

Уманський національний університет садівництва

ВІСНИК
Уманського національного
університету садівництва

Випуск 1



Видавничий дім
«Гельветика»
2024

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор – Карпенко Віктор Петрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, проректор з наукової та інноваційної діяльності Уманського національного університету садівництва, Україна

Члени редколегії:

Бальбіж Агнешка – доктор філософії, доцент кафедри садівництва Вроцлавського природничого університету, м. Вроцлав, Польща

Василишина Олена Володимирівна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва, Україна

Васильєва Валентина – доктор наук, професор, завідувач лабораторії «Регулювання вираження гену» Інституту фізіології рослин та генетики Болгарської академії наук, м. Софія, Болгарія

Господаренко Григорій Миколайович – доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри агрохімії та ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва, Україна

Калініченко Антоніна Володимирівна – доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри інженерії процесів Опольського університету, м. Ополе, Польща

Канлаянарат Сірічай – доктор наук, професор кафедри післязбиральної переробки сільськогосподарської продукції Технологічного університету Короля Монгкут у районі Тхонбурі, м. Бангкок, Таїланд

Костецька Катерина Василівна – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва, Україна

Любич Віталій Володимирович – доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва, Україна

Мостов'як Іван Іванович – доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри захисту і карантину рослин Уманського національного університету садівництва, Україна

Пасічник Лідія Анатоліївна – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник відділу фітопатогенних бактерій Ін-ту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна

Патика Володимир Пилипович – доктор біологічних наук, професор, академік НААНУ, завідувач відділу фітопатогенних бактерій Ін-ту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ, Україна

Поліщук Валентин Васильович – доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри садово-паркового господарства Уманського національного університету садівництва, Україна

Полторецький Сергій Петрович – доктор сільськогосподарських наук, декан факультету агрономії, професор кафедри рослинництва Уманського національного університету садівництва, Україна

Пьотр Хохура – доктор філософії, доцент кафедри садівництва Вроцлавського природничого університету, м. Вроцлав, Польща

Сонько Сергій Петрович – доктор географічних наук, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету садівництва, Україна

Сосна Іренеуш – доктор наук, професор кафедри садівництва Вроцлавського природничого університету, м. Вроцлав, Польща

Журнал ухвалено до друку Вченою радою
Уманського національного університету садівництва
11.04.2024, протокол № 6

Науковий журнал «Вісник Уманського національного університету садівництва»
zareestrovano Міністерством юстиції України
(Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
серія KB № 17575-6425 PR 04.03.2011 року)

На підставі наказу Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019 р. (додаток 7) журнал внесений до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») у галузі Природничі науки (101 – Екологія), Виробництво та технології (181 – Харчові технології), Аграрні науки та продовольство (201 – Агрономія, 202 – Захист і карантин рослин, 203 – Садівництво та виноградарство, 206 – Садово-паркове господарство).

Офіційний сайт видання: www.visnyk-unaus.udau.edu.ua

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення
StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

ЗМІСТ

АГРОНОМІЯ

І. М. Бобось, О. О. Комар НАСІННЕВА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ВІГНИ СПАРЖЕВОЇ (<i>VIGNA UNGUICULATA (L.) WALP. SUBSP. SESQUIPEDALIS (L.) VERD.</i>).....	5
О. О. Бурковецький СВІТОВЕ ВИРОБНИЦТВО Й СОРТОВІ РЕСУРСИ ДИНИ ЗВИЧАЙНОЇ (<i>CUCUMIS MELO L.</i>) В УКРАЇНІ.....	12
Б. В. Дзюбецький, Н. В. Пазюк ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВУ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДУКТИВНОСТІ САМОЗАПИЛЕНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ ЗАРОДКОВОЇ ПЛАЗМИ BSSS ЗА ВПЛИВУ ГУСТОТИ СТЕБЛОСТОЮ РОСЛИН І ПОГОДНИХ УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
І. І. Паламарчук ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОЩУВАННЯ.....	24
І. В. Пліско, К. Ю. Романчук, К. М. Куцова ВПЛИВ ПРОСТОРОВОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ АГРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	31

САДІВНИЦТВО ТА ВИНОГРАДАРСТВО

А. В. Штірбу АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИНОГРАДУ ПРИ РІЗНИХ ПАРАМЕТРАХ ЩІЛЬНОСТІ НАСАДЖЕНЬ.....	40
---	----

САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

О. М. Осьмачко, О. М. Бакуменко, Т. І. Мельник, А. В. Мельник, Л. В. Крючко РОЗРОБКА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ГОСПОДАРСЬКОГО ПЛАНУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПОСТІЙНОГО ДЕКОРАТИВНОГО РОЗСАДНИКА В УМОВАХ ФІЛІЇ «ЛЕБЕДИНСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ».....	45
І. В. Шукель, Л. В. Глоговський СТАН ПІДЛІСКУ ТА ПРИРОДНОГО ПОНОВЛЕННЯ В РЕКРЕАЦІЙНО-ОЗДОРОВЧИХ ЛІСАХ МІСТА ЛЬВОВА.....	53

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

А. Г. Благополучна, Н. О. Ляховська ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ПЛОДІВ ОЖИНИ ЗА ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ХІТОЗАНОМ.....	60
І. І. Миколайко ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ.....	65
А. Ю. Токар, І. В. Гайдай, О. М. Литовченко, В. І. Войцехівський, В. Д. Каричковський ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ НЕКРІПЛЕНИХ ВІНОМАТЕРІАЛІВ З ГРУШ, ВИШЕНЬ, ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ І АГРУСУ ЗА КРАФТОВИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ.....	70
А. О. Шевченко, С. В. Прасол, Б. В. Михайлов, І. Г. Бабанов, О. І. Бабанова ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ХАРЧОВОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ, УСТАНОВКАХ ТА ПРИСТРОЯХ.....	82

CONTENTS

AGRONOMY

I. M. Bobos, O. O. Komar SEED PRODUCTIVITY OF ASPARAGUS COWPEA VARIETIES (<i>VIGNA UNGUICULATA</i> (L.) WALP. SUBSP. <i>SESQUIPEDALIS</i> (L.) VERD.).....	5
O. O. Burkovetskyi WORLD PRODUCTION AND VARIETAL RESOURCES OF ORDINARY MELON (<i>CUCUMIS MELO</i> L.) IN UKRAINE.....	12
B. V. Dzyubetsky, N. V. Pazyuk FEATURES OF THE MANIFESTATION OF ELEMENTS OF PRODUCTIVITY OF SELF-POLLINATED MAIZE LINES OF BSSS GERM PLASMA UNDER THE INFLUENCE OF PLANT STANDING DENSITY AND CONDITIONS OF YEARS OF RESEARCH.....	18
I. I. Palamarchuk INFLUENCE OF SOWING PERIOD ON GRAIN YIELD OF VEGETABLE PEAS UNDER ORGANIC CULTIVATION.....	24
I. V. Plisko, K. Yu. Romanchuk, K. M. Kutsova THE INFLUENCE OF SPATIAL HETEROGENEITY OF AGROPHYSICAL SOIL PROPERTIES ON THE YIELD OF AGRICULTURAL CROPS.....	31

PROTECTION AND QUARANTINE OF PLANTS

A. V. Shtirbu AGROBIOLOGICAL PECULIARITIES OF GRAPEVINE DEPEND ON THE PARAMETERS OF PLANTING DENSITY.....	40
--	----

HORTICULTURE AND VITICULTURE

O. M. Osmachko, O. M. Bakumenko, T. I. Melnyk, A. V. Melnyk, L. V. Kriuchko DEVELOPMENT OF AN ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC PLAN FOR ESTABLISHING A PERMANENT ORNAMENTAL NURSERY IN THE CONDITIONS OF THE «LEBEDYNSKE FORESTRY» BRANCH OF THE STATE ENTERPRISE «FORESTS OF UKRAINE».....	45
I. V. Shukel, L. V. Glogovsky THE STATE OF THE UNDERSTORY AND NATURAL REGENERATION IN RECREATIONAL AND HEALTH FORESTS OF THE CITY OF LVIV.....	53

LANDSCAPE GARDENING

A. H. Blahopoluchna, N. O. Liakhovska PRESERVATION OF BLACKBERRY FRUITS AFTER POST-HARVEST TREATMENT WITH CHITOSAN.....	60
I. I. Mykolaiko STORAGE OF MUSTARD SEEDS DEPENDS ON AIR TEMPERATURE AND VARIETAL CHARACTERISTICS.....	65
A. Yu. Tokar, I. V. Haidai, O. M. Lytovchenko, V. I. Voitsekhivskyi, V. D. Karychkovskyi QUALITY DEVELOPMENT OF UNFORTIFIED WINE MATERIALS FROM PEARS, CHERRIES, BLACK CURRANTS AND GOOSEBERRIES USING CRAFT TECHNOLOGIES.....	70
A. O. Shevchenko, S. V. Prasol, B. V. Mykhailov, I. G. Babanov, O. I. Babanova APPLICATION OF ELECTROPHYSICAL METHODS OF FOOD VEGETABLE RAW MATERIALS PROCESSING IN MODERN TECHNOLOGIES, INSTALLATIONS AND DEVICES.....	82

**I. М. Бобось**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри овочівництва і закритого ґрунту,
Національний університет біоресурсів і
природокористування України (м. Київ, Україна)
E-mail: irinabobos@ukr.net

**О. О. Комар**

кандидат сільськогосподарських наук,
старший викладач кафедри овочівництва
і закритого ґрунту
Національний університет біоресурсів
і природокористування України (м. Київ, Україна)
E-mail: komaroff201519@gmail.com

НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ ВІГНИ СПАРЖЕВОЇ (*VIGNA UNGUICULATA* (L.) *WALP. SUBSP. SESQUIPEDALIS* (L.) VERD.)

Стаття присвячена визначенню впливу густоти рослин на насіннєву продуктивність вігни спаржевої, що дозволить удосконалити технологію вирощування культури та розширить видове різноманіття бобових рослин і підвищить забезпечення споживачів дешевим легкодоступним білком. Представлені результати досліджень схем висіву рослин: 70 × 10 (143 тис. шт./га), 70 × 25 (57 тис. шт./га), 70 × 40 (36 тис. шт./га), 70 × 50 см (29 тис. шт. рослин/га) на сортах кущової вігни спаржевої Кафедральна (Україна) та У-Тя-Контю (Китай). На продуктивність і середню врожайність сухого насіння суттєво впливала густота рослин, оскільки в процесі життєдіяльності між рослинами постійно відбувалась конкуренція за вологу, світло й поживні речовини. Встановлено, що рослини кущових сортів вігни спаржевої мали широкий діапазон мінливості за морфологічними і господарсько-цінними ознаками, що впливало на їхню насіннєву продуктивність. Високою продуктивністю сухого насіння відзначилися сорти У-тя-Контю та Кафедральна за густоти рослин 29 тис. шт./га з масою 1000 насінин 196–209 г. Одночасно загушення рослин впливало на вищу урожайність стиглого насіння, яка більшою виявлена за густоти 143 тис. шт./га і становила для сортів У-тя-Контю 2,5 т/га, Кафедральна – 2,6 т/га з масою 1000 насінин 182–190 г.

Виявлено прямий сильний зв'язок між густотою рослин та урожайністю стиглого насіння ($r=0,96$; $0,97$), кількістю насінин у бобі ($r=0,91$; $0,95$) та зворотний сильний зв'язок із масою 1000 насінин ($r=-0,85$; $-0,93$) і продуктивністю стиглого насіння однієї рослини ($r=-0,98$). За результатами рівнянь регресії встановлено, що збільшення густоти рослин на 10 тис. шт. сприяло зменшенню продуктивності стиглого насіння однієї рослини на 1,3 г для сорту У-тя-Контю та на 1,2 г для сорту Кафедральна та збільшенню урожайності стиглого насіння відповідно на 0,1 т/га для обох сортів.

Ключові слова: вігна спаржева, біб, кущовий сорт, продуктивність, насіння, густота рослин.

I. M. Bobos

PhD in Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Vegetable Crops and Greenhouses,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
E-mail: irinabobos@ukr.net

O. O. Komar

PhD in Agricultural Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Vegetable Crops and Greenhouses,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
E-mail: komaroff201519@gmail.com

SEED PRODUCTIVITY OF ASPARAGUS COWPEA VARIETIES (*VIGNA UNGUICULATA* (L.) *WALP. SUBSP. SESQUIPEDALIS* (L.) VERD.)

The article is devoted to determining the influence of plant density on the seed productivity of cowpea asparagus, which will improve the technology of growing the crop and expand the species diversity of legumes and increase the supply of cheap, easily accessible protein to consumers. The results of research on planting schemes are presented: 70 × 10 (143 thousand plants/ha), 70 × 25 (57 thousand plants/ha), 70 × 40 (36 thousand plants/ha), 70 × 50 cm (29 thousand plants/ha) on the bush cowpea varieties Kafedralna (Ukraine) and U-Tya-Kontou (China). The productivity and average yield of dry seeds were significantly influenced by plant density, since in the course of life there was a constant competition for moisture, light and nutrients between plants. It was found that plants of bush cowpea varieties had a wide range of variability in morphological and economically valuable traits, which affected their seed productivity. High productivity of dry seeds was observed in the varieties U-Tya-Kontou and Kafedralna at a plant density of 29 thousand units/ha with a weight of 1000 seeds 196–209 g. At the same time, thickening of plants influenced the higher yield of ripe seeds, which was higher at a density of 143 thousand plants/ha and amounted to 2.5 t/ha for U-tya-Kontou and 2.6 t/ha for Kafedralna with a weight of 1000 seeds 182–190 g.

A direct strong relationship between plant density and yield of ripe seeds ($r=0.96$; 0.97), number of seeds per bean ($r=0.91$; 0.95) and an inverse strong relationship with weight of 1000 seeds ($r=-0.85$; -0.93) and productivity of ripe seeds per plant ($r=-0.98$) was found. According to the results of regression equations, it was found that an increase in plant density by 10 thousand plants contributed to a decrease in the productivity of ripe seeds per plant by 1.3 g for the variety U-Tya-Kontou and by 1.2 g for the variety Kafedralna and an increase in the yield of ripe seeds by 0.1 t/ha, respectively, for both varieties.

Key words: asparagus cowpea, bean, bush variety, productivity, seeds, plant density.

Постановка проблеми. В Україні змінюються підходи населення до харчування, що полягає у збільшенні споживання малопоширених овочів. Все більше споживачів разом з традиційними овочевими культурами мають потребу використовувати й малопоширені види з високою харчовою цінністю. Разом з тим гостро стоять питання забезпечення населення продуктами харчування, які багаті легкодоступним білком, якого не вистачає у щоденному раціоні людини. Серед них дуже цінними є бобові культури, як важливе і дешеве джерело білку, на який бідний сучасний раціон людини. За рахунок впровадження нових видів овочевих рослин збільшують споживання білка до 15–20 г щоденно. Білок бобових рослин – найдешевший порівняно з іншими продуктами харчування [6].

Однією з перспективних малопоширених бобових видів є вігна спаржева. В Україні є всі необхідні ґрунтово-кліматичні умови для вирощування вігни спаржевої. Серед важливих технологічних прийомів, за яких можливо отримати високу продуктивність бобів-лопаток культури є оптимальна густина рослин. Тому вплив оптимізації густоти кущових сортів вігни спаржевої на продуктивність бобів-лопаток й насіння культури є актуальним питанням для виробників с.-г. продукції, які цікавляться розширенням овочевого різноманіття для споживання продукції у свіжому й переробленому вигляді [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Щорічний світовий обсяг виробництва вігни досягає 7,41 млн. тонн при середній врожайності 589 кг/га, що вказує на те, що існує великий потенціал для підвищення врожайності за завдяки створенню та ефективному впровадженню покращених сортів [15]. Всі компоненти вігни мають харчову цінність – листки, боби та насіння широко використовуються як овочевий компонент у харчовому раціоні людини. Також вона має важливе значення у тваринництві, зокрема, листки та стебла рослини сушать і використовують як корм або кормові добавки у тваринництві [12].

Вігна характеризується значним генетичним варіюванням вмісту білка в насінні та бобах. Концентрація білка в насінні варіює від 15,1% до 38,5%, в бобах – від 17,7% до 23,1%. Основними білковими фракціями насіння вігни є глобуліни (до 70% від загального вмісту), альбуміни та глютеліни, з невеликою кількістю проламінів [10]. У насінні та бобах вігни виявлено 25 вільних амінокислот, у тому числі 8 незамінних і 6 замінних. Насіння порівняно з бобами відрізняється вищим вмістом таких незамінних амінокислот, як фенілаланін (18,5% і 3,0% відповідно), триптофан (5,2% і 2,1%) і треонін (4,6% і 1,5%). Вігна привертає увагу дієтологів із-за невисокого вмісту жирів, які становлять від 1,5% до 4,8% [13].

Корисні для здоров'я сполуки, такі як фенольні кислоти та флавоноїди, також містяться в насінні вігни. Крім того, воно містить розчинні та нерозчинні харчові волокна та багато інших функціональних сполук, включаючи вітаміни групи В, такі як фолат і тіамін. Насіння вігни також є хорошим джерелом мінералів [4].

Оптимальні показники густоти стояння рослин сприяють підвищенню врожайності, оскільки загущені рослини не отримують достатньої кількості світла для фотосинтезу і легко уражаються хворобами. З іншого боку, зріджені посіви не зможуть повністю використати ресурси і, таким чином, знижують врожайність. N. N. Angiras та ін. повідомляють про вищий урожай насіння на 20 см і 30 см міжряддях порівняно з 50 см [5]. В роботі G. Degefa та ін. зазначено теж, що міжряддя 30 см рекомендовано для вирощування вігни [7]. M. Siraje та ін. розглядали відстань між рослинами вігни 5, 10 і 15 см та різне міжряддя 25, 30, 35 і 40 см і встановили, що схема 30 × 10 см значно підвищила врожайність насіння культури та дала більший прибуток порівняно з іншими варіантами [17]. Інші дослідження також вказують, що відстань між рослинами 10 см та міжряддя 30 см давала найбільшу кількість бобів на одну рослину, найвищу врожайність зерна та найвищий вихід побічної продукції [9, 16]. Підняті грядки для вігни в Індії показують кращі результати на ґрунтах схильних до перезволоження, особливо під час мусонів [8, 14].

Впродовж 2008–2010 рр. на кафедрі овочівництва і закритого ґрунту НУБіП України вперше в північному Лісостепу вивчені й оцінені сортозразки вігни та проведено порівняльну оцінку за морфологічними ознаками, скоростиглістю та продуктивністю бобів-лопаток й насіння [2]. Виділено цінний вихідний матеріал вігни спаржевої, який використали у селекційній роботі та було створено перший кущовий сорт вігни овочевої Кафедральна, який з 2024 р. занесено до Державного реєстру сортів рослин України. Саме сорт Кафедральна і був включений в дослідження оптимізації густоти рослин культури, що обумовлює актуальність теми та доцільність дослідження.

Метою статті є вивчення особливостей формування насіння в бобах вігни спаржевої для визначення перспективних кущових сортів для овочевого напрямку.

Методика дослідження. Дослідження проводили впродовж 2014–2016 рр. на колекційних ділянках кафедри овочівництва і закритого ґрунту в НЛ «Плодоовочевий сад» НУБіП України, який розміщений у північній частині Лісостепу України на дерново-середньоопідзолених ґрунтах. Досліди з вивчення густоти рослин для формування бобів-лопаток вігни спаржевої були закладені за схемою: 70 × 10 (143 тис. шт./га),

70 × 25 (57 тис. шт./га), 70 × 40 (36 тис. шт./га), 70 × 50 см (29 тис. шт. рослин/га). Густоту рослин вивчали на сортах кущової вігни Кафедральна (Україна) та У-Тя-Контоу (Китай). Площу живлення рослин досліджували відповідно до методики двофакторних дослідів. За контроль взято схему 70×25 см та китайський сорт У-Тя-Контоу, отриманий з Національного центру генетичних ресурсів України та за попередніми даними виділився серед вихідного матеріалу кущової вігни [2]. Сорт Кафедральна створено колективом кафедри овочівництва і закритого ґрунту НУБіП України (автори: Бобось І.М., Сич З.Д., Федосій І.О., Комар О.О.), який дозволено для використання у виробництві з 2024 р. Повторність – триразова з рендомізацією. Облікова площа ділянки становила 5 м².

Насіння досліджуваних сортів за варіантами висівали одночасно 27.04.2014 р., 27.04.2015 р. та 27.04.2016 р. Догляд за рослинами полягав у систематичних розпушуваннях, боротьбі з бур'янами, хворобами і шкідниками. В усіх дослідах проводили фенологічні спостереження, біометричні вимірювання рослин, облік врожаю, біохімічні аналізи, ентомологічні обстеження на пошкодження посівів шкідниками та фітопатологічні обліки на ураження рослин хворобами [3].

Збирання врожаю бобів в технічній стиглості проводили щотижня на всіх варіантах досліду одночасно. Збір врожаю бобів у біологічній стиглості проводили з 20 до 29 вересня. За роки досліджень у 2016 році високі температури та суха погода у серпні-вересні сприяли доброму досягненню насіння в умовах Київської області, що вплинуло на високу якість насіння. Під час збирання врожаю визначали кількість та масу бобів на рослині, довжину бобу та кількість насінин в одному бобі. Одночасно з обліком урожаю з усіх сортів за варіантами відбирали середній зразок, за яким визначали масу 1000 насінин [3].

Для проведення дисперсійного та кореляційного аналізу в MS Excel використовували надбудову XLSTAT. За рівня значущості $\alpha = 0,95$ відмінності вважали значущими [11].

Основні результати дослідження. Досліджено, що густина рослин 143 тис. шт./га виявилася найбільш сприятливою для росту і розвитку рослин, а саме склалися сприятливі умови, які позитивно вплинули на господарсько-цінні показники вігни спаржевої. За цієї густоти рослини мали меншу висоту рослин, на яких формувалася менша кількість бобів, однак з більшою довжиною та кількістю насінин у них. Це сприяло збільшенню насінневої продуктивності сортів вігни порівняно з контролем (табл. 1). До того ж у сортів із розрідженістю посівів збільшується кількість бобів на рослині, з меншою довжиною бобів та кількістю насінин у бобі, що впливало на нижчу врожайність сухого насіння порівняно з загущеними посівами.

У сортів вігни спаржевої довжина нижнього бобу залежала від схеми сівби і більшою була за густоти рослин 143 тис. шт./га та становила у сорту У-тя-Контоу 26,2 см, Кафедральна – 26,5 см, що на 1,7–2,0 см більше порівняно з контролем. Проте, за продуктивністю стиглого насіння однієї рослини відзначились варіанти з розрідженими посівами (29–57 тис./га), за яких отримано більш виповнене насіння у бобі. Залежно від густоти рослин крайні значення ознаки за кількістю насінин у бобі на рослині становили у сорту У-тя-Контоу 8,3–9,4 шт., Кафедральна – 8,7–10,0 шт.

Встановлено, що вігна спаржева формувала більшу кількість бобів на рослині у сортів за найменшої густоти рослин 29 тис. шт./га – 18,3–18,5 шт. Однак вищу насінневу здатність отримано за більшої густоти рослин (143 тис. шт./га). Це зумовлюється більшою кількістю насінин у бобах, яка становила у сортів 9,4–10,0 шт., що на 0,4–0,7 шт. більше порівняно з контролем.

Таблиця 1

Продуктивність стиглого насіння сортів вігни спаржевої (середнє за 2014–2016 рр.)

