunology. Kharkiv: V.N. Karazin KHNU.

13. Shapoval, O.A., Mozharova, I.P., & Korshunov, A.A. (2013). Effectiveness of application and prospects for the use of plant growth regulators of complex action in agricultural technologies of agricultural crops. In *Phytohormones, humic substances and other biologically active compounds for agriculture, human health and environmental protection: abstracts of reports of the IX International scientific and practical conference daRostim* (pp. 159–165) Lviv.

14. Shapoval, O.A., Vakulenko, V.V., & Prusakova, L.D. (2008). Plant Growth Regulator. *Zashchita i karantin rasteniy*, 12, 53–88.

15. Shoba, S.A., Gorepekin, I.V., Fedotov, G.N., & Gracheva, T.A. (2022). Plant Growth Hormones Increase the Stimulation Efficiency of Seedlings Development for Spring Wheat Seeds upon Pre-sowing Treatment. *Doklady Biological Sciences*, 93 (1), 128–131. DOI: 10.1134/S0012496620040080

16. Yashchuk, V.U., Koretskyi, A.P., Kovbasenko, R.V., Dmytriiev, O.P., & Kovbasenko, V.M. (2016). Humic substances are safe regulators of ecosystems. Kyiv.

USE OF GROWTH REGULATORS AND MICROBIAL PREPARATIONS FOR CUCUMBER GROWING IN FILM GREENHOUSES

O. V. Kuts, I. M. Pidlubenko, O. O. Chayuk, O. P. Ovchinnikova,
K. M. Konovalenko

Abstract. Vegetable growing is one of the leading branches of the agro-industrial complex. However, the production of vegetable products does not satisfy the average annual consumption of fresh vegetables by humans. A promising direction of modern vegetable growing is the use of substances that affect the phenological growth and development of plants, provide increased yield and improve the quality of products. The purpose of the research – to determine the effect of plant growth regulators and biological products on the growth and development of Lyrik cucumber plants and crop formation in film greenhouses without additional heating. Methods of research. Field and statistical. The results. The influence of different types of growth regulators on the

Куц О. В., Підлубенко І. М., Чаюк О. О., Овчиннікова О. П., Коноваленко К. М.

yield of cucumber fruits in film greenhouses was investigated. An increase in fruit yield by 12,3-18,7% is provided by the complex use (seed treatment and 3-time spraying of plants) of Gulliver Stimul, Vimpel Maxi, salicylic acid, Epina extra and microfertilizers. The effectiveness of seed treatment with the microbial preparation Azotophyt-r and the organo-mineral fertilizer HelpRost rooting agent, which enhances the growth processes of cucumber plants and the increase in the yield of fruits, has also been established. A significant increase in the length of the main stem, the number and area of leaves on the plant relative to the control was proved. The maximum level of cucumber yield is provided by HelpRost rooting agent (18,48 kg/m²), the use of which helps to increase the yield of cucumber starting from the first harvest, while with the use of the microbial preparation Azotophyt-r, significant differences in yield were noted only from the 4th harvest of fruits. Conclusions. For growing cucumbers in film greenhouses, it is effective to use the plant growth regulators Gulliver Stimul, Vimpel Maxi, Epin extra, salicylic acid and microfertilizers (seed treatment and 3-time spraying of plants in the phase of 3-4 true leaves, the beginning of flowering and the beginning of fruiting) A supplement that provides an increase in fruit yield by 1,63–2,48 kg/m² or 12,3–18,7 %. Seed treatment with the microbial preparation Azotophyt-r and organo-mineral fertilizer HelpRost rooted is also effective, which contributes to the growth of the length of the main stem by 13,6–48,4 %, the number of leaves – by 7,0–20,9 %, the area of the leaves – by 17,8–39,3 % and an increase in productivity by 2,05–3,77 kg/m² or 13,9–25,6 % relative to the control.

Keywords: *cucumber, film greenhouse, plant growth regulators, microbial preparations*

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

УДК 581.151:631.52:636.656

**ФЕНОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ФАЗАМИ РОСТУ І РОЗВИТКУ
СОРТІВ НУТУ****Ю.М. ШКАГУЛА**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

E-mail: shkatula@vsau.vin.ua

В. О. ВОТИК аспірант

E-mail: Votyk_volodymyr@ukr.net

Вінницький національний аграрний університет[https://doi.org/10.31548/dopovid1\(101\).2023.006](https://doi.org/10.31548/dopovid1(101).2023.006)

Анотація. Урожайність насіння нуту залежить від біологічних особливостей сорту та технології вирощування культури. Підвищення ефективності факторів інтенсифікації вирощування нуту повинне здійснюватися на основі сучасних вимог. Для вирощування нуту тривалість вегетаційного періоду має важливе значення, оскільки ріст, розвиток та формування врожаю цієї культури може тривати від 60 до 130 діб. На тривалість вегетаційного періоду впливають генетичні особливості сорту, ґрунтово-кліматичні умови регіону та застосування тих чи інших елементів технології вирощування.

Вивчення темпів росту і розвитку рослин нуту в онтогенезі дає можливість розкрити найбільш важливі залежності процесу формування високої продуктивності цієї культури. В умовах Лісостепу Правобережного різниця між сортами в часі проходження міжфазних періодів була незначною і становила 2–3 дні, так тривалість вегетаційного періоду у сорту Тріумф становила 97 днів, у сорту Розанна – 100 днів. В інтенсивній технології вирощування нуту обов'язковим заходом є використання ґрунтових гербіцидів. Обробка біологічними препаратами насіння нуту перед посівом та внесення ґрунтових гербіцидів вплинули на проходження фаз росту і розвитку рослин нуту. Тривалість фази досягання сортів нуту залежало від обробки насіння біологічними препаратами та рівня забур'яненості даних ділянок. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду залежить від генетичних особливостей сорту та елементів технології вирощування. Тривалість вегетаційного періоду у сорту Тріумф становила 103-104 днів і сорту Розанна – 105-106 днів. Обробка насіння нуту інокулянтom Ризобіфит та біофунгіцидним препаратом Біополіцид і внесенням ґрунтового гербіциду Фронт'єр Оптима, 72 % к.е., в нормі 1,2 л/га сприяло отримати урожайність насіння нуту сорту Тріумф в межах 2,20 т/га, що на 1,67 т/га вище порівняно з рівнем продуктивності на забур'яненому контролі. Урожайність насіння нуту сорту Розанна відповідно була вищою і становила 2,28 т/га, що більше ніж на контрольних ділянках на 1,73 т/га.

Ключові слова: нут, агроценоз, технологія, фази росту, бур'яни, гербіциди, біопрепарати, урожайність

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

Актуальність. Нут посівний є однією з провідних продовольчих зернобобових культур. За поширенням і обсягами вирощування у світі він поступається лише сої, арахісу та гороху.

Посіви нуту в Україні стали стрімко поширюватися спочатку на Півдні, а потім в Лісостеповому регіоні. За останні 10 років площа посівів нуту збільшилася більше, ніж у 10 разів і становить близько 60–70 тис га [22]. Згідно з даними Державної служби статистики України виробництво нуту в Україні зросло в більш ніж в 6 разів – з 6,5 тис. т у 2016 році до 41,2 тис. т у 2019 році [16].

Важливим також є те, що ціна на зерно нуту набагато вища, ніж на зерно інших зернобобових культур.

Вміст білка в зерні нуту становить 28-32 %, жиру до 8,2 %, крохмалю до 60 %, клітковини 3-6 %. Крім того, мінеральні речовини (Ca, Mg, Fe, Zn), вітаміни і біологічні цінні речовини [7, 17].

Як високобілкова культура нут дуже ціниться на світовому ринку, оскільки у багатьох країнах світу є важливим компонентом страв. За кормовими якісними показниками зерно нуту не поступається іншим зернобобовим культурам. У 100 кг насіння нуту міститься 122 кг кормових одиниць і 18,6 кг перетравного протеїну, і додавання в раціон тварин бобів нуту значно підвищує перетравність інших кормів, багатих на вуглеводи [18].

Серед агрономічних цінностей рослини нуту поліпшують родючість ґрунту і введення даної культури у сівозміну є вагомим показником покращення якісних показників ґрунту, збереженню довкілля, передусім завдяки використанню азоту з повітря замість мінерального [23].

Як культура симбіотичного характеру взаємовідносин з мікроорганізмами він здатний накопичувати 80–130 кг/га азоту [10]. Варто зазначити, що за сприятливих умов потреба нуту в азоті задовольняється завдяки симбіотичній азотфіксації. Внесення ж стартових доз азоту затримує або навіть пригнічує розвиток бульбочкових бактерій і знижує їхню нітрогеназну активність [5]. Завдяки потужній кореневій системі та економічному витрачання води нут найбільш пристосований для вирощування в регіонах, які страждають від частих посух у літній період [21].

Основними біологічними характеристиками нуту є холодостійкість, посухостійкість, стійкість проти хвороб і шкідників, а також здатність засвоювати з повітря молекулярний азот та формувати високі врожаї дешевого високоякісного білка.

Одним із основних шляхів підвищення урожайності нуту є впровадження нових адаптованих до ґрунтово-кліматичної зони сортів та

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

інтенсифікація технології вирощування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження з наукових основ підвищення урожайності нуту проводили відомі вчені О. В. Бушулян, В. І. Січкара, С. М. Каленська, С. В. Дідович, Н. З. Толкачев, І. М. Дідур, та ін.

Основним елементом успіху при вирощуванні будь-якої сільськогосподарської культури, в тому числі і нуту, є сорт. Він має бути зареєстрованим в Україні, володіти достатнім рівнем стійкості до біотичних чинників та витривалості до абіотичних стресів, характеризуватися високою врожайністю. Висівають сорти, що пристосовані до ґрунтово-кліматичних умов України, придатні до інтенсивної технології вирощування і мають достатній рівень толерантності до основних хвороб [10].

Сучасні сорти нуту – високотехнологічні, рослини не вилягають, боби стійкі до розтріскування, зерно довго не обсіпається і зберігає стійкість до ураження хвороб і шкідників. У кожному господарстві варто сіяти два-три сорти нуту з різною тривалістю вегетаційного періоду та реакцією на зовнішні стреси. До Реєстру придатних до вирощування в Україні сортів та гібридів занесено шість сортів нуту, п'ять з яких – Селекційно-генетичного інституту –

Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення. Вони рекомендовані до вирощування у Степу та Південному Лісостепу, адаптовані до місцевих погоднокліматичних умов, високоврожайні. Зокрема це сорти Пам'ять, Тріумф, Буджак, Одисей та Скарб. Рівень урожаю зазначених сортів у середньому сягає 22–26 ц/га і залежить більшою мірою від технології вирощування та погодних умов року [1].

Січкара В. І. та Бушулян О. В. [19] у своїй праці відмічають, що до Реєстру сортів рослин України занесено 15 сортів нуту виключно української селекції з потенціалом урожайності 2,5-4,2 т/га, ці сорти різняться за морфологічними ознаками і по-різному реагують на ґрунтово-кліматичні умови зони півдня України.

Підвищення ефективності всіх факторів інтенсифікації вирощування сільськогосподарських культур в тому числі нуту повинне здійснюватися на основі сучасних вимог. Це вимагає перегляду технологій вирощування сортів нуту та розробки стратегії адаптивної інтенсифікації рослинництва, яка базується на використанні потенціалу всіх біологічних компонентів агроєкосистеми [11].

Рослини нуту постійно знаходяться в умовах екологічного стресу, оскільки страждають від впливу бур'янової рослинності,

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

хвороб і шкідників, застосування пестицидів, надлишку або нестачі добрив. Серед стресових чинників особливе місце займають гербіциди. Наявність бур'янів у посівах нуту суттєво впливає як на продуктивність культури, так і на якість урожаю. Тому ретельне їх знищення – одна з важливих умов отримання високих врожаїв даної культури [13].

Нут – рослина високої культури землеробства, наявність в посівах бур'янів приводить до сильного пригнічення, особливо на початкових етапах вегетації. У період вегетації для нуту немає страхових гербіцидів, за допомогою яких можна було б знищити бур'яни (особливо широколистяні) після появи сходів культури. До того ж нут порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами практично не має конкурентної здатності до бур'янів [4].

Для успішного контролю бур'янів у посівах нуту хімічні заходи необхідно застосовувати ще під час вирощування попередників, які чергуються із нутом в сівозміні. Основу такого контролю становить його ретельне планування вже на ранньому етапі. Обмеження чисельності бур'янів у посівах нуту бажано починати на етапах після збирання попередника і підготовки ґрунту під посів культури. Завдяки хімічному захисту посівів нуту від шкідливості бур'янів під час вирощування культури зникає

міжвидова конкуренція за площу живлення та освітлення на користь культури.

Зниження конкурентного взаємовпливу та зменшення забур'яненості посіву за допомогою застосування гербіцидів, а також впровадження системи агротехнічних заходів суттєво змінює умови росту та розвитку культури і сприяє реалізації її продуктивного потенціалу.

Вплив гербіцидів, за оптимальних норм внесення, чинить незначну дію на фізіолого-біохімічний стан у рослинах, при цьому простежується покращення живлення рослин за рахунок зменшення конкуренції з бур'янистою рослинністю. Одним із шляхів підвищення стійкості рослин до дії гербіцидів є вплив мікроорганізмів, імуномодуляторів і адаптогенів які пришвидшують активація обмінних процесів, що підвищують стійкість рослин до стресових чинників навколишнього середовища [12].

Мета дослідження – порівняльна оцінка сортів нуту за тривалістю вегетаційного періоду й продуктивністю залежно від передпосівної обробки насіння нуту та внесення ґрунтових гербіцидів в умовах правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводились на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету. Ґрунт на

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

дослідній ділянці – сірий лісовий середньо-суглинковий. За даними агрохімічного обстеження вміст гумусу в орному шарі низький – 3%. Вміст легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) низький – 7,0-8,0; рухомого фосфору (за Чіріковим) високий – 16,0-19,4; обмінного калію (за Чіріковим) підвищений – 9,5 мг/100г ґрунту. Гідролітична кислотність висока і становить 4,32 мг-екв./100г ґрунту. За обмінною кислотністю рН_{сол} 5,0-5,4 – ґрунт середньо-кислий. Ґрунт дослідної ділянки та його агрохімічні показники є типовими для даної зони і придатний для вирощування нуту.

Об'єктами досліджень слугували сорт нуту Тріумф, біопрепарати та ґрунтові гербіциди. Сівбу нуту здійснювали звичайним рядковим способом сівалкою СН-16А у першій декаді квітня на глибину 4-5 см. Норма висіву – 500 тис. шт./га схожих насінин. Передпосівну обробку насіння нуту проводили інокулянтном та біофунгіцидом. Попередник – озима пшениця.

Технологія вирощування в цілому відповідає рекомендацій для зони Лісостепу. Гербіциди вносили ранцевим обприскувачем з нормою витрати робочої рідини – 250 л/га. Повторення досліду – чотириразове, площа облікової ділянки становила – 25 м². Розміщення ділянок – систематичне. Обліки урожайності – методом суцільного збирання [6].

Результати дослідження та їх обговорення. Однією з найважливіших господарських ознак, що визначає придатність сорту до вирощування в певній агрокліматичній зоні, є тривалість вегетаційного періоду та окремих його фаз. Для вирощування нуту тривалість вегетаційного періоду має важливе значення, оскільки ріст, розвиток та формування врожаю цієї культури може тривати від 60 до 130 діб. На тривалість вегетаційного періоду впливають генетичні особливості сорту, ґрунтово-кліматичні умови регіону та застосування тих чи інших елементів технології вирощування [9].

Вивчення темпів росту і розвитку рослин нуту в онтогенезі дає можливість розкрити найбільш важливі залежності процесу формування високої продуктивності цієї культури [20].

Тривалість вегетаційного періоду у сортів повинна відповідати тривалості періоду вегетації цієї зони, для якої сорт створений. Сорти нуту з тривалістю вегетаційного періоду до 75 діб відносяться до дуже скоростиглих, від 75 до 95 діб – ранньостиглих, від 95 до 115 діб – середньостиглих, а від 115 до 130 діб – пізньостиглих [2].

Скоростиглі сорти, краще використовуючи осінньо-зимові запаси вологи, формують, як правило, вищий урожай. З огляду на посушливі умови, для культури дуже важливим є

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

період сівба-сходи, який є відповідальним за отримання своєчасних і дружніх сходів.

Суттєвий вплив на тривалість вегетаційного періоду мають метеорологічні умови, тобто кількість опадів і температура повітря впродовж вегетації, в результаті чого виникають значні коливання вегетаційного періоду за роками.

У період вегетації рослини нуту проходять такі фази розвитку: сходи, 3-й листок, бутонізація, цвітіння, формування бобів і повна стиглість зерна. У різних сортів тривалість фаз може відрізнятися. Наприклад, у ранньостиглих цвітіння починається на 28–30 добу, у пізньостиглих – на 55–57 добу [15].

З фази сходів до цвітіння відбувається інтенсивний розвиток кореневої системи рослин. У період цвітіння і на початку наливу бобів надземна маса нуту починає розвиватись більш інтенсивно і накопичує ще 30 % сухої речовини. Після закінчення фази цвітіння ріст рослин майже припиняється, але накопичення сухої речовини триває до повної стиглості насіння, і за цей період збільшується до 40 % [3].

Строки формування квіток, тривалість цвітіння, запліднення і формування бобів також може залежати від кліматичних факторів протягом вегетації рослин.

Вивчення темпів росту і розвитку сортів нуту в онтогенезі дає можливість розкрити найбільш

важливі залежності процесу формування високої продуктивності цієї культури.

У результаті проведених впродовж 2019-2021 рр. досліджень встановлено, що тривалість вегетаційного періоду та окремих фенологічних фаз росту і розвитку рослин нуту значною мірою визначались погодними умовами року, сортовими особливостями та дією технологічних факторів. Тривалість досходового періоду в роки досліджень була різною та обумовлювалась, переважно, гідротермічними умовами.

Сходить нут в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу Правобережного повільно. У 2021 р. за підвищеного температурного режиму та наявності достатньої кількості вологи в ґрунті дружні сходи з'явилися через 12-13 діб. У 2019 р. надмірна кількість опадів обумовила затягування періоду проростання насіння, в результаті чого сходи з'явилися дещо зріджені та нерівномірні через 19-20 діб від дати проведення сівби. У 2020 р. фаза повних сходів була відмічена через 14-16 діб від дати проведення сівби. В середньому за три роки тривалість досходового періоду у сортів Тріумф та Розанна складала, відповідно, 16 та 15 діб. Різницю між появою сходів можна пояснити тим, що для проростання більш крупнішого насіння нуту сорту Тріумф потрібно більше вологи, тоді як насіння сорту

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

Розанна більш дрібніше і потребує менше вологи для набубнявіння та подальшого проростання.

Фенологічні спостереження показали, що строки настання фаз росту і розвитку нуту між сортами були дещо відмінними. Фаза рослин нуту 3-й листок, настала швидше у сорту Тріумф. Фаза цвітіння нуту залежить в основному від погодних умов. Так, в дощовому 2019 році

цвітіння сортів нуту обох сортів був найдовшим і спостерігалось осипання зав'язі. Фаза цвітіння у сорту нуту Тріумф в середньому за роки досліджень розпочалась через 34 дні після сходів, а у сорту Розанна даний період розпочався через 36 днів. Формування бобів від початку повних сходів у сорту Тріумф становив 45 днів, тоді як у сорту Розанна відповідно 47 днів (табл. 1).

1. Фенологічні спостереження за фазами росту і розвитку нуту залежно від сорту, днів (у середньому за 2019-2021 роки)

Фази росту і розвитку	Сорти	
	Тріумф	Розанна
Сходи	16	15
3-й листок	19	21
Бутанізація	28	30
Цвітіння	34	36
Формування бобів	45	47
Повна стиглість	91	94
Тривалість вегетаційного періоду, діб	97	100

У разі зяжної дощової погоди у рослин затримується цвітіння й спостерігається значне осипання зав'язі, що значно знижує урожай зерна. За дощової погоди, залежно від сорту, значно зменшується відсоток квітів, які утворили зав'язь (від 5 до 45 % від кількості цього показника за сонячної погоди) [14].

Отже, за нашими дослідженнями в умовах Лісостепу Правобережного різниця між сортами в часі проходження міжфазних періодів була незначною і становила 2–3 дні. Тривалість вегетаційного періоду у сорту Тріумф становила 97 днів, у сорту Розанна – 100 днів.

В інтенсивній технології вирощування нуту обов'язковим заходом є використання ґрунтових гербіцидів, які представлені високоактивними сполуками і здійснюють фізіологічну дію як на процеси метаболізму рослин, так і на бульбочкові бактерії, що в підсумку відображається на процесах формування і функціонування азотфіксувального симбіозу, досить істотно змінюються фази росту та розвитку рослин нуту тощо.

За твердженнями В. С. Задорожнього із співавторстві [8], заходи щодо захисту посівів нуту від бур'янів потрібно проводити уже

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

за наявності 10 шт./м² однорічних бур'янів і завершити в 20-ти денний строк від появи сходів культури. Високу вибірковість та гербіцидну активність в посівах нуту виявили ґрунтові препарати: Стомп, 33 % к.е. (4,0 л/га); Харнес, 90 % к.е. (1,5–3,0 л/га), Фронт'єр Оптима (0,8–1,0 л/га). У середньому зменшення забур'яненості складало 85–90 %, а приріст урожаю – 0,72–0,84 т/га. Із післясходових гербіцидів у посівах нуту в умовах змішаного типу забур'яненості доцільним було застосування Пульсару (0,9 л/га), Півоту (0,8 л/га). Загибель бур'янів складала в середньому 80–81%, а приріст урожаю – 0,73–0,74 т/га. Проти дводольних бур'янів ефективним було використання гербіциду Гармоник WG (8 г/га).

Обробка біологічними препаратами насіння нуту перед посівом та внесення ґрунтових гербіцидів вплинули на проходження фаз росту і розвитку рослин нуту. Фаза сходів сортів нуту Тріумф настали через 17 днів, відповідно сорту Розанна – 16 днів. Вплив обробки насіння бактеріальними препаратами та внесення ґрунтових гербіцидів на темпи росту проявилась, починаючи з фази бутонізації. На варіанті внесення препаратів Ризобофіт + Біополіцид + Харнес сорту нуту Тріумф фаза бутонізації розпочалась через 30 днів після появи сходів, а на ділянках де проводились заходи з обробки

насіння нуту біологічними препаратами до посіву і вносився ґрунтовий гербіцид Фронт'єр Оптима через 31 днів. Відповідно, на ділянках де висівався сорт нуту Розанна початок фази бутонізації розпочався на 32-33 днів від появи сходів нуту. Аналогічна тенденція спостерігалася у фазі формування бобів. Тривалість фази досягання сортів нуту залежало від обробки насіння біологічними препаратами та рівня забур'яненості даних ділянок.

Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду залежить від генетичних особливостей сорту та елементів технології вирощування. Тривалість вегетаційного періоду у сорту Тріумф становила 103-104 днів і сорту Розанна – 105-106 днів (табл. 2).

Урожайність вирощуваної культури є одним з головних критеріїв ефективності застосування тієї чи іншої технології її вирощування. Рослини нуту, максимально реалізують свій генетичний потенціал лише в умовах повного задоволення своїх біологічних потреб, що може бути досягнуте при сприятливому сполученні ґрунтово-кліматичних і технологічних факторів, які у визначеній мері залежать від технології вирощування. Різке відхилення погодних умов від середньо-багаторічних у весняно-літній період призводить до значних коливань зернової продуктивності за

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

роками. Проведені дослідження застосування вищезазначених заходів показали досить високу ефективність при вирощуванні нуту.

2. Фенологічні спостереження за фазами росту і розвитку нуту залежно від сорту, передпосівної обробки насіння і гербіцидів, днів (у середньому за 2019-2021 роки)

Фази росту і розвитку	Ризобофіт + Біополіцид +Харнес	Ризобофіт + Біополіцид + Фронт'єр Оптима
Тріумф		
Сходи	17	17
3-й листок	20	20
Бутанізація	30	31
Цвітіння	37	38
Формування бобів	48	49
Повна стиглість	96	97
Тривалість вегетаційного періоду, діб	103	104
Розанна		
Сходи	16	16
3-й листок	22	22
Бутанізація	32	33
Цвітіння	39	40
Формування бобів	50	51
Повна стиглість	96	98
Тривалість вегетаційного періоду, діб	105	106

Впровадження нових, продуктивніших, стійкіших до несприятливих погодних умов і хвороб сортів нуту не викликає додаткових витрат на інтенсифікацію технологій і сортозміну, але здатне підвищити урожайність його зерна на 20-25 % [24, 25].

Серед біологічних особливостей найбільш важливими є здатність сортів створювати ценоз з певною висотою та масою рослин, формувати таку площу листя, яка б не лімітувала інтенсивність фотосинтезу, бути стійкими до несприятливих умов вегетації за рахунок різної тривалості

вегетаційного періоду та окремих міжфазних періодів, інтенсивно засвоювати елементи мінерального живлення та використовувати їх на формування врожаю.

Урожайність є інтегральним показником ефективності усіх заходів при вирощуванні нуту, зокрема сукупності мікробіологічних, фізіологічних та біохімічних процесів у рослинах і ґрунті, за застосування препаратів різної фізіологічної та хімічної дії відображаються на кількості отриманого врожаю насіння нуту. Із технологічних заходів при вирощуванні нуту найважливіші є

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

допосівна обробка насіння нуту бактеріальними препаратами та контролювання бур'янів в посівах даної культури.

Наші дослідження засвідчили, що у розрізі років досліджень найбільш високий рівень урожайності насіння нуту відмічено в 2019 році у варіанті де насіння нуту перед посівом оброблялось біопрепаратами та до посіву нуту вносився ґрунтовий гербіцид Фронт'єр Оптима, 72% к.е., в нормі 1,2 л/га, рівень урожайності насіння обох сортів нуту був у межах 2,15-2,25 т/га.

В середньому за роки проведення досліджень низька урожайність насіння нуту була на забур'яненому

контролі - 0,53 т/га сорту нуту Тріумф, та 0,55 т/га сорту нуту Розанна.

Обробка насіння нуту інокулянтном Ризобофіт та біофунгіцидним препаратом Біополіцид і внесенням ґрунтового гербіциду Фронт'єр Оптима, 72% к.е., в нормі 1,2 л/га сприяло отримати врожайність насіння нуту сорту Тріумф в межах 2,20 т/га, що на 1,67 т/га вище порівняно з рівнем продуктивності на забур'яненому контролі. Урожайність насіння нуту сорту Розанна відповідно була вищою і становила 2,28 т/га, що більше ніж на контрольних ділянках на 1,73 т/га (табл. 3).

3. Урожайність зерна сортів нуту залежно від дії препаратів, т/га

Сорт	Передпосівна обробка насіння	Гербіциди	Роки			
			2019	2020	2021	середнє
Тріумф	Без інокуляції	Без препаратів (контроль I)	0,51	0,43	0,65	0,53
	Ризобофіт + Біополіцид	Харнес	2,08	2,02	2,32	2,14
		Фронт'єр Оптима	2,15	2,08	2,37	2,20
НІР ₀₅			0,17	0,18	0,16	
Розанна	Без інокуляції	Без препаратів (контроль I)	0,53	0,44	0,68	0,55
	Ризобофіт + Біополіцид	Харнес	2,15	2,06	2,48	2,23
		Фронт'єр Оптима	2,18	2,12	2,54	2,28
НІР ₀₅			0,16	0,17	0,15	

Таким чином, одним із основних заходів отримання високих врожаїв насіння нуту є інокуляція насіння нуту до посіву та надійний захист його посівів від бур'янів.

Висновки і перспективи подальших досліджень.