Варіант дослідів (фактор В)	Густина рослин, тис. шт./га	Кількість насінин у бобі, шт.	Маса насіння з однієї рослини, г	Урожайність насіння, т/га				Маса 1000 насінин, г
				2014 рік	2015 рік	2016 рік	середнє	
У-тя-Контоу (контроль) (фактор А)								
70 × 10	143	9,4	17,3	1,5	2,9	3,1	2,5	190
70 × 25 (κ*)	57	9,0	30,0	1,3	1,8	2,0	1,7	198
70 × 40	36	8,5	30,2	0,7	1,2	1,4	1,1	205
70 × 50	29	8,3	32,2	0,6	1,0	1,1	0,9	209
Кафедральна								
70 × 10	143	10,0	18,5	1,7	2,9	3,2	2,6	182
70 × 25 (κ*)	57	9,3	30,3	1,3	1,8	2,0	1,7	186
70 × 40	36	9,1	30,9	0,5	1,3	1,5	1,1	190
70 × 50	29	8,7	31,2	0,5	1,0	1,2	0,9	196
<i>НІР₀₅</i>		0,22	3,24				0,37	3,17
<i>фактор А</i>		0,11	1,62				0,18	1,58
<i>фактор В</i>		0,15	2,29				0,26	2,24

Примітка: (κ*) – контроль.



Рис. 1. Насіння вігні овочевої сорту У-тя-Контю



Рис. 2. Насіння вігні овочевої сорту Кафедральна

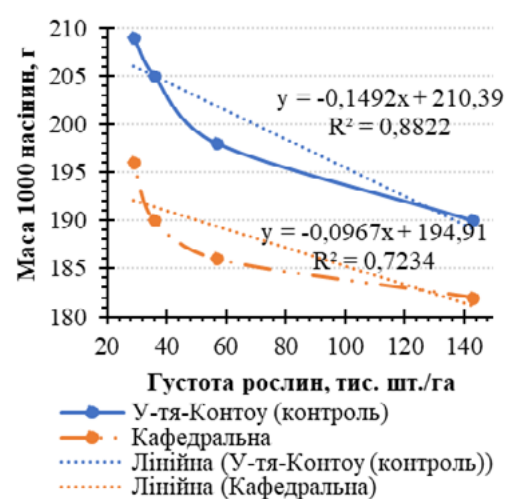
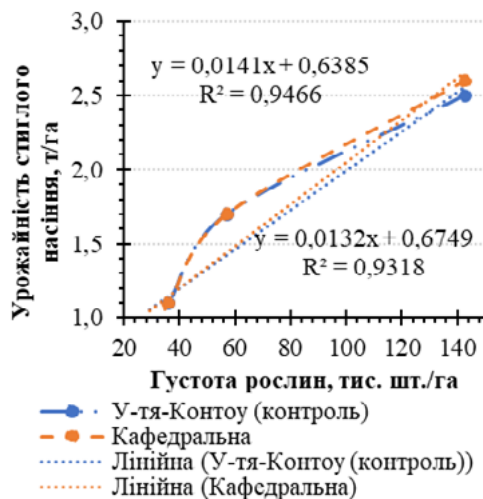
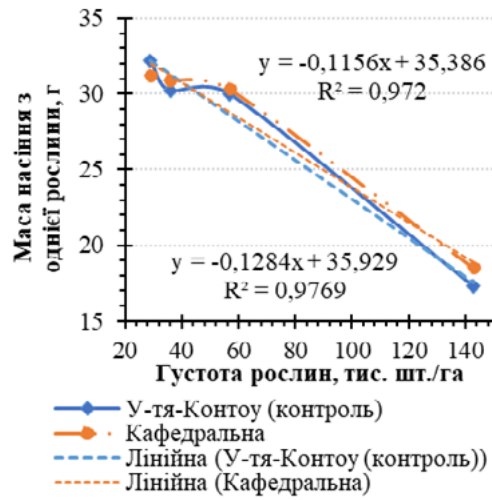
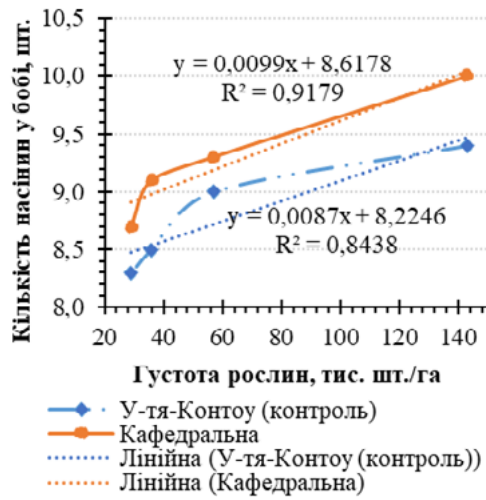


Рис. 3. Моделювання формування кількості насінин у бобі (1), маса насіння з однієї рослини (2), урожайності стиглого насіння (3), маси 1000 насінин (4) у сортів кушової вігні за різної густоти рослин (2014–2016 рр.)

За густоти рослин 143 тис. шт./га продуктивність рослин становила у сорту У-тя-Контоу 17,3 г, Кафедральна – 18,5 г, що на 11,8–12,7 г менше порівняно з контролем. Разом з тим за цієї густоти отримано найменш виповнене насіння масою 1000 насінин, відповідно 190 та 182 г. Однак загушення (143 тис. шт./га) вплинуло на вищу урожайність стиглого насіння, яке становило у сорту У-тя-Контоу 2,5, Кафедральна – 2,6 т/га, що на 0,8–0,9 т/га більше порівняно з контролем. Причому за фактором В встановлена суттєва різниця за варіантами між всіма ознаками, які вивчали за насінневою продуктивністю.

Визначальною особливістю вігни спаржевої є те, що боби на рослині неодноразово досягали. Маса 1000 насінин за різної густоти рослин становила у сорту У-тя-Контоу від 190 до 209 г, у сорту Кафедральна – від 182 до 196 г. Із більшим загушенням насіння формується дрібніше у сортів, масою 1000 насінин 182–190 г, що на 4–8 г менше порівняно з контролем.

Стигле насіння у вігни овочевої велике, ниркоподібне червоного забарвлення у сорту У-тя-Контоу та червонувато-коричневе з рисунком у сорту Кафедральна (рис. 1, 2).

Одночасно сорти формували велику кількість бобів на рослині на контрольному варіанті (57 тис. шт./га), але за цієї густоти у виду відмічено коротші боби та формувалося більше насіння масою 1000 насінин 186–198 г, що впливало на насінневу продуктивність, яка становила у сортів 30,0–30,3 г з рослини.

Продуктивність стиглого насіння з рослини вплинуло на його урожайність, яка на контролі становила у сортів 1,7 т/га. Причому у сорту Кафедральна відмічено вищу продуктивність стиглого насіння за рахунок більшої кількості насінин у бобі (9,3 шт.) та більшої кількості бобів, які формувалися на рослині (17,5 шт). Водночас сорт характеризувався меншою масою 1000 насінин, яка становила за вищезгаданої густоти рослин для сорту 186 г, тоді як у сорту У-тя-Контоу – 198 г.

Проведено кореляційний та регресійний аналіз показників продуктивності стиглого насіння сортів вігни спаржевої за різної густоти рослин (рис. 3). Існує прямий сильний зв'язок між густотою рослин та урожайністю стиглого насіння ($r=0,96; 0,97$), кількістю насінин у бобі ($r=0,91; 0,95$) та зворотний сильний зв'язок із масою 1000 насінин ($r=-0,85; -0,93$), продуктивністю стиглого насіння однієї рослини ($r=-0,98$).

Зважаючи на коефіцієнт детермінації для сорту Кафедральна ($d_{yx}=r^2=0,9466=0,89$) та У-тя-Контоу ($d_{yx}=r^2=0,9318=0,87$), варіація врожайності стиглого насіння вігни на 89% та 87% пов'язана з дією досліджуваного фактору. Розрахований коефіцієнт детермінації для сорту Кафедральна та У-тя-Контоу показує, що зміни густоти рослин зумовлюють відповідно зміни кількості насінин у бобі на 84% та 71%, маси насіння з однієї рослини на 94% та 95% та маса 1000 насінин на 52% та 78% і приблизно від 5 до 48% змін пов'язано з іншими факторами.

За результатами рівнянь регресії встановлено, що збільшення густоти рослин на 10 тис. сприяло збільшенню кількості насінин у бобі на 0,099 шт. для сорту У-тя-Контоу та на 0,1 шт. для сорту Кафедральна; зменшенню продуктивності стиглого насіння однієї рослини на 1,3 г для сорту У-тя-Контоу та на 1,2 г для сорту Кафедральна; збільшенню урожайності стиглого насіння на 0,1 т/га для обох сортів і зменшенню маси 1000 насінин на 1,5 г для сорту У-тя-Контоу та на 1,0 г для сорту Кафедральна.

Висновки. Рослини кущових сортів вігни спаржевої мали широкий діапазон мінливості за морфологічними і господарсько-цінними ознаками, що впливало на їхню насінневу продуктивність. Високою продуктивністю сухого насіння відзначилися сорти У-тя-Контоу та Кафедральна за густоти рослин 29 тис. шт./га з масою 1000 насінин 196–209 г. Одночасно загушення рослин впливало на вищу урожайність стиглого насіння, яка більшою виявлена за густоти 143 тис. шт./га і становила для сортів У-тя-Контоу 2,5 т/га, Кафедральна 2,6 т/га з масою 1000 насінин 182–190 г.

Встановлено прямий сильний зв'язок між густотою рослин та урожайністю стиглого насіння ($r=0,96; 0,97$), кількістю насінин у бобі ($r=0,91; 0,95$) та зворотний сильний зв'язок із масою 1000 насінин ($r=-0,85; -0,93$) та продуктивністю стиглого насіння однієї рослини ($r=-0,98$). За результатами рівнянь регресії встановлено, що збільшення густоти рослин на 10 тис. шт. сприяло зменшенню продуктивності стиглого насіння однієї рослини на 1,3 г для сорту У-тя-Контоу та на 1,2 г для сорту Кафедральна та збільшенню урожайності стиглого насіння відповідно на 0,1 та т/га для обох сортів.

Література

1. Бобось І. М., Сич З. Д., Комар О. О. Рекомендації з вирощування вігни спаржевої (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. iubip. ieiquipedalii (L.) Verdc.). Київ, 2023. 51 с.
2. Бобось І.М., Сич З.Д., Комар О.О. Вігна спаржева: вихідний колекційний матеріал і технології вирощування: Монографія. Київ, 2023. 223 с.
3. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві та баштанництві. Харків, 2001. 369 с.
4. Akissoé L., Madodé Y. E., Hemery Y. M., Donadjé B. V., Icard-Vernier C., Hounhouigan D. J., Mouquet-Rivier C. Impact of traditional processing on proximate composition, folate, mineral, phytate, and alpha-galacto-oligosaccharide contents of two West African cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) based doughnuts. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021. Vol. 96. 103753.
5. Angiras, N. N., Tesfazghi, M., Abraham, S. Response of Green Gram (*Vigna Radiata* (L.)) Wilczek to Inter Row Spacing and Phosphorus under Semi-arid Conditions of Eritrea. *Journal of Botanical Research*. 2021. 3(1). P. 16–22.
6. Bobos I., Komar O., Fedosiy I. Assessment of growth and development of cowpea varieties based on

phenological and morphological observations. *Plant and Soil Science*. 2022. 13(4). P. 7–16.

7. Degefa, G., Ahmad, A., Belete, K. Effect of Row Spacing and Phosphorus Fertilizer Rates on Yield and Yield Related Traits of Mung Bean (*Vigna radiata* L.) at Fedis, Eastern Ethiopia. *Journal of Plant Sciences*. 2021. 9(2). P. 65-70.

8. Dhadli, H. S. (2009, February). Sukhpreet-Singh (2009). Evaluation of different crops on permanent raised beds on Vertic Ustochrepts in Punjab, India. In 4th World Congress on Conservation Agriculture held from February (pp. 4–7).

9. Kabir, M. H., Sarkar, M. A. R. Seed yield of mungbean as affected by variety and plant spacing in Kharif-I season. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*. 2008. 6(2). P. 239–244.

10. Morris J. B., Tonnis B. D., Wang M. L. Protein content and seed trait analysis in a subset of the USDA, ARS, PGRCU cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] core collection. *Legume Research-An International Journal*. 2020. 43(4). P. 495–500.

11. Nageswara Rao G. Statistics for Agricultural Sciences. 3rd ed. BS Publications. 2018. 486 p.

12. Omomowo O. I., Babalola O. O. Constraints and prospects of improving cowpea productivity to ensure food, nutritional security and environmental sustainability. *Frontiers in Plant Science*. 2021. 12. 751731.

13. Perchuk I., Shelenga T., Gurkina M., Miroshnichenko E., Burlyaeva M. Composition of primary and secondary metabolite compounds in seeds and pods of asparagus bean (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) from China. *Molecules*. 2020. 25(17). 3778.

14. Ram, H., Singh, G., Aggarwal, N., Sekhon, H. S. Effect of sowing methods, nutrients and seed rate on mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) growth, productivity and water-use efficiency. *Journal of Applied and Natural Science*. 2018. 10(1). P. 190-195.

15. Reddy, B.R., Nagendran, K., Singh, B., Singh, P.M., Singh, J., Pandey, M. Accelerated Breeding of Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] for Improved Yield and Pest Resistance. In: Gosal, S., Wani, S. (eds) Accelerated Plant Breeding. Springer. Cham. 2020. Vol. 2.

16. Santhosh Kumar, S. G., Dawson, J., Pavithra, B. V. Effect of spacing and organic manures on growth and yield of greengram (*Vigna radiata* L.). *The Pharma Innovation Journal*. 2021. 10(12). P. 1612-1617.

17. Siraje, M., Asrat, M., Kassaye, M. Effects of spacing on Yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) In Jile Timuga district, North-Eastern Ethiopia. *GSA*. 2020. 8(9). P. 1020–1033.

References

1. Bobos I. M., Sych Z. D., Komar O. O. (2023). Rekomendatsii z vyroshchuvannia vihny spartzhevoi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. iubip. ieiupedalii (L.) Verdc.) [Recommendations for the cultivation of asparagus cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. and ubip. and equipedalia (L.) Verdc.)]. Kyiv. [in Ukrainian].

2. Bobos I.M., Sych Z.D., Komar O.O. (2023). Vihna spartzheva: vykhidnyi kolektsiinyi material i tekhnolohii vyroshchuvannia [Asparagus cowpea:

source collection material and cultivation technologies]: monograph. Kyiv. [in Ukrainian].

3. Bondarenko H. L., Yakovenko K. I. (2001). Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi ta bashtannytstvi [Methodology of experimental business in vegetable and melon growing]. Kharkiv [in Ukrainian].

4. Akissoé, L., Madodé, Y. E., Hemery, Y. M., Donadjè, B. V., Icard-Vernière, C., Hounhouigan, D. J., & Mouquet-Rivier, C. (2021). Impact of traditional processing on proximate composition, folate, mineral, phytate, and alpha-galacto-oligosaccharide contents of two West African cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) based doughnuts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 96, 103753.

5. Angiras, N. N., Tesfazghi, M., & Abraham, S. (2021). Response of Green Gram (*Vigna Radiata* (L.)) Wilczek to Inter Row Spacing and Phosphorus under Semi-arid Conditions of Eritrea. *Journal of Botanical Research*, 3(1), 16–22.

6. Bobos, I., Komar, O., & Fedosiy, I. (2022). Assessment of growth and development of cowpea varieties based on phenological and morphological observations. *Plant and Soil Science*, 13(4), 7–16.

7. Degefa, G., Ahmad, A., & Belete, K. (2021). Effect of Row Spacing and Phosphorus Fertilizer Rates on Yield and Yield Related Traits of Mung Bean (*Vigna radiata* L.) at Fedis, Eastern Ethiopia. *Journal of Plant Sciences*, 9(2), 65–70.

8. Dhadli, H. S. (2009, February). Sukhpreet-Singh (2009). Evaluation of different crops on permanent raised beds on Vertic Ustochrepts in Punjab, India. In 4th World Congress on Conservation Agriculture held from February (pp. 4–7).

9. Kabir, M. H., & Sarkar, M. A. R. (2008). Seed yield of mungbean as affected by variety and plant spacing in Kharif-I season. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 6(2), 239–244.

10. Morris, J. B., Tonnis, B. D., & Wang, M. L. (2020). Protein content and seed trait analysis in a subset of the USDA, ARS, PGRCU cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] core collection. *Legume Research-An International Journal*, 43(4), 495–500.

11. Nageswara Rao G. Statistics for Agricultural Sciences. 3rd ed. BS Publications. 2018. 486 p.

12. Omomowo, O. I., & Babalola, O. O. (2021). Constraints and prospects of improving cowpea productivity to ensure food, nutritional security and environmental sustainability. *Frontiers in Plant Science*, 12, 751731.

13. Perchuk, I., Shelenga, T., Gurkina, M., Miroshnichenko, E., & Burlyaeva, M. (2020). Composition of primary and secondary metabolite compounds in seeds and pods of asparagus bean (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) from China. *Molecules*, 25(17), 3778.

14. Ram, H., Singh, G., Aggarwal, N., & Sekhon, H. S. (2018). Effect of sowing methods, nutrients and seed rate on mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) growth, productivity and water-use efficiency. *Journal of Applied and Natural Science*, 10(1), 190–195.

15. Reddy, B. R., Nagendran, K., Singh, B., Singh, P. M., Singh, J., & Pandey, M. (2020). Accelerated Breeding of Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] for Improved Yield and Pest Resistance. Accelerated Plant Breeding, Volume 2: Vegetable Crops, 397–415.

16. Santhosh Kumar, S. G., Dawson, J., & Pavithra, B. V. (2021). Effect of spacing and organic manures on growth and yield of greengram (*Vigna radiata* L.). *The Pharma Innovation Journal*, 10(12), 1612–1617.

17. Siraje, M., Asrat, M., & Kassaye, M. (2020). Effects of spacing on Yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) In Jile Timuga district, North-Eastern Ethiopia. *GSJ*, 8(9), 1020–1033.

**О. О. Бурковецький**

аспірант кафедри овочівництва
Уманський національний університет садівництва (м. Умань, Україна)
E-mail: oleksiiburkovetskyi@gmail.com

СВІТОВЕ ВИРОБНИЦТВО Й СОРТОВІ РЕСУРСИ ДИНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*CUCUMIS MELO L.*) В УКРАЇНІ

Сьогоденним завданням сільського господарства є забезпечення населення України якісними продуктами харчування. Будь-яка агротехнологія вирощування овочевої культури використовує в своїй основі певний сорт або гібрид. Сортові ресурси є одним з головних пріоритетів держави. Вони являють собою продукт інтелектуальної діяльності значної частини суспільства – селекціонерів, екологів, сортовипробувачів. Цей сортимент в овочівництві дуже різноманітний. Тому, що б вірно підібрати сорт до вирощування й задовільнити вимоги виробництва ми провели аналітичні дослідження, що здійснено на основі огляду літературних джерел. У статті проаналізовано світовий ринок виробництва плодів дині та її сортові ресурси й напрями їх використання в Україні. Висвітлено результати загальносвітових площ вирощування (1,077 млн. га) за країнами, валове виробництво (28,617 млн. т), середню врожайність – 25,1 т/га, у світі та за країнами-виробниками – від 6,3 т/га до 57,6 т/га, що вказує на потребу в доборі сортів і гібридів для підвищення ефективності технології вирощування та використання біокліматичних ресурсів України для забезпечення галузі баштанництва. Проаналізовано ринок вартості експорту й імпорту за країнами, де виявлено, що найбільший дохід від експорту дині отримує Іспанія – 867,3 млн. дол. США, Мексика – 374,8 млн. дол. США та Нідерланди – 280,9 млн. дол. США, а найбільші затрати на імпорт продукції несуть Сполучені Штати Америки – 761,9 млн. дол. США, Німеччина – 507,3 млн. дол. США, Франція – 342,8 млн. дол. США та Нідерланди – 313,5 млн. дол. США. У результаті досліджень виявлено, що Нідерланди є найбільшим імпортером насіння в Україну, що також підтверджує їх значний експорт плодів дині на світовий ринок. Аналіз сортових ресурсів дині в Україні показав, що більша частка, а саме 76% сортів і гібридів іноземної селекції, в той час, як вітчизняної лише 26%. Серед загального числа сортів і гібридів дині переважають ранньостиглі, рекомендовані для Лісостепу, що зумовлено змінами умов клімату.

Ключові слова: диня, група стиглості, урожайність виробництво, площі.

О. О. Burkovetskyi

PhDs student at the Department of Vegetable Growing
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)
E-mail: oleksiiburkovetskyi@gmail.com

WORLD PRODUCTION AND VARIETAL RESOURCES OF ORDINARY MELON (*CUCUMIS MELO L.*) IN UKRAINE

Today, providing the population of Ukraine with quality food products is an important issue that needs to be resolved. Any agrotechnology for growing vegetable crops uses a certain variety or hybrid as its basis. Varietal resources are one of the main priorities of the state. They represent the product of the intellectual activity of a significant part of society – breeders, ecologists, variety testers. This assortment in vegetable production is very diverse. Therefore, in order to choose the right variety for cultivation and meet production requirements, we conducted analytical studies. What was done on the basis of a review of literary sources. The article analyzes the world market of melon fruit production and its varietal resources and directions of their use in Ukraine. The results of global cultivation areas (1.077 million ha) by country, gross production (28.617 million tons), average yield – 25.1 t/ha, in the world and by producing countries – from 6.3 t/ha in Ukraine are highlighted up to 57.6 t/ha in Honduras, which indicates the need for the selection of varieties and hybrids to increase the efficiency of cultivation technology and the use of bioclimatic resources of Ukraine to support the melon industry. The market of the value of export and import by country was analyzed, where it was found that Spain receives the largest income from the export of melons – 867.3 million USD, Mexico – 374.8 million USD and the Netherlands – 280.9 million USD, and the largest importers of products are the United States of America – 761.9 million USD, Germany – 507.3 million USD, France – 342.8 million USD and the Netherlands – 313.5 million USD. As a result of research, it was found that the Netherlands is the largest importer of seeds to Ukraine, which also confirms their significant export of melon fruits to the world market. An analysis of melon varietal resources in Ukraine showed that a larger share, namely 76% of varieties and hybrids of foreign selection, while only 26% of domestic melons. Among the total number of varieties and hybrids of melons, early ripening melons, recommended for the Forest-Steppe, predominate due to changes in climate conditions.

Key words: melon, ripeness group, productivity, production, area.

Постановка проблеми. Товарне виробництво овочевої продукції, зокрема дині, є одним із перспективних напрямків розвитку агропромислового комплексу. Збільшення кількості сортів і гібридів дині вітчизняної селекції, є пріоритетним напрямком в селекційній роботі дині.-

Сорти і гібриди дині є основним джерелом забезпечення населення десертною свіжою продукцією. В зв'язку з інтенсифікацією виробництва овочевих культур, зокрема дині, виникає потреба у розширенні сортименту дині.

Аналіз останніх досліджень. Однією з основних цілей сільськогосподарського виробництва є отримання високого врожаю з високою якістю продукції. А відтак, важливу роль відіграє насіннєвий матеріал. Використання якісного насіння є важливим кроком до отримання дружніх сходів і в результаті високого та якісного врожаю [1].

Зміни клімату в сучасних умовах змушують провідні селекційні центри створювати сорти нового покоління з активними адаптивними ознаками. Тож для аграрія, який орієнтується на овочівництво інтенсивного типу, важливо знати передові сорти, з якими можна досягнути високих врожаїв [2].

При використанні високоякісного сортового насіння у виробництві протягом багатьох років погіршуються його сортові і насіннєві якості у результаті механічного і біологічного засмічення, ураження хворобами і шкідниками, порушення насінницької агротехніки і умов зберігання [3].

Урожайність сортів залежить від дії багатьох факторів, тому завданням насінництва є збереження генетичного потенціалу, збереження сортових і врожайних якостей насіння всіх рекомендованих до вирощування сортів. Більшість сучасних сортів і гібридів мають вузьку зональну пристосованість, і придатні для вирощування в умовах однієї кліматичної зони. Сорти і гібриди дині адаптовані до двох і більше зон вирощування суттєво відрізняються за еколого-біологічними характеристиками, технологією вирощування, та господарськими ознаками [4].