1. В умовах Лісостепу Правобережного різниця між сортами Тріумф і Розанна в часі проходження міжфазних періодів була незначною і

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

становила 2–3 дні. Тривалість вегетаційного періоду у сорту Тріумф становила 97 днів, у сорту Розанна – 100 днів.

2. Обробка біологічними препаратами насіння нуту перед посівом та внесення ґрунтових гербіцидів вплинули на проходження фаз росту і розвитку рослин нуту, особливо починаючи з фази бутонізації. тривалість вегетаційного періоду залежить від генетичних особливостей сорту та елементів технології вирощування. Тривалість вегетаційного періоду у сорту Тріумф становила 103-104 днів і сорту Розанна – 105-106 днів

3. Результати досліджень показали, що урожайність нуту визначається рівнем забур'яненості

Список використаних джерел

1. Бушулян О. В. Нут у сівозміні. *Насінництво*. 2011. № 12. С. 13-15.
2. Бушулян О. В., Січкач В. І. Нут: генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування. Одеса, 2009. 248 с.
3. Бушулян О. В., Січкач В. І. Сучасна технологія вирощування нуту. Методичні рекомендації. СГП – НЦНС. 2011. 31 с.
4. Бушулян О. В., Січкач В. І., Бабаянц О. В. Сучасна інтегрована система захисту посівів нуту : метод. рек. Одеса, 2017. 26 с.
5. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М., та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. Київ : Аграрна наука, 2006. 312 с.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Добровольський А. В., Коваленко О. А., Андрійченко Л. В. та ін. Вплив способів сівби на тривалість вегетаційного періоду та продуктивність сортів нуту. *Вісник аграрної*

його посівів, адже з відносно коротким періодом вегетації рослини нуту є найбільш чутливими, оскільки в цілому до періоду активного росту мають невисокий потенціал конкурентоздатності. Важливе місце в технології вирощування нуту є застосування ґрунтових гербіцидів та біопрепаратів. Інокуляція насіння нуту Ризобіофітом в нормі витрати 1 л/т і біофунгіцидним препаратом Біополіцид в нормі витрати 100 мл/т та внесенням ґрунтових гербіцидів Харнес 90 % к. е., в нормі витрати 3,0 л/га та Фронт'єр Оптіма, 72 % к.е., в нормі витрат 1,2 л/га сприяють зменшенню бур'янів до 90-91 %, та можливість отримати врожайність насіння нуту на рівні 2,05-2,12 т/га.

науки Причорномор'я. 2020. Вип. 4. С. 54-61.

8. Задорожний В. С., Карасевич В. В., Мовчан І. В., Колодій С. В. Шкідливість бур'янів та їх контролювання в посівах нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць*. 2014. Вип. 20. С. 31–37.

9. Іванюк С. В., Темченко І. В., Семцов А. В. Тривалість вегетаційного періоду сої – основа формування сортових ресурсів регіону. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2012. Вип. 73. С. 67–71.

10. Каленська С. М., Нетупська І. Т., Новицька Н. В. Формування врожаю нуту під впливом елементів технології вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. №2. С. 21–25.

11. Камінський В. Ф., Голодна А. В., Шляхтуров Д. С. Інтенсифікація виробництва зернобобових культур в умовах Північного Лісостепу. *Землеробство*. 2008. Вип. 80. С. 109–115.

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

12. Карпенко В. П., Коробко О. О. Продуктивність нуту за впливу гербіциду і біологічних препаратів. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. №2. С. 64–67.

13. Карпенко В. П., Коробко О. О. Формування продуктивності нуту за дії гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату. *Зб. наук. праць Всеукраїнської наук. конф. молодих учених, ЧНУ ім. Б. Хмельницького. "Актуальні проблеми природничих і гуманітарних наук у дослідженнях молодих вчених"* (м. Черкаси, 16 травня 2019 р.) Черкаси. 2019. С. 145–146.

14. Meunez M., Moreno M. T., Desi G. I. Kabuli introgression for yield improvement in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *J. Genet. and Breed.* 1993. 47, № 1. P. 61–64

15. Пасічник С. М. Скринінг зразків нуту з комплексом цінних господарських ознак. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 125–134.

16. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду (остаточні дані) у 2019, 2018, 2017, 2016 році. Статистичний бюлетень. Київ. 2016, 2017, 2018, 2019.

17. Reddy M. V., Singh K. B. Evaluation of a world collection of chickpea germplasm accessions for resistance to ascochyta blight. *Plant Disease*. 1984. Vol. 68, № 10. P. 900–901.

18. Рябченко М., Ульянченко К. Нут – цінна зернобобова культура харчового та кормового призначення. *Бюл. Ін-ту зернового господарства*. 2008. №33-34. С. 48-52.

19. Січкач В. І., Бушулян О. В. Технологія вирощування нуту в Україні. Пропозиція. 2001. № 10. С. 42–43.

20. Січкач В. І., Ведишева Р. Г., Бушулян О. В. Результати внутрішньовидової гібридизації нуту в залежності від умов вирощування. *Зб. наук. пр. СГІ УААН*. 1999. Вип. 1 (41). С. 51–55.

21. Соколов В. М., Січкач В. І. Стан науково-дослідних робіт із селекції зернобобових культур в Україні. *Збірник наукових праць СГІ – НЦНС*. 2010. Вип. 15 (55). С. 6–13.

22. Холодова О. Ю. Характеристика поживних властивостей нуту та сучасний стан його використання у харчовій промисловості. *Товарознавство та інновації*. 2011. Вип. 3. С. 165–170.

23. Шкагула Ю. М., Вотик В. О. Шляхи підвищення врожайності нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 2 (17). С. 195-208.

24. Шкагула Ю. М., Вотик В. О. Вплив гербіцидів і біологічних препаратів на ростові процеси та зернову продуктивність нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. Вип. №2 (25). С. 184-197.

25. Щигорцова О. Л. Нут і чина – цінні зернобобові культури для Степової зони Криму. *Зрошуване землеробство: межвід. темат. наук. зб. Херсон*: 2005. Вип. 44. С. 110-113.

References

1. Bushuljan O.V. (2011). Nut u sivozmini [Chickpeas in crop rotation]. *Nasinnictvo*. no.12. pp. 13-15 [in Ukrainian].

2. Bushuljan O.V., Sichkar V.I. (2009). *Nut: genetika, selekcija, nasinnictvo, tehnologija viroshhuvannja* [Chickpea: genetics, selection, seed production, growing technology]. Odesa, 248 p [in Ukrainian].

3. Bushuljan O.V., Sichkar V.I. (2011). *Suchasna tehnologija viroshhuvannja nutu* [Modern technology of growing chickpeas. Guidelines]. *Metodichni rekomendacii*. SGI – NCNS. 31 p [in Ukrainian].

4. Bushuljan O.V., Sichkar V.I., Babajanc O.V. (2017). *Suchasna integrovana sistema zahistu posiviv nutu : metod. rek.* [Modern integrated system of protection of chickpea crops: method. rec.]. Odesa, 26 p [in Ukrainian].

5. Volkogon V.V., Nadkernichna O.V., Kovalevs'ka T.M., ta in. (2006). *Mikrobnii preparati u zemlerobstvi. Teorija i praktika* [Microbial preparations in agriculture. Theory and practice]. Київ : Agrarna nauka, 312 p. [in Ukrainian].

6. Dosphehov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij): 5-e izd., dop. i pererab* [Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results): 5th ed., add. and processing]. Moskva: Agropromizdat, 351 p.

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

7. Dobrovols'kij A.V., Kovalenko O.A., Andrijchenko L.V. ta in. (2020). Vpliv sposobiv sivbi na trivalist' vegetacijnogo periodu ta produktivnist' sortiv nutu [The influence of sowing methods on the duration of the growing season and productivity of chickpea varieties]. *Visnik agrarnoi nauki Prichornomor'ja*. Vol. 4. pp. 54-61 [in Ukrainian].

8. Zadorozhnij V.S., Karasevich V.V., Movchan I.V., Kolodij S.V. (2014). Shkidlivist' bur'janiv ta ih kontroljuvannja v posivah nutu v umovah Pravoberezhnogo Lisostepu Ukraïni [Harmfulness of weeds and their control in chickpea crops in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Naukovi praci Institutu bioenergetichnih kul'tur i cukrovih burjakiv: zb. nauk. prac'*. Vol. 20. pp. 31-37 [in Ukrainian].

9. Ivanjuk S.V., Temchenko I.V., Semcov A.V. Trivalist' vegetacijnogo periodu soi – osnova formuvannja sortovih resursiv regionu [The duration of the growing season of soybeans is the basis for the formation of varietal resources of the region]. *Kormi i kormovirobnictvo*. Vinnicja, 2012. Vol. 73. pp. 67-71 [in Ukrainian].

10. Kalens'ka S.M., Netups'ka I.T., Novic'ka N.V. (2012). Formuvannja vrozhajnu nutu pid vplivom elementiv tehnologii viroshhuvannja [Formation of the chickpea crop under the influence of elements of growing technology]. *Visnik Poltavs'koi derzhavnoi agrarnoi akademii*. no. 2. pp. 21-25 [in Ukrainian].

11. Kamins'kij V.F., Golodna A.V., Shljahturov D.S. (2008). Intensifikacija virobnictva zernobobovih kul'tur v umovah Pivnichnogo Lisostepu [Intensification of the production of legumes in the conditions of the Northern Forest Steppe]. *Zemlerobstvo*. issue. 80. pp. 109-115 [in Ukrainian].

12. Karpenko V.P., Korobko O.O. (2018). Produktivnist' nutu za vplivu gerbicidu i biologichnih preparativ [Productivity of chickpea under the influence of herbicide and biological preparations]. *Visnik Umans'kogo nacional'nogo universitetu sadivnictva*. no. 2. pp. 64-67 [in Ukrainian].

13. Karpenko V.P., Korobko O.O. (2019). Formuvannja produktivnosti nutu za dii gerbicidu, reguljatora rostu roslin i mikrobnogo

preparatu [Formation of chickpea productivity under the action of herbicide, plant growth regulator and microbial preparation]. *Zb. nauk. prac' Vseukrains'koi nauk. konf. molodih uchenih, ChNU im. B. Hmel'nic'kogo. "Aktual'ni problemi prirodnic'kih i gumanitarnih nauk u doslidzhennjah molodih vchenih" (m. Cherkasi, 16 travnja 2019 r.) Cherkasi*. pp. 145-146 [in Ukrainian].

14. Meynez M., Moreno M.T., Desi G.I. (1993). Kabuli introgression for yield improment in chickpea (*Cicer arietinum* L.) [Kabuli introgression for ild improvement in chickpea (*Cycer arietinum* L.)]. *J. Genet. and Breed.* 47, no. 1. pp. 61-64.

15. Pasichnik S.M. (2018). Skrining zrazkiv nutu z kompleksom cinnih gospodars'kih oznak [Screening of chickpea samples with a complex of valuable economic characteristics]. *Selekcija i nasinnictvo*. Vol. 113. pp. 125-134 [in Ukrainian].

16. Ploshhi, valovi zbori ta urozhajnist' sil'skogospodars'kih kul'tur, plodiv, jagid ta vinogradu (ostatochni dani) (2019), (2018), (2017), (2016) roci [Areas, gross harvests and yields of agricultural crops, fruits, berries and grapes (final data) in 2019, 2018, 2017, 2016]. *Statistichnij bjuleten'*. Kiïv [in Ukrainian].

17. Reddy M.V., Singh K.B. (1984). Evaluation of a world collection of chickpea germplasm accessions for resistance to ascochyta blight [Evaluation of a World Collection of Chickpea Germplasm Accessions for Resistance to Assochita Bligt]. *Plant Disease*. Vol. 68, no. 10. pp. 900-901.

18. Rjabchenko M., Ul'janchenko K. (2008). Nut – cinna zernobobova kul'tura harchovogo ta kormovogo priznachennja [Chickpea is a valuable leguminous crop for food and fodder purposes]. *Bjul. In-tu zernovogo gospodarstva*. no. 33-34. pp. 48-52 [in Ukrainian].

19. Sichkar V.I., Bushuljan O.V. (2001). Tehnologija viroshhuvannja nutu v Ukraïni [Chickpea cultivation technology in Ukraine]. *Propozicija*. no.10. pp. 42-43 [in Ukrainian].

20. Sichkar V.I., Vedisheva R.G., Bushuljan O.V. (1999). Rezul'tati vnutrishn'ovidovoi gibridizacii nutu v zalezhnosti vid umov viroshhuvannja [The results of intraspecific hybridization of chickpea depending on growing conditions].

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

Zb. nauk. pr. SGI UAAN. Vol. 1 (41). pp. 51–55 [in Ukrainian].

21. Sokolov V.M., Sichkar V.I. (2010). Stan naukovo-doslidnih robit iz selekcii zernobobovih kul'tur v Ukraïni [The state of research works on the selection of grain legumes in Ukraine]. *Zbirnik naukovih prac' SGI – NCNS*. Vol. 15 (55). pp. 6–13 [in Ukrainian].

22. Holodova O.Ju. (2011). Charakteristika pozhivnih vlastivostej nutu ta suchasnij stan jogo vikoristannja u harchovij promislovosti [Characterization of the nutritional properties of chickpeas and the current state of its use in the food industry]. *Tovaroznavstvo ta innovacii*. Vol. 3. pp. 165–170 [in Ukrainian].

23. Shkatula Ju.M., Votik V.O. (2020). Shljahi pidvishhennja vrozhajnosti nutu [Ways

to increase the yield of chickpeas]. *Sil's'ke gospodarstvo ta lisivnictvo*. no. 2 (17). pp. 195–208 [in Ukrainian].

24. Shkatula Ju.M., Votik V.O. (2022). Vpliv gerbicidiv i biologichnih preparativ na rostovi procesi ta zernovu produktivnist' nutu [The influence of herbicides and biological preparations on growth processes and grain productivity of chickpea]. *Sil's'ke gospodarstvo ta lisivnictvo*. Vol. no. 2 (25). pp. 184–197 [in Ukrainian].

25. Shhigorcova O.L. (2005). Nut i china – cinni zernobobovi kul'turi dlja Stepovoï zoni Krimu [Chickpeas and chickpeas are valuable leguminous crops for the Steppe zone of the Crimea]. *Zroshuvane zemlerobstvo: mezovid. temat. nauk. zb. Herson*: vol. 44. pp. 110–113 [in Ukrainian].

PHENOLOGICAL OBSERVATIONS ON THE PHASES OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF CHEEPA VARIETIES

Yu. M. Skatula, V. O. Votyk

Abstract. *The yield of chickpea seeds depends on the biological characteristics of the variety and the cultivation technology. Increasing the effectiveness of the factors for the intensification of chickpea cultivation should be carried out on the basis of modern requirements. For the cultivation of chickpeas, the duration of the growing season is important, since the growth, development and formation of the harvest of this crop can last from 60 to 130 days. The duration of the growing season is influenced by the genetic characteristics of the variety, the soil and climatic conditions of the region, and the use of certain elements of growing technology. Studying the rates of growth and development of chickpea plants in ontogeny makes it possible to reveal the most important dependencies of the process of formation of high productivity of this crop. In the conditions of the Right Bank Forest-Steppe, the difference between the varieties in the time of interphase periods was insignificant and was 2–3 days, so the duration of the growing season in the Triumph variety was 97 days, and in the Rosanna variety - 100 days. In the intensive technology of growing chickpeas, the use of soil herbicides is a mandatory measure. Treatment of chickpea seeds with biological preparations before sowing and application of soil herbicides affected the growth and development phases of chickpea plants. The duration of the ripening phase of chickpea varieties depended on the treatment of seeds with biological preparations and the level of weediness of these areas. It was established that the duration of the growing season depends on the genetic characteristics of the variety and the elements of the growing technology. The duration of the growing season in the Triumph variety was 103–104 days and in the Rosanna variety - 105–106 days. Treatment of chickpea seeds with Rhizobophyt inoculant and biofungicidal drug Biopolicid and application of soil*

Шкагула Ю. М., Вотик В. О.

herbicide Frontier Optima, 72% er, at the rate of 1.2 l/ha helped to obtain the yield of chickpea seeds of the Triumph variety within 2.20 t/ha, which by 1.67 t/ha higher compared to the level of productivity on the weedy control. The yield of Razanna chickpea seeds was correspondingly higher and amounted to 2.28 t/ha, which is 1.73 t/ha more than in the control plots.

Key words: *chickpea, agrocenosis, technology, growth phases, weeds, herbicides, biological preparations, productivity*

**АНАЛІЗ ГЕНОТИПОВИХ ПАРАМЕТРІВ ДОБОРУ КРОЛЕМАТОК
РІЗНИХ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КРОСУ НУЛА****Т.В. ЯКУБЕЦЬ**, аспірант¹, <https://orcid.org/0000-0003-4197-5034>

E-mail: tarasyakubets@gmail.com

В.М. БОЧКОВ, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,<https://orcid.org/0000-0002-6204-7571>*Національний університет біоресурсів і природокористування України*[https://doi.org/10.31548/dopovidi1\(101\).2023.008](https://doi.org/10.31548/dopovidi1(101).2023.008)

Анотація. Сучасні методи селекції кролів засновані на використанні генотипових параметрів, оцінка яких дозволяє здійснювати ефективну роботу з підвищення продуктивності кролів. Метою роботи було вивчити показники успадкованості ознак продуктивності кролематок, встановити зв'язок між ними та дослідити вплив самців на реалізацію продуктивності кролематок. Дослідження проводились з використання кролів прабатьківських форм кросу Нула – самців GPC (n=47) та кролематок GPD (n=79), а також кролематок материнської форми – NG (n=223). Вивчали успадкованість ознак селекції кролематок, оцінювали кореляційні та регресійні зв'язки між ними, а також силу впливу самців з різним ваговим індексом на продуктивність кролематок материнської форми.

Результати досліджень вказують, що кролематки материнської форми переважали самиць прабатьківської форми за молочністю на 1814 г ($p \leq 0,01$), однак поступалися їм за багатоплідністю. Оцінюючи коефіцієнти кореляції між ознаками продуктивності кролематок прабатьківської форми, між багатоплідністю та великоплідністю було виявлено вірогідний ($p \leq 0,05$) середній зворотній зв'язок ($r = -0,561$). У кролематок материнської форми між великоплідністю та живою масою кроленят у віці 21 доби зв'язок був сильний прямий ($r = +0,794$) ($p \leq 0,05$).

Встановлено, що основні ознаки відтворення кролематок материнської форми мають низьку успадкованість (0,02 – 0,21).

Виявлено вірогідний вплив самців з різним ваговим індексом на великоплідність (21% ($p \leq 0,001$)) та на молочність (18 % ($p \leq 0,001$)) кролематок материнської форми.

Одержані результати досліджень матимуть значну практичну цінність при плануванні селекційної роботи з різними структурними елементами кросу Нула.

Ключові слова: кролі, успадкованість, кореляція, продуктивність, молочність, багатоплідність, селекція

Актуальність. Створення використанні диференційованого сучасних кросів кролів ґрунтується на селекційного підходу при роботі з

¹ Науковий керівник – Бочков В.М., кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Якубець Т. В., Бочков В. М.

різними лініями кролів, який визначається знанням характерів успадкування та взаємозв'язків між ознаками [7, 10].

Інтенсивне виробництво кролятини базується на використанні кролів, які отримані в результаті схрещування різних ліній. Кролематок материнської форми отримують при схрещуванні двох материнських ліній з метою використання гетерозису та компліментарності материнських ознак. У материнських лініях кролематок відбирають за багатоплідністю та кількістю відлучених кроленят [6, 13, 15]. У зв'язку з цим актуальним питанням є вивчення генотипових параметрів добору кролематок різних структурних елементів кросу для забезпечення ефективної селекції.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ознаки селекції кролів у лініях відрізняються, залежно від типів ліній у схемах кросів. Як зазначають дослідники, основними ознаками продуктивності, за якими оцінюють кролематок є багатоплідність, маса новонароджених кроленят, молочність, кількість і маса відлучених кроленят, а також індекси комплексної оцінки. Молочність кролематок має позитивний зв'язок з великоплідністю. Таким чином, кролематки, які народжували кроленят з більшою живою масою, мали вищу молочність [11].

Гавриш О.М. [1] у своїх дослідженнях отримав дані успадкованості ознак продуктивності кролів. Коефіцієнт успадкованості живої маси кролів становив 0,62, а ширини попереку – 0,52. Вчений також встановив, що генотип батька має суттєвий вплив на довжину тулуба кролів та індекс збитості.

Al-Sobayil et al. проводили дослідження з вивчення успадкованості ознак молочної продуктивності кролематок синтетичних ліній. Була виявлена помірна успадкованість досліджуваних ознак. Вчені зробили висновок, що за ознаками молочності можна проводити ефективну селекцію та використовувати їх як критерії відбору у селекційних програмах для синтезу нових материнських ліній кролів [8].

Інші дослідники вивчали успадкованість ознак відтворення у кролематок новозеландської білої породи, яка використовується при створенні кросів. Науковці вказують, що коефіцієнт успадкованості багатоплідності у їх дослідженнях становив 0,04, жива маса кроленят у віці 2 доби – 0,05, а молочності – 0,11 [9].

За даними вчених, у кролів різних ліній породи панон білий, успадкованість багатоплідності була низькою і коливалась від 0,05 до 0,09. Разом з тим, науковці виявили позитивні генотипові кореляції між

Якубець Т. В., Бочков В. М.

живою масою кроленят у віці 21 доби та їх середньодобовими приростами після відлучення до забою [14].

Таким чином, вивчення успадкованості, кореляцій між ознаками продуктивності кролематок потребує поглиблених досліджень для провадження ефективної селекційної роботи з популяціями кролів.

Мета дослідження полягала у вивченні успадкованості основних ознак селекції кролематок різних структурних елементів кросу Нула, виявленні зв'язків між ними та дослідженні впливу самців на рівень ознак відтворення кролематок.

Матеріали і методи дослідження. Науково-виробничі дослідження були проведені в умовах ТОВ «Ферма Кролікофф» у 2020-2022 роках. Для досліджень використовували кролів різних структурних елементів кросу NYLA: самців батьківської лінії материнської форми GPC (n=47), кролематок материнської лінії материнської форми GPD (n=79), кролематок материнської форми NG (n=223). Вивчали вплив самців з різним ваговим індексом на продуктивні та відтворні ознаки кролематок

де MY – молочність кролематок, кг, DG – приріст маси гнізда від народження до 21 доби, г, 1,69, 362 – коригуючі коефіцієнти.

$$M = [(LW_2 - LW_1) : (21 \times LW_2)] \times 100, \quad (3)$$

материнської форми. Ваговий індекс розраховували за формулою:

$$VI = \frac{ЖМ}{ДТ}, \text{ де} \quad (1)$$

де VI – ваговий індекс, одиниць, ЖМ – жива маса, г, ДТ – пряма довжина тулуба, см.

Кролематки материнської форми походили від самців з різним ваговим індексом: VI ≤ 100 одиниць, VI = 100-120 одиниць, VI ≥ 120 одиниць. Живу масу кролів визначали зважуванням на електронних вагах вранці до годівлі, з точністю до 1 г. Визначали проміри тіла кролів: пряму довжину тулуба – мірною стрічкою від потиличного гребеня до кореня хвоста, обхват грудей за лопатками – мірною стрічкою у точках, дотичних до заднього кута лопаток, ширину попереку – штангенциркулем у крайніх точках поперечних відростків поперекових хребців.

Багатоплідність визначали підрахунком живих народжених кроленят у гнізді. Великоплідність встановлювали за живою масою новонароджених кроленят. Молочність кролематок розраховували за формулою 2, запропонованою Fortun-Lamothe & Sabater [5]:

$$MY = 1,69 \times DG + 362, \quad (2)$$

Коефіцієнт молочності розраховували за формулою 3, запропонованою Nied'zwiadek [12]:

Якубець Т. В., Бочков В. М.

де LW_1 – маса гнізда на час народження, LW_2 – маса гнізда у віці 21 доби.

У віці 21 доби визначали середню живу масу кроленят у гнізді. Збереженість кроленят до відлучення визначали за відношенням кількості кроленят на час відлучення до кількості живих новонароджених

$$\text{КПВЯ} = 1,1X_1 + 0,3X_2 + 3,3X_3 + 0,35X_4 \quad (5)$$

де X_1 – багатоплідність, гол.; X_2 – молочність, кг; X_3 – кількість кроленят у 35-добовому віці, гол.; X_4 – маса гнізда на час відлучення, кг,

$$\text{ІВЯК} = B + 10m + 5Z, \quad (6)$$

де B – середня маса одного новонародженого кроленяти, г; m – молочність кролематки, кг; Z – кількість кроленят при відлученні в 35-добовому віці, гол, 10, 5 – коригуючі коефіцієнти.

Генотипові параметри добору (генотипові і фенотипові кореляції, регресія, коваріація, дисперсія, коефіцієнт успадкованості, сили впливу) розраховували за методиками D. Falconer [4]

Емпіричні дані були статистично оброблені за допомогою програм SPSS та Excel за методами описивної статистики.

Результати дослідження та їх обговорення. У структурі кросу виділяють прабатьківські лінії С та D, при схрещуванні яких отримують кролематок материнської форми. Селекційна робота з вихідними

кроленят. Відлучення кроленят проводили у віці 5 тижнів.

Для об'єктивної комплексної оцінки відтворної здатності кролематок використовували комплексний показник відтворювальних якостей кролематок (КПВЯ), який визначали за формулою 5 [2]:

1,1, 0,3, 3,3, 0,35 – коригуючі коефіцієнти;

Розраховували індекс відтворювальних якостей кролематок (ІВЯК) формулою (6)[3]:

лініями проводилась в напрямку підвищення багатоплідності, маси кроленят та збереженості. Продуктивність кролематок материнської форми, певною мірою, детермінується адитивним, материнським та гетерозисним ефектами і визначається рівнем ознак селекції прабатьківських форм. У таблиці 1 наведено значення основних ознак селекції кролематок прабатьківської та материнської форм кросу.

Порівнюючи дані продуктивності кролематок різних структурних елементів кросу, слід відзначити, що самиці материнської лінії материнської форми та материнської форми суттєво не відрізнялись за живою масою. Однак, кролематки прабатьківської форми переважали самиць материнської

Якубець Т. В., Бочков В. М.

форми за прямою довжиною тулуба на 0,99 см (** $p \leq 0,01$), вона характеризувалися більш видовженим тулубом. Кролематки NG мали на 1,5% більші значення обхвату грудей за лопатками, вони

характеризувались коротшим і компактнішим тулубом. За шириною попереку суттєвої різниці між кролематками не обох форм не виявлено.

1. Продуктивність і проміри тіла кролематок прабатьківської і материнської форми кросу

Ознака	GPD (F ₀)(n=79)		NG (F ₁)(n=223)	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv,%
Жива маса, кг	5,21±0,076	7,57	5,15±0,046	7,54
Пряма довжина тулуба, см	48,69±0,348**	3,72	47,07±0,241	4,29
Обхват тулуба, см	35,06±0,271	4,02	35,55±0,215	5,06
Ширина попереку, см	7,06±0,078	5,73	7,03±0,059	6,87
Багатоплідність, гол	10,48±0,523	30,91	10,00±0,369	30,83
Великоплідність, г	66,30±2,167*	16,73	60,77±0,488	6,83
Маса кроленяти у віці 3 тижні, г	402,43±6,509	18,55	418,20±4,698*	9,41
Молочність, г	4582,74±206,546	23,42	6397,28±162,309*	21,23
Збереженість кроленят до відлучення, %	94,62±2,251	15,14	91,74±1,958	12,47
КПВЯ, балів	45,01±2,641	28,09	45,68±1,786	32,72
ІВЯК, балів	162,51±3,969	17,21	165,94±3,751	14,91

Примітка: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$

Багатоплідність кролематок материнської лінії материнської форми була на 4,8 % вищою, ніж у кролематок материнською формою. Це можна пояснити високою інтенсивністю селекції кролів прабатьківських форм за багатоплідністю. Кролематки GPD переважали самиць материнської форми за великоплідністю на 5,53 г ($p \leq 0,05$). Разом з тим, маса кроленяти у віці 3 тижні була на 4% більшою у кролематок NG. Такі показники свідчать про вплив самців, які використовуються для осіменіння кролематок: самиць материнської форми покривають термінальними самцями, які мають значно більшу

живу масу, ніж самці, яких використовують на кролематках GPD.