Сортові ресурси створюються для забезпечення продовольчих потреб населення. В зв'язку із наростанням темпу виробництва дині, розширення площ під культурою, зростає попит на нові перспективні сорти і гібриди.

Основним завданням сільського господарства, є забезпечення населення повноцінним раціоном харчування, що сприяє покращенню здоров'я і збільшує тривалість життя людини [5]. Плоди дині ціняться своїми смаковими якостями, та приємним ароматом [6]. В плодах дині міститься багато вітамінів і мінералів (кальцій, магній, сірка, залізо) [7]. До її складу входять вуглеводи, білки, клітковина, зола, пектини і органічні кислоти [8]. Енергетична цінність плодів в середньому складає 34 ккал/100 г [9].

Основним елементом для покращення продуктивності посівів дині, збільшення врожайності, є правильний вибір сорту, який має попит на ринку та має стійкі біологічні та морфологічні ознаки [10].

Товарне виробництво овочевої продукції, зокрема дині, є одним із перспективних напрямків розвитку агропромислового комплексу. Збільшення кількості сортів і гібридів дині вітчизняної селекції, є пріоритетним напрямком в селекційній роботі дині [11].

Мета дослідження. Світовий ринок плодів та аналіз формування сортових ресурсів дині звичайної в Україні, як резерву збільшення урожайності та поширення культури в різні кліматичні зони.

Матеріали та методи дослідження. Впродовж 2023 року проведено аналіз ринку світового виробництва продукції та сортових ресурсів дині в Україні, згідно Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [12]. За проведення огляду було використано наступні методи: діалектичного пізнання процесів і явищ, монографічний; емпіричний; порівняльного аналізу та абстрактно-логічний.

Основні результати досліджень. Загальносвітові площі вирощування дині становлять 1,07 млн. га, а валове виробництво 28,6 млн. т, з яких лівову частку або 387,06 тис. га зайнято земельних угідь Китаю, де валове виробництво складає 14,07 млн. т (рис. 1, табл. 1). Друге місце за обсягами виробництва займає Туреччина, де у 2023 році виростили 1,6 млн. т, на площі 66,8 тис. га. На третьому місці Індія, де валове виробництво складає 1,478 млн. т, а площа вирощування становить 75 тис. га. Китай і Туреччина



Рис. 1. Світові площі вирощування (тис. га) й середня врожайність (ц/га) дині, (2023 р.), [13]

Світове виробництво дині (дані за 2023 рік) [13]

Країна	Площа вирощування, га	Валовий збір, т	Середня врожайність, т/га
Китай	387089	14071555	36,3
Туреччина	66875	1638638	24,5
Індія	75000	1478000	19,7
Казахстан	56284	1395171	24,7
Афганістан	69829	979581	14
Гватемала	32564	722238	22,1
Іран	32410	676318	20,8
Іспанія	19260	652600	33,8
Італія	23530	607380	25,8
Бразилія	23858	607047	25,4
США	17725	558872	31,5
Мексика	17784	550282	30,9
Марокко	16107	540561	33,5
Бангладеш	20622	393375	19
Гондурас	5274	304276	57,6
Франція	14010	271970	19,4
Ірак	15769	205176	13
Австралія	6545	203348	31
Пакистан	14880	190700	12,8
Україна	16200	103070	6,3

разом виробляють понад 50% світового виробництва дині. У Європі лідерами по виробництву дині є: Іспанія, Італія, Франція. У Іспанії у 2023 році на площі 19,2 тис. га, було вирощено 652,6 тис. т. У Італії з площі 23,5 тис. га, було зібрано 607,3 тис. т. У Франції було зібрано 271,9 тис. т, на площі 14 тис. га.

Дані вказують, що врожайність дині в Україні є однією з найнижчих серед країн-промислових виробників, що підвищує актуальність

досліджень з оптимізації технології вирощування та розробки способів реалізації біологічного потенціалу сортів дині.

Проаналізувавши світовий ринок баштанних культур (табл. 2) за даними FAO (Food and Agriculture Organization) встановлено, що найбільший прибуток з продажу експортних динь, отримали (млн. дол. США): Іспанія – 867,3; Мексика – 374,8; Нідерланди – 280,9; США – 260,5; Марокко – 194,5; Іран – 179,8; Гватемала – 168,1;

Таблиця 2

Найбільші експортери й імпортери плодів дині у світі (дані за 2023 рік) [14]

Країна-експортер	Експортна вартість плодів дині, (млн. дол. США)	Країна-імпортер	Імпортна вартість плодів дині, (млн. дол. США)
Іспанія	867,3	США	761,9
Мексика	374,8	Німеччина	507,3
Нідерланди	280,9	Франція	342,8
США	260,5	Нідерланди	313,5
Марокко	194,5	Велика Британія	279,1
Іран	179,8	Канада	208,4
Гватемала	168,1	Іспанія	134,1
Бразилія	167,8	Бельгія	82,7
Італія	164,2	Польща	77,1
Китай	118,1	Швейцарія	64,1
Бірма	108,6	Швеція	62,5
Франція	94,0	Італія	62,1
В'єтнам	93,5	ОАЕ	60,6
Коста-Ріка	86,0	Португалія	57,9
Гондурас	70,6	Австрія	51,4
Греція	64,1	Ірак	51,0
Сирія	47,4	Китай	43,7
Йорданія	31,1	Чехія	43,3
Німеччина	28,7	Данія	42,1
Казахстан	26,1	Норвегія	36,4

Бразилія – 167,8; Італія – 164,2; Китай – 118,1; Бірма – 108,6; Франція – 94,0; В'єтнам – 93,5; Коста-Ріка – 86,0 млн. дол. США.

Дохід світового ринку динь у 2023 р. склав 27,4 млрд. дол. США, що на 2,2% більше в порівнянні з минулим роком. Ця цифра відображає загальні доходи виробників та імпортерів (без урахування витрат на логістику, витрат на роздрібний маркетинг і націнки роздрібних торговців, які будуть включені в кінцеву споживчу ціну). За період з 2007 по 2023 рік ринкова вартість зросла в середньому на +2,1% на рік, тенденція залишалася відносно стабільною, лише в окремі роки реєструвалися незначні коливання [14].

Наведені дані свідчать, що Нідерланди входять до трійки, як експортерів так й імпортерів дині, це свідчить що голландці виробляють багато продукції, мають високий рівень доходу й масово споживають вітамінні плоди дині впродовж всього року. В той час, як Іспанія є лідером виробництва овочевої продукції в Європі, що підтверджується найбільшим в світі експортом дині.

Згідно аналізу наявних сортів і гібридів дині звичайної в Держреєстрі на 2023 рік за групами стиглості переважають ранньостиглі сорти 63%, меншу частку мають середньостиглі (28%), та середньоранні (9%).

Аналіз даних реєстрації сортів дині звичайної за 2018 і 2023 роки (рис. 2 і 3) показав істотні зміни за співвідношенням країн-заявників й показав, що у 2018 році лівова частина сортів належала українській селекції, а на сьогодні на ринку сортів дині в Україні лівова частка або 51% належить Нідерландам, сорти української селекції складають лише четверту частину, а точніше 26% від загальної кількості.

Проаналізувавши Реєстр сортів за 2023 рік, було встановлено, що більшість сортів і гібридів походять з Нідерландів – 45 сортів (51%). Частка сортів і гібридів вітчизняної селекції становить 26% (22 сорти). До країн – експортерів

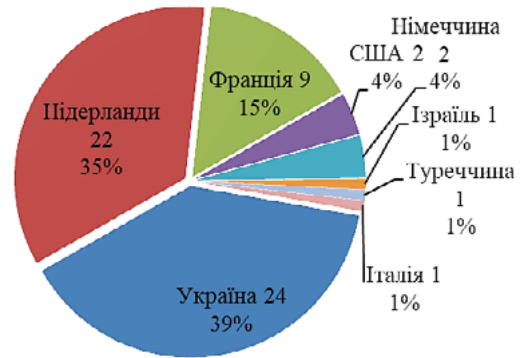


Рис. 2. Частка сортів і гібридів дині звичайної за країнами-заявниками в Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні за 2018 рік [12]

селекційного матеріалу дині посівної належать також: Франція – 9 сортів (11%), Ізраїль – 4 сорти (5%), Німеччина, США – по 2 сорти, Італія, Китай, Туреччина – по 1 сорту.

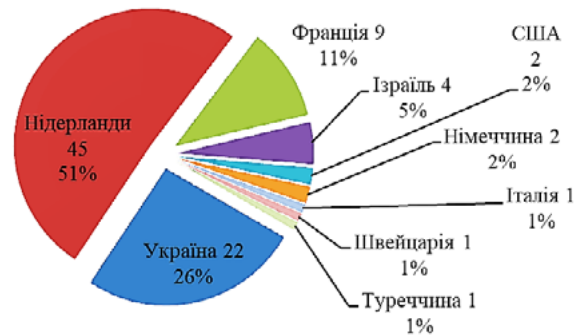


Рис. 3. Частка сортів і гібридів дині звичайної за країнами-заявниками в Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні за 2023 рік [12]



Рекомендовані зони вирощування



Групи стиглості

Рис. 4. Розподіл сортів дині звичайної за рекомендованими зонами вирощування й групами стиглості (згідно Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні за 2023 рік) [12]

Ще одним важливим критерієм оцінки сорту є строки досягання. Ця властивість має важливе фізіолого-біологічне та господарсько-економічне значення. Для зменшення затрат праці, та забезпечення конвеєрного виробництва продукції, у господарствах рекомендовано вирощувати декілька сортів дині різної групи стиглості. Кожна група має свої переваги і недоліки.

Національні сортові ресурси дині звичайної, які внесені до Реєстру сортів рослин в 2023 р., нараховують 87 сортів і гібридів, зокрема української селекції 22 сорти, що становить 26% від загальної кількості виду. За останніх шість років кількість сортів і гібридів дині в Реєстрі сортів рослин збільшилася в 1,4 рази з 62 у 2018 р., до 87 у 2023 р. Більшість сортів рекомендовані для поширення у ґрунтово-кліматичних зонах Лісостепу (34%), та Степу (33%). В зоні Полісся рекомендовано вирощувати 22% сортів. Для вирощування в умовах закритого ґрунту в Реєстрі рекомендовано 11% сортів (рис. 4).

Ранньостиглі сорти характеризуються коротким вегетаційним періодом, і забезпечують врожай у ранні строки. Недоліком ранньостиглих сортів є менша кількість цукру у плодах і слабші смакові якості, ніж у середньостиглих і пізніх сортів, які під час тривалого вегетаційного періоду повною мірою забезпечуються необхідною кількістю тепла і світла.

Із загальної кількості сортів, включених до Реєстру найбільша кількість ранньостиглих сортів 63%, та менша кількість середньостиглих 28%. В зв'язку з тим, що диня краще пристосована для клімату південних широт, на території України переважають ранньостиглі та середньостиглі сорти. При вирощуванні ранніх сортів необхідно стежити за температурним режимом, тому що в нічну пору доби можливі заморозки, які призводять до втрати рослин. Тому якщо під час вегетації можливі заморозки, необхідно заздалегідь вкрити рослини укритими матеріалами. При вирощуванні пізньостиглих сортів дині у відкритому ґрунті на території України, рослини не забезпечуються повною мірою теплом і світлом, і це призводить до зменшення врожайності.

Аналіз заявників сортів показав, що лідером серед країн-заявників у 2023 р є Нідерланди, з яких до Реєстру внесено – 45 сортів. У 2018 р. Нідерланди були головними експортерами серед іноземних заявників на ринку сортових ресурсів (22 сорти). Вітчизняні сорти у 2023 р. становили 26% (22 сорти) від загальної кількості.

За напрямом використання сорти і гібриди дині групують наступним чином: споживання свіжими (89%), овочевий напрям (4%), універсальний напрям (7%).

Всі культурні сорти динь виникли в результаті давньої селекції та добору в середньоазійському регіоні, де є дикорослі форми з дрібноплідними плодами [15].

Ці дикорослі форми мають чудовий аромат, проте плоди є абсолютно неїстівними. Натомість, селекціонери працювали над покращенням цих форм, вибираючи та вирощуючи плоди зі смачною м'якоттю [16].

Отже, культурні сорти динь, які ми сьогодні вирощуємо і споживаємо, походять від цих дикорослих форм, які були підвищені у селекційному процесі. Цей процес дозволив створити різноманіття сортів динь з різними смаковими якостями, формами і розмірами плодів, а також адаптованими до різних кліматичних умов.

Висновки. Сортові ресурси дині мають важливе значення у формуванні високих врожаїв, та покращенні якості продукції. Основним напрямом селекції дині звичайної є створення та впровадження у виробництво нових сортів і гібридів з високою продуктивністю, стійких до хвороб, придатних для вирощування та поширення в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Потенційний споживач, користуючись Державним реєстром сортів рослин, придатних для поширення в Україні може добирати сорти дині звичайної у 2024 році за періодом їх досягання для різних зон вирощування. У доборі сорту основними показниками є врожайність, скоростиглість, стійкість до розтріскування, посухостійкість.

Література

- Gough R. E. *Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications (1st ed.)*. CRC Press, 2020. 412 P. <https://doi.org/10.1201/9781003075226>
- Sensoy S., Ertek A., Gedik I., Kucukyumuk S. Irrigation frequency and amount affect yield and quality of field-grown melon (*Cucumis melo L.*). *Agricultural Water Management*, 2007, 88.1-3: 269-274.
- Mansouri A., Mirzabe A.H., Raufi A. Physical properties and mathematical modeling of melon (*Cucumis melo L.*) seeds and kernels. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 2017, 16.3: 218-226.
- Nasrabadi H.N. Study on morphologic variation of different Iranian melon cultivars (*Cucumis melo L.*). *African Journal of Agricultural Research*, 2012, 7.18: 2764-2769.
- Menglikulovich A. S., Chutbaevich, B. K., Habibullaevich A. F. Restoration of seeds fertility in order to renew the samples of vegetable crops stored in the gene pool. *American Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 2022, 8: 91-95.
- Лещук Н. В., Свіргун Є. В. Добір нових сортів дині (*Cucumis melo L.*) для формування ультрараннього врожаю на півдні України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*, 2006, 4: 111-118.
- Пузік Л.М. Конкурентоспроможність вітчизняних сортів дині. *Зб. наук. пр. ХНАУ. (Сер. «Економіка АПК і природокористування»)*. 2005. № 3. С. 125-132.
- Колтунов В.А., Пузік Л.М. Спосіб визначення ступеня стиглості плодів дині. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 2. С. 19-20.
- Пузік Л.М. Наукове обґрунтування та розробка заходів подовження строків споживання плодів гарбузових рослин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : 06.01.15. К., НУБіПУ, 2010. 40 с.
- Бобось І.М. Інформаційна цінність ознак вихідного матеріалу дині. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*, 2005, 2: 81-86.

11. Кубрак С. М. Оцінка сортозразків дині за господарсько-цінними ознаками. *Агробіологія: зб. наук. праць*. 2016. Вип 1 (124). С. 105–110.

12. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2023 рік URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin> (станом на 25.12.2023).

13. All countries: Melons, other, area harvested (hectare). URL: <https://www.tilasto.com/en/topic/geography-and-agriculture/crop/melons/melons-other-area-harvested> (дата звернення 15.01.2024).

14. FAO 2023. *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023*. Rome. URL: <https://doi.org/10.4060/cc8166en> (дата звернення 15.01.2024)

15. Ma L., Wang Q., Zheng Y., Guo J., Yuan S., Fu A., Bai C., Zhao X., Zheng S., Wen S., Guo S., Gao L., Grierson D., Zuo J., Xu Y. *Cucurbitaceae* genome evolution, gene function, and molecular breeding. *Horticulture Research*, 2022, 9: uhab057.

16. Zhang H., Xuming L., Yu H., Zhang Y., Li M., Wang H., Wang D., Fu Q., Min L., Ji C., Ma L., Tang J., Li S., Miao J., Zheng H., Yi H. A high-quality melon genome assembly provides insights into genetic basis of fruit trait improvement. *Isience*, 2019, 22: 16-27.

References

1. Gough, R. E. (2020). *Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications (1st. ed.)* CRC Press. 412 P. <https://doi.org/10.1201/9781003075226>

2. Sensoy, S., Ertek, A., Gedik, I., Kucukyumuk, C. (2007). Irrigation frequency and amount affect yield and quality of field-grown melon (*Cucumis melo* L.). *Agricultural Water Management*, 88.1-3: 269-274.

3. Mansouri, A., Mirzabe, A.H., Raufi, A. (2017). Physical properties and mathematical modeling of melon (*Cucumis melo* L.) seeds and kernels. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16.3: 218-226.

4. Nasrabadi, H.N. (2012). Study on morphologic variation of different Iranian melon cultivars (*Cucumis melo* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 7.18: 2764-2769.

5. Menglikulovich, A. S., Chutbaevich, B. K., Habibullaevich, A. F. (2022). Restoration of seeds fertility in order to renew the samples of vegetable crops stored in the gene pool. *American Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 8: 91-95.

6. Leshchuk, N. V., Svirhun, Ye. V. (2006). Dobir novykh sortiv dyni (*Cucumis melo* L.) dlia formuvannia ultrarannoho vrozhaiu na pivdni Ukrainy. [Selection of new varieties of melon (*Cucumis melo* L.) for forming an ultra-early harvest in the south of Ukraine]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*, 4: 111-118.[in Ukrainian].

7. Puzik L.M. (2005). Konkurentospromozhnist vitchyznianskykh sortiv dyni . [Competitiveness of domestic melon varieties]. *Zb. nauk. pr. KhNAU. (Ser. „Ekonomika APK i pryrodokorystuvannia“)*. № 3. S. 125–132. [in Ukrainian].

8. Koltunov V.A., Puzik L.M. (2011). Sposib vyznachennia stupenia styhlosti plodiv dyni. [The method of determining the degree of ripeness of melon fruits]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. № 2. S. 19–20. [in Ukrainian].

9. Puzik, L.M. (2010). Naukove obhruntuvannia ta rozrobka zakhodiv podovzhennia strokiv spozhyvannia plodiv harbuzyvnykh roslyn : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia d-ra s.-h. nauk: 06.01.15. [Scientific justification and development of measures to extend the period of consumption of the fruits of pumpkin plants: autoref. thesis for obtaining sciences. degree of Doctor of Agricultural Sciences]. K., NUBPU. 40 s. [in Ukrainian].

10. Bobos, I.M. (2005). Informatsiina tsinnist oznak vykhidnoho materialu dyni. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. [The informational value of the characteristics of the source material of the melon]. 2: 81–86. [in Ukrainian].

11. Kubrak, S. M. (2016). Otsinka sortozrazkiv dyni za hospodarsko-tsinnymy oznakamy. [Assessment of melon cultivars according to economic and valuable characteristics]. *Ahrobiolohiia: zb. nauk. prats. Vyp. 1 (124)*. S. 105–110. [in Ukrainian].

12. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2023 rik. [State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine for 2023]. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin> (stanom na 25.12.2023) [in Ukrainian].

13. All countries: Melons, other, area harvested (hectare) URL: <https://www.tilasto.com/en/topic/geography-and-agriculture/crop/melons/melons-other-area-harvested> (application date 15.01.2024).

14. FAO. 2023. *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc8166en> (application date 15.01.2024).

15. Ma, L., Wang, Q., Zheng, Y., Guo, J., Yuan, S., Fu, A., Bai, C., Zhao, X., Zheng, S., Wen, S., Guo, S., Gao, L., Grierson, D., Zuo, J., Xu, Y. (2022). *Cucurbitaceae* genome evolution, gene function, and molecular breeding. *Horticulture Research*, 9: uhab057.

16. Zhang, H., Xuming L., Yu, H., Zhang, Y., Li, M., Wang, H., Wang, D., Fu, Q., Min, L., Ji, C., Ma, L., Tang, J., Li, S., Miao, J., Zheng, H., Yi H. (2019). A high-quality melon genome assembly provides insights into genetic basis of fruit trait improvement. *Isience*, 22: 16-27.

**Б. В. Дзюбецький**

доктор сільськогосподарських наук, професор, академік
Національної академії аграрних наук України,
завідувач відділу селекції зернових культур
Державна установа Інститут зернових культур
Національної академії аграрних наук України
(м. Дніпро, Україна)
E-mail: selectdk@ukr.net

**Н. В. Пазюк**

аспірант
Науково-виробниче фермерське господарство
«КОМПАНІЯ МАІС»
(с. Зайцеве, Дніпропетровська область, Україна)
E-mail: pazyuk86@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЯВУ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДУКТИВНОСТІ САМОЗАПИЛЕНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ ЗАРОДКОВОЇ ПЛАЗМИ BSSS ЗА ВПЛИВУ ГУСТОТИ СТЕБЛОСТОЮ РОСЛИН І ПОГОДНИХ УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Актуальність досліджень полягає у виділенні самозапилених ліній кукурудзи (*Zea mays*) гетерозисної групи BSSS, в необхідності розширення генофонду одного із основних компонентів сучасних гібридів, адаптованих до умов Північного Степу України, стійких до несприятливих чинників навколишнього середовища, генофонд яких поки що незначний.

Метою досліджень була оцінка самозапилених ліній зародкової плазми BSSS за основними елементами врожайності «кількість зерен в качані» та «маса тисячі зерен» для подальшого включення їх в селекційні програми. **Матеріали і методи.** Оцінку елементів врожайності 25 самозапилених ліній кукурудзи геноплазми BSSS проводили із застосуванням математично-статистичних методів визначення достовірності результатів та показників варіабельності ознак. При їх вивченні отримано інформацію про прояви стабільності реакції ліній на зміну екоградієнтів. **Результати.** В роботі наведено результати дослідження, щодо особливостей реакції 25 самозапилених ліній кукурудзи плазми Рейд на погодні умови років досліджень і густоту стеблостою рослин відносно показників «кількість зерен в качані» та «маса тисячі зерен». Встановлено, що вихідні лінії виявили значну диференціацію в реакції вказаних ознак на різні умови вирощування. Досліджено, що найбільший вплив на прояв ознак «кількість зерен в ряду» мали погодні умови років досліджень і в меншій мірі – густина стеблостою рослин. Зокрема, кількість зерен в качані в лінії знизилася в середньому на 91,0 шт (33,2%) в порівнянні з середньопопуляційним значенням цієї ознаки в 2021 р. Нестача вологи в критичний період особливо негативно вплинула на лінії СДМ33, СДМ29А, СДМ46, які знизили кількість зерен в качані за густоти 50 тис. рослин/га на 145,8; 168,0 і 86,1 шт (50,2; 46,0 і 50,4%) відповідно порівняно з 2021 р.. Стабільнішими щодо цього показника виявились лінії ДК239 МВ і СДМ2А; у яких за густоти стеблостою 50 тис. рослин/га кількість зерен в качані була меншою лише на 8,7 і 9,3% відповідно. Найбільшу цінність мають лінії, в яких поєднуються добра озерненність з високою масою тисячі зерен. Виділено самозапилені лінії кукурудзи, які за два роки досліджень за різних густот стеблостою рослин характеризувалися стабільнішими значеннями елементів продуктивності (СДМ15, СДМ2А, СДМ96, МС2439 і СДМ84-35) та включено в програму створення посухостійких гібридів. Виявлено збільшення МТЗ при погіршенні умов в деяких ліній, що пов'язано зі зменшенням числа зерен на качані – череззерницю, яка призводить до того, що зернівки на качані мають більше простору, більше живлення і за рахунок цього більше виповнені. **Висновки.** Виділено лінії кукурудзи СДМ15, СДМ2А, СДМ96, МС2439 і СДМ84-35 з високим рівнем стабільності ознак, що будуть включені в селекційні програми створення гібридів, адаптованих до умов Північного Степу України.

Ключові слова: кукурудза, кількість зерен в качані, маса тисячі зерен, господарська цінність, посухостійкість, густина стояння рослин, кореляція.

B. V. Dzyubetskyi

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine
Head Department of Selection of Grain Crops
State institution Institute of Grain Crops of the National Academy of Sciences of Ukraine (Dnipro, Ukraine)
E-mail: selectdk@ukr.net

N. V. Pazyuk

Graduate Student
Research and Production Farm "MAYS COMPANY" (Zaytseve, Dnipropetrovsk region, Ukraine)
E-mail: pazyuk86@gmail.com

FEATURES OF THE MANIFESTATION OF ELEMENTS OF PRODUCTIVITY OF SELF-POLLINATED MAIZE LINES OF BSSS GERM PLASMA UNDER THE INFLUENCE OF PLANT STANDING DENSITY AND CONDITIONS OF YEARS OF RESEARCH

The relevance of the work consists in the selection of self-pollinated lines of corn (*Zea mays*) of the BSSS heterosis group, whose gene pool is still insignificant, adapted to the conditions of the Northern Steppe of Ukraine, resistant to adverse environmental factors.

Introduction. Estimating the level of productivity elements of BSSS germplasm self-pollinated corn lines based on the main quantitative traits that determine their selection suitability greatly facilitates the selection of crossbreeding components for selection under certain conditions.

According to some authors, the most effective selection for productivity can be directly based on the number of grains on the cob and the weight of 1000 grains (WTG) [2]. The number of rows of grains in a cob and their number in a row are determined by genetic systems and have clear quantitative limits. Also, under the condition of complete pollination of all flowers in the cob and the achievement of the maximum quantitative indicators for the plant (number of rows and grains in a row), the productivity potential of plants will be determined by the mass of grain from the cob [3].

Analysis of literary sources and formulation of research objectives. In Ukraine and the countries of Eastern Europe, the classification of the stages of development of grain crops, as well as growth phases, according to F.M. Kuperman [4]. The phase of the formation of the 7th leaf – 9th leaf is especially important, when the differentiation of panicle flowers occurs and pollen grains are formed in the anthers, and in the cob the beginnings of spikelets begin to form and the number of grains in a row is established. A feature of the 4th stage of organogenesis of the cob is a significant effect on the reduction of the overall productivity of plants in case of elevated temperatures and insufficient moisture supply. The phase of panicle appearance and panicle flowering and the beginning of the appearance of ovary columns ("silk") are also critical. All subsequent stages of the organogenesis of the cob are related to fertilization and the formation of the grain, and their progress also depends entirely on climatic factors [5]. The main task of the research is the assessment and selection of self-pollinated lines of the BSSS heterosis group for drought and heat resistance, based on such economic and valuable characteristics as the number of grains on the cob and the weight of 1000 grains.

The purpose and objectives of the research. The purpose of the work is to establish the selection and economic value of basic self-pollinated lines of corn in the creation of high-yielding corn hybrids adapted for cultivation in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine, to identify the relationship between indicators of productivity elements and grain yield.

Methods and materials. The research was carried out in 2021-2022, in the selective crop rotation of the SPF "COMPANY MAYS", located in the Synelnykivskiy district of the Dnipropetrovsk region.. As an additional background for assessing drought resistance, two sowing densities were used: 50 and 70 thousand plants/ha. The given density was formed on the research plots manually in the phase of 4-5 leaves. The size of the plots is 7.00 square meters. The structure of the harvest was determined by counting the number of grains from the cobs selected from the plots during harvesting. In accordance with the "Methodology for conducting field experiments with corn" [7], the biological and economic characteristics of 25 self-pollinated lines of the germplasm group BSSS were studied.

The results. The greatest value is represented by lines in which good grain size is combined with a high mass of a thousand grains. Self-pollinated lines of corn, which during two years of research under different agrotechnical conditions were characterized by more stable values of productivity elements (SDM15, SDM2A, SDM96, MC2439 and SDM84-35) and included in the program for creating drought-resistant hybrids..

Conclusions. It is recommended that lines SDM15, SDM2A, SDM96, MC2439 and SDM84-35 be used in breeding programs when creating hybrids with high productivity and drought resistance.

Key words: the number of grains in a cob, the weight of a thousand grains, correlation, economic value, drought resistance, plant density.

Вступ. Оцінка рівня елементів продуктивності самозапилених ліній кукурудзи, зокрема зародкової плазми BSSS, за основними кількісними ознаками, які визначають їх селекційну придатність, значно полегшує добір компонентів схрещування для селекції при створенні гібридів, адаптованих до певних умов [1].

Ефективнішим може бути добір на продуктивність безпосередньо за кількістю зерен на качані та за масою 1000 зерен (МТЗ) [2]. Число рядів зерен у качані і їх кількість в ряду детерміновані генетичними системами та мають чіткі кількісні обмеження. Також за умови повного запилення всіх квіток у качані та досягнення максимальних для рослини кількісних показників (число рядів та зерен в ряду) потенціал продуктивності рослини визначається масою зерна з качана [3].

Аналіз літературних джерел і постановка задач дослідження. Важливим резервом збільшення продуктивності кукурудзи та збільшення валових зборів зерна є широке впровадження у виробництво нових гібридів, що відносяться до різних груп стиглості, відзначаються

високим рівнем гетерозису та потенціалом врожайності. В зв'язку з цим збільшується потреба в насінні вихідних батьківських форм – самозапилених ліній та простих гібридів, які мають низький рівень продуктивності та активніше реагують на зміну прийомів вирощування порівняно з гібридами першого покоління [4].

Зміна кліматичних умов орієнтує сучасну селекцію гібридів кукурудзи на підвищення їхнього адаптивного потенціалу шляхом добору форм, які поєднують в собі високу продуктивність зі стійкістю до несприятливих умов навколишнього середовища [5].

В Україні та країнах Східної Європи загальноприйнятою є класифікація стадій розвитку зернових культур, як і фаз росту [6]. Особливо важлива фаза утворення 7-го листка – 9-го листка, коли відбувається диференціація квіток волоті і формуються пилкові зерна в пиляках, а в качані починається формування зачатків колосків і закладається кількість зерен в ряду. Особливістю 4-го етапу органогенезу качана є істотний вплив на зниження загальної продуктивності

рослин у разі підвищених температур і недостатнього вологозабезпечення. Також до критичної відноситься фаза від появи волоті і цвітіння волоті до формування стовпчиків зав'язей («шовку»). Усі наступні етапи органогенезу качана пов'язані із заплідненням та формуванням зернівки і їх проходження також повністю залежить від кліматичних факторів [6]. Тому і рівень врожайності, а також параметри її елементів, значно варіюють залежно від умов і генотипу вихідного матеріалу. Виходячи з цього, актуальним є дослідження з оцінки і добору самоzapилених ліній гетерозисної групи BSSS на посухо- та жаростійкість за такими господарсько-цінними ознаками, як кількість зерен на качані та маса 1000 зерен, залежно від умов років і густоти стояння рослин.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи – встановлення селекційної та господарської цінності базових самоzapилених ліній геноплазми BSSS кукурудзи при створенні високопродуктивних гібридів, адаптованих для вирощування в умовах Північного Степу України, виявлення зв'язку між показниками елементів продуктивності та врожайністю зерна.

Методи і матеріали. Дослідження проводились у 2021–2022 рр, в селекційній сівозміні НВФГ «КОМПАНІЯ МАІС», розміщеній в Синельниківському районі Дніпропетровської області. Як додатковий фон для оцінки на посухостійкість використали дві густоти посіву: 50 і 70 тис. рослин/га, які формували у фазі 4–5 листків. Розмір ділянки – 7 м. кв.. Відповідно до «Методики проведення польових дослідів з кукурудзою» [7] досліджувались біологічні і господарські характеристики 25 самоzapилених ліній кукурудзи зародкової групи BSSS. В якості стандарту була використана лінія ДК239 МВ, що є батьківською формою гібридів, занесених до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні.

Результати та обговорення. Погодні умови вегетаційного періоду в 2021–2022 рр. різнилися за температурним режимом та вологозабезпеченістю. Зокрема, погодні умови 2021 р. були сприятливими для росту і розвитку рослин кукурудзи: сума ефективних температур склала 1397°C, а кількість опадів за вегетаційний період – 376 мм, а 2022 р. характеризувався

Таблиця 1

Кількість зерен у качані в самоzapилених ліній кукурудзи за різної густоти стеблостою рослин, 2021–2022 рр.

Лінії	Кількість зерен у качані, шт.				Різниця за роками, (%)	
	2021р.		2022 р.		Густота стеблостою	
	50 тис. росл./га	70 тис. росл./га	50 тис. росл./га	70 тис. росл./га	50 тис./га	70 тис./га
ДК239МВ	210,8	222,6	192,5	196,5	8,7	11,7
ДК3938	274,3	246,4	156,0	182,0	43,1	26,1
СДМ95-10	295,7	289,2	192,1	177,0	35,0	38,8
СДМ95-10А	288,9	265,9	180,8	168,8	37,4	36,5
СДМ95-30	284,5	212,4	204,1	176,0	28,3	17,1
СДМ95-30А	267,5	264,6	150,1	131,0	43,9	50,5
СДМ125	252,9	245,2	144,7	120,0	42,8	71,4
СДМ33	290,2	217,1	144,4	169,0	50,2	5,6
СДМ51	293,2	271,9	204,0	199,0	30,4	26,8
СДМ27А	281,5	275,9	239,0	196,9	15,1	28,7
СДМ24А	327,5	296,5	180,9	168,5	44,8	43,2
СДМ121	268,9	249,8	192,9	182,9	28,3	26,8
СДМ121А	267,4	223,0	210,9	168,9	21,2	24,3
СДМ15	236,6	246,3	170,9	170,0	27,8	31,0
СДМ29А	364,9	382,6	197,0	169,0	46,0	55,8
СДМ111-9А	328,6	324,7	240,9	196,6	26,7	39,4
СДМ96	266,9	250,5	196,0	182,9	26,5	27,0
СДМ2А	247,9	246,4	224,9	204,6	9,3	23,2
СДМ46	171,0	191,6	84,8	62,8	50,4	67,2
МС2439	284,6	259,5	196,8	180,8	30,9	30,3
СДМ77А	284,2	251,1	210,9	196,9	25,8	21,6
СДМ73	289,6	296,5	238,8	228,8	17,5	22,8
СДМ84-35	307,3	293,2	252,5	252,1	17,9	14,0
СДМ103	347,9	344,9	192,5	192,4	44,7	44,2
СДМ103А	316,4	266,7	208,7	192,1	34,1	28,0
Середньопопуляційне	284,9	267,2	192,3	178,6	32,5	33,4
НІР05	35,3		24,0			

поєднанням високої температури повітря і мінімальної кількості опадів (сума ефективних температур – 1526^oC, кількість опадів – 143 мм).

Структуру врожаю визначали за підрахунком числа зерен з качанів, відібраних з ділянок при збиранні урожаю. Це дало можливість визначити варіювання кількості зерен на качані та маси тисячі зерен по мірі погіршення умов вирощування (табл. 1).

Кращі умови для прояву потенціалу самозапилених ліній склалися в 2021 р. За оптимальної густоти стояння – 50 тис. рослин/га – кількість зерен у качані в середньому склала 284,9 шт. У лінії-стандарту ДК239 МВ вона рівнялась 210,8 зерен та була суттєво меншою за середньопопуляційне по досліді. У середньому в самозапилених ліній кількість зерен в качані зменшилась на 17,8 шт (6,2%) при загущенні. Підвищення густоти стояння рослин найбільше вплинуло на лінії СДМ121А, СДМ103А, СДМ95-30 і СДМ33; у яких кількість зерен в качані була меншою на 16,6, 15,7; 27,0 і 25,2% відповідно. Найстійкішими до загущення виявилися лінії СДМ2А, СДМ95-30А, СДМ103 і СДМ111-9А, які знизили кількість зерен в качані лише на 1,4, 2,9, 3,0 і 3,9 шт (1,1; 0,9; 1,2 і 2,0% відповідно).

Найбільший вплив на ознаку «кількість зерен в ряду» мали кліматичні умови, які в 2022 р. в період проходження кукурудзою фаз запилення і закладки зернівок були вкрай несприятливі, що негативно вплинуло на цей показник. Кількість зерен в качані в ліній знизилася в середньому на 91,0 шт (33,2%) в порівнянні з середньопопуляційним значенням цієї ознаки в 2021 р. Лінія-стандарт ДК239 МВ зменшила кількість зерен в середньому на 22,7 шт (10,5%) в порівнянні з 2021 р.. Нестача вологи в критичний період особливо негативно вплинула на лінії СДМ33, СДМ29А, СДМ46, що знизили кількість зерен в качані при густоті 50 тис. рослин/га на 145,8; 168,0 і 86,1 шт (50,2; 46,0 і 50,4% відповідно) порівняно з 2021 р.. Стабільнішими щодо цього показника виявились лінії ДК239 МВ і СДМ2А, у яких при густоті стояння 50 тис. рослин/га кількість зерен в качані була меншою лише на 8,7 і 9,3% відповідно.

При густоті посіву 70 тис. рослин/га різниця за роками за числом зерен в качані становила у ліній в середньому 88,5 шт (33,1%). Тоді, як найстійкішими до зміни кліматичних умов виявилися лінії кукурудзи СДМ84-35, ДК239 МВ, СДМ33 з різницями лише 14,0; 11,7; 5,6% відповідно.

Таблиця 2

Маса тисячі зерен (МТЗ) самозапилених ліній кукурудзи за різної густоти стеблостою, 2021–2022 рр.

Назва лінії	Маса тисячі зерен, г				Різниця за роками, (%)	
	2021 р.		2022 р.		Густота стеблостою	
	50 тис. росл./га	70 тис. росл./га	50 тис. росл./га	70 тис. росл./га	50 тис./га	70 тис./га
ДК239МВ	302,4	291,5	235,9	220,9	22,0	24,2
ДК3938	274,5	265,5	278,8	261,6	+1,6	1,5
СДМ95-10	265,3	285,4	236,5	212,7	10,9	25,5
СДМ95-10А	310,7	307,6	293,3	250,0	5,6	18,7
СДМ95-30	323,8	336,3	309,3	202,8	4,5	39,7
СДМ95-30А	391,7	333,1	272,7	269,2	30,4	19,2
СДМ125	336,6	322,1	242,4	242,9	28,0	24,6
СДМ33	317,3	289,0	211,8	207,4	33,2	28,3
СДМ51	291,9	285,2	243,6	230,1	16,5	19,3
СДМ27А	272,7	267,2	191,6	160,7	29,7	39,8
СДМ24А	258,9	246,4	153,9	144,0	40,6	41,5
СДМ121	252,8	296,7	194,3	230,0	23,2	22,5
СДМ121А	294,1	325,1	298,1	224,4	+1,4	31,0
СДМ15	328,7	322,6	358,2	326,5	+9,0	+1,2
СДМ29А	271,0	280,2	201,0	314,3	25,8	+12,2
СДМ111-9А	269,9	260,6	239,6	183,5	11,2	29,6
СДМ96	332,0	336,6	248,5	241,8	25,2	28,2
СДМ2А	307,9	299,1	261,2	262,7	15,2	12,1
СДМ46	293,2	283,7	328,6	322,6	+12,1	+13,7
МС2439	290,8	284,2	242,9	256,7	16,5	9,7
СДМ77А	272,7	295,6	285,7	249,5	+4,8	15,6
СДМ73	288,7	256,1	235,3	176,8	18,5	31,0
СДМ84-35	268,5	272,0	249,6	250,0	7,0	8,1
СДМ103	272,3	226,1	289,1	232,3	+6,2	+2,7
СДМ103А	227,0	237,8	305,3	307,8	+34,5	+29,4
Середньопопуляційне	292,2	288,1	257,1	240,0	12,3	17,0
НІР05	31,2		36,8			

Кореляційний зв'язок між урожайністю та елементами структури у самоzapилених ліній кукурудзи залежно від умов вирощування, 2021–2022 рр.

Показники	2021 р.		2022 р.	
	50 тис. росл/га	70 тис. росл/га	50 тис. росл/га	70 тис. росл/га
Маса 1000 зерен	-0,136	-0,149	-0,116	-0,120
Кількість зерен на качані	0,603	0,506	0,415	0,363

Однією з найважливіших ознак, пов'язаних з врожайністю, є маса 1000 зерен (МТЗ) [8]. З восьмого по дванадцятий етапи органогенезу качана пов'язані із заплідненням та формуванням зернівки і їх проходження повністю залежить від кліматичних факторів, рівня забезпечення ґрунту поживою та вологою [8]. В обидва роки наших досліджень проходження цих етапів припало на серпень. Погодні умови літнього періоду 2021 р. за гідротермічним режимом були в цілому дуже сприятливими для вирощування кукурудзи, що дозволило рослинам повноцінно сформувати масу тисячу зерен. Середньопопуляційне значення МТЗ в 2021 році склало за густоти 50 і 70 тис. рослин/га, відповідно, 257,1 і 240,0 г (табл. 2).

В 2021 р. при загущенні посіву до 70 тис. росл./га лінії в середньому знизили МТЗ на 4,1 г (1,4%). Підвищення густоти стеблостою рослин найбільше вплинуло на лінії СДМ103, СДМ95-30А і СДМ73 які знизили МТЗ на 58,6; 32,6 і 46,2 г (17,0; 15,0; 11,3%). При цьому самоzapилені лінії СДМ121, СДМ121А і СДМ77А збільшили МТЗ на 43,9; 31,0; 22,9 г (17,4; 10,5; 8,4% відповідно) при загущенні. Збільшення МТЗ за погіршення умов пов'язано зі зменшенням числа зерен на качані – череззерниці, яка призводить до того, що зернівки на качані мають більше простору, більше живлення і за рахунок цього більш виповнені.

В серпні 2022 р. утримувалася підвищена температура повітря та відмічалася значна кількість опадів, що мало позитивний вплив на формування МТЗ, хоча, в порівнянні з 2021 р., цей показник у лінії знизився в середньому на 42,4 г (14,6%). Лінія-стандарт ДК239 МВ знизила МТЗ за густоти 50 і 70 тис. рослин/га відповідно на 66,5 і 70,6 г (28,2 і 31,9%).

За густоти 50 тис. рослин/га різниця за роками щодо МТЗ становила в середньому 35,9 г (12,3%), а найбільшою вона була у лінії СДМ103А (34,5%). При густоті посіву 70 тис. рослин/га різниця за цим показником за роками в середньому становила 48,8 г (17,0%), а найменш стійкими виявилися лінії СДМ27А і СДМ24А, які знизили МТЗ на 39,8 та 41,5% відповідно. Стабільнішим цей показник був у лінії ДК3938, СДМ15, МС2439 і СДМ84-35. Спостерігалось збільшення МТЗ на фоні череззерниці в лінії СДМ95-30, СДМ27А і СДМ24А на 39,7; 39,8 і 41,5% відповідно.

Для підвищення ефективності у селекції важливо виявити взаємозв'язок між показниками елементів продуктивності та врожайністю зерна самоzapилених ліній. Кореляційний аналіз дає можливість прослідкувати зв'язок між вказаними

вище елементами структури врожаю та врожайністю за різних екоградієнтів.

Коефіцієнт кореляції між числом зерен в качані та МТЗ у ліній і їх урожайністю за різних густот стояння був максимальним ($r = 0,603$) в сприятливому за погодними умовами 2021 р. за густоти стеблостою 50 тис. росл./га (табл. 3). Недостовірним від'ємним був зв'язок між урожайністю і МТЗ за різних умов досліджень.

Висновки. Виділено лінії кукурудзи СДМ15, СДМ2А, СДМ96, МС2439 і СДМ84-35, що характеризувались стабільністю прояву ознак «кількості зерен на качані» і «маси 1000 зерен» за різних погодних умов досліджування та загущення посівів. Виділено матеріали, що будуть залучені в селекційні програми зі створення конкурентоспроможних високоврожайних гібридів кукурудзи з високими адаптивними властивостями.

Література

- Кузьмішина Н. В., Рябчун В. К., Вакуленко С. М., Тертишна Н. В., Бібель Ю. О. Генетична цінність самоzapильних ліній кукурудзи за рівнем комбінаційної здатності. *Генетичні ресурси рослин* : науковий журнал. Харків. 2019. № 25. <http://genres.com.ua/ua/arxiv-vidan/2019-vipusk-25/genetichna-cznnst-samozapilenix-lnj-kukurudzi-za-rvnem-kombnaczijsno-zdatnost/>
- Понуренко С. Г., Коломацька В. П., Чернобай Л. М., Шляховий аналіз взаємозв'язків продуктивності та її компонентних ознак ліній кукурудзи. *Зернові культури*. Том 5. № 2. 2021. Дніпро. С. 226–232.
- Любар В. Органогенез кукурудзи як технологічна складова. *Зерно* : журнал. 2017 р. <https://www.dekalb.ua/agronomichna-biblioteka/kukurudza-vyroshchuvannia/fazy-rozvytku-kukurudzy>
- Черчель В. Ю., Дзюбецький Б. В., Сатарова Т. М., Денисюк К. В., Стасів О. Ф. Вихідний матеріал зародкової плазми Ланкастер у селекції і біотехнології кукурудзи. Київ : Аграрна наука, 2020. С. 35.
- Федько М. М., Бебех А. В., Оцінка per se інбредних ліній кукурудзи зародкової плазми Lancaster. *Зернові культури* : науковий журнал. 2017. № 1. <https://journal-grain-crops.com/arhiv/view/5dbc2a9f8129c.pdf>
- Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленська С. М., Ермакова Л. М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Вінниця. 2013. С. 380. <https://studfile.net/preview/2618969/>
- Лебідь Є. М., Циков В. С., Пашенко Ю. М., Шевченко М. С., Кирпа М. Я., Пашенко Н. О., Кордін О. І., Методика проведення польових дослідів з кукурудзою, ІЗГ УААН Дніпропетровськ, 2008.

8. Паламарчук В. Д., Характеристика гібридів кукурудзи за масою 1000 зерен та продуктивністю залежно від елементів технології. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 1. С. 38–42. DOI: 10.31395/2310-0478-2018-1-38-42.

References

1. Kuzmishina N.V., Ryabchun V.K., Vakulenko S.M., Tertyshna N.V., Bibel Yu.O. (2019). Henetychna tsininist samozapylnykh liniy kukurudzy za rivnem kombinatsiinoi zdatnosti. *Naukovyi zhurnal Henetychni resursy roslyn*. [Genetic value of self-pollinated lines of maize according to the level of combining ability. *Scientific journal Henetychni resursy roslyn*]. Kharkiv, 2019. No. 25 <http://genres.com.ua/ua/arxiv-vidan/2019-vipusk-25/genetichna-cznnst-samozapilenix-lnj-kukurudzi-za-rvnm-kombnaczjno-zdatnost/>
2. Ponurenko S. H., Kolomatska V. P., Chernobai L. M. (2021). Shliakhovyi analiz vzaiemoviazkiv produktyvnosti ta yii komponentnykh oznak liniy kukurudzy. *Zernovi kultury*. Tom 5. № 2. [Path analysis of productivity relationships and its component traits of corn lines. *Zernovi kultury*. Volume 5. No. 2.] Dnipro. P. 226–232.
3. Lubar V. (2017). Orhanohenez kukurudzy yak tekhnolohichna skladova. *Zhurnal «Zerno»*. [Corn organogenesis as a technological component. "Grain" magazine]. Dekalb ua. <https://www.dekalb.ua/agronomichna-biblioteka/kukurudza-vyroshchuvannia/fazy-rozvytku-kukurudzy>
4. Cherchel, V. Yu., Dziubetsky, B. V., Satarova, T. M., Denysiuk, K. V., Stasiv, O. F. (2020). Vykhidnyi material zarodkovoї plazmy Lancaster u seleksii i biotekhnolohii kukurudzy. [Lancaster germplasm source material in maize breeding and biotechnology]. Kyiv: Agrarna nauka. P. 35.
5. Fedko M. M., Bebekh A. V. (2017). Otsinka per se inbrednykh liniy kukurudzy zarodkovoї plazmy Lancaster. [Evaluation per se of Lancaster germplasm corn inbred lines. *The scientific journal Grain crops*]. Dnipro. 2017. No. 1. <https://journal-grain-crops.com/arhiv/view/5dbc2a9f8129c.pdf>
6. Palamarchuk V. D., Polishchuk I. S., Kalenska S. M, Yermakova L. M.. (2013). Biolohiia ta ekolohiia silskohospodarskykh roslyn. Vinnytsia. [Biology and ecology of agricultural plants]. Vinnytsia. 2013. P. 380 <https://studfile.net/preview/2618969/>
7. Lebid, E. M., Tsykov, V. S., Pashchenko, Y. M., Shevchenko, M. S., Kirpa, M. Ya., Pashchenko, N. O., Kordin, O. I. (2008). Metodyka provedennia polovykh doslidiv z kukurudzoiu. [Methods of conducting field experiments with corn]. Dnipropetrovsk. Instytut zernovoho gospodarstvava UAAN.
8. Palamarchuk V. D. (2018). Kharakterystyka hibrydiv kukurudzy za masoiu 1000 zeren ta produktyvnistiu zalezno vid elementiv tekhnolohii. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva* № 1. [Characteristics of corn hybrids by weight of 1000 grains and productivity depending on technology elements. *Bulletin of the Uman National University of Horticulture*]. Uman. С. 38–42. DOI: 10.31395/2310-0478-2018-1-38-42

**I. I. Паламарчук**

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва та садівництва
Вінницького національного аграрного університету (м. Вінниця, Україна)
E-mail: palamar-inna86@ukr.net

ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО ЗА ОРГАНІЧНОГО ВИРОЩУВАННЯ

Дослідженнями виявлено вплив строків сівби насіння гороху овочевого на ріст, розвиток та врожайність рослин. Найбільш оптимальним за даними досліджень виявився строк сівби друга декада березня. Кількість листків за даного строку сівби складала – 12,8 шт./рослину (фаза бутонізації), що на 0,8 шт./рослину більше відносно контрольного варіанту. Висота рослин склала 49,2 см, що на 3,0 см більше за контроль.