Кролематки материнської форми за молочністю вірогідно переважали самиць прабатьківської лінії на 1814 г ($p \leq 0,01$). Така суттєва різниця, на нашу думку, зумовлена проявом ефекту гетерозису за цією ознакою. Збереженість кроленят до відлучення була на 2,88 % вищою у кролематок прабатьківської форми, порівняно з самицями материнської форми. Індекси оцінки відтворювальної здатності дозволяють комплексно оцінити фертильність кролематок. Так, індекс КПВЯ у кролематок NG був на 1,33 бала більшим, ніж у кролематок GPD. За показником

Якубець Т. В., Бочков В. М.

ІВЯК перевага кролематок материнської форми становила 3,43 бала, що вказує на кращий розвиток ознак відтворення у кролематок материнської форми кросу.

Для оцінки залежностей між ознаками продуктивності кролематок

прабатьківської та материнської форм було розраховано коефіцієнти генотипової (над діагоналлю) та фенотипової кореляції (під діагоналлю), які наведено в таблиці 2.

2. Коефіцієнти кореляції між основними ознаками селекції кролематок різних структурних елементів кросу, $r \pm s.e.$

Ознаки	ЖМ	БП	ВП	ЖМ21	МЛ	ЗКВ
Кролематки GPD						
ЖМ	1,000	+0,008±0,137	+0,004±0,243	+0,091±0,243	+0,187±0,127	+0,041±0,201
БП	+0,013±0,196	1,000	-0,481±0,249	-0,307±0,217	-0,001±0,109	-0,354±0,243
ВП	+0,010±0,196	-0,561±0,134*	1,000	+0,429±0,287	+0,341±0,104*	+0,247±0,208
ЖМ21	+0,140±0,192	-0,218±0,187	+0,526±0,142*	1,000	+0,415±0,109*	+0,254±0,157
МЛ	+0,259±0,183	-0,020±0,196	+0,457±0,155*	+0,568±0,133*	1,000	+0,148±0,262
ЗКВ	+0,130±0,193	-0,245±0,196	+0,432±0,160*	+0,463±0,154*	+0,393±0,166*	1,000
Кролематки NG						
ЖМ	1,000	-0,007±0,034	-0,001±0,024	+0,001±0,094	-0,001±0,091	-0,009±0,187
БП	+0,002±0,014	1,000	-0,689±0,037*	-0,438±0,072*	+0,398±0,061*	-0,109±0,098
ВП	-0,022±0,016	-0,841±0,024*	1,000	+0,587±0,076*	+0,293±0,143	+0,268±0,087*
ЖМ21	+0,052±0,077	-0,832±0,081*	+0,794±0,080*	1,000	+0,268±0,098	+0,221±0,042
МЛ	-0,003±0,080	+0,603±0,082*	+0,570±0,090*	+0,577±0,108*	1,000	-0,081±0,154
ЗКВ	-0,107±0,119	-0,576±0,080*	+0,563±0,082*	+0,503±0,090*	-0,324±0,108*	1,000

Примітка: ЖМ – жива маса, БП – багатоплідність, ВП – великоплідність, ЖМ21 – жива маса кроленяти у віці 3 тижні, МЛ – молочність, ЗКВ – збереженість кроленят до відлучення, * $p \leq 0,05$

Результати аналізу фенотипових кореляцій між ознаками селекції кролематок материнської лінії материнської форми GPD вказують, що між такими ознаками як багатоплідність і великоплідність виявлено вірогідний ($p \leq 0,05$) середній зворотній зв'язок. Між великоплідністю та живою масою кроленят у віці 21 доби, молочністю та збереженістю кроленят до відлучення зв'язок був вірогідний ($p \leq 0,05$) середній прямий. Отримано вірогідні ($p \leq 0,05$) прямі середні коефіцієнти генотипової кореляції

між молочністю та великоплідністю, живою масою кроленят у віці 21 доби та збереженістю.

У кролематок материнської форми NG між багатоплідністю та великоплідністю було виявлено вірогідний ($p \leq 0,05$) сильний зворотній зв'язок, тоді як між багатоплідністю та молочністю зв'язок був середній прямий ($p \leq 0,05$). Великоплідність кролематок NG мала високу кореляцію з живою масою кроленят у віці 21 доби і середню із збереженістю кроленят до відлучення. Генотипова кореляція у

Якубець Т. В., Бочков В. М.

кролематок NG між багатоплідністю і молочністю була середньою зворотною ($p \leq 0,05$), як і між багатоплідністю та великоплідністю.

Для дослідження функціональної залежності зміни показників продуктивності кролематок було здійснено регресійний аналіз, результати якого наведені в таблиці 3

3. Коефіцієнти регресії між ознаками селекції кролематок різних структурних елементів кросу, $R \pm s.e.$

Змінні		Генотип кролематки	
Y	X	GPD	NG
Великоплідність	Багатоплідність	-2,08±0,589**	-1,25±0,055***
Молочність	Багатоплідність	-9,92±69,172	67,02±12,677***
Маса кроляти у віці 3 тижні	Багатоплідність	-5,37±4,740	-11,89±0,563***
Багатоплідність	Великоплідність	-0,16±0,047**	-0,71±0,0312***
Молочність	Великоплідність	43,50±17,316**	89,86±33,287***
Маса кроляти у віці 3 тижні	Великоплідність	3,53±1,163**	8,61±0,528***

Примітка: ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$

Встановлено, що, з високою вірогідністю ($p \leq 0,01$), у кролематок прабатьківської форми GPD при збільшенні багатоплідності на 1 голову, великоплідність знижувалась на 2,08 г. Тоді як у кролематок материнської форми у випадку зростання багатоплідності на 1 голову великоплідність знижувалась на -1,25 г ($p \leq 0,001$). Коефіцієнт регресії між показниками багатоплідності та молочності у кролематок GPD становив -9,92, а у самиць NG – +67,02 ($p \leq 0,001$). Така протилежність,

на нашу думку, може вказувати на прояв ефекту гетерозису за молочністю у кролематок материнської форми NG.

За допомогою дисперсійного аналізу та розрахунку коваріанс впливу батьків, середовища та випадкових факторів було розраховано коефіцієнти успадкованості основних ознак продуктивності кролематок материнської форми NG. Відповідні дані наведено в таблиці 4.

4. Успадковуваність основних ознак селекції кролематок материнської форми

Ознаки	$h^2 \pm s.e.$	th^2	p
Багатоплідність	0,02±0,018	1,11	0,147
Великоплідність	0,21±0,023	8,89	<0,001
Маса кроляти у віці 3 тижні	0,03±0,047	0,63	0,791
Молочність	0,07±0,013	5,42	<0,001

Результати розрахунків кролематок дають підстави коефіцієнтів успадкованості стверджувати, що багатоплідність основних ознак продуктивності кролематок та маса їх кроляти у віці

Якубець Т. В., Бочков В. М.

21 доби мають низьку успадкованість. Великоплідність кролематок материнської форми, за даними розрахунків, успадковується на 21 % ($p < 0,001$). Частка мінливості молочності кролематок материнської форми NG на 7 % зумовлена генотиповими відмінностями. Отримані дані вказують, що селекція кролематок материнської форми за ознаками відтворення може бути низькоефективною. Тому, необхідно запроваджувати більш ефективні методи селекційної роботи з кролематками та самцями прабатьківських форм.

Кролематок материнської форми NG отримують у результаті схрещування самців батьківської лінії материнської форми GPC та самиць материнської лінії материнської форми GPD. Отже, самці, певною мірою впливають на формування генотипу кролематок материнської форми та його реалізацію у фенотипі. Для оцінки впливу самців з різним ваговим індексом на рівень основних ознак продуктивності кролематок материнської форми було проведено дисперсійний аналіз. Результати розрахунків наведено на рисунках 1, 2 та 3.

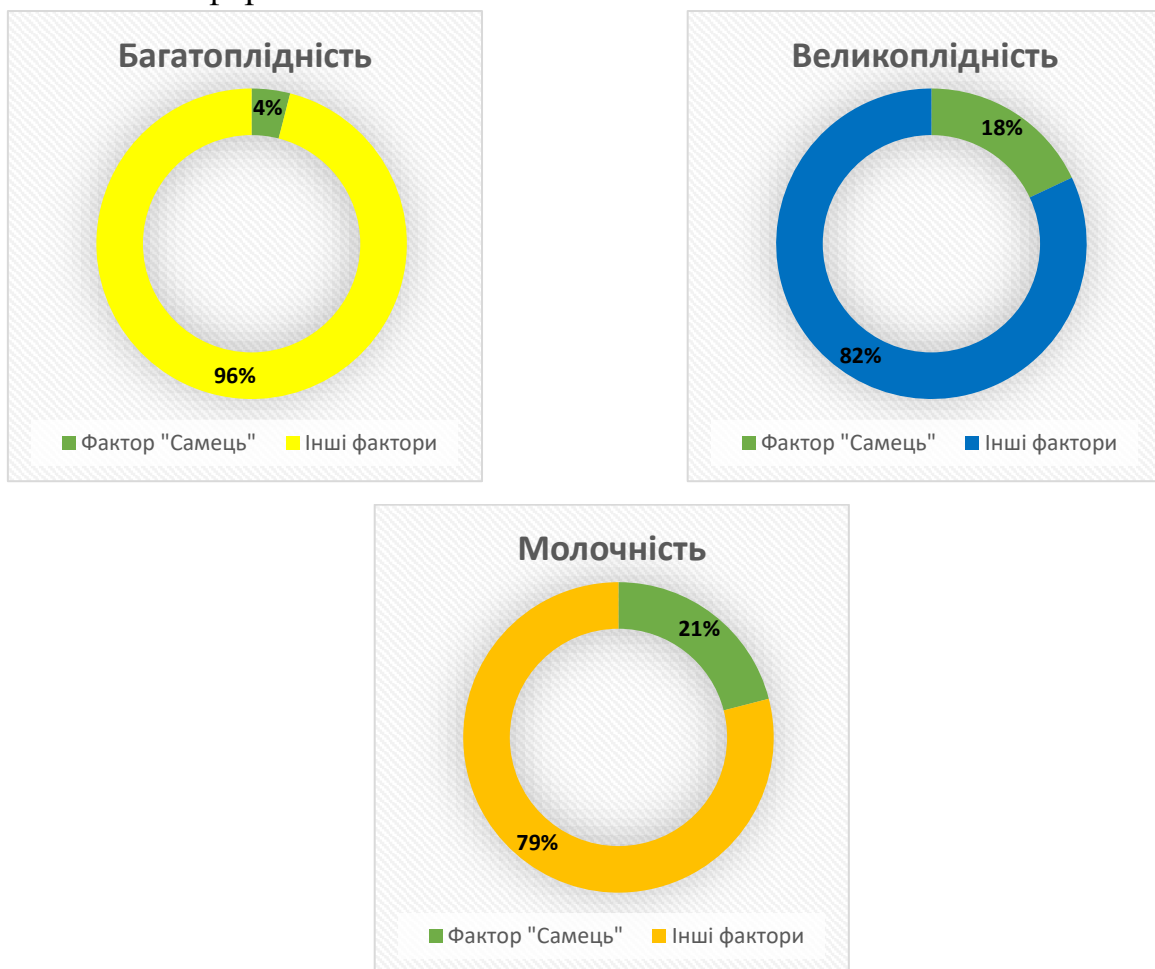


Рис 1. Вплив самців прабатьківської форми GPC з різним ваговим індексом на основні ознаки продуктивності кролематок материнської форми NG

Якубець Т. В., Бочков В. М.

Як видно з графіків, самці з різним ваговим індексів певною мірою впливають на рівень ознак відтворення кролематок. Так, вплив самців з різним ваговим індексом на багатоплідність кролематок становив 4%, однак був невірогідним ($p \geq 0,05$). Частка впливу самців на великоплідність кролематок материнської форми становила 18 % ($p \leq 0,001$), а на молочність – 21 % ($p \leq 0,001$). Впливу самців прабатьківської форми з різним ваговим індексом на масу кроленят у віці 21 доби встановлено не було.

Висновки. За результатами дослідження можна стверджувати, що кролематки материнської форми кросу Нула мають вищі показники маси кроленят у віці 21 доби та молочності, ніж кролематки материнської лінії материнської

Список використаних джерел

1. Гавриш О. М. Успадковувальність та ступінь фенотипового домінування селекційних ознак при схрещуванні порід кролів полтавське срібло та новозеландська біла. *Effective rabbit breeding and fur farming*. 2020. № 5. С. 25–36. URL: <https://doi.org/10.37617/2708-0617.2019.5.25-36>.
2. Коваленко В. П., Нежлукченко Т. І., Плоткін С. Я. Генетико-математичні методи контролю й управління селекційними програмами у тваринництві. *Таврійський науковий вісник : зб. наук. пр.* 2001. № 20. С. 55–64;
3. Лучин І. Метод оцінки відтворювальної здатності кролематок різних генотипів. *Наук.-техн. бюл. Ін-т тваринництва*. 2004. № 87. С. 38–41.
4. Falconer D. S. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Harlow : Prentice Hall, 1996. 464 p.

форми ГРС, однак поступалися їм за багатоплідністю та збереженістю кроленят до відлучення. Аналіз генотипових і фенотипових кореляцій вказує на наявність середніх позитивних зв'язків між молочністю та багатоплідністю у кролематок материнської форми NG. Виявлено, що ознаки відтворення кролематок мають низьку успадковувальність. Встановлено, що вплив самців прабатьківської форми на рівень багатоплідності, великоплідності та молочності кролематок материнської форми становить від 4 до 21 %.

Отже, для підвищення продуктивності кролематок материнської форми слід проводити спрямовану селекційну роботу з використанням сучасних методів селекції.

5. Fortun-Lamothe L., Sabater F. Estimation de la production laitière à partir de la croissance des lapereaux. *10èmes Journ. rech. cynicole*. 2003. P. 69–72.
6. Genetic correlations for reproductive and growth traits in rabbits / R. Ezzeroug et al. *Canadian journal of animal science*. 2020. Vol. 100, no. 2. P. 317–322. URL: <https://doi.org/10.1139/cjas-2019-0049>.
7. Genetic evaluation of some economic traits in a maternal line of rabbits / H. Moustafa et al. *Egyptian poultry science journal*. 2014. Vol. 34, no. 1. P. 85–98. URL: <https://doi.org/10.21608/epsj.2014.5308>
8. Heritabilities and genetic analysis of milk yield and components in crossing project of Saudi rabbits with Spanish V-line / K. A. Al-Sobayil et al. *Livestock research for rural development*,. 2005. Vol. 17, no. 10.
9. Iraqi M. Estimation of heritability and repeatability for maternal and milk production traits in New Zealand White rabbits

Якубець Т. В., Бочков В. М.

raised in hot climate conditions. *Livest. res. for rural develop.* 2008. Vol. 2, no. 12. P. 223–242.

10. Khalil M. H., Al-Saef A. M. Methods, criteria, techniques and genetic responses for rabbit selection: 9th World Rabbit Congress : In Proc. P. 1–22.

11. Luchyn I. S. Selection justification of the technology of intensive production of rabbit meat. *Animal husbandry of the steppe of ukraine.* 2022. Vol. 1, no. 2. P. 171–179. <https://doi.org/10.31867/2786-6750.1.2.2022.171-179>

12. Nied'zwiadek S. . *Zasady hodowli królików (The principles of breeding rabbit, in Polish)*. Warszawa : PWRiL, 1981. 357 p.

13. Ovulation rate and early embryonic survival rate in female rabbits of a synthetic line and a local Algerian population / R. Belabbas et al. *World Rabbit Science.* 2016. Vol. 24, no. 4. P. 275.

URL: <https://doi.org/10.4995/wrs.2016.5301>.

14. Pannon breeding program in rabbit at Kaposvár University / Z. Matics et al. *World rabbit science.* 2014. Vol. 22, no. 4. P. 287. URL: <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.1511> (date of access: 31.01.2023).

15. Ragab M., Baselga M. A comparison of reproductive traits of four maternal lines of rabbits selected for litter size at weaning and founded on different criteria. *Livestock science.* 2011. Vol. 136, no. 2-3. P. 201–206. URL: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.09.009> (date of access: 31.01.2023).

References

1. Havrysh, O. M. (2020). Uspadkovuvannist ta stupin fenotypovoho dominuvannia selektsiinykh oznak pry skhreshchuvanni porid kroliv poltavske sriblo ta novozelandska bila. *Effective Rabbit Breeding and Fur Farming*, (5), 25–36. doi:10.37617/2708-0617.2019.5.25-36

2. Kovalenko, V. P., Nezhlukchenko, T. I., & Plotkin, S. Ya. (2001). Henetykomatematychni metody kontroliu y upravlinnia selektsiinyh proqramamy u tvarynnystv. *Taurian Scientific Bulletin.*, (20), 55–64.

3. Luchyn, I. (2004). Metod otsinky vidtvoriuvalnoi zdatnosti krolematok riznykh henotypiv. *Nauk.-tekhn. biul. In-t tvarynnystva*, (87), 38–41.

4. Falconer, D. S. (1996). *Introduction to quantitative genetics*. Harlow: Prentice Hall.

5. Fortun-Lamothe, L., & Sabater, F. (2003). Estimation de la production laitière à partir de la croissance des lapereaux. *У 10èmes journ. rech. cunicole* (c. 69–72). Paris: ITAVI Ed.

6. Ezzeroug, R., Belabbas, R., Argente, M. J., Berbar, A., Diss, S., Boudjella, Z., ... García, M. d. I. L. (2020). Genetic correlations for reproductive and growth traits in rabbits. *Canadian Journal of Animal Science*, 100(2), 317–322. doi:10.1139/cjas-2019-0049

7. Moustafa, H., El-Raffa, A., Shebl, M. K., El-Delebshany, A., & El-Sayed, N. (2014). Genetic evaluation of some economic traits in a maternal line of rabbits. *Egyptian Poultry Science Journal*, 34(1), 85–98. doi:10.21608/epsj.2014.5308

8. Al-Sobayil, K. A., Al-Homidan, A. H., Khalil, M. K., & Mehaia, M. A. (2005). Heritabilities and genetic analysis of milk yield and components in crossing project of Saudi rabbits with Spanish V-line. *Livestock Research for Rural Development*, 17(10).

9. Iraqi, M. (2008). Estimation of heritability and repeatability for maternal and milk production traits in New Zealand White rabbits raised in hot climate conditions. *Livest. Res. For Rural Develop*, 2(12), 223–242.

10. Khalil, M. H., & Al-Saef, A. M. (2008, June). Methods, criteria, techniques and genetic responses for rabbit selection: a review. In Proc. 9th World Rabbit Congress (pp. 1-22).

11. Luchyn, I. S. (2022). Selection justification of the technology of intensive production of rabbit meat. *Animal Husbandry of the Steppe of Ukraine*, 1(2), 171-179. <https://doi.org/10.31867/2786-6750.1.2.2022.171-179>

12. Nied'zwiadek, S. (1981). . *Zasady hodowli królików (The principles of breeding rabbit, in Polish)*. Warszawa: PWRiL.

13. Belabbas, R., García, M. L., AinBaziz, H., Berbar, A., Zitouni, G., Lafri, M., ... Argente, M. J. (2016). Ovulation rate and early embryonic survival rate in female rabbits of a synthetic line and a local Algerian

Якубець Т. В., Бочков В. М.

population. *World Rabbit Science*, 24(4), 275.
doi:10.4995/wrs.2016.5301

14. Matics, Z., Nagy, I., Gerencsér, Z., Radnai, I., Gyovai, P., Donkó, T., ... Szendrő, Z. (2014). Pannon breeding program in rabbit at Kaposvár University. *World Rabbit Science*, 22(4), 287.
doi:10.4995/wrs.2014.1511

15. Ragab, M., & Baselga, M. (2011). A comparison of reproductive traits of four maternal lines of rabbits selected for litter size at weaning and founded on different criteria. *Livestock Science*, 136(2-3), 201–206.
doi:10.1016/j.livsci.2010.09.009

ANALYSIS OF THE GENOTYPE PARAMETERS FOR SELECTION OF RABBIT DOE OF DIFFERENT STRUCTURAL ELEMENTS HYLA CROSS

T. V. Yakubets, V. M. Bochkov

Abstract. *Modern methods of breeding rabbits are based on the use of genotypic parameters, the assessment of which allows effective work on increasing the productivity of rabbits. The aim of the work was to study the indices of heritability of female rabbit productivity traits, to establish a relationship between them, and to determine the influence of males on the performance of doe productivity. The research was conducted using rabbits of the ancestral forms of the Hyla cross - male GPC (n=47) and female rabbits GPD (n=79), as well as doe of the maternal form - NG (n=223). The heritability of breeding traits of female rabbits was studied, the correlation and regression between them were evaluated, and the influence of males with different weight indices on the productivity of doe of the maternal form. The results of research indicate that doe of the maternal form prevailed over females of the ancestral form in terms of milk yield by 1814 g ($p \leq 0.01$), but were inferior to them in terms of multifertility. Evaluating the correlation coefficients between the characteristics of the performance of female rabbits of the ancestral form, a probable ($p \leq 0.05$) average inverse relationship ($r = -0.561$) was found between multiple fertility and high fertility. In female rabbits of maternal form, there was a strong direct relationship between high fecundity and live weight of rabbits at the age of 21 days ($r=+0.794$) ($p \leq 0.05$). It was established that the main reproductive characteristics of female rabbits of the maternal form have low heritability (0,04-0,21). The probable influence of males with different weight indices on doe fertility was revealed (21 % ($p \leq 0.001$)) and on the milk yield (18 % ($p \leq 0.001$)) of the maternal form. The obtained research results will have significant practical value when planning breeding work with various structural elements of the Hyla cross.*

Keywords: *rabbits, heritability, correlation, productivity, milk yield, fertility, selection*

УДК: 664.8.037.1

**ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ АБРИКОСА У МОДИФІКОВАНОМУ
ГАЗОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ ЗА ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ХІТОЗАНОМ****Л. В. БАЛЬ-ПРИЛИПКО**, доктор технічних наук, професор<https://orcid.org/0000-0002-9489-8610>

E-mail: bplv@ukr.net

М. С. НІКОЛАЄНКО, доктор філософії (PhD)<https://orcid.org/0000-0003-2213-4985>

E-mail: hti19@ukr.net

А. М. ОМЕЛЬЯН, кандидат сільськогосподарських наук

E-mail: alina_omelian@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України[https://doi.org/10.31548/dopovidi1\(101\).2023.009](https://doi.org/10.31548/dopovidi1(101).2023.009)

Анотація. *Абрикос (*Prunus armeniaca* L.) має тонкі покривні тканини і ніжну соковиту м'якоть, що сприяє механічним пошкодженням і призводить до подальших втрат в післязбиральний період. Крім того, абрикос – клімактеричний плід, характеризується високою інтенсивністю дихання та метаболізму, і найбільшою чутливістю до етилену серед усіх кісточкових плодів, тому після збору врожаю процес дозрівання відбувається швидко, що призводить до обмеження терміну зберігання. Для гальмування метаболічних процесів застосовують зберігання в модифікованій атмосфері, проте у такий спосіб не завжди можна отримати необхідний результат та уникнути грибкових, гнильних та інших ознак псування. Тому сьогодні дослідження присвячені вивченню альтернативних методів і способів покращення збереження якості плодів абрикоса об'єктивно набувають актуальності. Мета досліджень – обґрунтування доцільності попередньої обробки плодів абрикоса хітозаном та визначення найбільш ефективної його концентрації для збереженості якісних показників. У дослідженні використано фізико-хімічні методи досліджень та методологічні основи процесів накопичення, систематизації, аналізу, узагальнення та синтезу даних. Для проведення досліджень використовували споживчо стиглі плоди абрикоса оброблені 1,0; 2,0; та 3,0 % розчинами низькомолекулярного хітозану. Дані показали, що масова частка сухих розчинних речовин наприкінці зберігання у контролі становила 7,0 %, що на 0,4–1,0 % менше порівняно із зразками, які були попередньо оброблені розчинами хітозану. Масова частка цукрів на двадцять п'яту добу зберігання коливалась у межах 5,9–7,0 %, що на 0,9–2,0 % більше від контролю, а втрати органічних кислот у кінці зберігання були меншими від контролю на 0,16–0,36 %. Отримані результати практично дають можливість подовжити якість, свіжість вигляду і товарну придатність плодів абрикоса, уникнути великих втрат зібраного урожаю за період зберігання плодів.*

Ключові слова: *тривалість зберігання, метаболічні процеси, суха речовина, цукри, органічні кислоти.*

Актуальність. Абрикос це швидкопсувний плід, термін зберігання якого за кімнатних температур становить 3–5 діб, а за умов охолодження – 2–4 тижні, залежно від сорту (Li Y. et al., 2022). Короткий термін зберігання цих плодів пояснюється невеликим періодом часу від товарного дозрівання до процесу деградації, який характерний для старіння.

Зберігання з контрольованою та модифікованою атмосферою використовується для збереження плодів після збору врожаю та сезонної доступності за рахунок уповільнення частоти дихання та пригнічення розвитку деяких патогенів під час холодильного зберігання, але не завжди ця технологія може повністю вирішити проблему швидкого псування (You Y. et al., 2022).

Занепокоєння європейських країн погіршення ситуації пов'язаної з продовольчою безпекою змушує будувати політику у напрямку до екологізації, безпечності та органічного виробництва. У таких умовах популярна обробка овочів, фруктів і ягід фунгіцидами для попередження їх швидкого псування стає неприпустимою, а пошук альтернативних способів необхідним.

Хітозан є одним із найперспективніших біоматеріалів для створення їстівних покриттів (Juric S. et al., 2023). Це найпоширеніший катіонний

полісахарид, який є відновлюваним ресурсом і недорогим біополімером (Zhao J., 2020). Крім того, Управління з контролю за продуктами й ліками США визнало хітозан харчовою добавкою (FDA. Generally Recognized As Safe, 2021), що вирішує питання безпеки харчування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Про заміну фунгіцидів у боротьбі з післязбиральними хворобами фруктів і овочів уже не один рік пишуть у своїх наукових роботах P. L. Pusey, C. Wilson, M. E. Wisniewski (2018). Безпечні їстівні плівки та покриття можна використовувати для збереження фруктів і овочів, оскільки вони створюють частковий бар'єр для вологи та газообміну. Ця перспективна технологія для консервування фруктів і овочів протягом останніх років активно вивчалася дослідниками різних країн світу. Італійські вчені R. Rajestary, P. Xylia, A. Chrysargyris, та ін. досліджували вплив обробки ягід полуниці препаратом на основі хітозану на якість врожаю і розвиток сірої цвілі у процесі їх зберігання (Rajestary R. et al., 2022). Китайські вчені C. Chen, Z. Nie, C. Wan, J. Chen довели ефективність використання харчового покриття на основі полісахаридів, що містить рослинні антимікробні екстракти, під час зберігання мандаринів (Chen C. et al., 2019).

У літературі представлено результати досліджень, в яких наведено переваги застосування хітазану, включаючи зменшення втрати вологи, збереження зовнішнього вигляду, текстури та смаку (Ziaolhagh S. H. et al., 2021; Lee D. et al., 2022). Такі покриття діють як бар'єр для газообміну між свіжими продуктами та навколишнім середовищем, зменшуючи швидкість дихання та гниття (Popescu P. A. et al., 2022). Ряд дослідників довели здатність харчових покриттів на основі хітозану сповільнити втрату маси та інтенсивність дихання плодів *Ziziphus Mauritiana* (Hesami A. et al., 2021), мандарина (Jurić S. et al., 2023), вишні (Василишина О. В., 2019), полуниці (Lee D. et al., 2022) протягом зберігання.