У фази цвітіння та наливу зерна найбільшу кількість листків та висоту рослин відмічено за сівби у другу декаду березня, де приріст відносно контролю склав 0,5 і 2,0 шт./рослину та 3,4 і 7,6 см. Збільшення даних показників було на рівні 3,0 і 11,7% та 6,0 і 11,5% більше відносно показників контрольного варіанту. Найменшу кількість листків та висоту рослин відмічено за сівби у другу декаду квітня по усіх фазах росту та розвитку рослин гороху овочевого.

Фенологічні спостереження показали, що строки сівби впливають на тривалість міжфазних періодів гороху овочевого. Так, період, «сходи – цвітіння» тривалішим був за строку сівби II декада березня, що відповідно на 2 доби триваліший відносно контрольного варіанту та на 11 діб – порівняно з більш пізнім строком сівби (II декада квітня). Довший вегетаційний період був за сівби у II декаді березня і становив 51 добу, що на 9 діб триваліший від строку сівби II декада квітня. За сівби у II декаді березня кількість бобів на одній рослині становила 8,5 шт, що на 0,6 шт більше строку сівби III декада березня (контроль). Приріст кількості насінин за строку сівби II декада березня становила 7,0 шт./рослину, маси зерна становив – 1,7 шт./рослину, а приріст маси 1000 насінин 15,0 г. Строк сівби II декада березня забезпечив найбільшу врожайність гороху овочевого де приріст відносно контролю склав 1,4 т/га.

Ключові слова: горох овочевий, строки сівби, органічне вирощування, фенологічні фази, біометричні параметри, врожайність.

I. I. Palamarchuk

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Crop Production and Horticulture
Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia, Ukraine)
E-mail: palamar-inna86@ukr.net

INFLUENCE OF SOWING PERIOD ON GRAIN YIELD OF VEGETABLE PEAS UNDER ORGANIC CULTIVATION

Research has established the influence of the terms of sowing vegetable pea seeds on the growth, development and yield of plants. According to research data, the second decade of March was the most optimal sowing period. The number of leaves during this sowing period was 12.8 pieces/plant (budding phase), which is 0.8 pieces/plant more than the control variant. The height of the plants was 49.2 cm, which is 3.0 cm more than the control. According to the obtained data, with each successive sowing period, the number of leaves and plant height decreased, which was caused by less favorable weather conditions, namely: an increase in temperature and a decrease in soil moisture. The indicators of the number of leaves and the height of plants during the sowing period of the first and second decade of April were smaller compared to the control variant by 0.3 and 1.4 pcs/plant and 2.8 and 3.9 cm, respectively.

In order to establish the patterns of growth and development of pea plants depending on the time of sowing, biometric measurements were also carried out in the flowering and grain filling phases. The above-mentioned regularity between the development of plants at different sowing dates was preserved. Thus, the largest number of leaves and plant height was recorded during the sowing period of the second decade of March, where the increase relative to the control was 0.5 and 2.0 pieces/plant and 3.4 and 7.6 cm. The increase in these indicators was at the level of 3 and 11.7% and 6 and 11.5% more compared to the indicators of the control variant.

Sowing dates affected the duration of interphase periods of pea plants. Phenological observations showed that the timing of sowing affects the duration of the interphase periods of green peas. Thus, the period "seedlings – flowering" was longer than

the sowing period of the II decade of March, which is, respectively, 2 days longer compared to the control version and 11 days longer than the later sowing period (II decade of April). The longest growing season was during the sowing period of the II decade of March and was 51 days, which is 9 days longer than the sowing period of the II decade of April.

During the sowing period of the second decade of March, the number of beans per plant was 8.5 pcs., which is 0.6 pcs more than during the sowing period of the third decade of March (control). The increase in the number of seeds during the sowing period of the II decade of March was 7.0 pcs./plant, the weight of grain was 1.7 pcs./plant, and the increase in the weight of 1000 seeds was 15.0 g. The sowing period of the II decade of March ensured the highest yield of vegetable peas where the increase relative to the control was 1.4 t/ha.

Key words: vegetable peas, sowing dates, organic cultivation, phenological phases, biometric parameters, productivity.

Постановка проблеми. За ґрунтово-кліматичними умовами територія України має досить вдале розміщення, що дозволяє вирощувати та отримувати високі врожаї сільськогосподарських культур, при цьому вони є якісні та конкурентоспроможні як продукти харчування та сировина на внутрішньому та зовнішньому ринках.

На сьогоднішній день постає питання забезпечення потреб населення у якісних продуктах харчування. Важливими для людського організму є овочі, зокрема горох овочевий, оскільки являється цінною бобовою, а отже білкововмісною рослиною [10]. В умовах сьогодення є проблема у повноцінному забезпеченні населення тваринними білками, що пов'язано з не завжди доступними цінами для населення. Саме тому рослинний білок є альтернативою у вирішенні цього питання [3; 4].

Горох овочевий, який ще має назву «зелений горошок» є досить цінним поживним овочем. Він у своєму складі вміщує від 4 до 8% білку, 3,1 – 8,8% цукру, 1,7 – 3,9% клітковини та 2,0 – 11,0% крохмалю. Білок зеленого горошку має високий вміст незамінних амінокислот, що є цінними для організму людини. Також, плоди гороху овочевого та безпосередньо насіння багаті на мінеральні солі і вітаміни (A, B₁, B₂, B₆, C, PP) [2].

За даними Рудь В. П. в Україні вирощується горошок зелений на площі 6,3 тис. га, при цьому урожайність в середньому складає 39,3 ц/га. Обсяг валового збору продукції від господарства усіх категорій складає 257,6 тис. ц. [6]. За даними L. Zarina et al. горох відноситься до найбільш прибуткових бобових рослин у системі органічного землеробства [21].

Горох овочевий є однією із найбільш поширених однорічних бобових рослин. Маючи здатність за рахунок бульбочкових бактерій фіксувати азот з повітря, він може забезпечити свої власні потреби в азоті в межах 60–70% та залишати після себе в ґрунті до 60–80 кг/га біологічного азоту. За даними S. Benlahrech, et al. використання інокулянтів підвищує азотфіксацію на 18% [9]. Саме тому горох цінується як чудовий попередник для усіх вирощуваних культур. Усі ґрунтово-кліматичні зони України підходять для вирощування гороху. Проте, більш оптимальні умови створюються в зоні Полісся та Лісостепу. Не залежно від зони вирощування посів потрібно проводити в ранні строки, коли ще є запаси вологи у ґрунті.

Важливим завданням технології вирощування зеленого горошку, яке необхідно вирішувати, полягає в забезпеченні високого рівня продуктивності рослин овочевого гороху. Збільшити

врожайність можливо шляхом оптимізації технологічних прийомів вирощування з врахуванням сортових особливостей та під впливом змін клімату під який потрібно адаптувати технологію вирощування культури. Враховуючи зміну погодних умов потрібно постійно змінювати строки висіву насіння і обирати найбільш оптимальні. Саме тому є потреба у вивченні строків сівби.

Аналізуючи виробництво гороху овочевого варто зазначити, що площі вирощування та врожайність є не достатніми, а тому внутрішній та зовнішній ринки не забезпечені даною продукцією у повній мірі. Враховуючи ряд переваг цієї культури актуальним буде вивчення та удосконалення технологічних прийомів вирощування гороху овочевого, зокрема строків сівби.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Серед представників бобових культур виробниче значення в овочівництві мають горох, квасоля та біб овочевий. Горох овочевий (*Pisum sativum L.*) – це цінна овочева рослина родини Бобових (*Fabaceae*) [14]. Він має високу харчову та дієтичну цінність. Зелений горошок має досить високі смакові якості, солодкий і лише при дозріванні втрачає приємний солодкий смак. Зелений горошок також консервують та заморожують, що дає можливість споживати продукцію протягом усього року.

Проведені дослідження S. Kalapchieva та ін. показали що зерно гороху овочевого вирощеного за органічної технології, мало нижчу масу порівняно з насінням, вирощеним при звичайній технології. Проте, схожість насіння була досить високою у системі органічного виробництва зокрема для ліній 18573 та 7310 [16].

Органічне землеробство є одним із найдинамічніших секторів європейського сільського господарства, з усіх сільськогосподарських угідь площі під органічними технологіями щороку зростають на 400 000 га. Органічний ринок в Європейському Союзі постійно зростає. Деякі з основних принципів органічного виробництва такі: збалансоване використання водних, ґрунтових і генетичних ресурсів; заборона на використання синтетичних добрив і пестицидів; використання різноманітних культур у сівозміні, яка має бути насичена бобовими культурами; виробництво пристосованих до місцевих агрокліматичних умов сортів рослин з мінімальним негативним впливом на природне середовище [16].

Горох як бобова культура набирає позиції популярності в органічному виробництві через його властивості азотфіксації, ринковий потенціал і хорошу економічну віддачу [11].

Дослідження з вивчення органічної технології вирощування гороху овочевого були проведені Stanley K. A. де за оптимальних норм висіву, було вивчено боротьбу з бур'янами, хворобами та шкідниками [17]. Використання органічних добрив і стимуляторів в умовах органічного виробництва досліджено Seaman A.. Вивчено продуктивність місцевих та інтродукованих сортів і ліній гороху в органічних умовах. Були розроблені стратегії, методи, технології з виробництва органічного гороху [15].

Глобальне потепління призводить до значного зниження врожайності більшості сільськогосподарських культур у Степовій зоні України, що призвело до великої втрати вологи внаслідок випаровування з ґрунту та листяного покриву рослин. Щоб запобігти цьому, можна краще використовувати зимово-весняне зволоження та уникнення впливу високих температур на рослини влітку. Наше дослідження показало, що таким вимогам відповідає озимий посів гороху, що дозволяє прискорити ріст рослин, покращити їх водний режим, збір урожаю на 15–20 днів раніше. Посів сортів Мороз і Ендуро в середині жовтня дає можливість отримати хороші сходи восени, які переносять зиму без істотних пошкоджень [20].

Горох – культура досить вибаглива до погодних умов, тому на тлі погіршення кліматичних умов, необхідно звернути увагу на зимуючу форму. За даними досліджень В. Руденка та ін. основна перевага перезимівлі гороху полягає в тому, що він використовує вологу зимового періоду і завдяки цьому утворює надземні та підземні біомаси рослин ще до настання літньої посухи. На початку відновлення весняної вегетації, рослини мають добре розвинену кореневу систему, яка проникає в ґрунт до 10 см, тоді як ярий горох при цьому тільки починають сіяти. У результаті потенційна врожайність озимого гороху в 2–3 рази перевищує врожайність ярого гороху [19].

Цінується горох овочевий також як сировина для консервування, адже зелений консервований горошок чудово доповнює раціон людей. Накопичений у ґрунті азот замінює внесення 12–15 т гною. Горох овочевий має короткий вегетаційний період та кореневу систему, яка здатна фіксувати азот з ґрунту, саме тому є одним із кращих попередників для інших сільськогосподарських рослин.

Найвищі показники продуктивності можна отримати забезпечивши рослини найбільш оптимальними метеорологічними умовами, а це можна досягти шляхом висіву насіння в оптимальні строки. Прохолодні умови та висока вологість ґрунту забезпечують найкраще середовище для проростання насіння та в подальшому росту рослин. Такі умови спостерігаються в зоні Лісостепу ранньою весною. В ранні строки сходи з'являються дружніми, рослини розвиваються швидко. Строк сівби є досить важливим агрозаходом у технології вирощування.

За даними досліджень А. А. Iminov et al. запізнення з посівом гороху овочевого на 10 діб призводить до зниження схожості на 1,2–1,9%,

а на 20 діб на 4,3–5,0% відповідно. Тому, важливим є проводити висів насіння в оптимальні строки [8].

Дослідження М. Т. Haq & M. S. Ahmed показали, що оптимальні строки сівби забезпечують найвищий вміст сухої речовини – 26,50% і найбільшу урожайність зеленого насіння – 8,58 т/га [12].

Munakamwe Z., Hill G. and McKenzie B. стверджують що спектр бур'янів змінювався протягом сезону. Ранній посів міг би вирішити проблему бур'янів гороху (зокрема *Solanum spp*), уникаючи конкуренції з цим бур'яном. Використання гербіцидів може підвищити врожайність, але його можна замінити іншими ефективними методами культивування наприклад ранній посів. *Coronopus didymus*, *Stellaria media* та *Lolium spp* відносно велика кількість протягом сезону, отже, за ними потрібно стежити в період вегетації [13].

Встановлено, що вплив бору і молібдену затримує настання фенологічних фаз розвитку культури, а використання двох різних строків сівби дозволяють відстрочити настання фази технологічної стиглості на 6 днів. Це важливо під час збирання з мінімальними втратами врожаю гороху овочевого. Практична цінність отриманих результатів полягає в застосуванні комбінації молібденових і борних добрив для підвищення врожайності та поживності зернобобових культур [18].

За даними досліджень Дідур І. М., Мостовенко В. В. обробка насіння бором і молібденом сприяла підвищенню довжини стебла, що забезпечило кращу аерацію посівів унаслідок підвищення освітлення посівів [1].

За даними Телекало Н. В. бактеріальні препарати позитивно впливають на біометричні параметри та врожайність гороху овочевого. Відмічено збільшення кількості бобів, кількості насіння, маси рослин та насіння, а також врожайність [7].

Метою статті є оцінка досліджень щодо впливу строків сівби на фенологічні фази рослин, біометричні показники продукції та урожайність зерна гороху овочевого за органічного вирощування.

Методика дослідження. Вивчення строків сівби гороху овочевого за органічного вирощування проводили в умовах Лісостепу Правобережного впродовж 2020-2022 рр. У польових умовах досліди закладали рендомізованими блоками. Дослідження проводили за складеною схемою досліду згідно методики дослідної справи [5]. Органічна технологія вирощування гороху овочевого не передбачала використання мінеральних добрив та обробку рослин хімічними препаратами. Роки проведення досліджень за погодними умовами дещо відрізнялись від середньобагаторічних, а саме спостерігалась менша кількість опадів та дещо вищі температурні показники.

Експериментальна робота передбачала використання польового, статистичного і лабораторного методу досліджень. Вивчення строків сівби проводили на сорту гороху овочевого Асана, який є занесений до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні. У досліді вивчали такі строки сівби : 2 декада

березня, 3 декада березня, 1 декада квітня та 2 декада квітня. Контрольний варіант – строк сівби 3 декада березня. Облікова площа складала 10 м², повторність варіантів була триразовою. Міжділянкові доріжки залишали по 50 см для запобігання сплутуванню рослин. Насіння висівали суцільним рядковим способом, з коефіцієнтом висіву – 1,2 млн. схожих насінин.

Дослідження передбачали ведення фенологічних спостережень за рослинами гороху овочевого під час вегетаційного періоду, а саме за фазами: початок і масові сходи, цвітіння рослин, технічна стиглість дотримуючись рекомендацій зазначених у методиці дослідної справи [5].

Біометричні вимірювання передбачали визначення середніх показників таких як : довжина стебла, кількість плодів (бобів) на рослині, загальна кількість насінин з розрахунку на рослину та їх середня кількість з розрахунку на один плід, а також сумарна маса насіння на рослині. Для визначення продуктивності однієї рослини робили підрахунок зерен, а потім їх зважування.

Основні результати дослідження. Враховуючи біологічні особливості гороху овочевого відслідковуються підвищені вимоги до умов вологості ґрунту та висока холодостійкість, про що свідчать ранні строки сівби, дружні сходи. В останні роки відслідковується зміна температурних умов в ранньовесняний період та не значна кількість опадів, що спонукає до висіву гороху в більш ранні строки. В цілому підбираючи строки сівби ми регулюємо умови її вирощування.

Досліди проведені з різними строками висіву насіння показали залежність росту, розвитку та формування врожаю залежно від умов, що складаються в певний проміжок часу. Обрахунок

кількості листків та вимірювання висоти рослин показало, що найбільш сприятливі умови для росту рослин гороху овочевого відмічали за строку сівби друга декада березня. Кількість листків за даного строку сівби складала – 12,8 шт/рослину (фаза бутонізації), що на 0,8 шт/рослину більше відносно контрольного варіанту (табл. 1). Висота рослин була на рівні 49,2 см, що на 3,0 см більше за контроль. Згідно отриманих даних з кожним послідовним строком сівби кількість листків та висота рослин зменшувалась, що спричинено менш сприятливими погодними умовами а саме: підвищення температури та зниження вологості ґрунту. Показники кількості листків та висоти рослин за строків сівби перша та друга декади квітня були меншими відносно контрольного варіанту на 0,3 та 1,4 шт/рослину та 2,8 і 3,9 см відповідно.

З метою встановлення закономірностей росту та розвитку рослин гороху овочевого залежно від строків сівби біометричні вимірювання проводили, також, у фази цвітіння та наливу зерна. Зазначена вище закономірність між розвитком рослин по різних строках сівби зберігалась. Так, найбільшу кількість листків та висоту рослин відмічено за строку сівби друга декада березня, де приріст відносно контролю склав 0,5 і 2,0 шт/рослину та 3,4 і 7,6 см. Збільшення даних показників було на рівні 3,0 і 11,7% та 6,0 і 11,5% більше відносно показників контрольного варіанту. Найменшу кількість листків та висоту рослин відмічено за строку сівби друга декада квітня по усіх фазах росту та розвитку рослин гороху овочевого. Істотність даної різниці підтверджено результатами дисперсійного аналізу.

Строки сівби впливали на тривалість міжфазних періодів рослин гороху овочевого (табл. 2).

Таблиця 1

**Висота і облистяність гороху овочевого сорту Асана залежно від строків сівби.
Середнє за 2020–2022 рр.**

Строк сівби	Фаза розвитку					
	бутонізація		цвітіння		налив зерна	
	кількість листків, шт/рослину	висота рослин, см	кількість листків, шт/рослину	висота рослин, см	кількість листків, шт/рослину	висота рослин, см
II дек. 03	12,8	49,2	17,3	59,7	19,1	73,9
III дек. 03 (контроль)	12,0	46,2	16,8	56,3	17,1	66,3
I дек. 04	11,7	43,0	16,2	53,1	16,9	63,5
II дек. 04	10,6	42,3	14,7	49,3	15,3	55,8
НІР 0,5 т/га	1,0	3,5	1,2	3,7	1,2	4,0

Таблиця 2

**Тривалість міжфазних періодів гороху овочевого сорту Асана, діб.
Середнє за 2020–2022 рр.**

Строк сівби	Міжфазні періоди	
	сходи-цвітіння	вегетаційний період
II дек. 03	40	51
III дек. 03 (контроль)	38	48
I дек. 04	33	45
II дек. 04	29	42

За даними фенологічних спостережень встановлено, що строки сівби впливали на тривалість міжфазних періодів гороху овочевого сорту Асана. Так, період «сходи – цвітіння» найтривалішим був за строку сівби II декада березня, що на 2 доби триваліший порівняно з контролем та на 11 діб – порівняно з найпізнішим строком сівби (II декада квітня). При ранніх строках сівби фази розвитку гороху овочевого проходять у більш сприятливих умовах – при достатній кількості вологи та досить низькій температурі ґрунту. У цілому вегетаційний період тривав від 42 до 51 доби і залежав від погодних умов, що склалися у відповідні строки вирощування. Проте, триваліший даний період спостерігали за строку сівби II декада березня – 51 діб, що на 9 діб перевершив варіант з сівбою у II декаду квітня.

Погодні умови у відповідні фази росту та розвитку рослин гороху овочевого впливали на утворення репродуктивних органів (табл. 3).

У ранні строки сівби було відмічено більшу кількість бобів, зерен у них та їх масу. Формування кількості бобів на рослині залежала від біологічних особливостей сорту та строків сівби. На варіантах де рослини висіяні в більш ранні строки кількість бобів та насінин у них була більшою, а також більшою була його загальна маса порівняно з пізніми строками. Так, кількість бобів з розрахунку на рослину за строку сівби II декада березня становила 8,5 шт, що на 0,6 шт більше порівняно з контрольним варіантом.

За строку сівби II декада березня відмічено збільшення кількості насінин на 7,0 шт. Найменшим даний показник був у рослин висіяних за строку сівби II декада квітня – 49,5 шт., що менше за контроль на 8 шт.

Маса зерна зменшувалась з кожним послідовним строком сівби. Найбільшою вона була за першого строку сівби (II дек. березня) –

11,5 г /рослину, а найменшою за останнього строку сівби (II дек. квітня) – 8,1 г/рослину, що менше від кращого варіанту на 3,4 г/рослину.

Більш ранні строки сівби сприяли, також, збільшенню маси 1000 насінин гороху, що свідчить про його виповненість і високі якісні показники. За строку сівби друга декада березня отримано приріст маси 1000 насінин відносно більш пізнього строку (друга декада квітня) на 15,0 г. Негативну дію для росту, розвитку та плодоношення у пізні строки сівби спричинюють умови навколишнього середовища. Тоді як за строку сівби II декада березня вони є найбільш оптимальними для рослин гороху овочевого.

Проведені дослідження показали вплив строків сівби на продуктивність гороху (табл. 4). З кожним послідовним строком сівби знижуються показники продуктивності гороху. Різниця між показником врожаю першого та останнього строку є досить істотним. Найбільшим даний показник зафіксовано у рослин гороху овочевого висіяних за строку сівби II декада березня, з приростом відносно контролю 1,4 т/га. Істотність даної різниці підтверджено результатами дисперсійного аналізу. З кожним послідовним строком сівби зменшувалась урожайність гороху, оскільки умови були менш сприятливі для формування даного показника. Найменшою врожайністю характеризувався строк сівби II декада квітня – 5,3 т/га.

Кореляційним аналізом встановлено сильний прямий зв'язок між кількістю бобів на рослині та урожайністю ($r=0,98$), масою 1000 зерен та урожайністю ($r=0,99$).

Таким чином, за пізніх строків сівби створюються менш сприятливі умови, зокрема температурний режим, вологість ґрунту і повітря, а рослини поступаються за біометричними параметрами та врожайністю.

Таблиця 3

Формування репродуктивних органів гороху овочевого сорту Асана залежно від строків сівби. Середнє за 2020–2022 рр.

Строк сівби	Кількість бобів, шт/рослину	Кількість насінин, шт/рослину	Маса зерна, г/рослину	Маса 1000 насінин, шт
II дек. березня	8,5	64,5	11,5	176
III дек. березня (контроль)	7,9	57,5	9,8	169
I дек. квітня	7,8	53,7	8,8	164
II дек. квітня	7,5	49,5	8,1	161
НІР _{0,5 т/га}	0,7	3,9	0,9	17,6

Таблиця 4

Урожайність гороху овочевого сорту Асана залежно від строків сівби. Середнє за 2020–2022 рр.

Строк сівби	Урожайність, т/га			Середнє	± до контролю
	2020	2021	2022		
II дек. 03	7,6	7,9	8,5	8,0	+1,4
III дек. 03 (контроль)	6,2	6,5	7,1	6,6	-
I дек. 04	5,5	5,8	6,2	5,8	-0,8
II дек. 04	5,0	5,3	5,7	5,3	-1,3
НІР _{0,5 т/га}	0,5	0,6	0,7	-	-

Висновки. За проведеними результатами досліджень встановлено, що за органічної технології вирощування строки сівби мають вплив на ріст, розвиток та продуктивність гороху овочевого. Враховуючи біологічні особливості гороху овочевого та умови, що складаються варто зазначити, що найоптимальніший строк сівби II декада березня, що пов'язано з більшою вологістю ґрунту та більш прохолодними температурними умовами, які сприятливі для росту і розвитку рослин гороху овочевого як холодостійкої та вологолюбної рослини. Найбільшу кількість листків та висоту рослин відмічено у рослин гороху висіяних у II декаді березня. За даного строку сівби отримано найбільшу кількість бобів, де приріст відносно контролю склав 0,6 шт/рослину. Збільшення маси 1000 насінин було на рівні 7 г. Найбільшу врожайність рослин гороху овочевого отримано за сівби у II декаді березня, де приріст відносно контролю склав 1,4 т/га.

Література

1. Дідур І. М., Мостовенко В. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування елементів структури врожаю гороху овочевого в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. № 15, 2019. С. 21–29
2. Норик Н. О. Екологічна оцінка сортів гороху овочевого для вирощування в регіоні Західного Лісостепу України. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2018. Випуск 24. С. 62–67.
3. Панцирева Г. В. Дослідження сортових ресурсів люпину білого (*Lupinus albus* L.) в Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця. 2016. № 4, С. 88–93.
4. Панцирева Г. В. Ріст, розвиток і продуктивність сортів люпину білого в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник ЛНАУ*. Львів. 2019. С. 103–110.
5. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи. Х.: Майдан, 2016. 316 с.
6. Рудь В. П. Ринок зеленних овочевих культур в Україні. *Національна економіка*. № 4. 2021. С. 23–31. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8801/2021-4.5>
7. Телекало Н. В. Ефективність використання бактеріальних препаратів при вирощуванні гороху посівного. Збірник наукових праць. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 127–140.
8. A. A. Iminov, S. R. Khatamov The effect of sowing terms on the fertility of seeds of green peas varieties in field conditions. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*. 2020. Vol. 10, Issue 9. 360–363
9. Benlahrech S., Kaci G., Teffahi M. and Ounane S. M. Influence of inoculation and phosphorus regimes on symbiotic nitrogen fixation and phosphorus use efficiency of Algerian cowpea (*Vigna unguiculata* L. (Walp.)) landraces. *Agronomy Research*. 2018. 16 (2), 337–348. <https://doi.org/10.15159/AR.18.081>
10. Bobos I., Fedosy I., Zavadska O., Tonha O. and Olt J. Optimization of plant densities of dolichos (*dolichos lablab* L. var. *lignosus*) bean in the Right-bank of Forest-steppe of Ukraine. *Agronomy Research*. 2019. 17 (6), 2195–2202. <https://doi.org/10.15159/AR.19.223>
11. Fernandez A., Sheaffer C., Wyse D., Michalaeis T. Yield and weed abundance in early- and late-sown field pea and lentil. *Agronomy Journal*, 2012. 104: 1056–1064. <https://doi.org/10.2134/agronj2012.0031>
12. Haq M. T., Ahmed M. S. Effect of Sowing Date on Growth and Yield Performance of Pea (*Pisum sativum* L.). *Journal of elt and education*. December 2021, Volume 4, Issue 4, Page: 75–79.
13. Munakamwe Z., Hill G. D. and McKenzie B. A. Effect of sowing date on weed spectrum in field peas. *Agronomy New Zealand*. 2008. 38, 51–59
14. Olle M., Lepse I. Organic farming of pea in the northern hemisphere – a review Williams. *Acta Hort.* 2016, 137–141. DOI:10.17660/ActaHortic. 2016.1123.19
15. Seaman A. (ed.). Production guide for organic peas for processing. York State Integrated Pest Management Program. Cornell University, New York State Agricultural Experiment Station, USA, 2016. 30 p.
16. Kalapchieva S., Yankova V. Opportunities for growing of garden pea in organic production systems. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 106, № 3 (2019), p. 227–232. DOI 10.13080/z-a.2019.106.029
17. Stanley K. A. Inter row cultivation for weed control in organic field pea (*Pisum sativum* L.) and lentil (*Lens culinaris* L.): a thesis of doctoral dissertation. *University of Saskatchewan*, Canada, 2016. 81 p.
18. Almashova V., Onischenko S., Yevtushenko O. The effect of treatment of vegetable pea seeds with boron and molybdenum on the growth and development of plants depending on the timing of sowing. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. Vol. 25, № 1. 37–43. DOI 10.31521/2313-092X/2021-1(109)-5
19. Rudenko V., Shcherbakov V., Panfilova A., Kogut I. Peculiarities of Photosynthetic Activity of Winter Pea Plants Depending on the Sowing Rates. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 26 (2), 53–58. DOI: 10.56407/2313-092X/2022-26(2)-6
20. Sichkar V., Kryvenko A., Solomonov R. and Karpuk L. The effective method of the yield of pea increasing in the Steppe zone of Ukraine. *Plant Archives Volume*. 20. № 2, 2020. pp. 4595–4600.
21. <http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2979/1/4595-4600%20%286332%29.pdf>
22. Zarina L., Zarina L., Piliksere D. and Cerina S. Gross margin comparison of cultivation of different legume species in the organic farming system. *Agronomy Research*. 19 (S2), 1216–1222, 2021 <https://doi.org/10.15159/AR.21.051>

References

1. Didur I. M., Mostovenko V. V. (2019) Vplyv tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia na formuvannia elementiv struktury vrozhaui horokhu ovochevoho v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. [The influence of technological methods of cultivation on the formation of elements of the structure of the vegetable pea crop in the conditions of the Pravoberezhny Forest Steppe]. *Siliske*

hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry. №15, S. 21–29 [in Ukrainian].

2. Noryk N. O. (2018) Ekolohichna otsinka sortiv horokhu ovochevoho dlia vyroshchuvannya v rehioni Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Ecological assessment of vegetable pea varieties for cultivation in the Western Forest Steppe region of Ukraine]. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti. Vypusk – Bulletin of the Center for APV of the Kharkiv region*. 24. S. 62–67 [in Ukrainian].

3. Pansyryeva H. V. (2016) Doslidzhennia sortovykh resursiv liupynu biloho (Lupinus albus L.) v Ukraini [Study of varietal resources of white lupine (Lupinus albus L.) in Ukraine]. *Sil'ske gospodarstvo ta lisivnytstvo. Vinnytsia – Agriculture and forestry*. №4, S.88–93 [in Ukrainian].

4. Pansyryeva H. V. (2019) Rist, rozvytok i produktyvnist sortiv liupynu biloho v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Growth, development and productivity of white lupine varieties in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk LNAU – Bulletin of LNAU*. Lviv. S. 103–110. [in Ukrainian].

5. Rozhkov A. O., Puzik V. K., Kalenska S. M. ta in. (2016) Doslidna sprava v ahronomii [Research work in agronomy]: navch. posibnyk: u 2 kn. Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy. Kh.: Maidan, 316 s. [in Ukrainian].

6. Rud V. P. (2021) Rynok zelenykh ovochevykh kultur v Ukraini [Market of green vegetable crops in Ukraine]. *Natsionalna ekonomika – National economy*. № 4. S. 23–31. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8801/2021-4.5> [in Ukrainian].

7. Telekalo N. V. (2019) Efektyvnist vykorystannia bakterialnykh preparativ pry vyroshchuvanni horokhu posivnoho [The effectiveness of the use of bacterial preparations in the cultivation of field peas]. *Sil'ske gospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. №14. S. 127–140. [in Ukrainian].

8. A. A. Iminov, S. R. Khatamov (2020) The effect of sowing terms on the fertility of seeds of green peas varieties in field conditions. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*. Vol. 10, Issue 9, 360–363.

9. Benlahrech S., Kaci G., Teffahi M. and Ounane S. (2018) Influence of inoculation and phosphorus regimes on symbiotic nitrogen fixation and phosphorus use efficiency of Algerian cowpea (*Vigna unguiculata* L. (Walp.)) landraces. *Agronomy Research*. 16 (2), 337–348, <https://doi.org/10.15159/AR.18.081>.

10. Bobos I., Fedosy I., Zavadska O., Tonha O. and Olt J. (2019) Optimization of plant densities of

dolichos (dolichos lablab L. var. lignosus) bean in the Right-bank of Forest-steppe of Ukraine. *Agronomy Research*. 17 (6), 2195–2202, <https://doi.org/10.15159/AR.19.223>.

11. Fernandez A., Sheaffer C., Wyse D., Michalaels T. (2012) Yield and weed abundance in early- and late-sown field pea and lentil. *Agronomy Journal*, 104: 1056–1064. <https://doi.org/10.2134/agronj2012.0031>.

12. Haq M.T., Ahmed M.S. (2021) Effect of Sowing Date on Growth and Yield Performance of Pea (*Pisum sativum* L.). *Journal of elt and education*. Volume 4, Issue 4, December Page: 75–79

13. Munakamwe Z., Hill G.D. and McKenzie B.A. (2016) Effect of sowing date on weed spectrum in field peas. *Agronomy New Zealand*. 38, 2008. 51–59.

14. Olle M., Lepse I. Organic farming of pea in the northern hemisphere – a review Williams. *Acta Hort.* 137–141. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1123.19.

15. Seaman A. (ed.). (2016) Production guide for organic peas for processing. York State Integrated Pest Management Program. *Cornell University*, New York State Agricultural Experiment Station, USA, 30 p.

16. Kalapchieva S., Yankova V. (2019) Opportunities for growing of garden pea in organic production systems. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 106, № 3, p. 227–232. DOI 10.13080/z-a.2019.106.029.

17. Stanley K. A. (2019) Inter row cultivation for weed control in organic field pea (*Pisum sativum* L.) and lentil (*Lens culinaris* L.): a thesis of doctoral dissertation. *University of Saskatchewan*, Canada, 81 p.

18. Almashova V., Onischenko S., Yevtushenko O. (2021) The effect of treatment of vegetable pea seeds with boron and molybdenum on the growth and development of plants depending on the timing of sowing. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. Vol. 25, №1.37–43. DOI 10.31521/2313-092X/2021-1(109)-5.

19. Rudenko V., Shcherbakov V., Panfilova A., Kogut I. (2022) Peculiarities of Photosynthetic Activity of Winter Pea Plants Depending on the Sowing Rates. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 26 (2), 53–58. DOI: 10.56407/2313-092X/2022-26(2)-6.

20. Sichkar V., Kryvenko A., Solomonov R. and Karpuk L. (2020) The effective method of the yield of pea increasing in the Steppe zone of Ukraine. *Plant Archives Volume*. 20 № 2, 4595–4600. <http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2979/1/45954600%20%286332%29.pdf>.

21. Zarina L., Zarina L., Piliksere D. and Cerina S. Gross margin comparison of cultivation of different legume species in the organic farming system. *Agronomy Research*. 19 (S2), 1216–1222, 2021. <https://doi.org/10.15159/AR.21.051>.

**І. В. Пліско**

доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник,
завідувачка лабораторії геоєкофізики ґрунтів
імені академіка НААН В. В. Медведєва,
Національний науковий центр
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського» (м. Харків, Україна)
E-mail: irinachujan@gmail.com

**К. Ю. Романчук**

кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник, 1
Національний науковий центр
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського» (м. Харків, Україна)
E-mail: katerina_uvarenko@ukr.net

**К. М. Куцова**

аспірант,
Національний науковий центр
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»
(м. Харків, Україна)
E-mail: karikuts96@gmail.com

ВПЛИВ ПРОСТОРОВОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ АГРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

У статті висвітлені питання впливу просторової неоднорідності агрофізичних властивостей орного шару ґрунтів (структурного складу, твердості та щільності будови) на врожайність пшениці озимої та соняшнику на прикладі територіального об'єкту, розташованого в Лівобережному Лісостепу України. Метою роботи було оцінити взаємозв'язки між агрофізичними властивостями ґрунтів та врожайністю культур за допомогою методів кореляційно-регресійного аналізу даних. У результаті досліджень встановлено, що неоднорідність врожаю вирощуваних сільськогосподарських культур значною мірою визначалася неоднорідністю досліджених агрофізичних властивостей орних ґрунтів: найбільшою неоднорідністю характеризувався вміст брилистої фракції (часточок розміром >10 мм) (коефіцієнт варіації (K_v) дорівнював 0,33) та вміст пилуватої фракції (часточок розміром $<0,25$ мм) ($K_v = 0,42$). Показник твердості досліджених ґрунтів у межах об'єкту змінювався в межах від 8,8 до 14,3 кгс/см² та не перевищував значення припустимих параметрів для проростання та розвитку більшості сільськогосподарських культур. За період досліджень щільність будови варіювала в межах від 1,20 до 1,45 г/см³. Встановлено, що найгірші показники агрофізичних параметрів зафіксовано у тих частинах територіального об'єкту, де ґрунтовий покрив представлено ясно-сірими та сірими опідзоленими слабо-та-середньозмитими важкосуглинковими та легкоглинистими ґрунтами, де саме і фіксується зниження врожайності вирощуваних культур. У ході досліджень оцінено значущість взаємозв'язків між окремими дослідженими показниками та врожайністю культур, а також їх кореляцію між собою. Відмічено середню кореляцію між врожайністю озимої пшениці та вмістом агрономічно цінних агрегатів (часточок розміром 10-0,25 мм) та твердістю у шарі 0-10 см. У посівах соняшника найбільша кореляція спостерігалась між вмістом брилистої фракції та вмістом агрономічно цінних агрегатів. Розрахунок множинних регресійних моделей підтвердив, що врожайність вирощуваних культур на 71% та 59% відповідно для пшениці озимої (коефіцієнт множинної кореляції (r) дорівнював 0,84) та соняшника ($r=0,77$) пояснювався сумісним впливом досліджених агрофізичних показників орних ґрунтів.

Ключові слова: агрофізичні властивості, ґрунт, кореляційно-регресійний аналіз, неоднорідність, врожайність культур.

I. V. Plisko

Doctor of Agriculture Sciences, Senior Research Associate,
Head of Laboratory of Geocophysics of Soils named after Academician of NAAS V. V. Medvedev,
National Science Center "Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O. N. Sokolovsky"
(Kharkiv, Ukraine)
E-mail: irinachujan@gmail.com

K. Yu. Romanchuk

PhD of Agricultural Sciences, Senior Researcher,
National Science Center "Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O. N. Sokolovsky"
(Kharkiv, Ukraine)
E-mail: katerina_uvarenko@ukr.net

K. M. Kutsova

Graduate Student,
National Science Center "Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O. N. Sokolovsky"
(Kharkiv, Ukraine)
E-mail: karikuts96@gmail.com

THE INFLUENCE OF SPATIAL HETEROGENEITY OF AGROPHYSICAL SOIL PROPERTIES ON THE YIELD OF AGRICULTURAL CROPS

The article highlights the influence of the spatial heterogeneity of the agrophysical properties of the arable layer of soils (structural composition, hardness and density of the structure) on the yield of winter wheat and sunflower on the example of a territorial object located in the Left Bank Forest-Steppe zone of Ukraine. The aim of the study was to evaluate the relationships between the agrophysical properties of soils and the yield of crops using correlation-regression data analysis methods. Research has established that the heterogeneity of the crop yield was largely determined by the heterogeneity of the studied agrophysical properties of arable soils. The greatest heterogeneity was characterized by the content of the lumpy fraction (particle size >10 mm) (the coefficient of variation (Kv) was equal to 0.33) and the content of the dusty fraction (particle size <0.25 mm) (Kv= 0.42). Indicators of soil hardness within the territorial object ranged from 8.8 to 14.3 kgf/cm² and did not exceed the acceptable parameters for the germination and development of most agricultural crops. During the research period, the density of the structure varied from 1.20 to 1.45 g/cm³. It was found that the worst indicators of agrophysical parameters were recorded in those parts of the territorial object, where the soil cover is represented by light-gray and gray podzolized weakly and moderately washed heavy loam and light clay soils, where the decrease in the yield of cultivated crops is recorded. The significance of the relationships between the individual researched indicators and the yield of crops, as well as their correlation with each other, was assessed. An average positive correlation was noted between the yield of winter wheat and the content of agronomically valuable aggregates (particles 10–0.25 mm in size) and hardness of soil in the 0–10 cm layer. In sunflower crops, the highest correlation was observed between the content of the lumpy fraction and the content of agronomically valuable aggregates. The calculation of multiple regression models showed that the yield of cultivated crops by 71% and 59%, respectively, for winter wheat (multiple correlation coefficient (r) was equal to 0.84) and sunflower (r=0.77) was explained by the combined influence of the researched agrophysical indicators of arable soils.

Key words: agrophysical properties, soil, correlation-regression analysis, heterogeneity, crop yield.

Постановка проблеми. Серед комплексу метеорологічних, агротехнологічних та агробіологічних чинників, які визначають урожайність сільськогосподарських культур, важливе значення мають оптимальні параметри фізичних показників ґрунту. Саме агрофізичні властивості посівного шару ґрунту суттєво впливають на проростання рослин та розвиток їхньої кореневої системи та вегетативної маси що, в подальшому, впливає на формування врожаю сільськогосподарських культур. Для успішного регулювання рівня продуктивності сільськогосподарських культур важливо мати повну інформацію про кореляцію між агрофізичними властивостями ґрунтів та визначити їхній вплив на формування врожайності сільськогосподарських культур, що й визначає актуальність проведення досліджень з цього питання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Залежність продуктивності сільськогосподарських культур від просторового розподілу агрофізичних властивостей ґрунтів висвітлено в чисельних наукових роботах [9; 16; 20; 21]. За результатами досліджень [5] переуцільнення ґрунту призводить до зниження вегетативної маси рослин, що супроводжується негативними

змінами у ґрунті – збільшенням твердості та погіршенням повітропроникності в межах кореневої системи. Перевищення параметрів щільності будови від оптимальних значень на 0,1 г/см³ призводить до зниження врожайності зернових на 0,2–1,0 т/га, у середньому – на 0,6 т/га [8].

Структурно-агрегатний склад ґрунту є одним з головних факторів, що визначає умови росту й розвитку сільськогосподарських культур та величину їх продуктивності, оскільки обумовлює формування водно-повітряного та теплового режимів ґрунтів. Цей показник змінюється в часі і просторі залежно від властивостей ґрунту, кліматичних умов і методів управління земельними ресурсами [14; 15; 17].

Відомо, що високий рівень твердості ґрунту є серйозною перешкодою для росту і розвитку кореневої системи сільськогосподарських рослин. Зі збільшенням твердості ґрунту ріст коренів сповільнюється лінійно [19]. Зазначається, що аналіз твердості ґрунту має важливе інформативне значення для діагностики якості ґрунту та може виступати в якості інтегрального показника, що відображає просторову неоднорідність фізичного стану ґрунту [1].

Просторовій мінливості фізичних властивостей ґрунтів також сприяє і рельєф, який, в свою чергу, відносно сильно пов'язаний із вмістом органічного вуглецю, що в кінцевому підсумку впливає на ріст і розвиток сільськогосподарських культур та їх урожайність [22]. Ґрунти нижньої частини опуклих схилів, зазвичай характеризуються накопиченням відкладень з еродованого ґрунтового матеріалу верхньої частини схилів, що відображується на якісному стані ґрунтів та зростанні культур [11]. Тому вказують на необхідність детального картографування ґрунтів кожного поля із фіксуванням просторової неоднорідності властивостей ґрунтів А. Tariq et al. [18].

Метою статті є оцінювання взаємозв'язків між просторовою неоднорідністю агрофізичних показників орних ґрунтів і врожайністю вирощуваних сільськогосподарських культур для оперативного визначення фізично деградованих ділянок та розробки заходів, спрямованих на оптимізацію фізичних показників орних ґрунтів та підвищення продуктивності культур.

Методика досліджень. Дослідження проведено впродовж 2020–2021 рр. Об'єкт досліджень – частина поля площею 21 га, що знаходиться за межами населеного пункту смт Буди Південноміської територіальної громади Харківського району Харківської області в Лівобережному Лісостепу України (рис. 1а). Ґрунтовий покрив представлено сірими та ясно-сірими опідзоленими ґрунтами важкосуглинкового та легкоглинистого гранулометричного складу, сформованими на лесових породах на верхніх частинах схилу, та їх слабо- і середньозмитими аналогами у підніжжі схилів. На рис. 1б відображено ізолінії

рельєфу згідно з даними топографічної карти та регулярну сітку з точками відбору зразків ґрунту в межах об'єкту. Рельєф поля – хвиляста рівнина, наявні перепади висот від 140 до 160 м, ухил поверхні змінюється від 2 до 6 градусів.

У польових умовах на дослідному об'єкті відібрано ґрунтові зразки за ДСТУ 4287 [2] за регулярною сіткою (1 точка на 1 га) з використанням приладу GPS «Garmin 9» та визначено основні агрофізичні параметри ґрунту в його орному шарі (0–30 см): структурно-агрегатний склад ситовим методом у модифікації Н. І. Саввінова за ДСТУ 4744 [3], твердість ґрунту за ДСТУ 5096 [4] за допомогою твердоміра Рев'якіна та щільність будови ґрунту методом педотрансферного моделювання за розробленою в лабораторії геофізики ґрунтів ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» квадратичною моделлю за участю показників вмісту загального гумусу та фізичної глини [10].

Продуктивність вирощуваних культур оцінювали за врожайністю пшениці озимої (2020 рік) та соняшнику (2021 рік). Збирання урожаю проводили у фазу повної стиглості культур в один день в усіх раніше визначених точках. Суцільно було зібрано та зважено рослини на площі 1 м² в радіусі 1 м від кожної точки. Масу отриманого зерна та насіння було перераховано в ц/га при стандартній вологості (14% для пшениці та 12% для соняшника).

Для встановлення достовірності отриманих даних та взаємозв'язків між урожайністю та дослідженими агрофізичними показниками ґрунту використано математично-статистичні методи, зокрема, факторний дисперсійний, кореляційний та регресійний аналізи, які реалізовані



Рис. 1. Територіальний об'єкт досліджень (біля смт «Буди» Харківського району Харківської області): а – місце розташування та склад ґрунтового покриву, б – картосхема ізоліній рельєфу та регулярна сітка з точками відбору зразків ґрунту

за допомогою комп'ютерних програм Excel та Statistica 10. Для оцінювання просторового аналізу даних використано геостатистичний метод, який проведено за допомогою програми ArcGIS 10.4.1.

Проаналізовано погодні показники періоду досліджень, оскільки урожайність вирощуваних сільськогосподарських культур у значній мірі визначалася кліматично-погодними умовами, що склалися на дослідженій території. В цілому, впродовж вегетаційних періодів зростання культур зафіксовано підвищення показників температури повітря: у 2020 році – на +2,2°C та на +1,2°C у 2021 році порівняно середньобогаторічними даними. По різному склалися умови зволоження: найменше опадів випало у 2020 р. – 471 мм, що на 89 мм менше порівняно з середньобогаторічними даними, у 2021 р. фактична кількість опадів перевищувала середньобогаторічну на 79 мм і становила 639 мм. За розрахунками гідротермічного коефіцієнту (ГТК) Селянинова територія об'єкту характеризувалася дуже сухими умовами 2020 року (ГТК = 0,3) та достатньо вологими умовами 2021 року (ГТК = 1,3).