Мало відомостей залишається про зміни фізико-хімічних показників абрикоса під час холодного зберігання за попередньої обробки хітозаном. Враховуючи те, що доведено ефективність обробки хітозаном різних плодів, зокрема кісточкових (персик, вишня), можна припустити, що подібні результати можна спостерігати, досліджуючи післязбиральну обробку абрикоса. Тому проведено дослідження для вивчення впливу хітозанових покриттів на якісні характеристики плодів абрикоса під час холодильного зберігання у модифікованому газовому середовищі.

Мета. Дослідити вплив розчинів хітозану різних концентрацій на якість і термін придатності абрикос, що зберігаються у модифікованому газовому середовищі.

Методи. Дослідження проводили протягом 2022 р у лабораторії загальних технологій харчових виробництв факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України. Предметом дослідження були плоди абрикоса сорту Київський красень 2022 року врожаю.

Плоди абрикоса збирали у споживчій стадії стиглості, транспортували до місця зберігання, після чого проводили обробку 1,0; 2,0 та 3,0 % розчинами низькомолекулярного хітозану та висушували природнім шляхом. Сухі плоди пакували у поліетиленові пакети товщиною 30 мікрон. Зберігання проводили за температури 0° С з відносною вологістю повітря 90 %. За контроль вважали плоди без обробки.

Після зберігання визначали товарну якість продукції згідно з ДСТУ UNECE STANDARD FFV-02:2017 (2017). Для проведення хімічного аналізу формували вибірку масою не менше 2 кг та проводили відповідні визначення. У досліджуваних зразках рефрактометрично визначали вміст сухих розчинних речовин за

Баль-Прилипка Л. В., Ніколаєнко М. С., Омелян А. М.

ДСТУ 8402:2015 (2015). Вміст цукрів визначали фериціанідним методом за ДСТУ 4954:2008 (2008), масову частку органічних кислот – титруванням лугом за ДСТУ 4957:2008 (2008).

Результати. Дослідження показали, що плоди абрикоса на початок експерименту мали у своєму

складі 12,5 % сухих розчинних речовин, 9,5 % цукрів, 1,8 % органічних кислот.

За рівнем сухих розчинних речовин можна визначити товарну якість продукції після зберігання. Цей показник змінювався протягом всього періоду зберігання, що помітно на рисунку 1.

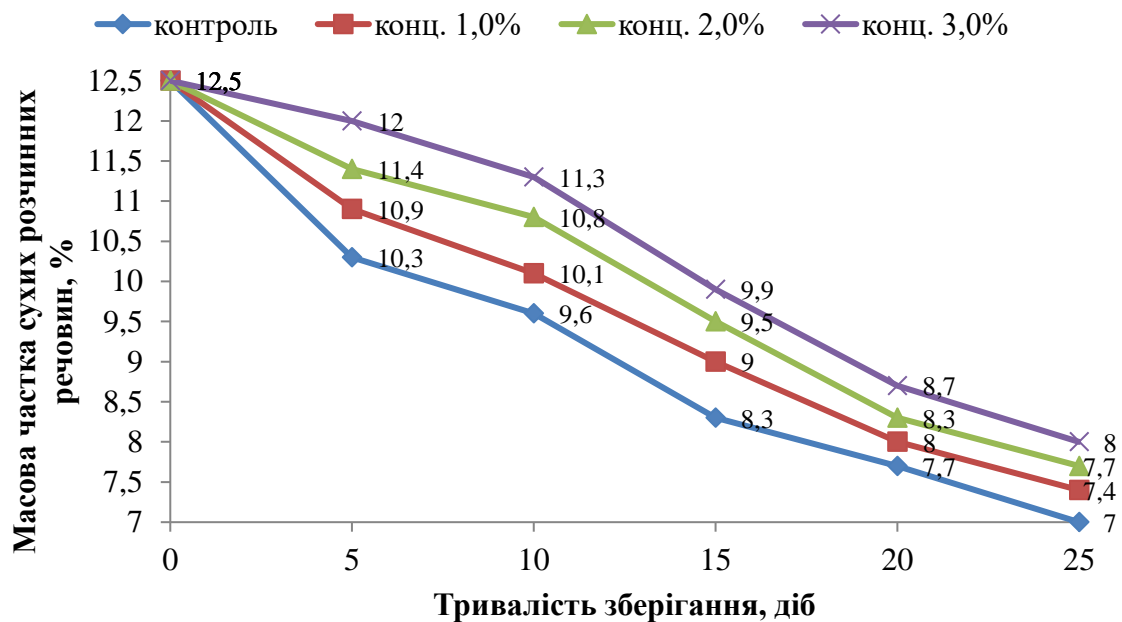


Рис. 1. Динаміка змін масової частки сухих розчинних речовин у плодах абрикоса

Під час зберігання спостерігалось поступове зниження масової частки сухих розчинних речовин у всіх зразках, проте виявлено істотну різницю між значеннями у контролі та решти зразках, які піддано обробці розчинами низькомолекулярного хітозану. Дані показали, що масова частка сухих розчинних речовин наприкінці зберігання у контролі становила 7 %, що на 0,4–1,0 % менше порівняно із зразками, які

попередньо оброблено розчинами хітозану. Найнижча втрата сухих розчинних речовин зафіксовано у зразку, плоди якого попередньо обробляли 3,0 % розчином низькомолекулярного хітозану, що говорить про найбільшу ефективність такої концентрації для обробки плодів абрикоса перед зберіганням.

Органічні кислоти та цукри беруть участь в окислювальних процесах, а динаміка їх втрат свідчить про інтенсивність післязбиральної

активності (дихання) і псування плодів.

Обробка плодів абрикоса розчином хітозану значно вплинула на результати змін масової частки цукрів протягом всього періоду зберігання. Зокрема на кінець досліду показники плодів з попередньою обробкою коливались у межах 5,9–7,0 %, що на 0,9–2,0 % більше від контролю. Тоді як на п'яту добу

досліді вміст цукру в оброблених плодах хітозаном був у межах 9,0–9,2 %, що на 0,1–0,3 % більше від контролю (рис. 2). Найвищий рівень цукру на кінець досліду спостерігали у зразках попередньо оброблених 3,0 % розчином хітозану, що дає підставу рекомендувати таку концентрацію для обробки плодів абрикоса перед зберіганням.

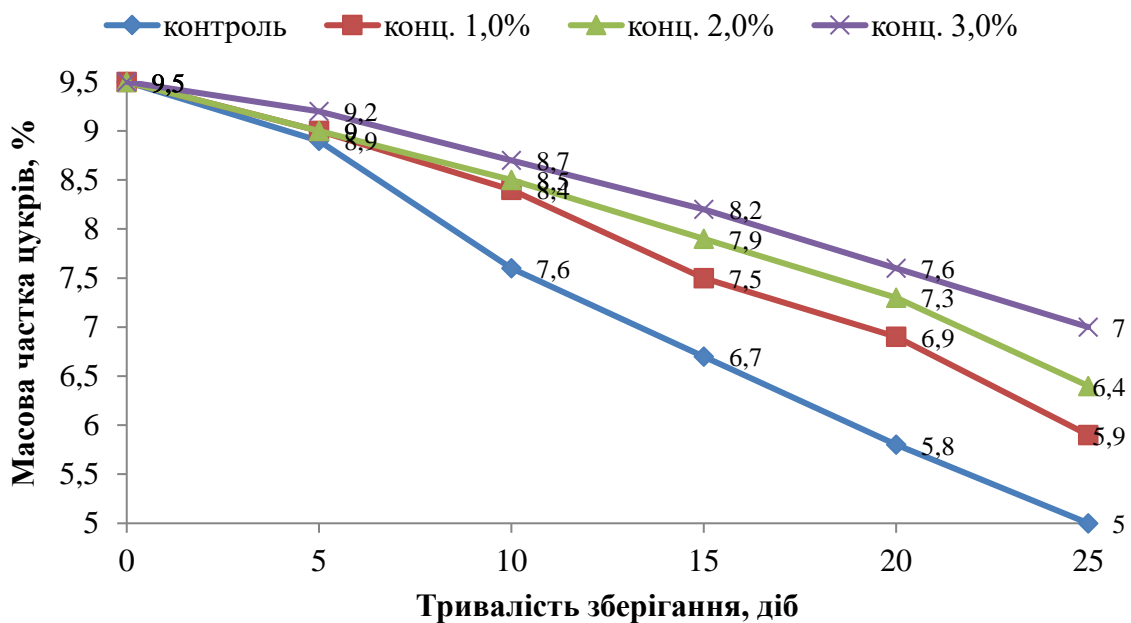


Рис. 2. Динаміка змін масової частки цукрів у плодах абрикоса

Дослідженнями встановлено, що попередня обробка плодів абрикоса розчинами хітозану суттєво впливає на зміни вмісту органічних кислот. З підвищенням концентрації хітозану спостерігали зменшення втрат органічних кислот. Зокрема для плодів абрикоса, оброблених 1,0 %

розчином хітозану, втрати органічних кислот на кінець досліду 0,8 %, для плодів оброблених 2,0 % розчином – 0,7 %, а за обробки 3,0 % розчином низькомолекулярного хітозану – 0,6 % (рис. 3), що є найбільш бажаним результатом.

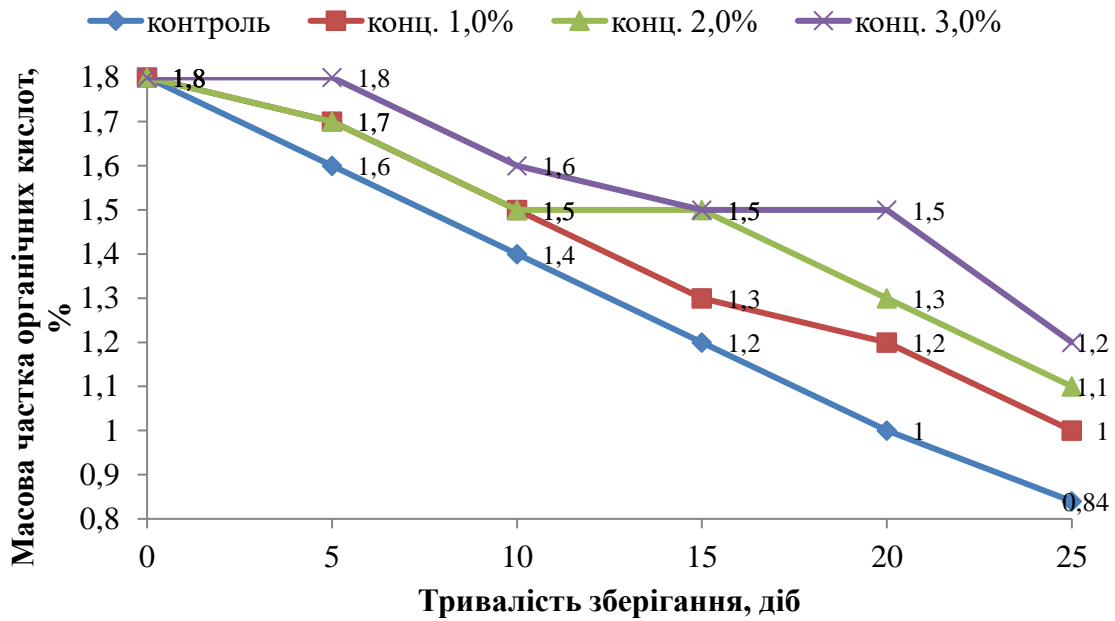


Рис. 3. Динаміка змін масової частки органічних кислот у плодах абрикоса

Отже, протягом усього дослідження втрата цукрів та органічних кислот у плодах абрикоса спостерігалася, але наявність хітозанової плівки сповільняла процес дихання, відповідно зменшуючи втрати цукрів та органічних кислот.

Одержані авторами результати досліджень загалом узгоджуються з наявними у публічному просторі. Наприклад, для плодів вишні, оброблених 0,5 % розчином хітозану, втрати вмісту сухих розчинних речовин склали 4,1–5,3 % (залежно від сорту), а для оброблених 1 % розчином хітозану – 2,9–3,9 % (Василишина О. В., 2019). Встановлено, що обробка плодів груші розчинами нанометалів істотно зменшує інтенсивність дихання протягом всього періоду зберігання, незалежно від їх сортових

особливостей. Висновки щодо цього дослідники робили за кількістю виділеного CO_2 (Сердюк М. Є. та ін., 2019). Дослідження щодо ефективності екологічно безпечних харчових покриттів під час зберігання плодів абрикоса та оцінка інтенсивності окислювальних процесів за вмістом цукрів та органічних кислот під час зберігання інших плодів і ягід, на жаль, рідко зустрічаються на наукових платформах, обговореннях, дискусіях, що стало основною мотивацією для початку авторами власних досліджень.

Висновки і перспективи. Результати досліджень свідчать, що хітозан запобігає інтенсивному перебігу фізіологічних процесів, які відбуваються протягом всього періоду зберігання. Так, масова

частка сухих розчинних речовин у плодах абрикоса наприкінці терміну зберігання у контролі становила 7 %, що на 0,4–1,0 % менше в порівнянні з зразками, які були попередньо оброблені розчинами хітозану. Масова частка цукрів на двадцять п'яту добу зберігання коливалась у межах 5,9–7,0 %, що на 0,9–2,0 % більше від контролю, а втрати органічних кислот у кінці зберігання

Список використаних джерел

1. Василишина О. В. Оптимізація зберігання плодів вишні з попередньою обробкою розчином хітозану. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2019. Вип. 3. С. 80–87.

2. ДСТУ UNECE STANDARD FFV-02:2017. Абрикоси свіжі. Вимоги до постачання та контролювання якості. [Чинний від 01.01.2018]. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 13 с.

3. ДСТУ 8402:2015. Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин. [Чинний від 01.07.2017]. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 13 с.

4. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів. [Чинний від 01.01.2009]. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2008. 22 с.

5. ДСТУ 4957:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. [Чинний від 01.07.2009]. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2008. 12 с.

6. Сердюк М. Є., Кюрчева Л. М., Андрущенко М. В., Жукова В. Ф. Вплив розчинів нанометалів на інтенсивність окисно-відновних процесів при зберіганні плодів груші. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. 2019. Вип. 9. Т. 1. С. 1–17.

7. Chen C., Nie Z., Wan C., Chen J. Preservation of xinyu tangerines with an edible coating using ficus hirta vahl. fruits

були меншими від контролю на 0,16–0,36 %. Отже, попередня обробка плодів абрикоса водними розчинами низькомолекулярного хітозану доцільна, а найбільш ефективна концентрація – 3,0 %.

Перспективою подальших досліджень є дослідження енергетичних витрат плодів абрикоса під час зберігання після попередньої обробки їх хітозаном.

extractincorporated chitosan. *Biomolecules*. 2019. Vol. 9. Iss. 46. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6406423/>

8. FDA. Generally Recognized As Safe. Discussion of the Available Safety Information on Chitosan. 2021. № 997. P. 73–75.

9. Hesami A., Kavooosi S., Khademi R. Effect of Chitosan Coating and Storage Temperature on Shelf-Life and Fruit Quality of *Ziziphus Mauritiana*. *International Journal of Fruit Science*. 2021. Vol. 21. Iss. 1. P. 509–518.

10. Jurić S., Bureš M. S., Vlahoviček-Kahlina K., Stracenski K. S., Fruk G., Jalšenjak N., Bandić L. M. Chitosan-based layer-by-layer edible coatings application for the preservation of mandarin fruit bioactive compounds and organic acids. 2023. Vol. 17. P. 1–10.

11. Lee D., Shayan M., Gwon J., Picha D., Wu Q. Effectiveness of cellulose and chitosan nanomaterial coatings with essential oil on postharvest strawberry quality. *Carbohydrate Polymers*. 2022. Vol. 298. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861722010062>

12. Li Y., Zhao Y., Zhang Z., He H., Shi L., Zhu X., Cui K. Near-freezing temperature storage improves shelf-life and suppresses chilling injury in postharvest apricot fruit (*Prunus armeniaca* L.) by regulating cell wall metabolism. *Food Chemistry*. 2022. Vol. 387. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35413549/>

13. Popescu P. A., Palade L. M., Nicolae I. C., Popa E. E., Miteluț A. C., Drăghici M. C., Matei F., Popa M. E. Chitosan-

Баль-Прилипка Л. В., Ніколаєнко М. С., Омелян А. М.

Based Edible Coatings Containing Essential Oils to Preserve the Shelf Life and Postharvest Quality Parameters of Organic Strawberries and Apples during Cold Storage. *Foods*. 2022. Vol. 11. Iss. 21. P. 1–18.

14. Pusey P. L., Wilson C., Wisniewski M. E. Management of Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables: Strategies to Replace Vanishing Fungicides. *Pesticide Interactions in Crop Production*. 2018. P. 477–492.

15. Rajestary R., Xylia P., Chrysargyris A., Romanazzi G., Tzortzakis N. Preharvest Application of Commercial Products Based on Chitosan, Phosphoric Acid Plus Micronutrients, and Orange Essential Oil on Postharvest Quality and Gray Mold Infections of Strawberry. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 23. № 24. URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/23/24/15472>.

16. You Y., Zhou Y., Duan X., Mao X. Research progress on the application of different preservation methods for controlling fungi and toxins in fruit and vegetable. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022. P. 1–12.

17. Zhao J., Xing T., Li Q., Chen Yu, Yao W., Jin S, Chen S. Preparation of chitosan and carboxymethylcellulose-based polyelectrolyte complex hydrogel via SD-A-SGT method and its adsorption of anionic and cationic dye. *Journal of Applied Polymer Science*. 2020. Vol. 137. Iss. 34. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.48980>

18. Ziaolhagh S. H., Kanani S. Extending the shelf life of apricots by using gum tragacanth-chitosan edible coating. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2021. № 23 (2). P. 319–331.

References

1. Vasylyshyna O. V. (2019). Optimization of storage fruit foods with preparing processing by hytosan solution. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, Iss. 3, P. 80–87.

2. SSU UNECE STANDARD FFV-02:2017. (2017). Concerning the marketing and commercial quality control of apricots. [Valid from 01.01.2018]. Kyiv. 13 p.

3. SSU 8402:2015. (2015). Products of Fruit and Vegetables Processing. Refractometric method for determination of soluble dry substances content. [Valid from 01.07.2017]. Kyiv. 13 p.

4. SSU 4954:2008. (2008). Fruits and Vegetables Products. Methods for Determination of Sugars. [Valid from 01.01.2009]. Kyiv. 22 p.

5. SSU 4957:2008. (2008). Fruits and Vegetables Products. Methods for determination of titratable acidity. [Valid from 01.07.2009]. Kyiv. 12 p.

6. Serdiuk M. Ye., Kiurcheva L. M., Andrushchenko M. V., Zhukova V. F. (2019). Influence of Nanometal Solutions on the Intensity of Oxidation-Reduction Processes in the Storage of Pear Fruit. *Scientific bulletin of the Tavria State Agrotechnological University*, Vol. 9, №. 1, P. 1–17.

7. Chen C., Nie Z., Wan C., Chen J. (2019). Preservation of xinyu tangerines with an edible coating using ficus hirta vahl. fruits extract incorporated chitosan. *Biomolecules*, Vol. 9, Iss. 46. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6406423/>

8. FDA. Generally Recognized As Safe. (2021) Discussion of the Available Safety Information on Chitosan, № 997, P. 73–75.

9. Hesami A., Kavooosi S., Khademi R. (2021). Effect of Chitosan Coating and Storage Temperature on Shelf-Life and Fruit Quality of *Ziziphus Mauritiana*. *International Journal of Fruit Science*, Vol. 21, Iss. 1, P. 509–518.

10. Jurić S., Bureš M. S., Vlahoviček-Kahlina K., Stracenski K. S., Fruk G., Jalšenjak N., Bandić L. M. (2023). Chitosan-based layer-by-layer edible coatings application for the preservation of mandarin fruit bioactive compounds and organic acids. 2023. Vol. 17. P. 1–10.

11. Lee D., Shayan M., Gwon J., Picha D., Wu Q. (2022). Effectiveness of cellulose and chitosan nanomaterial coatings with essential oil on postharvest strawberry quality. *Carbohydrate Polymers*, Vol. 298. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861722010062>

12. Li Y., Zhao Y., Zhang Z., He H., Shi L., Zhu X., Cui K. (2022). Near-freezing

temperature storage improves shelf-life and suppresses chilling injury in postharvest apricot fruit (*Prunus armeniaca* L.) by regulating cell wall metabolism. *Food Chemistry*, Vol. 387. URL:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35413549/>

13. Popescu P. A., Palade L. M., Nicolae I. C., Popa E. E., Miteluț A. C., Drăghici M. C., Matei F., Popa M. E. (2022). Chitosan-Based Edible Coatings Containing Essential Oils to Preserve the Shelf Life and Postharvest Quality Parameters of Organic Strawberries and Apples during Cold Storage. *Foods*, Vol. 11, Iss. 21, P. 1–18.

14. Pusey P. L., Wilson C., Wisniewski M. E. (2018). Management of Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables: Strategies to Replace Vanishing Fungicides. *Pesticide Interactions in Crop Production*, P. 477–492.

15. Rajestary R., Xylia P., Chrysargyris A., Romanazzi G., Tzortzakis N. (2022). Preharvest Application of Commercial Products Based on Chitosan, Phosphoric Acid Plus Micronutrients, and Orange Essential Oil

on Postharvest Quality and Gray Mold Infections of Strawberry. *International Journal of Molecular Sciences*, Vol. 23, № 24. URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/23/24/15472>.

16 You Y., Zhou Y., Duan X., Mao X. (2022). Research progress on the application of different preservation methods for controlling fungi and toxins in fruit and vegetable. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. P. 1–12.

17. Zhao J., Xing T., Li Q., Chen Yu, Yao W., Jin S, Chen S. (2020). Preparation of chitosan and carboxymethylcellulose-based polyelectrolyte complex hydrogel via SD-A-SGT method and its adsorption of anionic and cationic dye. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 137, Iss. 34. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.48980>

18. Ziaolhagh S. H., Kanani S. (2021). Extending the shelf life of apricots by using gum tragacanth-chitosan edible coating. *Journal of Agricultural Science and Technology*, № 23 (2), P. 319–331.

STORAGE OF APRICOTS IN A MODIFIED GAS ATMOSPHERE AFTER PRE-TREATMENT WITH CHITOSAN

L. V. Bal-Prylypko, M. S. Nikolaienko, A. M. Omelian

Abstract. *Apricot (*Prunus armeniaca* L.) has thin covering tissues and tender juicy flesh. This contributes to mechanical damage and leads to further losses in the post-harvest period. Besides, apricot is a climacteric fruit. It is characterized by a high intensity of respiration and metabolism, and the greatest sensitivity to ethylene among all stone fruits. Therefore, after harvesting, the ripening process occurs quickly, that leads to a limitation of the shelf life. Storage in a modified atmosphere is used to inhibit metabolic processes, but, in this way, it is not always possible to get the desired result and avoid fungal, rotten and other signs of deterioration. Therefore, today research devoted to the study of alternative methods and methods of improving the preservation of the quality of apricot fruits is objectively becoming relevant. The aim of the research is to substantiate the expediency of pre-treatment of apricot fruits with chitosan and to determine the most effective concentration of it for the preservation of quality indicators. The research uses physico-chemical methods of research and methodological bases of the processes of accumulation, systematization, analysis, generalization and synthesis of data. For the researches were used the consumer-ripe apricot fruits treated with 1,0; 2,0 and 3,0 % solutions of low molecular weight chitosan. The mass fraction of dry soluble substances at the end of storage in the control was 7,0 %, it is less on 0,4–1,0 % compared to the samples that were pretreated*

Баль-Прилипка Л. В., Ніколаєнко М. С., Омелян А. М.

with chitosan solutions. The mass fraction of sugars on the twenty-fifth day of storage varied between 5,9–7,0 %, it is more on 0,9–2,0 % than the control. The loss of organic acids at the end of storage was less on 0,16–0,36 % than the control. The results make it possible to prolong the quality, freshness of look and marketability of apricot fruits, to avoid large losses of the harvested the fruit for storage period.

Keywords: *storage period, metabolic processes, dry substances, sugars, organic acids*

**СКЛАД НАСАДЖЕНЬ ТА СТАН БЛАГОУСТРОЮ ПАРКУ
смт ПЕТРОПАВЛІКА ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ****В. П. БЕССОНОВА**, доктор біологічних наук, професор**О. Є. ІВАНЧЕНКО**, кандидат біологічних наук, доцент*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

Email: valentinabessonova492@gmail.com, ivanchenko_78@ukr.net

[https://doi.org/10.31548/dopovid1\(101\).2023.010](https://doi.org/10.31548/dopovid1(101).2023.010)

Анотація. Досліджено асортимент деревних і чагарникових рослин парку смт Петропавлівка, їх таксаційні характеристики, фітосанітарний стан, відповідність екологічним умовам місцевості. Проведено оцінку квіткового оформлення ділянки та рівня благоустрою садово-паркового об'єкту. Територія парку розділена на зони – дитячу, меморіальну, прогулянкову, зону тихого відпочинку та культурних заходів. Малі архітектурні форми відсутні, садово-паркове обладнання майже відсутнє. Квіткове оформлення парку є незадовільним. Квітники прямокутної форми, які розташовані посередині алей. Окрім квітникових рослин на них зростає *Juniperus sabina* та *Rose garden gr. Floribunda*. Асортимент квітникових рослин нараховує 7 видів багаторічників з 7 родів, з яких домінують *Iris hybrida* та *Viola reichenbachiana*.

У парку зростає 523 екз. деревних і чагарникових рослин, які відносяться до 23-х видів з 11-ти родин. Частка участі хвойних видів дорівнює 7,27 % щодо усіх рослин парку. Індекс видового різноманіття дорівнює 7,72, що характеризує його як об'єкт з недостатнім для парку рівнем дендрорізноманіття. Деревною породою, що переважає у насадженнях є *Robinia pseudoacacia*, децю менше дерев *Acer platanoides*, з чагарників домінує *Ligustrum vulgare*. П'ять родин (*Aceraceae*, *Salicaceae*, *Oleaceae*, *Pinaceae* та *Rosaceae*) представлені трьома видами кожна, інші – 1–2 видами. Найчисельнішими за кількістю екземплярів родинами є *Oleaceae*, *Fabaceae* та *Aceraceae*. У парку зростає 10 інтродукованих видів, що за відсотковою участю екземплярів дорівнює 40,15 %. У насадженнях парку переважають дерева які мають висоту від 10,0 до 12,0 м. Їх частка дорівнює 27,08 % від чисельності всіх дерев. Меншою кількістю представлені групи 8,1–10,0 і 12,1–14,0 м – по 19,05 % кожна. Найчастіше у парку трапляються дерева з діаметром штамбу 28,1–34 см – 27,38 % від загальної кількості дерев. У цій групі переважає *Robinia pseudoacacia*. Менше деревних рослин у групах 22,1–28 і 34,1–40 м – 17,56 і 20,24 %, відповідно. Діаметр стовбура більший за 52 см мають лише 3 екз. *Populus balsamifera*. Переважна більшість дерев парку смт Петропавлівка (69,8 %) відносяться до категорії «здорові», з наявними ознаками пошкодження – 21,4 %. Сильно пошкодженими виявилися 8,2 % дерев. Лише біля половини деревних насаджень парку здатні без шкоди переносити тривалу посуху, інші – у посушливий період вимагають додаткових поливів. 54,29 % насаджень не вибагливі до родючості ґрунтів, 39,57 % є мегатрофами.

Ключові слова: селище міського типу, зони парку, дендрофлора, таксономічний аналіз, таксаційні характеристики, життєвий стан

Актуальність. Селищні парки, як і міські, за широким спектром можливостей і своєю доступністю відіграють важливе соціальне значення. У парках населення проводить своє культурне дозвілля. Погляд на парк як на явище культури дозволяє розкрити смислову глибину і багатогранність парку як соціального феномена (Девятова, 2009; Горанова и др., 2017). Як соціально-культурні заклади, парки є значущими духовними, соціальними та економічними факторами життєдіяльності суспільства. Важлива оздоровча та рекреаційна роль парків. О.Є. Соколова зі співавторами (Соколова и др., 2018) акцентували увагу на тому, що розміщення об'єктів озеленення і насаджень на територіях поселень може розглядатися як екологічний каркас.

Проте в останні десятиліття мережа парків в Україні характеризується скороченням, відбувається процес їх занепаду (Сисак, Бармашина, 2013; Копієвська, 2015), в тому числі і селищних парків. Тому з точки зору реформування культурно-дозвільної сфери в Україні актуальним є створення нових і вдосконалення існуючих селищних парків, підвищення їхньої просвітньої, пізнавальної та розважальної діяльності. Але для того, щоб парк користувався попитом

у населення, він має бути облаштований не тільки сучасними об'єктами дозвілля, але важливу роль відіграє різноманіття зелених насаджень, їх естетична привабливість, оригінальні рослинні композиції. За всіх реконструктивних втручаннях основним принципом є максимальне збереження масивів деревних насаджень, окремих дерев та їх композицій. Для вирішення цих питань необхідно здійснювати інвентаризацію зелених насаджень, визначити їх різноманіття, життєвий стан, відповідність існуючим екологічним чинникам. Саме ці данні будуть підставою для реконструкції парку в майбутньому. Виходячи з цього, аналіз складу деревних насаджень та оцінка наявного благоустрою одного із селищних парків, який розташований в смт Петропавлівка, є важливим предметом вивчення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз територіальної організації, ландшафтно-композиційних та дендрологічних особливостей здійснений для ряду парків Українського Полісся, що мають заповідний статус (Олексійченко, Гричук, 2014; Олексійченко, Подольхова, 2015). Так, авторами встановлено, що у насадженнях дендропарків Житомирського Полісся зростає 133

Бессонова В. П., Іванченко О. Є.

види та культивари деревних рослин. Найбільшим дендрорізноманіттям характеризується дендропарк «Еліта», найменшим – дендропарк «Пілява» (Олексійченко, Гричук, 2014). Дослідниками зроблено висновок про бідність видового та внутрішньовидового різноманіття колекційних фондів та їх істотне зменшення упродовж розвитку. Н.О. Олексійченко та М.О. Подольховою (2015) проведено ретроспективного аналізу дендропарків місцевого значення, які розташовані на території Українського Полісся. Виявлено, що найбільшу дендрологічну цінність має дендропарк «Юннатський», у якому зростає 150 видів і культиварів деревних рослин; дендропарки «Еліта», «Пілява» та «Гладковицький» хоча і мають меншу цінність, однак в них зростають вікові насадження, інтродуковані та раритетні види.

Дендрологічні та композиційні дослідження виконані в ряді селищних парків Дніпропетровської області (Бессонова, Іванченко, 2020, 2021; Іванченко, Бессонова, 2020). Так, було оцінено видовий склад та стан благоустрою парків у смт Петриківка, Магдалинівка та Іларіонове. Встановлено, що індекс видового різноманіття у цих парках складав 12,5; 7,0 та 11,5, відповідно. За життєвим станом паркові насадження відносяться за категорії «здорові», оскільки наявний

асортимент деревних рослин переважно відповідає екологічним умовам місцевості за відношенням до абіотичних чинників. За проведеною естетичною оцінкою насаджень ці парки віднесені до II класу естетичної цінності.

Надана характеристика дендрофлори та естетична оцінка парку с. Крюківщина Київської області (Роговський, 2018), оцінено стан парку с. Іванівка Уманського району (Шлапак та ін., 2016). Однак в цілому розвитку мережі селищних парків завжди приділялось мало уваги. Комплексні дослідження цих зелених об'єктів практично не проводилися. Ще гірші справи склалися з вирішенням цих питань у деяких суміжних країнах. Так, аналіз ста поселень, що представлені малими населеними пунктами, проведений у інших країнах показав, що система озеленення тут навіть не закладалася (Соколова и др., 2018).

Для створення селищних парків як екологічного каркасу країни потрібні великі зусилля, проте це важливо і актуально. Необхідно дослідження з аналізу стану парків цієї категорії для їх реконструкції та подальшого моніторингу.

Мета дослідження.

Проаналізувати особливості структури зелених насаджень та ландшафтної організації парку смт Петропавлівка Дніпропетровської області.

Бессонова В. П., Іванченко О. Є.

Матеріали і методи дослідження. Парк в с/мт Петропавлівка розташований навколо

Свято-Петропавлівського храму і межує з вулицями Соборна, Героїв України та Миру (рис. 1).



Рис. 1. Розташування парку в с/мт Петропавлівка

Видовий склад дендрофлори та квітникових рослин, особливості структури парку вивчали маршрутним методом. Визначення видів рослин здійснювали за визначником (Доброчаева и др., 1999). Діаметр стовбура вимірювали мірною вилкою, висоту дерев –

$$L_n = \frac{100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 5n_4}{N},$$

де L_n – відносний життєвий стан деревостану, n_1 – число здорових рослин, n_2 – ослаблених, n_3 – сильно ослаблених, n_4 – відмираючі дерев.

Розподіл рослин за відношенням до вологості та родючості ґрунту здійснювали за шкалами, запропонованими О.Л. Бельгардом (Бельгард, 1971) та П.С. Погребняком

оптичним висотоміром SuuntoPM – 5/1520. Життєвий стан деревних рослин оцінювали за шкалою В. А. Алексєєва (Алексєєв, 1989). Встановлювали індекс життєвого стану деревостану парку за формулою (Алексєєв, 1989):

(Погребняк, 1968), а також за екологічними вимогами (Деревья..., 1986; Заячук, 2008).

Результати дослідження та їх обговорення. Парк с/мт Петропавлівка має рівнинний рельєф. Переважають закриті і напівзакриті простори. На його території можна виділити декілька зон: активного

Бессонова В. П., Іванченко О. Є.

відпочинку дітей з дитячим майданчиком, меморіальну, прогулянкову та тихого відпочинку.

Дитячий майданчик (рис. 2) розрахований на невеликий потік відвідувачів. Він обладнаний гойдалками, гіркою тощо. Елементи майданчика розфарбовані яскравими кольорами.

У парку знаходяться чотири меморіали: пам'ятник жертвам Чорнобиля «Землякам, що пройшли горнило Чорнобиля», пам'ятник загиблим в Афганістані, пам'ятник загиблим воїнам в роки Великої Вітчизняної Війни, пам'ятник загиблим воїнам АТО (рис. 3). Попри невеликі розміри території парку, його меморіальна зона віддає дань поваги героям найбільш значимих

подій на території нашої країни та поза її межами.

Прогулянкова та зона тихого відпочинку – це тінисті алеї вздовж парку, що оточені живоплотом, з довгими квітниками по центру (рис. 4). На території парку є кілька лав для відпочинку. Слід зазначити відсутність урн для сміття, що є досить негативним явищем і не відповідає сучасним вимогам організації парків.

На території парку розташована Свято-Петропавлівський храм, який є місцем проведення найзначніших релігійних свят.

Характерно, що як і у ряді інших селищних парків, відсутні малі архітектурні форми (альтанки, перголи тощо).



Рис. 2. Дитячий майданчик на території парку

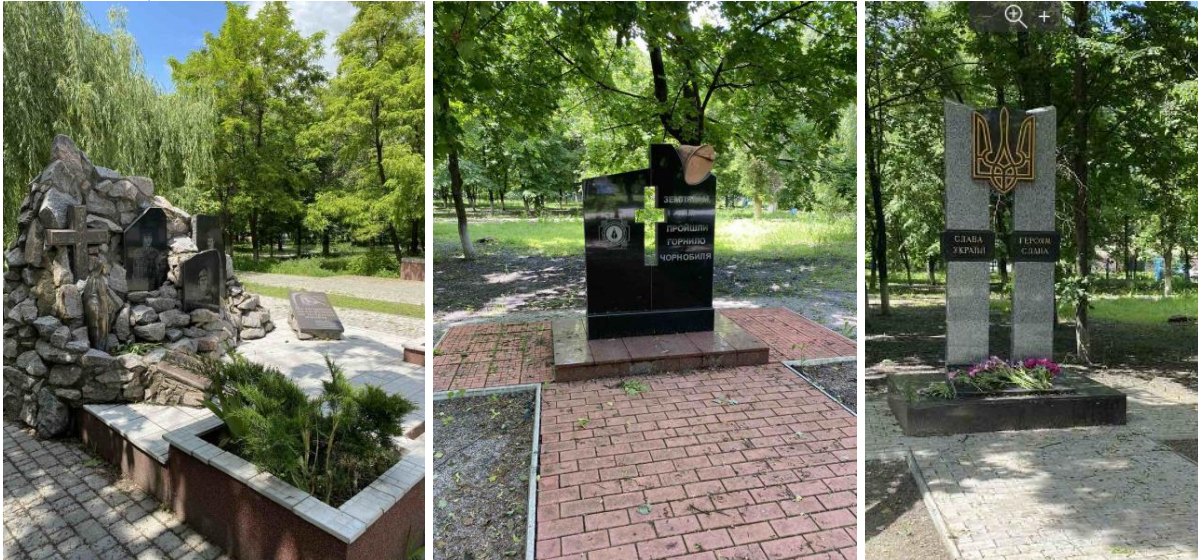


Рис. 3. Меморіали у парку смт Петропавлівка (зліва на право): пам'ятник загиблим в Афганістані, пам'ятник жертвам Чорнобиля, пам'ятник загиблим воїнам АТО

Незважаючи на великі площі квітників у парку, на них майже відсутні квітникові рослини. Аналіз квіткового оформлення парку у смт Петропавлівка показав, що воно на сьогодні перебуває у незадовільному стані та потребує втручання: асортимент дуже обмежений, квітники недоглянуті. Їх стан можна оцінити як незадовільний. Основна

частина квітників має вигляд прямокутників посередині алей. Біля пам'ятнику загиблим в Афганістані воїнам розміщується припіднятий прямокутний квітник з *Juniperus sabina*, на якому навесні квітнуть *Tulipa*. Декоративні трави, гарноквітучі однорічники та ґрунтопокривні рослини взагалі відсутні.



Рис. 4. Затінкова алея парку вздовж прогулянкової доріжки (зліва) та живопліт (справа)

Бессонова В. П., Іванченко О. Є.

Видовий склад квіткових рослин на території парку не відрізняється своєю різноманітністю (табл. 1). Загалом виявлено 7 видів квітникових рослин, які є багаторічниками, та належать до 6 родин і 7 родів. Найпоширенішим видом є *Iris hybrida* помаранчево-коричневого та блакитного кольорів, а також *Viola reichenbachiana*, яка розмножилася

самосівам та не має декоративної цінності. Місцями трапляються квітники з *Juniperus sabina* та *Rose garden gr. Floribunda* (рис. 5). Навесні у великій кількості цвітуть *Tulipa* та *Convallaria majalis*. Восени декоративність квітникам надає *Sedum spectabile*. Доцільно збільшити чисельність цих рослин.

1. Перелік декоративних квіткових рослин, що зростають у парку смт Петропавлівка

Родина	Рід	Назва виду	Кількість рослин
<i>Asphodeloideae</i> Burnett	<i>Heimerocallis</i> L.	<i>Heimerocallis fulwa</i> L. (лілійник рудий)	7
<i>Liliaceae</i> Juss.	<i>Tulipa</i> L.	<i>Tulipa hybrida</i> Hort (тюльпан гібридний)	Численні
<i>Asparagaceae</i> Juss	<i>Hosta</i> Tratt	<i>Hosta lansifolia</i> Engl. (хоста ланцетолиста)	4
	<i>Convallaria</i> L.	<i>Convallaria majalis</i> L. (конвалія звичайна)	Численні
<i>Iridaceae</i> Juss.	<i>Iris</i> L.	<i>Iris hybrida</i> Hort. (півники гібридні)	Численні
<i>Crassulaceae</i> DC.	<i>Sedum</i> L.	<i>Sedum spectabile</i> Borean (очиток видний)	12
<i>Violaceae</i> Batsch	<i>Viola</i> L.	<i>Viola reichenbachiana</i> Jordan ex Boreau (фіалка лісова)	Численні

Насадження парку представлені переважно одноярусними рядовими посадками. Зімкнутість крон становить 0,6–0,7. Садово-паркові композиції з дерев і кущів представлені алеями, живоплотами, рядовими посадками та групами

(табл. 2). Останні частково втратили свою структурність внаслідок загибелі окремих екземплярів. Підлісок відсутній. Трав'яний покрив у весняні та ранньолітні місяці знаходиться у відносно доброму стані.

2. Види насаджень деревних рослин в ландшафті парку

Вид насадження	Назва рослин
Алеї	<i>Acer platanoides</i> L., <i>Betula pendula</i> Roth., <i>Robinia pseudoacacia</i> L.
Рядові посадки	<i>Acer platanoides</i> L., <i>Betula pendula</i> Roth., <i>Robinia pseudoacacia</i> L.
Солітери	<i>Acer platanoides</i> L., <i>Tilia cordata</i> Mill.
Групи	<i>Salix alba</i> L., <i>Acer platanoides</i> L.
Живоплоти	<i>Ligustrum vulgare</i> L.

Бессонова В. П., Іванченко О. Є.

Аналіз видового складу дерев та чагарників дозволив встановити, що дендрофлора парку включає 23 види, які належать до 11-ти родин та 18-ти родів (табл. 3). Індекс різноманіття дендрофлори становить 7,72. Порівняння його величини зі значеннями в інших селищних парках свідчать, що за біорізноманіттям дендрофлори існують значні відміни. Так, у парку смт Іларіонове зростає 32 види з 16 родин. Індекс видового багатства становить 11,74 (Іванченко, Бессонова, 2020). У парку смт Петриківка нараховано 31 вид з 14-ти родин, індекс видового багатства дорівнює 12,87 (Бессонова, Іванченко, 2021). В парку смт Магдалинівка виявлено 19 видів з 15

родин, індекс різноманіття – 7,08 (Бессонова, Іванченко, 2020), а у парку селища Ново-Олександрівка ці показники дорівнюють відповідно 21, 13 та 7,72 (Іванченко, Бессонова, 2015). На доволі різноманітну дендрофлору парку с. Крюківщина (Київська область) за таксономічним складом – 38 видів, 1 декоративна форма, 1 сорт, – вказує С.В. Роговський (Роговський, 2018). Отже, парк селища Петропавлівка характеризується відносно низьким показником різноманіття дендрофлори.

Трьома видами представлені родини *Aceraceae*, *Salicaceae*, *Oleaceae*, *Pinaceae* та *Rosaceae*, двома – *Cupressaceae*, інші – одним.

3. Таксономічний аналіз дендрофлори парку смт Петропавлівка

№	Родина	Рід	Вид	Загальна кількість рослин, шт.	Кількість, %
1.	Соснові (<i>Pinaceae</i> Lindl.)	Ялина (<i>Picea</i> L.)	Ялина звичайна (<i>Picea abies</i> L.)	3	0,57
			Ялина колюча (<i>Picea pungens</i> Engelm.)	4	0,76
		Ялиця (<i>Abies</i> Mill.)	Ялиця біла (<i>Abies alba</i> Mill.)	12	2,29
2	Кипарисові (<i>Cupressaceae</i> F. Neger)	Туя (<i>Thuja</i> L.)	Туя західна ф. 'Cristata' (<i>Thuja occidentalis</i> L.)	10	1,91
		Ялівець (<i>Juniperus</i> L.)	Ялівець козацький (<i>Juniperus sabina</i> L.)	9	1,72
3	Березові (<i>Betulaceae</i> C.A. Agardh.)	Береза (<i>Betula</i> L.)	Береза повисла (<i>Betula pendula</i> Roth.)	7	1,34
4	Горіхові (<i>Juglandaceae</i> Lindl.)	Горіх (<i>Juglans</i> L.)	Горіх грецький (<i>Juglans regia</i> L.)	6	1,15
5	Вербові	Верба (<i>Salix</i>)	Верба біла (<i>Salix alba</i> L.)	14	2,68

Бессонова В. П., Іванченко О. Є.

	(Salicaceae Lindl.)	Тополя (<i>Populus</i> L.)	Тополя бальзамічна (<i>Populus balsamifera</i> L.)	11	2,10
			Тополя біла (<i>Populus alba</i> L.)	10	1,91
6	Липові (<i>Tiliaceae</i> Juss.)	Липа (<i>Tilia</i> L.)	Липа серцелиста (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	22	4,21
			Липа широколиста (<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.)	11	2,10
7	Розові (<i>Rosaceae</i> Juss.)	Спірея (<i>Spiraea</i> L.)	Спірея середня (<i>Spiraea media</i> F.Schmidt)	4	0,76
		Горобина (<i>Sorbus</i> L.)	Горобина звичайна (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	3	0,57
		Троянда (<i>Rosa</i> L.)	Флорібунда троянди (<i>Rose garden</i> gr. <i>Floribunda</i>)	24	4,59
8	Бобові (<i>Fabaceae</i> Lindl.)	Робінія (<i>Robinia</i> L.)	Робінія звичайна (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	113	21,61
9	Кленові (<i>Aceraceae</i> Lindl.)	Клен (<i>Acer</i> L.)	Клен гостролистий (<i>Acer platanoides</i> L.)	85	16,25
			Клен-явір (<i>Acer pseudoplatanus</i> L.)	1	0,19
			Клен ясенелистий (<i>Acer negundo</i> L.)	1	0,19
10	<i>Hippocastanaceae</i> Torr. et Gray	Гіркокаштан (<i>Aesculus</i> L.)	Гіркокаштан звичайний (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	29	5,54
11	Маслинові (<i>Oleaceae</i> Lindl.)	Ясен (<i>Fraxinus</i> L.)	Ясен звичайний (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	4	0,76
		Бузок (<i>Syringa</i> L.)	Бузок звичайний (<i>Syringa vulgaris</i> L.)	13	2,49
		Бирючина (<i>Ligustrum</i> L.)	Бирючина звичайна (<i>Ligustrum vulgare</i> L.)	127	24,28
Всього				523	100

За кількістю рослин найменш чисельними родинами є *Betulaceae* та *Juglandaceae*.

Найбільшу

представленість у насадженнях парку мають родини *Oleaceae* та *Fabaceae* та *Aceraceae* (рис. 5). Родина *Oleaceae*

Бессонова В. П., Іванченко О. Є.

представлена в основному чагарниками, а саме *Ligustrum vulgare*, які зростають у живоплотах

та *Syringa vulgaris*, а також незначною кількістю екземплярів *Fraxinus excelsior*.

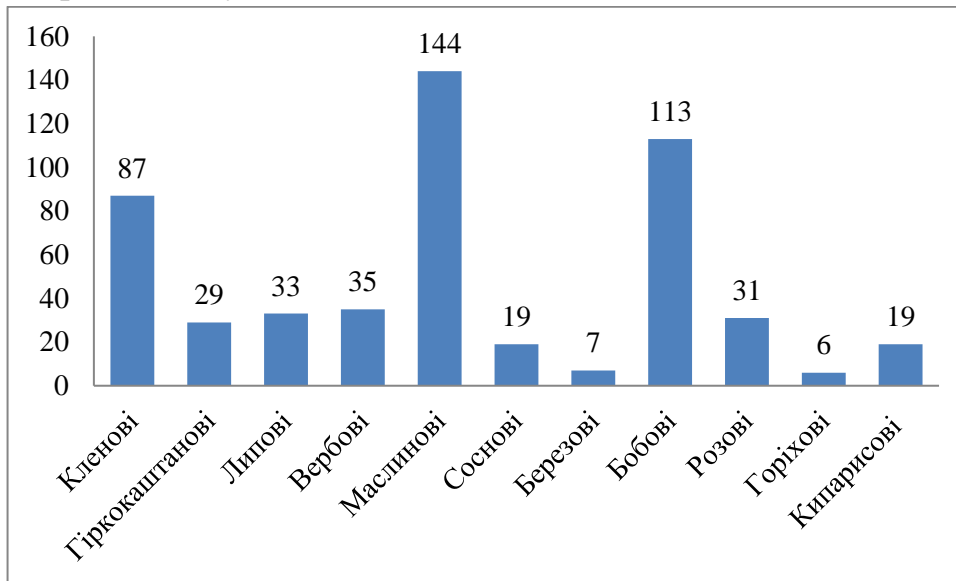


Рис. 5. Співвідношення родин у насадженні парку смт Петропавлівка за кількістю екземплярів рослин, шт.

Дендрофлора парку включає 13 аборигенних видів, що складає 56,52 % від загальної кількості деревних рослин та 10 інтродукованих (табл. 4) – 43,48 %. За кількістю екземплярів інтродуковані рослини становлять 40,15 %. Суттєво перевищує чисельність інших інтродуцентів *Robinia pseudoacacia* –

113 шт. або 56,8 % від загальної кількості рослин цієї групи, на другому місці – *Aesculus hippocastanum* (29 шт.). Значно менша величина суми інших інтродукованих рослин – 28,6 %. Як за чисельністю видів (55,5 %), так і екземплярів переважають рослини з Північної Америки – 59,85 %.

4. Інтродуковані види парку смт Петропавлівка та їх природний ареал

№ п/п	Інтродуковані види	Природний ареал	Кількість, шт.
1	<i>Acer negundo</i>	Північна Америка	1
2	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Гори півдня Балканського півострова	29
3	<i>Juglans regia</i>	Середня Азія, північний Китай, північна Індія, Іран	6
4	<i>Picea pungens</i>	Північна Америка	4
5	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Північна Америка	113
6	<i>Thuja occidentalis</i>	Північна Америка	10
7	<i>Populus balsamifera</i>	Північна Америка	11
8	<i>Syringa vulgaris</i>	Балканський півострів	13
9	<i>Abies alba</i>	Гори Середньої, Південної і частково Західної Європи, зокрема в Карпатах	12
10	<i>Tilia plathyphyllos</i>	Південна і Середня Європа, Західна Україна	11
		Всього	210

На території парку трапляються в незначній кількості такі чагарники як *Spiraea media*, *Syringa vulgaris*, *Juniperus sabina* та паркові троянди групи *Floribunda*, а також найпоширеніший вид – *Ligustrum vulgare*. Ця рослина висаджена переважно у живоплотах, які потребують формувальної стрижки.

Аналіз розподілу дерев парку за висотою наведено у табл. 5. У насадженнях переважають дерева заввишки від 10,1 до 12,0 м, серед яких найбільшу частку складає *Robinia pseudoacacia*. Однакові за кількістю рослин групи з висотами в межах 8,1–10 м і 12,1–14 м – по 19,05 % від загальної кількості дерев. У цих класах висот найбільше дерев *Robinia pseudoacacia*. Висоту до 4 м мають всього 5 дерев – 3 екз. *Tilia*

cordata і по одному – *Robinia pseudoacacia* та *Sorbus aucuparia*. Середня висота деревних рослин складає близько 12 м.

У насадженнях парку найбільша кількість дерев у класі діаметрів 28,1–34 см – 27,38 % від загальної кількості деревних рослин. Найчисельніше у цій групі представлена *Robinia pseudoacacia* (табл. 6). Мало відрізняються за кількістю рослин групи з діаметрами в межах 22,1–28 м і 34,1–40 м – 17,56 і 20,24 % відповідно. У першій з них переважає *Acer platanoides*, у другій – *Robinia pseudoacacia*. Отже, найбільше дерев *Robinia pseudoacacia* у класах діаметрів 28,1–34,0 і 34,1–40,0 см. До цих же класів віднесено 83,70 % всіх дерев *Aesculus hippocastanum*.

5. Розподіл дерев парку за висотою

Види	Висота, м										Всього, шт.
	до 4,0	4,1–6,0	6,1–8,0	8,1–10,0	10,1–12,0	12,1–14,0	14,1–16,0	16,1–18,0	18,1–20,0	20,1–22,0	
<i>Acer platanoides</i>	–	–	–	11	15	16	22	20	1	–	85
<i>Robinia pseudoacacia</i>	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1
<i>Acer negundo</i>	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1
<i>Aesculus hippocastanum</i>	–	–	4	15	10	–	–	–	–	–	29
<i>Tilia plathyphyllos</i>	–	–	3	3	5	–	–	–	–	–	11
<i>Tilia cordata</i>	3	4	2	6	4	3	–	–	–	–	22
<i>Salix alba</i>	–	–	–	1	5	6	2	–	–	–	14
<i>Populus alba</i>	–	–	–	–	–	–	–	3	3	4	10
<i>Populus balsamifera</i>	–	1	1	–	–	–	–	3	4	2	11

Бессонова В. П., Іванченко О. Є.

<i>Fraxinus excelsior</i>	–	–	–	–	4	–	–	–	–	–	4
<i>Picea abies</i>	–	–	–	1	2	–	–	–	–	–	3
<i>Picea pungens</i>	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	4
<i>Abies alba</i>	–	–	–	1	11	–	–	–	–	–	12
<i>Betula pendula</i>	–	–	–	2	1	2	2	–	–	–	7
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	7	1	20	31	37	16	–	–	–	113
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	3
<i>Juglans regia</i>	–	–	3	2	1	–	–	–	–	–	6
Всього, шт.	5	14	15	64	91	64	43	26	8	6	336
%	1,49	4,16	4,46	19,05	27,08	19,05	12,80	7,74	2,38	1,79	100

Найбільший діаметр 52,1–58 см у парку мають 2 екз. *Populus alba* та 3 шт. *Populus balsamifera*. Виявлено

всього 9 дерев з діаметрами меншими за 10 см. З них 3 шт. *Sorbus aucuparia* та 6 шт. *Tilia cordata*.

6. Розподіл деревних рослин за діаметром стовбура

Види	Діаметр, см									Всього, шт.
	< 10,0	10,1–16,0	16,1–22,0	22,1–28,0	28,1–34,0	34,1–40,0	40,1–46,0	46,1–52,0	52,1–58,0	
<i>Acer platanoides</i>	–	2	25	35	18	5	–	–	–	85
<i>Acer pseudoplatanus</i>	–	–	1	–	–	–	–	–	–	1
<i>Acer negundo</i>	–	–	–	–	1	–	–	–	–	1
<i>Aesculus hippocastanum</i>	–	–	–	3	11	13	2	–	–	29
<i>Tilia plathyphyllos</i>	–	3	2	2	4	–	–	–	–	11
<i>Tilia cordata</i>	6	3	3	3	3	4	–	–	–	22
<i>Salix alba</i>	–	–	–	–	–	8	2	4	–	14
<i>Populus alba</i>	–	–	–	–	–	1	3	4	2	10
<i>Populus balsamifera</i>	–	–	–	–	–	–	5	3	3	11
<i>Fraxinus excelsior</i>	–	–	–	1	2	1	–	–	–	4
<i>Picea abies</i>	–	–	–	–	2	1	–	–	–	3
<i>Picea pungens</i>	–	–	–	1	3	–	–	–	–	4
<i>Abies alba</i>	–	–	–	6	5	1	–	–	–	12
<i>Betula pendula</i>	–	1	3	1	2	–	–	–	–	7
<i>Robinia pseudoacacia</i>	–	7	2	6	41	34	22	1	–	113
<i>Sorbus aucuparia</i>	3	–	–	–	–	–	–	–	–	3
<i>Juglans regia</i>	–	3	2	1	–	–	–	–	–	6
Всього, шт.	9	19	38	59	92	68	34	12	5	336
%	2,68	5,65	11,31	17,56	27,38	20,24	10,12	3,33	1,49	100

Бессонова В. П., Іванченко О. Є.