Основні результати дослідження. За період досліджень середня врожайність пшениці озимої становила 40,1 ц/га, соняшника – 63,5 ц/га, такі показники є доволі високими порівняно із середньою врожайністю по Україні та Харківській області згідно існуючих статистичних даних [12; 13]. У цей період середня урожайність пшениці озимої становила 38,0 ц/га в цілому по Україні та 38,8 ц/га по Харківській області, соняшнику – 24,4 ц/га по Україні та 24,6 ц/га по Харківській області. Доволі високий рівень урожайності соняшника може бути пояснений невисокою врожайністю цієї культури, доволі сприятливими погодно-кліматичними умовами, використанням високоякісного насіннєвого матеріалу та вчасним здійсненням всіх агротехнологічних заходів.

В ході досліджень оцінено просторову неоднорідність основних агрофізичних властивостей орних ґрунтів (показників структурно-агрегатного складу, твердості та щільності будови) в межах територіального об'єкту. Встановлено, що більша частина досліджених ґрунтів у 2020 році характеризувалася сприятливими

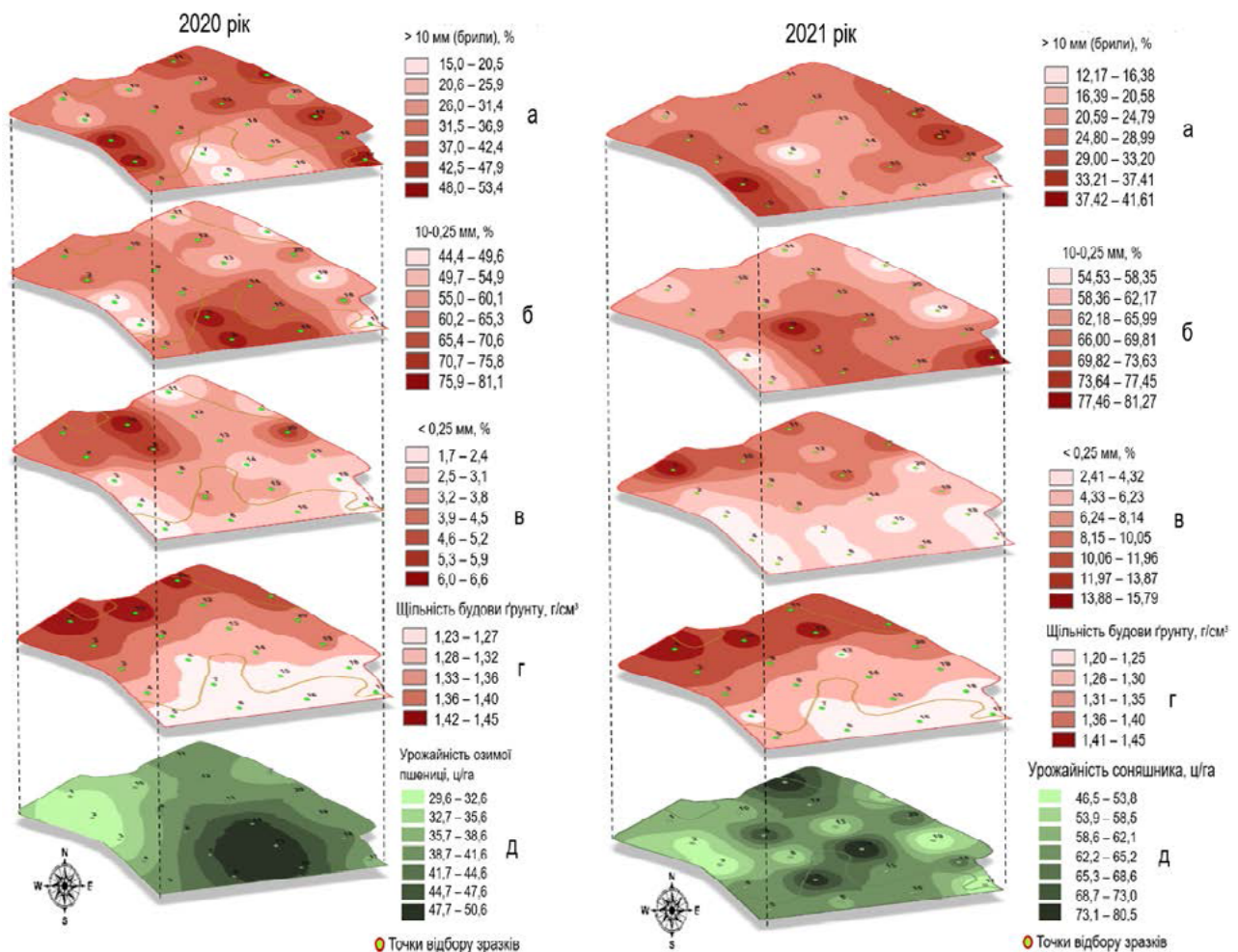


Рис. 2. Модель візуалізації сумісного впливу неоднорідності агрофізичних властивостей ґрунту на урожайність с.-г. культур:

а – вміст агрегатів брилистої фракції,%; б – вміст агрономічно цінних агрегатів,%; в – вміст агрегатів пилюватої фракції,%; г – щільність ґрунту у шарі 0-30 см, г/см³; д – урожайність озимої пшениці та соняшника, ц/га

показниками структурно-агрегатного складу (рис. 2 а-в): 61,9% від загальної площі території характеризувалася добрим, 33,3% – задовільним та 4,8% – відмінним структурним станом. У 2021 році порівняно з попереднім періодом зафіксовано зменшення вмісту брилистої фракції на 23% та збільшення пилюватої фракції на 90% в зоні розташування сірих опідзолених середньозмитих ґрунтів. У результаті статистичного аналізу отриманих даних встановлено, що найбільшою неоднорідністю характеризувався вміст брилистої фракції (часточок розміром >10 мм), коефіцієнт варіації (Kv) дорівнював 0,33) та вміст пилюватої фракції (часточок розміром <0,25 мм), Kv = 0,42.

Показник твердості досліджених ґрунтів змінювався в межах від 8,8 до 14,3 кгс/см², сягаючи максимальних значень у шарі 20–30 см для ясно-сірого середньозмитого ґрунту. В цілому, вся площа об'єкту характеризувалася твердістю, яка не перевищувала значення припустимих параметрів цього показника для проростання та розвитку більшості сільськогосподарських культур (<15 кгс/см²) [7].

Щільність будови досліджених ґрунтів варіювала в межах від 1,20 г/см³ до 1,45 г/см³, зафіксовано перевищення допустимих параметрів щільності будови (> 1,3 г/см³) у тих частинах об'єкту, де ґрунтовий покрив представлено ясно-сірими та сірими опідзоленими слабо- та середньозмитими важкосуглинковими та легкоглинистими ґрунтами (рис. 2 г).

В межах територіального об'єкту зафіксовано строкатість урожайних даних (рис. 2 д): пшениці озимої – від 29,6 ц/га до 50,6 ц/га, сягаючи максимальних значень у повнопрофільних сірих опідзолених ґрунтах. Зі зменшенням висот місцевості (зростанням градусів нахилу поверхні) та появою еродованих (змитих) різновидів сірих та ясно-сірих опідзолених ґрунтів урожайність культури знижувалася. Варіювання урожайності соняшнику становило від 46,5 ц/га до 80,5 ц/га,

при цьому найвищі показники відмічено в зоні розміщення повнопрофільних сірих опідзолених важкосуглинкових ґрунтів.

Візуально, порівнюючи картограму врожайності з картографами просторового розподілу агрофізичних властивостей ґрунтів (рис. 2), відмічено підвищення продуктивності пшениці озимої зі зменшенням вмісту брилистої фракції, збільшенні вмісту фракцій агрономічно цінного розміру (часточок розміром 10–0,25 мм) та зменшенні величини щільності будови досліджених ґрунтів. Аналогічна тенденція спостерігалася також при вирощуванні соняшнику.

В цілому, найвищі показники урожайності обох культур отримано на сірих опідзолених ґрунтах. Зниження врожайності зафіксовано на їх змитих різновидах та ясно-сірих опідзолених ґрунтах. Зменшення врожайності пояснюється тим, що ці ґрунти, знаходячись на схилах різної крутизни, характеризуються гіршими фізичними властивостями, втрачають частину вологи з поверхневим стоком і саме на них досить активно проявляється розвиток ерозійних процесів.

За допомогою кореляційного аналізу оцінено залежність урожайності пшениці озимої (табл. 1) та соняшника (табл. 2) окремо від кожного з досліджених агрофізичних ґрунтових показників. Із наукових джерел відомо, що сильна або тісна кореляція є, коли коефіцієнт кореляції $|r| \geq 0,7$; середня кореляція, коли $0,5 \leq |r| < 0,7$; помірна, коли $0,3 \leq |r| < 0,5$; слабка, коли $0,2 \leq |r| < 0,3$ та дуже слабка, якщо $|r| < 0,2$ [6].

Оцінено значущість взаємозв'язків між окремими дослідженими показниками: встановлено дуже високу зворотну кореляцію між вмістом брилистої фракції та вмістом агрономічно-цінних агрегатів ($r = -0,9884$), вмістом пилюватої фракції повітряно-сухих агрегатів та вмістом водостійких агрегатів >0,25 мм ($r = -0,8201$), твердістю в шарі 0–10 см та 10–20 см ($r = 0,8167$) та позитивну кореляцію між твердістю у шарі 10–20 см та 20–30 см ($r = 0,8063$). Урожайність пшениці озимої

Таблиця 1

Матриця коефіцієнтів кореляції урожайності пшениці озимої з дослідженими фізичними властивостями

	у	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
у	1									
X ₁	-0,5271	1								
X ₂	0,5936	-0,9884	1							
X ₃	-0,1056	-0,4148	0,2941	1						
X ₄	0,1770	0,2996	-0,2036	-0,8201	1					
X ₅	-0,3575	0,1150	-0,1407	-0,0477	-0,1721	1				
X ₆	-0,2709	0,1429	-0,1640	-0,0112	-0,2443	0,8167	1			
X ₇	-0,0419	0,1422	-0,1630	-0,0771	-0,1784	0,6032	0,8063	1		
X ₈	-0,3991	0,0771	-0,1501	0,4612	-0,6791	0,2047	0,2939	0,2279	1	
X ₉	0,4370	-0,1844	0,2781	-0,5353	0,5707	-0,0891	-0,1385	-0,1414	-0,9051	1

Умовні позначення: у – урожайність, ц/га; X₁ – вміст агрегатів >10 мм; X₂ – вміст агрономічно цінних агрегатів (10-25 мм); X₃ – вміст агрегатів <0,25 мм; X₄ – вміст водостійких агрегатів >0,25 мм; X₅ – твердість у шарі 0–10 см; X₆ – твердість у шарі 10–20 см; X₇ – твердість у шарі 20-30 см; X₈ – щільність ґрунту у шарі 0-30 см, X₉ – вміст часточок фізичної глини <0,01 мм, %.

продемонструвала середню кореляцію з вмістом брилистої фракції ($r=0,5271$) та вмістом агрономічно цінних агрегатів ($r=0,5936$); помірна кореляція простежувалася з твердістю у шарі 0–10 см ($r=0,3575$). З іншими дослідженими показниками кореляція виявилася слабкою.

Подібні результати отримано і для соняшника: встановлено середню кореляцію між урожайністю соняшника та вмістом агрономічно цінних агрегатів ($r=0,5151$) та помірну кореляцію із вмістом брилистої фракції ($r=0,4651$). Решта показників також слабо корелювала з урожайністю культури.

Таблиця 2

Матриця коефіцієнтів кореляції урожайності соняшника з дослідженими фізичними властивостями

	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
Y	1									
X ₁	-0,4651	1								
X ₂	0,5151	-0,9884	1							
X ₃	0,0516	-0,4148	0,2941	1						
X ₄	-0,1224	0,2996	-0,2036	-0,8201	1					
X ₅	-0,1882	0,1150	-0,1407	-0,0477	-0,1721	1				
X ₆	0,0083	0,1429	-0,1640	-0,0112	-0,2443	0,8167	1			
X ₇	0,1141	0,1422	-0,1630	-0,0771	-0,1784	0,6032	0,8063	1		
X ₈	0,0251	0,0771	-0,1501	0,4612	-0,6791	0,2047	0,2939	0,2279	1	
X ₉	0,1255	-0,1844	0,2781	-0,5353	0,5707	-0,0891	-0,1385	-0,1414	-0,9051	1

Умовні позначення наведено у табл. 1.

Таблиця 3

Математичні регресійні моделі залежності урожаю пшениці озимої від агрофізичних показників ґрунту

Форма залежності	Математична модель (або рівняння регресії)	Регресійна статистика
Лінійна парна	$Y = 61,29 - 0,60 \cdot X_1$	$R = 0,53; R^2 = 0,28$
	$Y = 0,73 \cdot X_2 - 4,30$	$R = 0,59; R^2 = 0,35$
	$Y = 43,23 - 0,97 \cdot X_3$	$R = 0,11; R^2 = 0,01$
	$Y = 24,87 + 0,24 \cdot X_4$	$R = 0,18; R^2 = 0,03$
	$Y = 111,65 - 7,48 \cdot X_5$	$R = 0,36; R^2 = 0,13$
	$Y = 93,82 - 5,03 \cdot X_6$	$R = 0,27; R^2 = 0,07$
	$Y = 48,08 - 0,71 \cdot X_7$	$R = 0,04; R^2 = 0,002$
	$Y = 25,94 + 0,31 \cdot X_9$	$R = 0,44; R^2 = 0,19$
Лінійна множинна	$Y = 5,16 \cdot X_1 + 6,04 \cdot X_2 + 6,17 \cdot X_3 + 0,39 \cdot X_4 - 2,62 \cdot X_5 - 8,82 \cdot X_6 + 11,72 \cdot X_7 + 0,09 \cdot X_9 - 575,27$	$R = 0,84; R^2 = 0,71;$ нормований $R^2 = 0,51;$ стандартна похибка 9,2

Умовні позначення: Y – урожайність, ц/га; X₁ – вміст агрегатів >10 мм; X₂ – вміст агрономічно цінних агрегатів (10–25 мм); X₃ – вміст агрегатів <0,25 мм; X₄ – вміст водостійких агрегатів >0,25 мм; X₅ – твердість у шарі 0–10 см; X₆ – твердість у шарі 10–20 см; X₇ – твердість у шарі 20–30 см; X₈ – щільність ґрунту у шарі 0–30 см, X₉ – вміст часточок фізичної глини <0,01 мм, %.

Таблиця 4

Математичні регресійні моделі залежності урожаю соняшника від агрофізичних показників ґрунту

Форма залежності	Математична модель (або рівняння регресії)	Регресійна статистика
Лінійна парна	$Y = 76,47 - 0,40 \cdot X_1$	$R = 0,47; R^2 = 0,22$
	$Y = 33,29 + 0,48 \cdot X_2$	$R = 0,52; R^2 = 0,27$
	$Y = 61,02 + 0,36 \cdot X_3$	$R = 0,05; R^2 = 0,003$
	$Y = 70,08 - 0,13 \cdot X_4$	$R = 0,12; R^2 = 0,01$
	$Y = 90,73 - 0,97 \cdot X_5$	$R = 0,19; R^2 = 0,04$
	$Y = 60,99 + 0,12 \cdot X_6$	$R = 0,01; R^2 = 0,0001$
	$Y = 45,45 + 1,45 \cdot X_7$	$R = 0,11; R^2 = 0,01$
	$Y = 59,21 + 0,07 \cdot X_9$	$R = 0,13; R^2 = 0,02$
Лінійна множинна	$y = 4,91 \cdot X_1 + 5,65 \cdot X_2 + 4,03 \cdot X_3 + 0,02 \cdot X_4 - 4,38 \cdot X_5 + 0,50 \cdot X_6 + 5,81 \cdot X_7 - 0,09 \cdot X_9 - 496,83$	$R = 0,77; R^2 = 0,59;$ нормований $R^2 = 0,31$ стандартна похибка 8,2

Умовні позначення наведено у табл. 1.

Для більш детального оцінювання впливу агрофізичних показників на урожай пшениці озимої (табл. 3) та соняшнику (табл. 4) за допомогою регресійного аналізу розраховано лінійні парні математичні моделі для кожного показника та лінійні множинні математичні моделі, які було побудовано з урахуванням колінеарності перемінних, тобто тих, які є взаємозалежними та сильно корелюють між собою.

Простежувалася сильна кореляція між урожайністю пшениці озимої та сумісним впливом агрофізичних показників ($r=0,84$). Коефіцієнт детермінації (R^2) при цьому становив 0,71. Нормований R^2 демонструє наскільки зміна Y може бути визначено змінними X , тобто, ця величина вказує на адекватність рівняння регресії.

Отже у нашому випадку 51% – адекватність регресійної моделі. Стандартна похибка – на рівні 9,2%.

Враховуючи сумісний вплив досліджених агрофізичних показників ґрунту, виявлено сильну кореляцію з урожайністю соняшника ($r=0,77$; $R^2=0,59$). Тобто, розсіювання урожайності (Y) на 59% пояснювалося змінами агрофізичних показників i , відповідно, 41% пояснювалося впливом інших факторів (наприклад, вмістом гумусу та основних елементів живлення, кліматичними умовами, умовами господарювання та ін.). Нормований $R^2=0,31$, стандартна похибка – 8,2%.

Отже, отримані результати продемонстрували, що агрофізичні показники суттєво впливають на формування урожаю вирощуваних сільськогосподарських культур, при цьому їх просторова неоднорідність здатна відбиватися на урожайності культур, утворюючи у межах об'єкту ділянки з різною продуктивністю.

Висновки. Просторова неоднорідність агрофізичних властивостей орних ґрунтів відбивається на врожайності вирощуваних культур у межах територіального об'єкту. Відмічено підвищення врожайності культур зі зменшенням величини щільності будови, а також зниженням вмісту брилих фракцій. Водночас із підвищенням фракцій агрономічно-цінного розміру продуктивність культур збільшувалася. Математично підтверджено існування взаємозв'язків між окремими фізичними показниками та урожайністю культур.

В цілому, це доводить необхідність проведення моніторингу агрофізичних властивостей ґрунтів з метою виявлення ділянок поля, де агрофізичні параметри ґрунтів набувають критичних значень, що свідчить про розвиток процесів фізичної деградації і може вкрай негативно впливати на врожайність сільськогосподарських культур. У зв'язку з вищезначеним необхідним є розробка та впровадження протидеградаційних заходів, спрямованих на оптимізацію агрофізичних властивостей орних ґрунтів та підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

Література

1. Бець Т. Ю. Просторова неоднорідність твердості ґрунту та її зв'язок з електричною провідністю ґрунту та продуктивністю соняшника. *Біологічний вісник МДПУ*. 2013. № 2 (8). 30–44.

2. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 9 с.

3. ДСТУ 4744:2007. Якість ґрунту. Визначання структурно-агрегатного складу ситовим методом у модифікації Н.І. Саввінова. [Чинний від 2008-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 11 с.

4. ДСТУ 5096:2008. Якість ґрунту. Визначення твердості ґрунту твердоміром Ревякіна. [Чинний від 2009-03-01.]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 7 с.

5. Малієнко А.М., Скурятін Ю.М. Агрофізична концепція редукції продуктивності перелогів на сірому лісовому ґрунті. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 2. С. 15–18.

6. Мармоза А.Т. Теорія статистики. 2-ге вид. перероб. та доп. Київ : «Центр учбової літератури», 2013. 592 с.

7. Медведєв В.В. Твердість ґрунту як критерій для обґрунтування технологій і технічних засобів з його обробітку. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 4. С. 14–18.

8. Медведєв В.В., Бігун О.М. Антропогенне перещільнення кореневмісного шару чорноземних ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 10. С. 55–60.

9. Продуктивність сільськогосподарських культур залежно від елементів біологізації землеробства в умовах центрального полісся України / Р.Б. Кропивницький та ін. *Sciences of Europe*. 2020. Vol. 2(59). Р. 4–7.

10. Спосіб визначення щільності будови ґрунту: пат. 123878 Україна: МПК G01N 33/24 (2006/01). № у 2017 09763; заявл. 09.10.2017; опубл. 12.03.2018, Бюл. № 5.

11. Стародубцев В.М., Власенко І.С., Басараб Р.М., Комарчук Д.С. Просторова неоднорідність продуктивності типових чорноземів на полях з мікрозападинами. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. № 3 (73). 2018. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2018_3_6.

12. Урожайність культур сільськогосподарських. Статистичний щорічник України за 2020 рік / За редакцією І.Є. Вернера. Київ : Державна служба статистики України, 2020. С. 296.

13. Урожайність культур сільськогосподарських. Статистичний щорічник України за 2021 рік / За редакцією І.Є. Вернера. Київ : Державна служба статистики України, 2021. С. 292.

14. Шиліна Л.І., Шаповал І.Е., Ермолаєв М.М. Зміна структурно-агрегатного стану чорнозему типового під впливом чинників землеробства. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2006. Спец. вип. Кн. 2. С. 188–190.

15. Gholoubi A., Emami H. Caldwell T. Deforestation effects on soil aggregate stability quantified by the high-energy moisture characteristic method. *Geoderma*. 2019. Vol. 355. 113919. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.113919>.

16. Impact of in-field soil heterogeneity on biomass and yield of winter triticale in an intensively cropped hummocky landscape under temperate climate conditions / M. Habib-ur-Rahman, A. Raza,

H.E. Ahrends, H. Hüging, T. Gaiser. *Precision Agriculture*. 2022. Vol. 23. P. 912–938. <https://doi.org/10.1007/s11119-021-09868-x>.

17. Ma L., Wang Q., Shen S., Li F. Heterogeneity of soil structure and fertility during desertification of alpine grassland in northwest Sichuan. *Ecosphere*. 2020. Vol. 11(7). e03161. <https://doi.org/10.1002/ecs2.3161>.

18. Tariq A., Gunina A., Lamersdorf N. Initial changes in soil properties and carbon sequestration potential under monocultures and short-rotation alley coppices with poplar and willow after three years of plantation. *Science of the Total Environment*. 2018. Vol. 634. P. 963–973. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.391>.

19. The effect of soil strength on the yield of wheat / W.R. Whalley et al. *Plant Soil*. 2008. Vol. 306. P. 237–247. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9577-5>.

20. The response of process-based agro-ecosystem models to within-field variability in site conditions / E. Wallor et al. *Field Crops Research*. 2018. Vol. 228. P. 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.08.021>.

21. Vieira S.R., Gonzalez A.P. Analysis of the spatial variability of crop yield and soil properties in small agricultural plots. *Bragantia*, 2003. Vol. 62(1), P. 127–138. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052003000100016>.

22. Whole-profile soil organic matter content, composition, and stability under cropping systems that differ in belowground inputs / H.J. Poffenbarger et al. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2020. Vol. 291. 106810. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106810>.

References

1. Bets, T. Yu. (2013). Prostorova neodnoridnist tverdosti gruntu ta yiyi zv'yazok z elektrichnoyu providnistyu gruntu ta produktivistyu sonyashnika [Spatial variability of the soil mechanical impedance and its connection with electrical conductivity and productivity of sunflower]. *Biological Bulletin MNMU*, 2 (8), 30–44. [in Ukrainian].

2. DSTU 4287:2004. (2005). Yakist gruntu. Vidbirannya prob. [Chynnyi vid 2005-07-01] [Soil quality. Sampling]. Kyiv, 9 [in Ukrainian].