Важливим фактором, що впливає на загальну естетичність зелених насаджень, є рівень життєвого стану рослин, що їх складають.

Оцінка життєвого стану насаджень у парку показала, що до категорії «здорові» дерева відноситься 69,8 % рослин. Серед них багато дерев *Acer platanoides* (83,5 % від усіх екземплярів даного виду) і *Aesculus hippocastanum* (79,3 %), серед чагарників переважає *Ligustrum vulgare* (75,6 %). З наявними ознаками пошкоджень, що проявлялося у зниженій густоті крони на 30 % через передчасне опадання або недорозвиненість асиміляційного апарату, зрідження скелетної частини крони, виявилось 21,4 % рослин. До цієї групи було віднесено 42,4 % усіх рослин *Tilia cordata*, 10,6 % *Robinia pseudoacacia*, усі екземпляри *Abies alba*, *Picea abies*, *P. pungens* та *Acer negundo*.

У сильно пошкодженому стані перебуває 8,2 % усіх насаджень, серед яких окремі екземпляри *Acer platanoides*, *Aesculus hippocastanum*, *Salix alba*, *Populus alba*, *Populus balsamifera*, *Ligustrum vulgare*, *Robinia pseudoacacia* та *Thuja occidentalis*. Дерев, що відмирають, у насадженнях всього 2 екз. – по одному *Populus*

balsamifera та *Fraxinus excelsior*. З сухостійних рослин наявний лише 1 екз. тополі бальзамічної, який не відновилася після сильної санітарної обрізки (табл. 7).

Досить поширеним у нашій країні є ураження каштановою міллю листків *Aesculus hippocastanum* у другій половині вегетації, що також спостерігається на території парку, але усихання гілок практично не виявлено.

Поодинокі екземпляри дерев мають викривлення стовбурів, багатостовбурність, механічні пошкодження та морозобоїни. Багатостовбурність найчастіше в насадженнях парку зустрічається у *Aesculus hippocastanum*.

Незважаючи на добрий зовнішній вигляд, *Juniperus sabina* росте досить повільно та має незначне гілкування, що може бути спричинено дуже сухими жаркими погодними умовами у період вегетації рослин і відсутністю поливу, а також сильним рівнем забур'янення квітників, на яких даний вид зростає у парку.

Індекс життєвого стану деревостану парку становить 88,08, тобто він оцінюється як «здоровий».

7. Життєвий стан насаджень парку смт Петропавлівка

№	Вид	Категорія життєвого стану за В.А. Алексєєвим					Всього шт. / %
		1	2	3	4	5	
1	<i>Acer platanoides</i>	71	6	8	–	–	85
2	<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	–	–	–	–	1
3	<i>Acer negundo</i>	–	1	–	–	–	1
4	<i>Aesculus hippocastanum</i>	23	4	2	–	–	29
5	<i>Tilia cordata</i>	13	9	–	–	–	22
6	<i>Tilia plathyphyllos</i>	7	4	–	–	–	11
7	<i>Salix alba</i>	2	8	4	–	–	14
8	<i>Populus alba</i>	–	5	5	–	–	10
9	<i>Populus balsamifera</i>	–	4	5	1	1	11
10	<i>Fraxinus excelsior</i>	1	2	–	1	–	4
11	<i>Syringa vulgaris</i>	8	5	–	–	–	13
12	<i>Ligustrum vulgare</i>	96	24	7	–	–	127
13	<i>Picea abies</i>	–	3	–	–	–	3
14	<i>Picea pungens</i>	–	4	–	–	–	4
15	<i>Abies alba</i>	–	12	–	–	–	12
16	<i>Betula pendula</i>	4	3	–	–	–	7
17	<i>Robinia pseudoacacia</i>	91	12	10	–	–	113
18	<i>Spiraea media</i>	4	–	–	–	–	4
19	<i>Sorbus aucuparia</i>	3	–	–	–	–	3
20	<i>Rose garden gr. Floribunda</i>	24	–	–	–	–	24
21	<i>Juglans regia</i>	3	3	–	–	–	6
22	<i>Thuja occidentalis</i>	7	1	2	–	–	10
23	<i>Juniperus sabina</i>	8	1	–	–	–	9
Всього, шт.		365	112	43	2	1	523
%		69,8	21,4	8,2	0,4	0,2	100

Аналіз деревної рослинності парку смт Петропавлівка за вимогами до режиму зволоження вказує, що 47,61 % усіх рослин відносяться до посухостійких (ксерофіти). До цієї групи належить *Robinia pseudoacacia* та *Ligustrum vulgare*, які мають велику частку у насадженнях. Рослин, які здатні витримувати нетривалу посуху у парку 5,74 %, менш посухостійких – 8,41 % (табл. 8).

Проте на території дослідного об'єкту зростає 33,26 % вибагливих до режиму зволоження рослин –

мезофітів. Переважають у цій групі *Acer plantanoides*, *Tilia cordata* та *Aesculus hippocastanum*. Дуже вологолюбні рослини (мегогідрофіти та гідрофіти) у сумі складають 5,16 %.

Зона розташування смт Петропавлівка, в якій знаходиться парк, характеризується посушливим кліматом, коефіцієнт вологості дорівнює 0,67–0,70. Тому бажано вводити до видового складу деревних рослин парку більше посухостійких видів.

8. Розподіл деревних рослин парку смт Петропавлівка за вибагливістю**ДО ВОЛОГИ**

Група	Вид	Кількість, шт.	Частка від загальної кількості дерев, %
Ксерофіти	<i>Robinia pseudoacacia</i>	113	21,61
	<i>Juniperus sabina</i>	9	1,72
	<i>Ligustrum vulgare</i>	127	24,28
			Всього 47,61
Мезоксерофіти	<i>Juglans regia</i>	6	1,15
	<i>Rose garden gr. Floribunda</i>	24	4,59
			Всього 5,74
Ксеромезофіти	<i>Syringa vulgaris</i>	13	2,49
	<i>Picea pungens</i>	4	0,76
	<i>Thuja occidentalis</i>	10	1,91
	<i>Spiraea media</i>	4	0,76
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	0,19
	<i>Tilia platyphyllos</i>	11	2,10
	<i>Acer negundo</i>	1	0,19
			Всього 8,41
Мезофіти	<i>Acer plantanoides</i>	85	16,25
	<i>Aesculus hippocastanum</i>	29	5,54
	<i>Tilia cordata</i>	22	6,31
	<i>Fraxinus excelsior</i>	4	0,76
	<i>Populus balsamifera</i>	11	2,10
	<i>Picea abies</i>	3	0,57
	<i>Abies alba</i>	12	2,29
	<i>Betula pendula</i>	7	1,34
			Всього 33,26
Мезогірофіти	<i>Populus alba</i>	10	1,91
	<i>Sorbus aucuparia</i>	3	0,57
			Всього 2,48
Гірофіти	<i>Salix alba</i>	14	Всього 2,68

За вибагливістю до родючості ґрунтів 54,29 % рослин від усіх деревних насаджень є оліготрофами (табл. 9). В цій групі 9 видів, з яких найчисельнішими є *Robinia pseudoacacia* та *Ligustrum vulgare*. До вибагливих до вмісту у ґрунті поживних речовин відносяться 39,57 % рослин. Серед них *Acer plantanoides*, *Aesculus hippocastanum*, *Tilia cordata* та інші. Проміжна група

мезотрофів складає 4,59 % деревної рослинності паркових насаджень.

Зважаючи на те, що ґрунт парку – чорнозем звичайний, який характеризується достатньо високим вмістом мінеральних елементів та гумусу, можна вважати, що асортимент деревних рослин парку підібраний вірно, проте слід періодично проводити підживлення деревних рослин добривами.

9. Розподіл деревних рослин парку смт Петропавлівка за вибагливістю до родючості ґрунту

Група	Вид	Кількість, шт.	Частка від загальної кількості дерев, %
Оліготрофи	<i>Robinia pseudoacacia</i>	113	21,61
	<i>Juniperus sabina</i>	9	1,72
	<i>Betula pendula</i>	7	1,34
	<i>Spiraea media</i>	4	0,76
	<i>Picea pungens</i>	4	0,76
	<i>Populus alba</i>	10	1,91
	<i>Thuja occidentalis</i>	10	1,91
	<i>Ligustrum vulgare</i>	127	24,28
			Всього 54,29
Мезотрофи	<i>Syringa vulgaris</i>	13	2,49
	<i>Sorbus aucuparia</i>	3	0,57
	<i>Fraxinus excelsior</i>	4	0,76
	<i>Populus balsamifera</i>	11	2,10
			Всього 5,92
Мегатрофи	<i>Acer plantanoides</i>	85	16,25
	<i>Aesculus hippocastanum</i>	29	5,54
	<i>Acer negundo</i>	1	0,19
	<i>Tilia cordata</i>	33	6,31
	<i>Rose garden gr. Floribunda</i>	24	4,59
	<i>Picea abies</i>	3	0,57
	<i>Abies alba</i>	12	2,29
	<i>Juglans regia</i>	6	1,15
	<i>Salix alba</i>	14	2,68
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	0,19
			Всього 39,57

Висновки і перспективи.

1. За проведеним ландшафтним аналізом на території парку смт Петропавлівка виділено декілька функціональних зон: активного відпочинку дітей з дитячим майданчиком, прогулянкову, зону тихого відпочинку та меморіальну, яка налічує 4 меморіали. Прогулянкова зона представлена затінковими алеями і лавами для відпочинку.

2. На території парку виділені ділянки під квіткове оформлення, проте вони не виконують свого

функціонального призначення. Оформлення квітників з використанням декоративних трав, гарноквітучих однорічників та ґрунтопокривних рослин відсутнє. Видовий асортимент квіткових рослин налічує всього 7 видів, які відносяться до багаторічників. Серед них найчисельнішим є *Iris hybrida*. Подекуди зустрічається самосів *Viola reichenbachiana*. На окремих ділянках квіткове оформлення складається з *Rose garden gr. Floribunda* та *Juniperus sabina*.

Бессонова В. П., Іванченко О. Є.

3. Дендрофлора парку смт Петропавлівка репрезентована 23-ма видами деревної рослинності з 11-ти родин і 18-ти родів у їх загальній кількості 523 шт. Частка участі дерев складає 66,2 %, кущів – 33,8 %. Хвойні рослини складають 7,3 % від усіх насаджень. З наявних деревних порід найчисленнішими є *Robinia pseudoacacia* у кількості 113 шт., що складає 32,7 % від загальної кількості дерев та *Acer platanoides* – 85 шт. та (24,6 %), відповідно. Садово-паркові композиції з деревних рослин представлені рядами, масивами, групами та алеями.

4. Серед чагарників на території парку зростають у незначній кількості *Spiraea media*, *Syringa vulgaris*, *Juniperus sabina* та *Rosa garden gr. Floribunda*. Найпоширеніший вид – *Ligustrum vulgare* (71,8 % від загальної кількості чагарників). Ця рослина висаджена переважно у живоплотах.

5. Найбільша кількість дерев віднесена до класу висот 10,1–12,0 м і до класу діаметрів 28,1–34,0 см, в них переважає *Robinia pseudoacacia*.

6. Оцінка життєвого стану насаджень у парку показала, що до першої категорії (здорове дерево) відноситься 69,8 % рослин, до другої (ослаблені) – 21,4 %, третьої (дуже ослаблені) – 8,2 %. Індекс життєвого стану деревостану парку складає 88,08, що характеризує його як «здоровий».

7. За вимогами до абіотичних чинників довкілля (режим зволоження, родючість ґрунту) асортимент деревних рослин частково зростання. За відношенням до зволоження дерева парку в значній мірі відповідають екологічним умовам дослідної ділянки (61,76 %), проте 33,26 % рослин вимагають оптимальних показників вмісту вологи в ґрунті та повітрі (мезофіти), а 5,16 % є дуже вибагливими до цього чинника (мезогірофіти та гірофіти). За показниками родючості ґрунту 54,29 % деревних рослин даного парку здатні зростати на субстратах з низьким вмістом поживних елементів (оліготрофи), 39,57 % є мегатрофами і можуть рости на цих ґрунтах, проте за умов додаткового періодичного внесення добрив.

8. У перспективі на основі отриманих даних з інвентаризації зелених насаджень та оцінки стану комплексного благоустрою рекреаційної ділянки планується розробити проект реконструкції парку смт Петропавлівка, який буде містити як рекомендації щодо відновлення паркових композицій з деревної і кущової рослинності, відновлення квіткового оформлення, так і покращання його ландшафтної організації за рахунок застосування садово-паркового обладнання та малих архітектурних форм.

Бессонова В. П., Іванченко О. Є.

Список використаних джерел

1. Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев. *Лесоведение*. 1989. № 4. С. 51–57.

2. Бельгард А. Л. Степное лесоведение. М.: Лесная промышленность, 1971. 336 с.

3. Бессонова В. П., Іванченко О. Є. Видове багатство дендрофлори та естетичне оцінювання фітоценозів парку смт. Магдалинівка. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Т. 30, № 1. С. 25–32.

4. Бессонова В. П., Іванченко О. Є. Дизайнерські рішення та видовий склад рослин парку селища міського типу Петриківка Дніпропетровської області. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2021, т. 31, № 4. С. 27–35.

5. Девятова Н. Л. Парк как социокультурная форма. *Вестник Челябинского государственного университета*. 2009, № 42 (180). Сер. Философия. Социология. Культурология. Вып. 15. С. 93–96.

6. Доброчаева Д. Н., Котов М. И., Прокудин Ю. Н., Барбарич А. И. и др. Определитель высших растений Украины. Киев: Фитосоцицентр, 1999. 548 с.

7. Горанова О. А., Атрощенко Л. А., Быкова М. В. Комплексное благоустройство городских территорий Москвы. Озеленение объектов благоустройства. М.: МГУ, 2019. 244 с.

8. Деревья и кустарники культивируемые в Украинской ССР. Покрытосеменные / Под ред. Н.А. Кохно. К.: Наукова думка, 1986. 719 с.

9. Заячук В.Я. Дендрология. Львів: Апріорі, 2008. 656 с.

10. Іванченко О. Є., Бессонова В. П. Видове різноманіття та естетична характеристика насаджень селищного парку (смт Ілларіонове). *Питання степового лісонавства та лісової рекультивациі земель*. 2020. Т. 49. С. 26–47.

11. Іванченко О., Бессонова В. Фітосанітарний стан дендрофлори меморіального парку ім. В. М. Комарова с. Новоолександрівка Дніпропетровської області. Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і

суспільства: Матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції (Тернопіль, 19-20 березня 2015 р.). Тернопіль, 2015. С. 73–74.

12. Копієвська О. Р. Паркова індустрія: підручник. Київ: НАКККіМ, 2015. 208 с.

13. Олексійченко Н. О., Гричук М. О. Таксономічний склад та систематична структура насаджень дендропарків Житомирського Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Вип. 24.11. С. 8–14.

14. Олексійченко Н. О., Подольхова М. О. Оцінювання сучасного стану дендропарків Українського Полісся місцевого значення. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2015. Вип. 13. С. 173–179.

15. Погребняк П.С. Общее лесоведение. М.: Колос, 1968. 440 с.

16. Роговський С.В. Аналіз складу і стану дендрофлори парку с. Крюківщина Києво-Святошинського району Київської області. *Агробіологія*. 2018. № 2. С. 79–89.

17. Сисак В.О., Бармашина Л.М. Проблеми розвитку паркової системи в Україні. *Архітектурний вісник КНУБА*. 2013. Вип. 1. С. 200–212.

18. Соколова О.Е., Барханова О.А., Макаров А.А., Потапова Е.В. Особенности структуры зеленых насаждений. *Известия Иркутского государственного университета. Серия «Наука о Земле»*. 2018. Т. 26. С. 99–113.

19. Шлапак В. П., Коджебаш А. В., Козаченко І. В., Парубок М. І., Масловата С. А.. Оцінювання сучасного стану парку села Іванівка Уманського району та проект його реконструкції. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018, т. 28, № 6. С. 47–51.

Reference

1. Alekseev, V. A. (1989). Diagnostics of the vital state of trees and tree stand. *Russian Journal of Forest Science*, 4, 51–57. [In Russian].

2. Belgard, A. L. (1971). Forest steppe. Moscow: Lesnaja promyshlennost, 336 p. [In Russian].

3. Bessonova V. P., Ivanchenko O. E. (2020). Species richness of dendroflora and aesthetic assessment of phytocenoses of the

Бессонова В. П., Іванченко О. Є.

park of Mahdalynivka town. *Scientific Bulletin of UNFU*, vol. 30, no 1, 25–32. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.36930/40300104>

4. Bessonova V. P., Ivanchenko O. E. (2021). Design solutions and species composition of plants of the park in Petrykivka urban-type settlement, Dnipropetrovsk region. *Scientific Bulletin of UNFU*, vol. 31, no 4, 27–35. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.36930/40310404>

5. Devjatova, N. L. (2009). The park as a socio-cultural form. *Bulletin of Chelyabinsk State University. Philosophy. Sociology. Culturology*, 42(180), 15. 93–96. [In Russian].

6. Dobrochaeva, D., Kotov, M., Prokudin, Ju., & Barbarich, A. (1999). The determinant of higher plants of Ukraine (2nd ed.). Kiev: Fitosociocentr, 548 p. [In Russian].

7. Goranova, O. A., Atroshhenko, L. A., & Bykova, M. V. (2017). Comprehensive improvement of urban areas in Moscow. Landscaping of improvement objects. Moscow: MSU. 244 p. [In Russian].

8. Ivanchenko, O. E., & Bessonova, V. P. (2020). Species diversity and aesthetic characteristics of the planting of the settlement park (urban-type settlement Ilarionove). *Issues of steppe forestry and forest reclamation of soils*, 49, 26–47. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15421/442003>

9. Ivanchenko, O., & Bessonova, V. (2015). Phytosanitary condition of the dendroflora of the memorial park named after V. M. Komarov Oleksandrivka village, Dnipropetrovsk region. Ecology and nature management in the system of optimization of relations between nature and society: Materials of the 2 d International Scientific and Practical Internet Conference (Ternopil, 19–20 March 2015). Ternopil, 73–74. [In Ukrainian].

10. Kopievska O. R. Park industry: textbook. Kyiv: NAKKKiM, 2015. 208 p. [In Ukrainian].

11. Oleksiychenko N. O., Grychuk M. O. (2014). The taxonomic composition and systematic structure of plantations of Zhytomyr

Polissya's dendrological parks. *Scientific Bulletin of UNFU*, vol. 24, no 11, 8–14. [In Ukrainian].

12. Olekseychenko, N., Podolhova, M. (2015). Assessment of present of state of dendrological parks of local importance in the Ukrainian Polissya. *Proceedings of the Forestry Academy of Science of Ukraine*, 13, 173–179. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15421/411525>

13. Pogrebnjak, P. S. (1963). General forestry. Moscow: Selhozgiz, 250 r. [In Russian].

14. Rogovskiy, S. V. (2018). Analysis of structure and condition of the dendroflora of Kryukovshchina park in Kiev-Svyatoshyn district, Kyiv region. *Agrobiology*, 2, 79–89. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2018-142-2-79-89>

15. Sysak, V. O., & Barmashyna, L. M. (2013). Problems of the development of the park system of Ukraine. Architectural bulletin of Kyiv National University of Construction and Architecture, 1, 200–212. [In Ukrainian].

16. Sokolova, O. E., Barkhatova, O. A., Makarov, A. A., Potapova, E. V. (2018). Features of Structure and Gardening of Settlements. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series «Earth Sciences»*, vol. 26. 99–113. [In Russian]. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2018.26.99>

17. Shlapak, V. P., Kodzhebash, A. V., Kozachenko, I. V., Parubok, M. I., Maslovata, S. A. (2018). Assessment of current situation of the park in Ivanivka village of Uman district and the project of its reconstruction. *Scientific Bulletin of UNFU*, vol. 28, no 6. 47–51. [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.15421/40280609>

18. *Trees and shrubs cultivated in the Ukrainian SSR. Angiosperms*. (1986). Under the general editorship Kohno N.A. Kiev: Naukova dumka, 720 p. [In Russian].

19. Zajachuk, V. Ja. (2008). Dendrology. Lviv: Apriori, 665 p. [In Ukrainian].

**STAND STRUCTURE AND STATE OF PARK IMPROVEMENTS IN
URBAN-TYPE SETTLEMENT OF PETROPAVLIVKA OF
DNIPROPETROVSK OBLAST****V. P. Bessonova, O. E. Ivanchenko**

Abstract. *We studied the range of woody and shrubby plants in the park of urban-type settlement Petropavlivka, their taxing characteristics, phytosanitary state, and compliance with the ecological conditions of the area. We carried out an assessment of the floral design and the level of improvement of the park and garden object. The territory of the park is divided into zones – children’s, memorial, walking, zone of quiet rest and cultural events. There are no small architectural forms, there is practically no park and garden equipment. The flower decoration of the park is unsatisfactory. Rectangular-shaped flower beds are located in the middle of the alleys. Apart from flowering plants, they include Juniperus sabina and Rose garden gr. Floribunda. The range of flowering plants is represented by 7 species of perennials from 7 genera, with Iris hybrida and Viola reichenbachiana dominating.*

523 specimens of woody and shrubby plants grow in the park, which belong to 23 species from 11 families. The share of coniferous species is 7.27 % in relation to all plants of the park. The species diversity index is 7.72, which characterizes it as an object with an insufficient level of dendro diversity for the park. The dominant tree species in plantations is Robinia pseudoacacia, there are somewhat less Acer platanoides trees, Ligustrum vulgare dominates among shrubs. Five families (Aceraceae, Salicaceae, Oleaceae, Pinaceae, and Rosaceae) are represented by three species each; the rest are represented by 1–2 species. The most numerous families in terms of the number of specimens are Oleaceae, Fabaceae and Aceraceae. 10 introduced species grow in the park, which is 40.15 % in terms of the percentage of specimens. Trees with a height of 10.0 to 12.0 m predominate among plantings of the park. Their share is 27.08 % of the number of all trees. The groups of 8.1–10.0 and 12.1–14.0 m are represented by a smaller number – 19.05 % each. Most often there are trees with a trunk diameter of 28.1–34 cm, which is 27.38 % of the total number of trees in the park. Robinia pseudoacacia dominates in this group. There are fewer woody plants in the groups of 22.1–28 and 34.1–40 m, which is 17.56 and 20.24 % respectively. Only 3 specimens have a trunk diameter of more than 52 cm. Populus balsamifera. The vast majority of trees in the park of urban-type settlement Petropavlivka (69.8 %) are classified as “healthy”, 21.4 % are with signs of damage. 8.2 % of trees are severely damaged. Only about half of the park’s woody plants are able to endure a long drought without damage, while others require additional watering during the dry period. 54.29 % of plantations are not demanding for soil fertility, 39.57 % are megatrophs.

Keywords: *Urban-type settlement, park zones, dendroflora, taxonomic analysis, taxing characteristics, vital status*

УДК 631.173.2

СИНТЕЗ ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СУЧАСНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ІЗ УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЇХ ГІДРОПРИВОДІВ У АПК УКРАЇНИ

Д. О. ЛЯШЕНКО, аспірант

П. Т. МЕЛЬЯНЦОВ, кандидат технічних наук, доцент

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Email: lyashenkodmtr@gmail.com, melyantsov.petr@gmail.com

[https://doi.org/10.31548/dopovid1\(101\).2023.011](https://doi.org/10.31548/dopovid1(101).2023.011)

Анотація. Вітчизняні науково-методичні засади організації системи технічного обслуговування і ремонту машин сільськогосподарського призначення на сьогоднішній день не в повній мірі відповідають встановленим матеріально-технічним можливостям і ринковим відносинам, які склалися в агропромисловому комплексі України, безпосередньо у контексті гідромашин, якими оснащується сучасна сільськогосподарська техніка. Декомпозиція теоретичної структури організації технічного обслуговування і ремонту складових сільськогосподарських машин, подальший аналіз її елементів дозволив виявити низку факторів, що впливають на якість проведення ремонтно-обслуговуючих робіт гідрофікованої техніки. На основі пропозицій щодо їх вирішення розроблено систему, що складається з визначеного набору показників контролю ефективності праці операторів техніки і алгоритм усунення відмови машин за організації технічного обслуговування і ремонту через знеособлення об'єктів машинно-тракторного парку. Представлена форма, у більшій мірі, ґрунтується на мінімізації негативних впливів людського фактору, що перешкоджають об'єктивній організації праці операторів техніки у господарствах АПК України, що дозволяє знизити середній час простою техніки і терміни виконання агротехнічних робіт через переоцінку ролі кваліфікації механізаторів техніки при сервісному обслуговуванні агрегатів гідравлічних систем.

Ключові слова: підприємство, організація, оптимізація, ефективність, технічне обслуговування, гідропривід

Актуальність. Технічний прогрес сільськогосподарського машинобудування передбачає значну частину гідрофікації робочого обладнання сучасних сільськогосподарських машин, особливо зернозбиральних комбайнів. Підвищення потужності і ефективності роботи машин сільськогосподарського призначення передбачає їх оснащення більш інноваційним обладнанням, для підтримання та забезпечення робочого стану якого, виникає потреба у наявності відповідного діагностичного, ремонтного і

Ляшенко Д. О., Мельянцов П. Т.

обкатувального устаткування, яке відсутнє на території України навіть у локальних дилерських центрах виробників цієї техніки, що обумовлює значні матеріальні витрати на відновлення працездатності гідросистем (ГС) і відповідно призводить до значного порушення термінів виконання агротехнічних робіт при їх відмові.

Водночас офіційна технічна документація до сучасного імпортного зернозбирального комбайну характеризується достатньо обмеженим регламентом дій стосовно технічного обслуговування ГС, який визначається лише заміною робочої рідини і фільтрів у цих системах.

У свою чергу, критичний стан вітчизняного сільськогосподарського машинобудування і перенасичення машинно-тракторного парку агропромислового комплексу (АПК) пост-гарантійними імпортними сільськогосподарськими машинами [1, 2, 3], вимушує господарства залучати у процес забезпечення працездатності систем техніки сервісних спеціалістів представництв відповідного виробника, цінова політика обслуговування яких являється несприятливою для українських сільськогосподарських підприємств.

Разом з тим, у контексті гідромашин, якими оснащується імпортна техніка, її відносно низький рівень ремонтпридатності залишає перевагу дилерських сервісних служб

перед локальними суб'єктами експлуатації техніки при виконанні ремонтно-відновлювальних робіт за рахунок більш високого рівня кваліфікації робітників технічного сервісу.

Незначні відмінності у можливостях виконання регламенту дій згідно системи технічного обслуговування і ремонту ГС сільськогосподарських машин обумовлюють передумови для мінімізації неефективної витрати матеріальних і інтелектуальних ресурсів підприємств за рахунок пошуку більш оптимальної форми організації системи забезпечення працездатності техніки відповідно до встановлених матеріально-технічних можливостей і ринкових відносин АПК України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Незважаючи на актуальність та стратегічну роль порушеної проблематики, щодо організації системи технічного обслуговування і ремонту агрегатів ГС сільськогосподарських машин в умовах матеріально-технічного забезпечення вітчизняного АПК, розроблена у ХХ сторіччі теоретична класифікація форм, методів і стратегій не зазнавала концептуальних змін і досі відмічається у сучасних працях вітчизняних вчених [4, 5], які у більшій мірі не можуть бути застосованими на практиці через значні конструктивні зміни

Ляшенко Д. О., Мельянцов П. Т.

мобільних машин сільськогосподарського призначення, складності доступу до імпорتنих сільськогосподарських машин науково-дослідницької спільноти через недостатнє фінансування вищих навчальних закладів [6], слабкої матеріально-технічної бази ремонтно-обслуговуючих підприємств [2], особливостей

сучасних ринкових відносин і наявних проблем, що притаманні кадровому забезпеченню АПК [7, 8].

Наявна структура складових організації технічного обслуговування сільськогосподарської техніки [4] визначається формами, методами і стратегіями, які представлено на рис. 1.

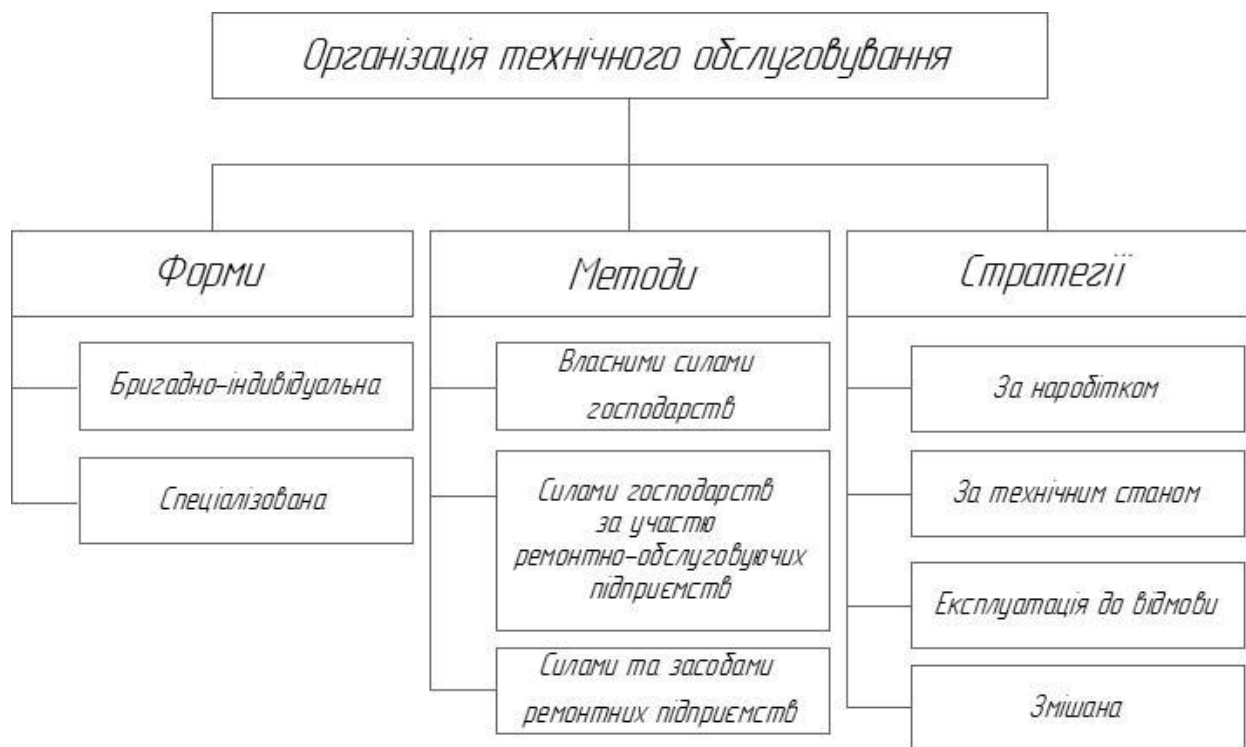


Рис. 1. Структура організації технічного обслуговування сільськогосподарської техніки

Мета дослідження. Синтез форми організації технічного обслуговування сільськогосподарських машин у контексті їх гідравлічних систем із урахуванням проблем матеріально-технічного забезпечення і рівня кваліфікації суб'єктів експлуатації цих машин у наявній структурі

технічного обслуговування у АПК України.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводились на базі господарств агропромислового комплексу України, які включають в себе експлуатацію і забезпечення працездатності машинно-тракторного

Ляшенко Д. О., Мельянцов П. Т.

парку. Задачу синтезу форми організації забезпечення працездатності машин сільськогосподарського призначення запропоновано формалізовано визначити через декомпозицію структури системи технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарських машин підприємства, що передбачає оптимізацію впливів наступних факторів:

– характеристика складу машинно-тракторного парку, що визначає предметну область системи відновлення працездатності для кожного технічного засобу;

– характеристика наявної інформаційної бази технологічних процесів, що складається з нормативно-технічної документації до техніки, знань та навичок суб'єктів технічного обслуговування;

– характеристика наявного діагностичного, розбирально-складального, обкатувального обладнання, що застосовується при експлуатації та ремонті поточного парку машин;

– характеристика діючої організаційної системи технічного обслуговування і ремонту на підприємстві;

– характеристика особливостей робочого процесу на підприємстві, які визначаються людським фактором.

Декомпозиція системи технічного обслуговування і ремонту

на вище перелічені фактори дозволяє досліджувати динаміку її зміни із застосуванням правил дедукції, за допомогою яких встановлюється відображення кількісних та якісних змін компонентів декомпозиції на ефективність системи в цілому.

Результати дослідження та їх обговорення.

Відсутність потужностей виробників гідроприводів, якими оснащуються імпортні машини сільськогосподарського призначення і їх представництв, що мають устаткування для їх офіційного ремонту, наштовхують пошук перспектив удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту господарств АПК на перегляд ефективності реалізації їх інтелектуальних та фізичних ресурсів і підвищення користі від залучення працівників сервісних служб при усуненні ресурсних і аварійних відмов.

Незалежно від діючої форми організації на підприємстві, було виявлено, що на сьогодні значній кількості підприємств АПК притаманні наступні проблеми, що мають вплив на якість проведення технічного обслуговування і ремонту: суб'єктивний розподіл сил обслуговуючого персоналу, неналежно організований обмін досвідом між операторами техніки в межах підприємства, не передбачена винагорода за самостійне усунення відмов техніки власними силами,

Ляшенко Д. О., Мельянцов П. Т.

нездоровий рівень конкуренції між операторами техніки під час сезонних агротехнічних робіт у відповідності до термінів їх проведення.

Нераціональний розподіл завдань відновлення і підтримки працездатності сільськогосподарських машин та їх складових (наприклад ГС), недостатня увага підвищенню рівня кваліфікації суб'єктів технічної експлуатації техніки можуть бути вирішені застосуванням знеособлення сільськогосподарських машин при їх обслуговуванні і за необхідністю при експлуатації, що дозволить рівномірно залучати операторів парку техніки у процеси вирішення завдань відновлення працездатності техніки, при цьому відбір потенційних кандидатів на усунення проблем проводити за рейтинговою системою, яка буде визначатися оцінками часу виконання поставлених задач, що розраховуються наявними на підприємстві операторами техніки.

Розрахунок оцінки часу виконання завдання в умовах невизначеності доцільно проводити за допомогою методу PERT (від англ. Program (Project) Evaluation and Review Technique) [9]. Оцінка часу виконання буде включати знаходження трьох оцінок: оптимальної, номінальної і песимістичної. Визначені оцінки застосовуються при розрахунку розподілу імовірностей і

стандартного відхилення, що будуть представляти імовірний час виконання завдання і його межі відхилення відповідно.

Впровадження системи розподілу задач на основі власних оцінок часу операторів техніки додатково дозволить слідкувати за рівнем підготовки обслуговуючого персоналу підприємства і за можливістю призначити до вирішення задач машиністів техніки парами, що мають найбільшу різницю між оцінками часу виконання поставленого завдання з метою підвищення практичного і теоретичного досвіду менш кваліфікованих робітників.

У зв'язку із циклічністю проблем, що виникають при експлуатації сільськогосподарської техніки, підвищення вигоди від залучення сервісного спеціаліста до вирішення проблем підтримки працездатності машин є створення додаткової системи документообігу, що буде представляти собою систему керування маршрутними картами.

Додаткова система документообігу виражається у розробці маршрутних карт, наприклад, за ДСТУ 1.5:2015 [10], що будуть містити інструкції загального алгоритму, виконання якого призвело до вирішення поставленого завдання.

Крім того, заповнення маршрутних карт із впровадженням ефективної системи обміну досвідом між операторами техніки буде

Ляшенко Д. О., Мельянцов П. Т.

впливати на підвищення їх кваліфікаційного рівня з керування процесами підтримання і відновлення працездатності машин, що сприятиме підвищенню точності виконання оцінок усунення відмов і поступового набуття навичок для самостійного проведення контрольно-діагностичних робіт.

Відповідно до досліджень впливу понаднормової роботи на продуктивність і мотивацію людини [11], що додатково посилюється значною фізичною активністю, обумовленою особливостями побуту сільської місцевості, критично важливим фактором забезпечення нової форми організації праці є урахування людського фактору, що в першу чергу потребує дотримання встановлених КЗпП норм часу роботи [12] для уникнення проблем, пов'язаних із фізичним і емоційним здоров'ям.

Поряд із дотриманням фізичного та інтелектуального навантаження стоять проблеми винагороди за роботу і значне підвищення рівня конкуренції між робітниками АПК під час сезонних агротехнічних робіт у відповідності до термінів їх проведення, що стимулює машиністів працювати понаднормово для підвищення власного прибутку.

У зв'язку із забезпеченням можливості отримання підприємствами АПК переваг економії часу і коштів на проведення експлуатації техніки і їх гідравлічних

систем від впровадження застосування запропонованої системи документообігу на основі маршрутних карт, що мінімізує інтелектуальний аспект забезпечення працездатності машин, відтворення алгоритму вирішення проблем працездатності техніки буде передбачати лише фізичний аспект його відтворення. Отже, із підвищенням ролі і обов'язків оператора техніки у процесах підтримки і відновлення ресурсу машин доцільно впровадити підвищення заробітної плати, що відповідно буде спонукати робітників АПК більш обдуманно оцінювати власні сили і більш активно приймати участь у підтримці працездатності МТП підприємства.

Основною перешкодою, що стримує впровадження нової форми організації, яка сприятиме балансуванню навантаження між операторами техніки є проблема підвищення рівня конкуренції під час виконання агротехнічних робіт. Виходячи з того, що пропонується впровадити у виробництво заходи із рівномірного обміну досвідом між робітниками під час усунення відмов техніки, час проведення яких визначати через $T_{рем}$ і при цьому слідкувати за нормою виконання агротехнічних робіт T_p , оскільки це прямий обов'язок операторів техніки, відповідно відношення часу навантаження на виконання агротехнічних робіт у полі до обміну

Ляшенко Д. О., Мельянцева П. Т.

досвідом між машиністами повинно наближатися до єдиного значення і відповідати рівності (1):

$$\frac{T_p}{T_{рем}} = const, \quad (1)$$

За рахунок обмеження можливості отримання надприбутку за понаднормові агротехнічні роботи, збереження алгоритмів дій з усунення відмов і навчання персоналу в кінцевому випадку призведе

$$\Delta T_{обс} = T_{обс.н.} - T_{обс.с.} \rightarrow min, \quad (2)$$

де $T_{обс.н.}$ – час усунення відмови за новою формою організації ТО, год;

$T_{обс.с.}$ – час усунення відмови за старою формою організації ТО, год.

Для вирішення даної задачі пропонується визначати норму агротехнічних робіт кожного оператора техніки відповідно до

$$W_K = 0,1 \cdot B \cdot V_K \cdot Q \cdot K_{зм}, \quad (3)$$

де B – ширина захвату жатки, м;

V_K – робоча швидкість руху комбайна, км/год;

Q – врожайність, т/га;

$K_{см}$ – коефіцієнт, що враховує використання робочої зміни:

$$K_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (4)$$

де T_p – час виконання агротехнічних робіт, год;

$T_{зм}$ – тривалість робочої зміни оператора техніки, год.

Для підвищення точності отримання норми агротехнічних робіт $T_{р.теор}$ рекомендується проведення попереднього первинного статистичного аналізу з метою

$$S_{поля} = \sum_{n=1}^N (t_n \cdot B_n \cdot V_{K.n}) = t \sum_{n=1}^N \left(\frac{W_{K.n}}{0,1 \cdot Q_n \cdot K_{зм.n}} \right). \quad (5)$$

Для виділення значення норми годин агротехнічних робіт (6)

поступового до зменшення часу виконання технологічної операцій $\Delta T_{обс}$ (2) і відповідного зменшення простою техніки за новою формою організації:

продуктивності його техніки на сукупності наданих йому площ, а теоретичну норму агротехнічних робіт $T_{р.теор}$ визначати нижчеописаним методом.

Нехай продуктивність комбайна W_K , (т/год), що обчислюється за формулою (3) [13]:

вилучення аномальних значень W_K , що не відповідають значенню продуктивності за нормальних умов для конкретної машини.

Відповідно для визначення площі території $S_{поля}$, яка буде охоплена N машинами за час роботи t може бути обчисленою за наступною формулою (5):

необхідно помножити обидві частини формули (5) на $t / S_{поля}$:

$$T_{p.теор} = \frac{1}{S_{поля}} \sum_{n=1}^N \left(\frac{W_{K.n}}{0,1 \cdot Q_n \cdot K_{зм.n}} \right). \quad (6)$$

Обмеження об'єму виконання агротехнічних робіт для кожного технічного засобу через дотримання показника їх статистичного показника $T_{p.теор}$ дозволяє вилучити появу проблеми заробітку оператора техніки у випадку аварійної відмови машини (крім випадку наявності єдиного комбайна чи трактора на підприємстві) і підприємства в цілому, оскільки недопущення відхилення норм робіт у полі і обслуговування буде наштовхувати не тільки на рівномірне залучення робітників у процес усунення проблеми, але і чергувати виконавців вирішення задачі відновлення працездатності і агротехнічних робіт між собою через встановлені інтервали часу господарством, якщо об'єм робіт з ремонту передбачає значні часові витрати.

Враховуючи до уваги навантаження на техніку, що притаманне великим аграрним підприємствам і агрохолдингам, що може перевищувати 2000 мото-год за сезон на одиницю техніки, в порівнянні із малим або середнім фермерським господарством,

$$\begin{cases} \Delta T_p = T_{p.теор} - T_p \\ \Delta T_{рем} = T_{рем} - T_{рем.заг} \\ E = |\Delta T_p| + |\Delta T_{рем}| \rightarrow 0' \\ T_p, T_{рем.заг} \neq 0 \end{cases} \quad (7)$$

де $T_{рем.заг}$ – час виконання діагностики та виявлення проблеми, ремонту, що додатково включає год;

наробіток за сезон яких не досягає границі проведення ГО-500 мото-год, відмова одного технічного засобу за новою формою організації технічного обслуговування буде мати незначний вплив на терміни проведення агротехнічних робіт при цьому мінімізуючи проблеми, що пов'язані із людським фактором.

Отже, знаючи показник норми агротехнічних робіт кожного технічного засобу можна прийняти його за верхню межу стримування конкуренції, а при перевищенні цього значення оператором техніки результат понаднормового об'єму роботи рівномірно розподіляти між іншими механізаторами сільськогосподарських машин підприємства, що дотримуються норм агротехнічних робіт.

Отримані значення показників ефективності комбайнерів можуть бути скомбіновані у рейтингову систему відносно їх показників ефективності у полі і при виконанні робіт з відновлення працездатності техніки, що можна виразити через наступну систему (7):

Ляшенко Д. О., Мельянцов П. Т.

E – коефіцієнт дотримання норм агротехнічних і ремонтних робіт за формою організації.

Побудований набір обмежень та правил для отримання оптимальної

моделі організації усунення відмов визначається послідовністю дій від виникнення відмови машини до її вирішення, які можна представити алгоритмом, що зображено на рис. 2.



Рис. 2. Алгоритм усунення відмови машини за знеособленою формою організації технічного обслуговування і ремонту

З огляду на орієнтованість побудованої форми організації технічного обслуговування і ремонту на поліпшення заходів керування інтелектуальними та фізичними ресурсами підприємства при забезпеченні працездатності ГС сільськогосподарських машин, що ґрунтується на знеособленні сільськогосподарських машин при виконанні робіт з відновлення їх працездатності, відповідно до

фундаментальної ролі знеособлення машин у даній формі, розширення відомих форм організації ТО пропонується включенням нової форми, яку доцільно визначити як **знеособлену форму організації ТО**.

Визначення кількісної або якісної ефективності побудованої форми організації потребує додаткових досліджень, що можуть бути визначені лише при безпосередньому впровадженні у

Ляшенко Д. О., Мельянцов П. Т.

виробництво. Гіпотеза, що потребує перевірки виражається у наступному: підвищення ефективності організації технічного обслуговування і ремонту гідравлічних систем сільськогосподарських машин буде у значній мірі залежати від наповненості бази даних підприємства маршрутними картами із типовими алгоритмами усунення відмов, швидкість накопичення яких буде залежати від кількості відмов відповідних систем технічних засобів у складі МТП АПК. Ефективність обміну досвідом між операторами техніки також буде підвищуватись зі збільшенням складу МТП, штату операторів техніки і від можливості роботи у парах без утворення ситуації простою працездатної техніки.

Висновки і перспективи.

Відповідно до матеріально-технічних можливостей і ринкових відносин АПК України було встановлено, що розроблені у ХХ сторіччі стратегії, форми і методи організації технічного обслуговування і ремонту вже не можуть повній мірі бути застосованими на практиці, що підтверджується на прикладні забезпечення працездатності ключових вузлів ГС, якими оснащуються сучасні сільськогосподарські машини. Така ситуація частково обумовлюється складністю доступу до імпортованих сільськогосподарських машин науково-дослідницької спільноти через недостатнє фінансування

вищих навчальних закладів і слабою матеріально-технічною базою ремонтно-обслуговуючих підприємств, що обумовлює передумови для пошуку доступної та ефективної організації системи технічного обслуговування та ремонту.

Дослідження складових теоретичної організації системи технічного обслуговування дозволило виділити проблеми, що мають значний вплив на якість технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарських машин: суб'єктивний розподіл сил обслуговуючого персоналу, неналежно організований обмін досвідом між операторами техніки в межах підприємства, не передбачена винагорода за самостійне усунення відмов техніки власними силами, нездоровий рівень конкуренції між операторами техніки під час сезонних агротехнічних робіт у відповідності до термінів їх проведення.

У результаті вирішення виявлених проблем системи технічного обслуговування і ремонту було запропоновано систему обмежень, яка відображає контроль показників ефективності роботи операторів техніки через дотримання ними значень коефіцієнту виконання норми агротехнічних робіт, зміни часу виконання агротехнічних робіт і відновлення працездатності гідроприводів. На основі цих показників будується рейтингова

Ляшенко Д. О., Мельянцов П. Т.

система за якою визначається ефективність операторів техніки господарства, а перелік пропозицій і обмежень для отримання оптимальної форми організації було визначено через алгоритм, який представляє собою послідовність дій від виникнення відмови машини до її вирішення. Відповідно до ключової ролі знеособлення машин при їх експлуатації дану форму організації

Список використаних джерел

1. Редька О. З. Аналіз основних показників функціонування та розвитку сільськогосподарського машинобудування в Україні. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. 2019. № 4. С. 30-36.

2. Михайлов М. Г. Аналіз тенденцій оснащення матеріально-технічної бази аграрних підприємств. Інвестиції: практика та досвід. 2017. № 9. С. 39-44.

3. Петров В. М. Формування ринку зернозбиральних комбайнів в Україні. Економіка АПК. 2020. № 4. С. 43-53.

4. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О. В., Кіяшко В. М., Колісник М. В. – К.: Аграрна освіта, 2013. 404 с.

5. Технічний сервіс в АПК : навчально-методичний комплекс: навч. посіб. для студентів інжен. спец. на осв.-кваліф. рівні «Бакалавр» напрямку «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / [С.М. Грушецький, І.М. Бендера, О.В. Козаченко та ін.] за ред. С.М. Грушецького, І.М. Бендери. - Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я. І., 2014. 680 с.

6. Красільник О. В. Проблеми та перспективи вищих навчальних закладів України. Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. 2015. № 2(167). С. 110-117.

7. Грищенко Н. В. Кадрові ресурси в системі економічного потенціалу аграрних підприємств. Вісник Хмельницького

було визначено як **знеособлену форму організації ТОО**.

Для подальшого розвитку розробленої форми організації технічного обслуговування потребується проведення досліджень практичної застосовності і ефективності, що може бути визначено при безпосередньому впровадженні у виробництво.

національного університету. 2020. №6. С. 266-270.

8. Виноградов Ю. Л. Кадровий потенціал в агропромисловому комплексі регіону: сучасний стан. Науковий вісник Ужгородського університету. 2005. №17. С. 172-178.

9. Martin, Robert C. (2011) The Clean Coder: A Code of Conduct for Professional Programmers. Upper Saddle River: Prentice Hall, 256.

10. ДСТУ 1.5:2015 Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення національних нормативних документів. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2015. 104 с.

11. Марчишина Є. І. Особливості умов праці працівників аграрного сектору країн Євросоюзу. Збірник тез доповідей II міжнародної науково-практичної конференції "Агроінженерія: сучасні проблеми та перспективи розвитку" (7-8 листопада 2019 року) присвячена 90-й річниці з дня заснування механіко-технологічного факультету НУБіП України. Київ, 2019. С. 105-108.

12. Про розрахунок норми тривалості робочого часу на 2022 рік. URL: shorturl.at/am167 (дата звернення: 08.12.2022).

13. Войтов А. В. Підвищення ефективності діагностування гідростатичних приводів сільськогосподарських машин за динамічними характеристиками під навантаженням: дис. кандидата технічних наук 05.05.11 / ХНТУСГ. Харків, 2018. 199 с.

References

1. Redkva, O. Z. (2019). Analiz osnovnykh pokaznykiv funktsionuvannya ta rozvytku silskohospodarskoho mashynobuduvannya v Ukraini. Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnogo universytetu imeni V. I. Vernadskoho, № 4, 30-36.
2. Mykhailov, M. H. (2017). Analiz tendentsii osnashchennia materialno-tekhnichnoi bazy ahrarnykh pidpriemstv. Investytsii: praktyka ta dosvid, № 9, 39-44.
3. Petrov, V. M. (2020). Formuvannya rynku zernozbyralnykh kombainiv v Ukraini. Ekonomika APK, № 4, 43-53.
4. Konovaliuk, O. V., Kiiashko V. M., Kolisnyk M. V. (2013). Tekhnichniy servis v ahropromyslovomu kompleksi: navchalnyi posibnyk, Kyiv: Ahrarna osvita, 404.
5. Hrushetskyi, S. M., Bendera, I. M., Kozachenko, O. V., Mykhailovych, Ya. M., Sorokin, S. P., Kiurchev, S. V., Shokarev, O. M., Zaluzhnyi, V. I. (2014). Tekhnichniy servis v APK: navchalno-metodychnyi kompleks: navch. posib. dlia studentiv inzh. spets. na osv.-kvalif. rivni «Bakalavr» napriamku «Protsesy, mashyny ta obladnannya ahropromyslovoho vyrobnytstva», Kam'ianets-Podilskyi: FOP Sysyn Ya. I., 680.
6. Krasilnyk, O. V. (2015). Problemy ta perspektyvy vyshchykh navchalnykh zakladiv Ukrainy. Visnyk Kyivskoho natsionalnogo universytetu im. Tarasa Shevchenka, № 2(167), 110-117.
7. Hryshchenko, N. V. (2020). Kadrovi resursy v systemi ekonomichnogo potentsialu ahrarnykh pidpriemstv. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnogo universytetu, №6, 266-270.
8. Vynogradov, Yu. L. (2005). Kadrovi potentsial v ahropromyslovomu kompleksi rehionu: suchasnyi stan. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu, №17, 172-178.
9. Martin, Robert C. (2011) The Clean Coder: A Code of Conduct for Professional Programmers. Upper Saddle River: Prentice Hall, 256.
10. DSTU 1.5:2015 Natsionalna standartyzatsiia. Pravyla rozroblennia, vykladannia ta oformlennia natsionalnykh normatyvnykh dokumentiv. (2015). Kyiv: DP «UkrNDNTs», 104.
11. Marchyshyna, Ye. I. (2019). Osoblyvosti umov pratsi pratsivnykiv ahrarnoho sektoru krain Yevrosoiuzu. Zbirnyk tez dopovidei II mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Ahroinzheneriia: suchasni problemy ta perspektyvy rozvytku" (7-8 lystopada 2019 roku) prysviachena 90-richnytsi z dnia zasnuvannya mekhaniko-tekhnolohichnogo fakultetu NUBiP Ukrainy. Kyiv, 105-108.
12. Pro rozrakhunok normy tryvalosti robochoho chasu na 2022 rik. Available at: shorturl.at/am167.
13. Voitov, A. V. (2018). Pidvyshchennia efektyvnosti diahnostuvannya hidrostatychnykh pryvodiv silskohospodarskykh mashyn za dynamichnymy kharakterystykamy pid navantazhenniam: dys. kandydata tekhnichnykh nauk 05.05.11. KhNTUSH. Kharkiv, 199.

**SYNTHESIS OF THE MODERN AGRICULTURAL MACHINES
TECHNICAL MAINTENANCE ORGANIZATION FORM, TAKING INTO
ACCOUNT THE PECULIARITIES OF THE OPERATION OF THEIR
HYDRAULIC DRIVES IN THE AGRICULTURAL SECTOR OF UKRAINE**

D. O. Liashenko, P. T. Meliantsov

Abstract. The domestic scientific and methodical principles of the organization of the system of technical maintenance and repair of agricultural machines today do not fully comply with the established material and technical capabilities and market relations that have developed in the agro-industrial sector of Ukraine, directly in the context of hydraulic machines, which are equipped with modern agricultural

Ляшенко Д. О., Мельянцов П. Т.

machinery. Decomposition of the theoretical structure of the organization of technical maintenance and repair of components of agricultural machines, further analysis of its elements made it possible to identify a number of factors: subjective distribution of service personnel, improperly organized exchange of experience between equipment operators within the enterprise, no reward for independent elimination of equipment failures by own efforts, an unhealthy level of competition between equipment operators during seasonal agricultural works in accordance with the terms of their implementation, which affects the quality of repair and maintenance work of hydraulic equipment. As a result of solving the identified issues of the maintenance and repair system, a system of restrictions has been proposed, which reflects the control of the efficiency indicators of the operators of the equipment due to their compliance with the values of the performance factor of the norms of agricultural technical works, changes in the time of performing agricultural technical works and restoring the efficiency of hydraulic drives. Based on the proposals, an algorithm has also been built to eliminate the failure of machines in the organization of maintenance and repair due to the depersonalization of the items of the machine and tractor fleet. The presented form, to a greater extent, is based on the minimization of the negative effects of the human factor, which prevent the objective organization of the work of equipment operators in the agro-industrial sector of Ukraine, which allows to reduce the average downtime of equipment and the deadlines for performing agricultural technical works due to the reassessment of the role of the qualification of equipment operators in service maintenance aggregates of hydraulic systems.

The theoretical efficiency of the developed form of organization of maintenance and repair of agricultural machinery will boost with an increase in the number of machines in the machine fleet of the agricultural sector, and proposals involving a change in the system of exchange of experience between machinery operators require a sufficient number of workers and machinery to ensure the possibility of solving tasks in pairs to avoid working equipment downtime.

Keywords: *enterprise, organization, optimization, efficiency, maintenance, hydraulic drive*

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВАРЕНИХ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ
ЗБАГАЧЕНИХ БОРОШНОМ СПЕЛЬТИ****М. В. НАЗАРЕНКО**, аспірант, <https://orcid.org/0000-0001-8598-0420>

E-mail: nazarenkoinna10@gmail.com

І. М. УСТИМЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,<https://orcid.org/0000-0002-9489-8610>

E-mail: ustymenko_igor@ukr.net

Національний університет біоресурсів та природокористування України
[https://doi.org/10.31548/dopovidi1\(101\).2023.012](https://doi.org/10.31548/dopovidi1(101).2023.012)

Анотація. Метою, що ставилася при виконанні роботи, є розробка збагаченої рослинним білком рецептури варених ковбасних виробів – сосисок, із частковою заміною м'ясної компоненти, у порівнянні з контролем, за який обраний фарш за ТУ У 10.1 – 37792346-002:2021 на основі курячого м'яса з добавкою ікри лососевих риб збагачений смаковою добавкою водоростей норі. Відмінністю розробленої рецептури фаршу від контролю є часткова заміна м'ясної компоненти борошном дикорослої пшениці спельти, заміна соняшникової олії, що традиційно використовується в подібних рецептурах, олією оливковою та введення у фарш замість водоростей норі смакової добавки ферментованих печериць. Основною задачею розробки є обґрунтування рецептури варених сосисок із частковою заміною тваринного білка на рослинний у вигляді борошна дикорослої пшениці спельти, а також заміна соняшникової олії на оливкову направлена на збагачення фаршу омега-3 жирною кислотою та усунення передозування в ньому вітаміну Е. Порівняльні дослідження виконані з використанням трьох рецептур, які містили 5÷8 % борошна спельти гідратованого перед внесенням у фарш у співвідношенні 1:1. Відповідно кількості веденого борошна, масова частка курятини була зменшена у порівнянні з контролем на 3÷6 %. Показано, що дослідні зразки фаршів містили білка у кількостях 15,6 % за вмісту спельти у кількості 5,0 %, 15,5 % (7 % борошна спельти) та 15,3 % (8 5 борошна спельти), що в межах похибки визначення співпадало з відповідним показником контролю, який рослинного білка не містив (15,4 %). Однією з умов під час розроблення рецептури є покращення технологічних характеристик, органолептичних властивостей та підвищення пружності фаршів за рахунок ущільнення маси внаслідок включення частинок борошна спельти у порожнини вакуолей м'ясної фракції. Модифікація рецептури з використанням спельти та оливкової олії привела також до покращення усіх без винятку оцінених експертним методом органолептичних показників якості зразків мас експериментального складу: зовнішнього вигляду, консистенції, виду на розрізі, запаху та смаку. Завершальним етапом дослідження було визначення бактеріологічної стабільності сосисок. Показано, що дослідні зразки сосисок характеризуються, порівняно з контролем, суттєво уповільненою динамікою наростання рівня забруднення мезофільними

Назаренко М. В., Устименко І. М.

аеробними та умовно анаеробними мікроорганізмами за відсутності патогенних мікроорганізмів та бактерій групи кишкової палички. За результатами комплексних досліджень до реалізації дослідно-експериментального виробництва рекомендована рецептура сосисок, яка містить 50,5 % курятини, 28,5 % оливкової олії, 7 % борошна спельти та 2,0 % сушених печериць.

Ключові слова: варені ковбасні вироби, сосиски, рослинний білок, оливкова олія, органолептичні властивості, мікробіологічні дослідження

Актуальність. Варені ковбасні вироби, особливо сосиски, є категорією продуктів харчування, які стабільно входять у раціон і є одним із найважливіших джерел надходження білків із вмістом незамінних амінокислот. Сучасна практика в області споживання тваринного білка полягає у виробництві комбінованих м'ясних продуктів на принципах збагачення їхнього мінерального та вітамінного складу, підвищення біологічної цінності й покращення органолептичних показників готового виробу (Баль-Прилипко, 2012; Val-Prylypko et al., 2022; Val-Prylypko et al., 2016).

Аналіз досліджень та публікацій. Одним із перспективних інгредієнтів фаршів удосконаленого

складу вважають борошно стародавніх видів пшениці: однозернянки (*T. monosocum*), полби (*T. dicocum*) та спельти (*T. spelta*), практика вирощування яких не потребує використання значної кількості мінеральних добрив та засобів сільгоспхімії. З них найбільшу увагу приділяють стійкій до хвороб, посух та стресів спельті (Campbell, 1997). До позитивних моментів такої заміни варто віднести практичну відсутність у борошні засобів сільгоспхімії і мінеральних добрив та дещо підвищений у порівнянні з традиційними сортами пшениці вміст білка: 15,1 % та 10,5-14 %, відповідно, за практично ідентичного вмісту в ній амінокислотної складової (табл. 1) (Padulosi et al., 1996).

1. Вміст амінокислот у білках пшениці та спельти, (г/100г)

Назва амінокислоти	М'яка пшениця	Спельта
1	2	3
<i>Незамінні</i>		
Валін	4,32	4,49
Ізолейцин	3,68	3,64
Лейцин	6,94	7,17
Лізин	2,72	2,78
Метіонін	1,42	1,43
Треонін	2,85	3,09
Триптофан	1,40	1,45
Фенілаланін	4,68	4,95
<i>Загалом незамінних амінокислот</i>	<i>28,01</i>	<i>29,0</i>

Назаренко М. В., Устименко І. М.

		<i>Продовження</i>
1	2	3
<i>Замінні</i>		
Гліцин	3,79	3,74
Аланін	3,50	3,51
Пролін	10,83	10,67
Тирозин	2,59	2,94
Цистеїн	2,12	2,00
Аспарагінова кислота	5,34	5,53
Глютамінова кислота	30,42	30,78
Аргінін	4,45	4,58
Гістидин	2,48	2,48
Серин	4,63	4,63
<i>Загалом замінних амінокислот</i>	70,1	70,9

Мета дослідження. Задачею, поставленою під час проведення досліджень, є зменшення витрат дефіцитної м'ясної сировини та покращення органолептичних і фізико-хімічних показників якості варених ковбасних виробів (сосисок) за рахунок введення в рецептуру борошна спельти, грибів печериць та заміни соняшникової олії на оливкову.

Матеріали і методи дослідження. Об'єктом дослідження були 3 зразки сосисок, із частковою заміною м'ясної компоненти борошном спельти, включенням до рецептури оливкової олії замість соняшникової та введення у фарш замість водоростей норі смакової добавки ферментованих печериць. За контроль обрано сосиски на основі курячого м'яса з добавкою ікри лососевих риб, збагачені смаковою добавкою водоростей норі (ТУ У 10.1 – 37792346-002:2021).

М'ясну масу дослідних зразків сосисок готували міксерним методом. Борошно спельти перед внесенням у масу гідратували за постійного перемішуванні упродовж 2 годин у співвідношенні 1:1.

Вміст білка в дослідних зразках визначали методом К'ельдаля на приладі Velp Scientifica (Італія), згідно ГОСТ 25011-2017.

Значення органолептичних показників якості проводили методом експертної оцінки, згідно ДСТУ 4823.2:2007. Дослідження мікроструктури проводили згідно загальноприйнятої методики (Хомич та ін., 2022) за допомогою світлового мікроскопа "Olympus".

Визначення рівня бактеріологічної забрудненості виконували відразу після виготовлення та через 12 годин зберігання, за стандартними методами (ДСТУ 8446:2015; ДСТУ 8720:2017; ДСТУ EN 12824:2004).

Результати дослідження та їх обговорення. Основною задачею дослідження є оптимізація хімічного складу та органолептичних властивостей варених ковбасних виробів. Для цього частину білка тваринного замінено в рецептурі на рослинний, а також замість соняшникової олії у фаршевій суміші використана олія оливкова. До позитивних сторін розробленої рецептури слід віднести заміну частини тваринного білка на білок дикорослої пшениці спельти, а також відмову на користь борошна спельти від борошна окультурених сортів пшениці, яка часто використовується в подібних сумішах (Piergiovanni et al., 1997). Головним аргументом на користь такої заміни є суттєво менший вміст у спельті алергенних форм глютену, у порівнянні з

пшеницею (Gluten content in different cereals, 2022; Vu et al., 2015).

Зважаючи на нейтральний смак використаного в розробленій композиції в значно більшій кількості борошна, для покращення смакових характеристик сосисок використали добавку мелених сушених печериць, які до того ж містять повітряно сухій речовині (вологість 12 %) більш, ніж 30 % білка (Cağlarirmak, 2011). Також інгредієнтом, який завдяки більш гармонійному складу має покращити споживчі властивості варених ковбасних виробів і одночасно зменшити вірогідність передозування в раціоні вітаміну *E*, є оливкова олія, яка використана на заміну олії соняшникової, традиційної для подібних сумішей (табл. 2) (Boskou et al., 2006).

2. Вітамінний склад соняшникової та оливкової олії, (мг/100 г)*

Вид олії	Назва вітаміну		
	Холін (B4)	Токоферол (E)	Філохінон (K)
Оливкова	0,3 (0,06 %)	12,1 (80 %)	60,2 (80 %)
Соняшникова	0,2 (0,04 %)	44,0 (295 %)	5,4 (7,2 %)

* В дужках показаний процент задоволення відповідним вітаміном добової потреби організму

Така заміна дозволяє також нівелювати певним чином небажаний вплив надмірного вмісту в соняшниковій олії омега-6 лінолевої кислоти у порівнянні з омега-3

ліноленовою кислотою (табл. 3), оптимальне співвідношення яких в раціоні людини варіюється в діапазоні від 2:1 до 4:1 (Ципріян, 2007).

3. Вміст омега-жирних кислот в оливковій та соняшниковій оліях, (г/100 г)

Тип олії	Назва кислоти		Співвідношення ω -6 : ω -3
	Ліноленова (омега-3)	Лінолева (омега-6)	
Оливкова	0,7	9,8	14:1
Соняшникова	0,16	20,5	128:1

Доцільність технології виготовлення варених сосисок із заміною частини тваринного білка борошном спельти та повної відмови від використання соняшникової олії на користь оливкової перевірена на прикладі трьох експериментальних сумішей (дослід 1, дослід 2 та дослід 3), основним змінним чинником в яких була масова частка гідратованого у відношенні 1:1 борошна спельти. Відповідно до

доданої кількості борошна, у пробах були зменшені масові частки м'ясої складової. Визначення властивостей дослідних сумішей проводили в порівнянні з відповідними показниками фаршу, який використовується для виробництва сосисок, які виробляються за технічними умовами ТУ У 10.1-37792346-002:2021 «Сосиски з м'яса птиці з червоною ікрою і норі» (контроль) (табл. 4).

4. Рецептури контрольного та дослідних зразків сосисок

Назва інгредієнта	Маса			
	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3
1	2	3	4	5
<i>Сировина несолена, кг/100 кг</i>				
Знежилване м'ясо або курятина	55,5	52,5	50,5	49,5
Рафінована соняшникова олія	32,3	-	-	-
Оливкова олія	-	29,0	28,5	28,0
Ікра горбуші	7,4	7,0	7,0	6,5
Сухе коров'яче молоко	4,5	5,0	5,0	5,0
Борошно спельти	-	5,0	7,0	8,0
Водорості норі	0,4	-	-	-
Сушені печериці	-	1,5	2,0	3,0
Охолоджена вода/лід	-	28,0	27,0	26,0
<i>Прянощі та матеріали, кг/100 кг</i>				
Нітритно-посолочна суміш, 0,3 %	1,5	1600	1700	1750
Рафінований цукор	0,2	-	-	-
Екстракт мускатного горіха	0,2	150	150	150
Екстракт чорного перцю	0,1	150	150	150
Екстракт духмяного перцю	0,1	150	150	150

Назаренко М. В., Устименко І. М.

Одним з основних чинників у визначенні харчової цінності готових м'ясних виробів є білкова складова. З використанням даних стосовно хімічного складу використаних у контролі та дослідних зразках

інгредієнтів нами проведений розрахунок вмісту білка в контрольних та дослідних зразках сосисок. Результати вмісту білка в контрольних і дослідних зразках сосисок, наведені в таблиці 5.

5. Вміст білка в контрольних та дослідних зразках сосисок, г/100 г

Назва інгредієнта	Вміст білка			
	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3
Курятина	11,96	11,31	10,88	10,67
Ікра горбуші	2,26	2,14	2,14	1,99
Сухе коров'яче молоко	1,18	1,32	1,32	1,32
Гідратоване борошно спельти	-	0,76	1,06	1,21
Водорості норі	0,02	-	-	-
Сушені печериці	-	0,05	0,07	0,09
Загальний вміст білка	15,42	15,58	15,47	15,28

Загальний вміст білка в контрольних і дослідних зразках сосисок практично однаковий, тому вирішальними чинниками у визначенні вагомості показників якості є їх технологічні властивості та

органолептичні показники. Встановлено, що дослідні зразки сосисок мали підвищену пружність, реалізовану внаслідок ущільнення структури маси фаршу борошном спельти (рис. 1, рис. 2):

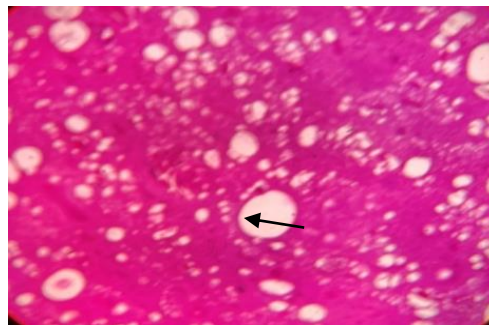


Рис. 1. Вакуолі з повітрям в сосисках контрольного зразка (показані стрілками). Фарбування гематоксиліном та еозином. Збільшення x100

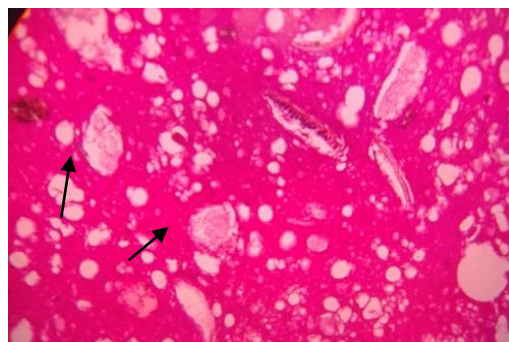


Рис. 2. Включення борошна спельти (показані стрілками) в сосисці дослідного зразка Фарбування за Ван-Гізон. Збільшення x100

Назаренко М. В., Устименко І. М.

Подальшими дослідженнями показано, що зрізи всіх дослідних зразків виявилися чистими і без напливів, а експертна оцінка органолептичних показників якості

проб показала, що додавання у фарш борошна спельти покращує органолептичні властивості сосисок (табл. 6).

6. Результати органолептичної оцінки досліджених проб сосисок*

Показник	Назва зразка			
	Контроль	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3
1	2	3	4	5
Зовнішній вигляд	Чиста суха поверхня блідо-жовтого кольору без напливів (4,6)	Чиста суха поверхня блідо-сірого кольору без напливів (4,6)	Чиста суха поверхня блідо-сірого кольору без напливів (4,8)	Чиста суха поверхня блідо-сірого кольору без напливів (4,5)
Консистенція	Ніжна, соковита пружна (4,4)	Ніжна, соковита пружна (4,3)	Ніжна, соковита пружна (4,5)	Ніжна, соковита пружна (4,4)
Вид на розрізі	Наявність ікринок та шматочків норі, порожнини від ікринок (4,3)	Однорідний без плям, наявні ікринки та порожнини від грибів та ікринок (4,5)	Однорідний без плям, наявні ікринки, вкраплення спецій та шматочки грибів до 3 мм (4,8)	Однорідний без плям, наявні ікринки, вкраплення спецій та шматочки грибів до 3 мм (4,6)
Запах	Відчутно морський запах завдяки присутності норі та ікри (4,3)	Відчутно свіжий запах завдяки морській солі та ікрі, приємний аромат спецій (4,5)	Відчутно свіжий запах завдяки морській солі та ікрі, приємний аромат спецій (4,9)	Відчутно свіжий запах завдяки морській солі та ікрі, приємний аромат спецій (4,6)
Смак	Притаманний цьому продукту, відчутний морський присмак (4,7)	Притаманний цьому продукту, відтінок смаку та запаху спецій, висока солоність. Смак грибів не відчувається (4,6)	Притаманний цьому продукту, відтінок смаку та запаху спецій, відчутна солоність. Смак грибів не відчувається (4,8)	Притаманний цьому продукту, відтінок смаку та запаху спецій помірна солоність, виражений смак грибів (4,5)
Інтегральна оцінка	4,46	4,50	4,70	4,52

* В дужках показана оцінка величини показника за п'ятибальною шкалою

У графічному вигляді наведені в таблиці 6 результати бальної оцінки органолептичних показників якості

сосисок контрольної та дослідних проб показані на профілограмі (рис. 3).

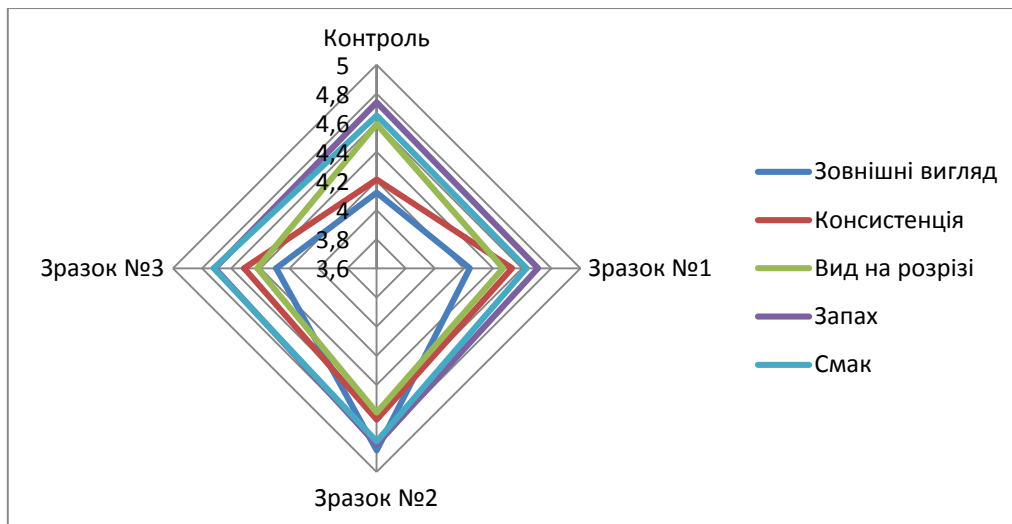


Рис. 3. Результати органолептичної оцінки показників якості контрольного та дослідних зразків сосисок

За результатами органолептичної оцінки дослідних зразків показано їх покращення у порівнянні з контролем, що особливо виражене у випадку зовнішнього вигляду, смаку й аромату. З них найвищими показниками характеризується проба кодована як

дослід 2, у яку було внесено 7,0 % борошна спельти.

Ще одним важливим показником якості й безпечності м'ясних продуктів є його бактеріологічна стабільність і результати визначення рівня їх бактеріологічної забрудненості представлені в таблиці 7.

7. Мікробіологічні показники якості контрольних та дослідних зразків сосисок

Індекс дослідного зразка	Термін зберігання, діб	Показники		
		Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, в 1 г	Кількість патогенних мікроорганізмів, у т.ч. бактерій роду Сальмонелла, в 25 г	Кількість бактерій групи кишкових паличок, в 0,001 г
1	2	3	4	5
Контроль	1	$1,0 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	2	$1,7 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	5	$2,6 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	7	$6,9 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	10	$2,1 \times 10^3$	Не виявлено	Не виявлено
Дослід 1	1	$1,1 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	2	$1,4 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	5	$2,3 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	7	$6,8 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	10	$2,3 \times 10^3$	Не виявлено	Не виявлено

				<i>Продовження</i>
1	2	3	4	5
Дослід 2	1	$1,1 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	2	$1,2 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	5	$2,9 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	7	$7,1 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	10	$2,1 \times 10^3$	Не виявлено	Не виявлено
Дослід 3	1	$1,0 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	2	$1,7 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	5	$2,4 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	7	$6,5 \times 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
	10	$2,9 \times 10^3$	Не виявлено	Не виявлено

Результати дослідження мікробіологічних показників контрольних та дослідних зразків сосисок показали не перевищення нормативних значень. Патогенних мікроорганізмів та бактерії групи кишкових паличок під час дослідження не було виявлено в жодному зразку.

Висновок. Проведений комплекс теоретичних та експериментальних досліджень засвідчив, що за органолептичними, мікробіологічними та реологічними показниками найкращі результати одержав дослідний зразок рецептури 2, який є рекомендованим для подальшого впровадження у виробництво.

Список використаних джерел

1. Баль-Прилипко Л.В. Інноваційні технології якісних та безпечних м'ясних виробів: монографія. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2012. 207 с.

2. Bal-Prylypko L., Yancheva M., Paska M., Ryabovol M., Nikolaenko M., Israelian V., Pylypchuk O., Tverezovska N., Kushnir Y., Nazarenko M. The study of the intensification of technological parameters of the sausage production process. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022. Vol. 16. P. 27–41.

3. Bal-Prilipko L.V., Patyka N.V., Leonova B.I., Starkova E.R., Brona A.I. Trends, Achievements and Prospects of Biotechnology in The Food Industry. *Mikrobiolohichnyi zhurnal*. 2016. Vol. 78. No. 3. P. 99–111.

4. Хомич В.Т., Баль-Прилипко Л. В., Мазуркевич Т. А., Стегней Ж. Г. Мікроструктурний аналіз м'яса та м'ясних продуктів: навчальний посібник. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2022. 170 с.

5. Campbell K.G. Spelt: agronomy, genetics and breeding, review. *Plant Breeding*. 1997. No. 15. P. 187–213.

6. Padulosi S., Hammer K., Heller J. Hulled wheats: Proceedings of the first International Workshop on Hulled Wheats (Tuscany, 21-22 July 1995). Tuscany, 1996. 262 p.

7. Piergiovanni A. R., Rizzi R., Pannacciulli E., Gatta C. D. Mineral composition in hulled wheat grains: a comparison between emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) and spelt (*T. spelta* L.) accessions. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 1997. No. 48. P. 381–386.

8. Gluten content in different cereals. URL: https://www.researchgate.net/figure/Gluten-content-in-different-cereals_tbl1_311859526 (last accessed 22.07.2022).

9. Vu N.T., Chin J., Pasco J.A., Kovács A., Wing L.W., Békés F., Suter D.A.I. The prevalence of Wheat and Spelt Sensitivity in a Randomly Selected Australian Population.

Назаренко М. В., Устименко І. М.

Cereal Research Communications. 2015. Vol. 43. P. 97–107.

10. Çağlarirmak N. Chemical composition and nutrition value of dried cultivated culinary-medicinal mushrooms from Turkey. *Int J Med Mushrooms*. 2011. Vol. 13. No. 4. P. 351–356.

11. Boskou D., Blekas G., Tsimidou M. Olive Oil Composition. Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki. 2006. ISBN 978-1-893997-88-2 URL:

file:///C:/Users/User/Downloads/OliveOilCompositionBlekasetal%20(1).pdf. (дата звернення 10.01.2023).

12. Ципріян В. І., Матасар Ш. Т., Слободкін В. Ш. Гігієна харчування з основами нутриціології: підруч. у 2-х кн. Київ: Медицина, 2007. 544 с

References

10 Bal-Prylypko, Л.В. (2012). Innovative technologies of qualitative and safe meat products. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine.

11 Bal-Prylypko, L., Yancheva, M., Paska, M., Ryabovol, M., Nikolaenko, M., Israelian, V., Pylypchuk, O., Tverezovska, N., Kushnir, Y. & Nazarenko, M. (2022). The study of the intensification of technological parameters of the sausage production process. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 16, 27-41.

12 Bal-Prilipko, L.V., Patyka, N.V., Leonova, B.I., Starkova, E.R. & Brona, A.I. (2016). Trends, Achievements and Prospects of Biotechnology in The Food Industry. *Mikrobiolohichniy zhurnal*, 78(3), 99-111.

13 Khomich, V.T., Bal-Prylypko, L.V., Mazurkevich, T.A. & Stegnei, Zh.G. (2022). Analysis of microstructure of meat products. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine.

14 Campbell, K.G. (1997). Spelt: agronomy, genetics and breeding, review. *Plant Breeding*, No. 15, 187-213.

15 Padulosi, S., Hammer, K. & Heller, J. (1996). Hulled wheats: Proceedings of the first International Workshop on Hulled Wheats. Tuscany: International Plant Genetic Resources Institute.

16 Piergiovanni, A. R., Rizzi, R., Pannacciulli, E. & Gatta, C. D. (1997). Mineral composition in hulled wheat grains: a comparison between emmer (*Triticum dicoccon* Schrank) and spelt (*T. spelta* L.) accessions. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, No. 48, 381-386.

17 Gluten content in different cereals. (n.d.). Retrieved from https://www.researchgate.net/figure/Gluten-content-in-different-cereals_tbl1_311859526

18 Vu, N.T., Chin, J., Pasco, J.A., Kovács, A., Wing, L.W., Békés, F. & Suter, D.A.I. (2015). The prevalence of Wheat and Spelt Sensitivity in a Randomly Selected Australian Population. *Cereal Research Communications*, 43, 97-107.

19 Çağlarirmak, N. (2011). Chemical composition and nutrition value of dried cultivated culinary-medicinal mushrooms from Turkey. *Int J Med Mushrooms*, 13(4), 351-356.

20 Boskou, D., Blekas, G., & Tsimidou, M. Olive Oil Composition. Laboratory of Food Chemistry and Technology, School of Chemistry, Aristotle University of Thessaloniki. ISBN 978-1-893997-88-2 (n.d.). Retrieved from file:///C:/Users/User/Downloads/OliveOilCompositionBlekasetal%20(1).pdf.

21 Tsyppriian, V. I, Matasar, Sh.T., Slobodkin, V.Sh. Hihiiena kharchuvannia z osnovamy nutrytsiolohii [Hygiene food with the basics of nutrition]. Pidruch. u 2-h kn. K.:Medytsyna; 2007.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF BOILED SAUSAGES ENRICHED BY SPELT FLOUR

M. V. Nazarenko, I. M. Ustymenko

Abstract. *The purpose set in carrying out of this work is development of formulation of boiled sausages (frankfurters) enriched by vegetative albumen instead of part of meat put in the mix. The object chosen for comparison with it was the mince meat standardized by specifications of TU U 10.1-37792346 based on use of chicken*

Назаренко М. В., Устименко І. М.

meat mixed with spawn of salmon and seaweed of nori as the taste additive. The principal distinctions of the mince meat developed in this work is the partial replacement of meat in the mix by the flour of wild wheat of spelt, replacement of sunflower oil used traditionally if such compositions by olive oil, and adding in the mix of flavoring additive of fermented mushrooms of champignon instead of seaweeds of nori. The principal task of this work was substantiation of formulation of frankfurters character by partial replacing of albumen of animal origin by the vegetative one of wild wheat of spelt, as well as replacing sunflower seed oil by the olive one done in purposes of enriching of the mix by the omega-3 fatty acid and avoiding of overdosage in the mix of vitamin E. The study was carried out in use of three mixes, which contained 5-8 % of spelt flour hydrated previously in ratio of 1:1 used instead of 3-6 % of chicken meat put in the control mix. It was shown that the proposed samples of mince meat contained 15,6 % of albumen when the mass part of spelt was 5,0 %, 15,5 % at the part of spelt of 7 % and 15,3 % when the mix contained 8,5 % of spelt what coincides in limits of error of measurement with the mass part of albumen in the control mix (15,4 %). The one of conditions set in development of formulation of the product is bettering of technological characteristics, organoleptic properties and rheological indices of quality as follows: increasing of elasticity of mass in result of compression of mince meat mix in result of including of particles of spelt flour particles in cavities of vacuoles of meat fraction. The result of work in modification of composition of mass of the experimental mix in use of spelt and olive oil was betterment of its organoleptic properties of quality evaluated by expert method as follows: appearance, consistency, view of cut surface, smell and taste. The finishing stage of investigation was studying of bacteriological stability of frankfurters, which showed that their experimental compositions are character by dramatically less speed of increasing of level of pollution of the mass by mesophylous aerobic and conditionally anaerobic microorganisms in absence of pathogenic microorganisms and colon bacillus. The results of work in complex study was recommendation to mass production of frankfurters which formulation includes as ingredients of 50.5 % on chicken meat, 28.5 % of olive oil, 7 % of spelt flour, and 2.0 % of dried champignons.

Keywords: *boiled sausages, frankfurters, vegetative albumens, olive oil, organoleptic properties, and microbiological indices*