3. DSTU 4744:2007. (2005). Yakist gruntu. Vznachannya strukturno-agregatnogo skladu sitovim metodom u modifikaciyi N.I. Savvinova. [Chynnyi vid 2008-01-01] [Soil quality. Determination of the structural and aggregate composition by the sieve method in the modification of N.I. Savvinov]. Kyiv, 11 [in Ukrainian].

4. DSTU 5096:2008. (2009). Yakist gruntu. Vznachennya tverdosti gruntu tverdomirom Revyakina. [Chynnyi vid 2009-03-01.] [Soil quality. Determination of soil hardness by the Revyakina hardness tester]. Kyiv, 7. [in Ukrainian].

5. Maliyenko, A.M. & Skuryatin, Yu.M. (2006). Agrofizichna koncepciya redukciyi produktivnosti perelogyv na siromu lisovomu gruntu [Agrophysical concept of fallow productivity reduction on gray forest soil]. *Bulletin of Agricultural Science*, 2, 15–18. [in Ukrainian].

6. Marmoza, A.T. (2013). Teoriya statistiki [Theory of statistics]. 2nd edition. Kyiv: "Center for Educational Literature". 592. [in Ukrainian].

7. Medvedev, V.V. (2010). Tverdist gruntu yak kriterij dlya obgruntuvannya tehnologij i tehnicnih zasobiv z jogo obrobitku [Soil hardness as a criterion for justifying technologies and technical means for its cultivation]. *Bulletin of Agricultural Science*, 4, 14–18. [in Ukrainian].

8. Medvedev, V.V. & Bigun, O.M. (2014). Antropogenne pereushilnennya korenevno-misnogo sharu chornozemnih gruntiv [Anthropogenic overcompaction of the root layer of chernozem soils]. *Bulletin of Agricultural Science*, 10, 55–60. [in Ukrainian].

9. Kropyvnytskyi, R., Bendiukevich, V., Halitskyi, P., Antonyuk, N. & Kravchuk, A. (2020). Produktivnist silskogospodarskih kultur zalezno vid elementiv biologizaciyi zemlerobstva v umovah centralnogo polissya Ukraini [Productivity of agricultural crops depending on elements of biologization of agriculture in the conditions of the central polissya of Ukraine]. *Sciences of Europe*, 2(59), 4–7. [in Ukrainian].

10. Patent 123878 UA (2018). Sposib viznachen-nya shilnosti budovi gruntu [Patent for utility model 123878 UA, IPC: G01N 33/24 (2006/01). *Method of determining bulk density of soil* / Medvedev, V.V., Bigun, O.M., & Plisko, I.V. Ukrainian National Office for Intellectual Property and Innovations: publ. 12.03.2018, Bull. 5. [in Ukrainian].

11. Starodubtsev, V.M., Vlasenko, I.S., Basarab, R.M. & Komarchuk, D.S. (2018). Prostorova neodnoridnist produktivnosti tipovih chornozemiv na polyah z mikrozapadinami [Special heterogeneity in productivity of typical chernozem in fields with micro-depressions ("potholes")]. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 3(73). URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2018_3_6. [in Ukrainian].

12. Urozhajnist kultur silskogospodarskih [Yield of agricultural crops]. (2020). Statistical Yearbook of Ukraine for 2020. In I. E. Werner ed. Kyiv: State Statistics Service of Ukraine, 296. [in Ukrainian].

13. Urozhajnist kultur silskogospodarskih [Yield of agricultural crops]. (2021). Statistical Yearbook of Ukraine for 2021. In I. E. Werner ed. Kyiv: State Statistics Service of Ukraine, 292. [in Ukrainian].

14. Shilina, L.I., Shapoval, I.E. & Yermolaev, M.M. (2006). Zmina strukturno-agregatnogo stanu chornozemu tipovogo pid vplivom chinnikov zemlerobstva [Changes in the structural and aggregate state of typical chernozem under the influence of agricultural factors]. *AgroChemistry and Soil Science*. Special issue, Book 2, 188–190. [in Ukrainian].

15. Gholoubi, A., Emami, H. & Caldwell, T. (2019). Deforestation effects on soil aggregate stability quantified by the high-energy moisture characteristic method. *Geoderma*, 355, 113919. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.113919>.

16. Habib-ur-Rahman, M., Raza, A., Ahrends, H.E., Hüging, H. & Gaiser, T. (2022) Impact of in-field soil heterogeneity on biomass and yield of winter triticale in an intensively cropped hummocky landscape under temperate climate conditions. *Precision Agric*, 23, 912–938. <https://doi.org/10.1007/s11119-021-09868-x>.

17. Ma, L., Wang, Q., Shen, S. & Li, F. (2020). Heterogeneity of soil structure and fertility during desertification of alpine grassland in northwest Sichuan. *Ecosphere*, 11(7), e03161. <https://doi.org/10.1002/ecs2.3161>.

18. Tariq, A., Gunina, A., & Lamersdorf, N. (2018). Initial changes in soil properties and carbon sequestration potential under monocultures and short-rotation alley coppices with poplar and willow after three years of plantation. *Science of the Total Environment*, 634, 963–973. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.391>.

19. Whalley, W.R., Watts, C.W., Gregory, A.S., Mooney, S.J., Clark, L.J. & Whitmore, A.P. (2008). The effect of soil strength on the yield of wheat. *Plant Soil*. 306, 237–247. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9577-5>.

20. Wallor, E., Kersebaum, K.-C., Ventrella, D., Bindi, M., Cammarano, D., Couchney, E. ... Trombi, G.

(2018). The response of process-based agro-ecosystem models to within-field variability in site conditions. *Field Crops Research*, 228, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.08.021>.

21. Vieira, S.R., & Gonzalez, A.P. (2003). Analysis of the spatial variability of crop yield and soil properties in small agricultural plots. *Bragantia*, 62(1), 127–138. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052003000100016>.

22. Poffenbarger, H.J., Olk, D.C., Cambardella, C., Kersey, J., Liebman, M., Mallarino, A. ... Castellano, M.J. (2020). Whole-profile soil organic matter content, composition, and stability under cropping systems that differ in belowground inputs. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 291. 106810. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106810>.

**A. В. Штірбу**

доктор філософії,
завідувач відділу виноградарства
Навчально-науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства
імені В. Є. Таїрова» Національної академії аграрних наук України
(м. Одеса, Україна)
E-mail: stirbu.a@gmail.com

АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИНОГРАДУ ПРИ РІЗНИХ ПАРАМЕТРАХ ЩІЛЬНОСТІ НАСАДЖЕНЬ

Проведено дослідження агробіологічних особливостей технічних сортів винограду нової селекції при різних параметрах щільності шпалерно-рядових насаджень в природних умовах Причорноморської низовини. Упродовж 2021–2023 років двофакторним дослідом 2×2 вивчено дію двох варіантів щільності насаджень (2 222 кущів/га; 4 000 кущів/га) на рівні навантаження кущів пагонами, показники маси та якості врожаю двох різних сортів винограду Ароматний та Загрей (*Vitis vinifera* L.). У процесі виконання науково-дослідних робіт використаний основний – польовий метод агрономічного дослідження, а також загальноприйняті прийоми – спостереження, експеримент та статистична обробка даних. Встановлено, що в умовах вегетаційних періодів 2021–2023 рр. збільшення щільності насаджень до 4 000 кущів/га, у порівнянні з еталоном, зменшує норму навантаження пагонами у перерахунку на кущ на 19,4–29,5%, масу врожаю з куща на 28,6–29,9% незалежно від сорту. Але, на одиницю площі ділянки під насадженнями сорту Ароматний норма навантаження збільшується на 45,0%, сорту Загрей – на 27,4%. Також підвищується урожайність виноградників на 26,8–32,5%, до рівнів 10,2 т/га сорту Ароматний, 18,8 т/га – Загрей в культурі без зрошення. На період збору врожаю масова концентрація цукрів у суслі винограду сорту Ароматний в середньому дорівнює 157,7 г/дм³, сорту Загрей – 169,3 г/дм³ на еталонних варіантах. Підвищення щільності насаджень збільшує масову концентрацію цукрів у суслі в середньому на 7,1–29,8% або на 12,0–47,0 г/дм³ відповідно. Біологічна продуктивність сорту Ароматний середня, на пагонах формується маса врожаю в середньому 141–145 г/пагін, сорту Загрей дуже висока – 248–253 г/пагін незалежно від щільності насаджень. Агробіологічною основою формування врожаю рослин культурного винограду *Vitis vinifera* L. є рівні навантаження пагонами на одиниці площі під насадженнями та продуктивності пагонів. Під час культивування винограду на території Причорноморської низовини підвищення щільності шпалерно-рядових насаджень до 4 000 кущів/га може розглядатися як фактор збільшення рівнів навантаження пагонами та врожайності, особливо сорту Загрей з дуже високою продуктивністю пагонів.

Ключові слова: виноград, кущ, щільність садіння, урожайність, продуктивність.

A. V. Shtirbu

PhD,
Head of the Viticulture Department,
National Scientific Centre «V. Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking» National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine (Odesa, Ukraine)
E-mail: stirbu.a@gmail.com

AGROBIOLOGICAL PECULIARITIES OF GRAPEVINE DEPEND ON THE PARAMETERS OF PLANTING DENSITY

The study of agrobiological peculiarities of wine grape cultivars of new hybrid selection depending different density parameters of trellis-row plantation in the environment of the Black Sea Lowland was carried out. During 2021–2023, the field two-way experiment 2×2, was applied to study the effect of two planting density variants (2,222 vines/ha; 4,000 vines/ha) on the levels of shoot load, weight and quality of the crop yield of two different grape cultivars 'Aromatnyi' and 'Zahrei' (*Vitis vinifera* L.). The research was conducted using the field method, as well as observation, experiment, and statistical data processing. It was established that in the growing seasons of 2021–2023, an increase in planting density to 4,000 vines/ha, compared to 2,222 vines/ha, reduces the shoot load per vine by 19.4–29.5%, and the crop yield per vine by 28.6–29.9%, independent of the cultivar. But, per unit area of the land under the plantations of the 'Aromatnyi' cultivar, the load rate increases by 45.0%, and the 'Zahrei' cultivar – by 27.4%. The vineyard yields are also increasing by 26.8–32.5%, to 10.2 t/ha of 'Aromatnyi' cultivar and 18.8 t/ha of 'Zahrei' cultivar in a non-irrigated culture. During the harvesting period, the mass concentration of sugars in the juice average 157.7 and 169.3 g/dm³ of the 'Aromatnyi' and 'Zahrei' cultivars in variants with a planting density of 2,222 vines/ha. Increasing the density of plantings increases the mass concentration of sugars in the juice by an average of

7.1–29.8% or 12.0–47.0 g/dm³, respectively. The biological productivity of the 'Aromatnyi' cultivar is average, with a yield of 141–145 g/shoot on average, and the 'Zahrei' cultivar is very high, with a yield of 248–253 g/shoot, independent of planting density. The agrobiological basis of yield formation of cultivated grape plants *Vitis vinifera* L. is the level of shoot load per unit area under plantations and shoot productivity. Cultivation of grapevines in the environment of the Black Sea Lowland with an increase in the density of trellis-row plantings to 4,000 vines/ha can be considered as a factor in increasing the levels of shoot load and yield, especially for varieties of very high shoot productivity.

Key words: grapes, vine, planting density, yield, productivity.

Постановка проблеми. Прогнози зміни клімату передбачають значне підвищення температури повітря та зменшення кількості опадів, що вимагатиме оптимізації щільності насаджень у майбутньому на територіях історичних регіонів культивування винограду. В таких умовах площа живлення кущів розглядається як фактор адаптації культури до середовища [10].

Дослідження впливу площі живлення виноградних кущів на розподіл коренів у посушливих умовах показало, що збільшення щільності садіння підвищує кількість коренів на гектарі, у тому числі тих, що виконують функцію всмоктування води і розчинених у ній мінеральних солей з ґрунту. У результаті щільніші насадження краще освоюють ресурси площі живлення [3].

Вплив на встановлення щільності виноградників має механізація, а саме габарити наявних тракторів, машин. В епоху ручної праці та кінної тяги розміщували якомога більше рядів на одиниці площі земельних ділянок. З використанням механізації площа живлення кущів збільшувалася і, на думку А.І. Winkler та ін. [11], нерідко ставала фактором з визначення параметрів ширини міжрядь.

Наведені практики вказують на вплив ряду організаційно-технологічних факторів щодо підбирання доцільної щільності виноградників. Зокрема, для малих господарств, або за обмеженої доступності земельних ділянок придатних під виноград ефективним може виявитися підвищення щільності насаджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В літературі зустрічаються неоднозначні рекомендації про оптимальну ширину міжрядь для шпалерно-рядових виноградників залежно від природних умов. Так, ширина міжрядь на рівні 2 м доцільна в посушливих районах, при сумі опадів за рік 400–450 мм; 3 м – у районах із сумою опадів за рік 500–550 мм; 3,5 м – більше 550 мм або на зрошуваних ділянках [1].

Однак, у роботі С. Leeuwen та ін. [7] зазначено, що ширина міжрядь та відповідно щільність кущів на одиниці площі під насадженнями істотно впливає на водний режим винограду. Авторами проведено моделювання насаджень із шириною міжрядь 2 м, 3 м та 4 м з урахуванням тенденції зміни клімату. Розріджені насадження у майбутніх посушливих умовах відчуватимуть менший дефіцит ґрунтової вологи.

Площа живлення кущів істотно впливає на продуктивність рослин. В роботі [4], автори дійшли висновку, що рідко посаджені кущі сорту Perlette (3×3 м) ростуть сильніше та їх продуктивність значно вище, ніж густо посаджені (2×2 м). Урожайність насаджень збільшується за підвищеної щільності насаджень. В той час, як якість

ягід столового винограду не змінювалася під дією щільності насаджень.

М. Keller, L. Mills [6] вивчено різні варіанти щільності садіння кущів на виноградниках сорту Concord, від 997 до 4485 кущів/га. Показано, що в період вступу винограду в плодоношення, урожайність при щільності садіння 0,9 м та 1,8 м була вдвічі більша (11,8 т/га), ніж при 2,7 м та 3,6 м (5,6 т/га). Проте в середньому за п'ять наступних років на ущільнених насадженнях урожайність зменшилась на 38% (18,2 т/га), у порівнянні з розрідженим садінням кущів (29,2 т/га). Залежно від кількості рядів на одиниці площі під насадженнями, прибавка врожаю на 2 т/га встановлена при ширині міжрядь на рівні 2,4 м, по відношенню до ширини – 2,7 м.

За даними М.С. McCarthy [9] на розріджених виноградниках ефективність використання рослинами води менша ніж на ущільнених насадженнях. Зазначається, що щільне садіння кущів сприяє меншій витраті води на фізичне випаровування.

Підвищення щільності садіння кущів винограду збільшує загальну кількість коренів на одиниці площі під насадженнями. Відбувається інтенсивніший ріст коренів вглиб. В природних умовах ПАР оптимум площі живлення кущів встановлений на рівні 2,2×1,8 м. Зменшення або збільшення понад зазначені параметри обмежує фізіологічну активність рослин, змінюючи в підсумку урожайність насаджень та якість ягід винограду [5].

Проте, надмірне ущільнення виноградників може погіршувати водний режим кущів, загальмовувати фізіологічні процеси, у тому числі фотосинтез та транспірацію. Такі зміни особливо помітні у другій половині вегетації в час, коли інсоляція і температура повітря досягають максимальних величин [8].

Метою роботи є дослідження агробіологічних особливостей технічних сортів винограду нової селекції при різних параметрах щільності шпалерно-рядових насаджень в умовах Причорноморської низовини.

Методика дослідження. У період 2021–2023 років двофакторним дослідом вивчені агробіологічні особливості двох технічних сортів винограду нової селекції (*Фактор А*) залежно від параметрів щільності насаджень (*Фактор В*).

Схема досліджу:

Фактор А: Сорт	Фактор В: Щільність садіння, кущів/га
Ароматний	2 222
	4 000
Загрей	2 222
	4 000

Основні параметри варіантів досліду наступні:
Фактор А. Сорти належать до однієї групи – технічних сортів, але відрізняються між собою за видовим походженням, біологічними та господарсько-цінними ознаками.

Фактор В. Кожен сорт культивується при різних параметрах щільності насаджень: 2 222 кущів/га (еталон) – схема садіння кущів 3×1,5 м, догляд за виноградником тракторами тягового класу 1,4 (потужність 60 кВт, марка МТЗ-82; Т-70В); 4 000 кущів/га (дослід) – схема садіння кущів 2×1,25 м, догляд за виноградником малогабаритним трактором тягового класу 0,6 (потужність 14,7 кВт, марка УТО-200).

Дисперсійним аналізом даних передбачається встановити характер впливу на агробіологічні та технологічні показники культивування винограду в природних умовах Причорноморської низовини залежно від: 1) сортових особливостей; 2) щільності шпалерно-рядових насаджень, а також: 3) ефекту взаємовпливу сорту та щільності садіння кущів.

Дослід закладено за методом розщеплених ділянок. Розміщення ділянок багаторядне. Ділянки розбито на чотири блок-повторності. Повторність у часі три роки Основні агробіологічні обліки проводили на 15 рослинах в кожному варіанті, підібраних з урахуванням типовості параметрів системи ведення кущів, з мінімальними розходженнями за вегетативною силою росту [2].

Упродовж вегетації винограду визначали середні рівні навантаження пагонами та суцвіттями в середньому на один кущ (пагонів/кущ) та на один гектар площі під насадженнями (пагонів×10³/га).

Під час збору винограду визначали масу врожаю з кожного облікового куща (кг/кущ) та урожайність насаджень (т/га).

Якість врожаю оцінювали за показниками масової концентрації у соці ягід цукру та винної кислоти (г/дм³). Цукристість визначали за допомогою рефрактометра, кислотність – титрування.

Розраховували коефіцієнт технологічного плодonoшення винограду за співвідношенням: кількість суцвітть / кількість пагонів, залишених

після проведення операцій з зеленими частинами кущів; показник продуктивності пагонів: маса врожаю / рівень навантаження пагонами (г/пагін).

Основні результати дослідження. Обліки розвитку та плодonoшення виноградних кущів показали, що після проведення операцій з зеленими частинами рослин на дослідних сортах встановлені середні норми навантаження на рівні 21,7 пагонів/кущ сорту Ароматний та 26,8 пагонів/кущ – Загрей при щільності насаджень 2 222 кущів/га. Збільшення щільності насаджень до 4 000 кущів/га зменшує норму навантаження пагонами у перерахунку на кущ на 19,4–29,5%, незалежно від сорту. Але, на одиницю площі ділянки під насадженнями сорту Ароматний норма збільшується на 45,0%, сорту Загрей – на 27,4% (табл. 1).

В середньому за роки досліджень технологічний коефіцієнт плодonoшення винограду сорту Ароматний дорівнює 1,0–1,1 грон/пагін, сорту Загрей – 1,2 грон/пагін. Коефіцієнт незначно змінюється під впливом параметрів щільності насаджень.

Показники маси врожаю дослідних сортів винограду змінюються залежно як від сортових особливостей, так й від щільності насаджень. В умовах вегетаційних періодів 2021–2023 років на насадженнях сортів Ароматний та Загрей при еталонній щільності насаджень 2 222 кущів/га середня маса врожаю дорівнює 3,5 кг/кущ та 6,7 кг/кущ відповідно. При підвищенні щільності насаджень до 4 000 кущів/га та одночасного зменшення площі живлення кущів – 2×1,25 м сорту Ароматний маса врожаю з куща зменшується на 28,6%, сорту Загрей – на 29,9%.

Однак рівні показника урожайності виноградників при збільшенні щільності насаджень істотно перевищують еталонний варіант. Так, при щільності насаджень 2 222 кущів/га середня урожайність сорту Ароматний дорівнює 7,7 т/га, сорту Загрей – 14,9 т/га. Збільшення щільності насаджень до 4 000 кущів/га підвищує урожайність на 32,5% та 26,8% відповідно (табл. 2).

Розрахунок стандартного відхилення показує значне розсіювання середніх значень показників врожаю винограду за 2021–2023 рр. Розкидання

Таблиця 1

Вплив параметрів щільності виноградних насаджень на характер розвитку та плодonoшення кущів, 2021–2023 рр.

Щільність насаджень, кущів/га	Площа живлення кущів, м ²	Рівень навантаження		Середня кількість, грон/кущ	Коефіцієнт технологічного плодonoшення, грон/пагін
		пагонів/кущ	пагонів×10 ³ /га		
Сорт Ароматний					
2 222	3×1,5	21,7 ±1,1	48,2 ±2,5	23,8 ±8,4	1,1 ±0,3
4 000	2×1,25	17,5 ±2,5	69,9 ±10,0	19,0 ±9,8	1,0 ±0,5
Сорт Загрей					
2 222	3×1,5	26,8 ±1,8	59,4 ±7,5	33,8 ±10,2	1,2 ±0,2
4 000	2×1,25	18,9 ±4,2	75,7 ±16,9	24,3 ±12,3	1,2 ±0,3

Примітка: представлені середні значення, ± стандартне відхилення; НІР₀₅^B 4,9 пагонів/кущ, 17,2 тис. пагонів/га.

Показники маси та якості врожаю винограду залежно від параметрів щільності насаджень, 2021–2023 рр.

Щільність насаджень, кущів/га	Площа живлення кущів, м ²	Урожайність		Масова концентрація, г/дм ³ суслу	
		кг/кущ	т/га	цукру	кислот, у перерахунку на винну
Сорт Ароматний					
2 222	3×1,5	3,5 ±1,1	7,7 ±2,4	157,7 ±10,8	4,0 ±1,2
4 000	2×1,25	2,5 ±0,3	10,2 ±1,2	204,7 ±9,2	3,0 ±0,2
Сорт Загрей					
2 222	3×1,5	6,7 ±0,8	14,9 ±1,9	169,3 ±16,7	5,9 ±1,5
4 000	2×1,25	4,7 ±0,3	18,8 ±1,3	181,3 ±17,9	5,4 ±0,5

Примітка: представлені середні значення, ± стандартне відхилення; НІР₀₅^{A,B} 1,2 кг/кущ, 2,9 т/га; НІР₀₅^A 18,9 г цукру/дм³ суслу.

маси врожаю по роках пов'язано з нерівномірним розвитком кущів, що слугувало причиною різного рівню навантаження кущів пагонами та гронами.

Спостереження показують, що на значну варіабельність маси урожаю впливають чисельні абіотичні, біотичні та, в окремих випадках, антропогенні чинники. З року в рік можуть проявлятися такі умови як підвищений дефіцит ґрунтової вологи в окремі фази розвитку рослин, епізоотії і епіфітотії, тощо. На врожай значною мірою впливають й фактори середовища несприятливі для розвитку зачатків суцвіть в зимуючих вічках, для цвітіння та зав'язування плодів, для росту (наливу) ягід.

На період збору врожаю масова концентрація цукрів у суслі винограду сорту Ароматний в середньому дорівнює 157,7 г/дм³, сорту Загрей – 169,3 г/дм³ на еталонних варіантах. Підвищення щільності насаджень збільшує масову концентрацію цукрів у суслі в середньому на 7,1–29,8% або на 47,0 г/дм³ та 12,0 г/дм³ відповідно. Вміст у суслі кислот, у перерахунку на винну, незначно варіює під впливом параметрів щільності насаджень.

Біологічна продуктивність винограду як сортова ознака оцінюється за значеннями співвідношення між масою врожаю та кількістю пагонів на кущах. Показник характеризує здатність рослини формувати продукцію в розрахунку на пагін або орган, на якому створюється врожай.

Проведені нами дослідження дозволили встановити, що показник продуктивності пагонів сорту Ароматний варіює в межах 141–156 г/пагін, сорту Загрей – 248–253 г/пагін незалежно від щільності насаджень (рис. 1).

За систематикою фактичного матеріалу продуктивності різних сортів винограду встановлено, що виноградний кущ як цілісний організм має гомеостатичність за функціями росту та плодоношення та має біологічний максимум продуктивності. Діапазон мінливості показника продуктивності пагонів винограду дозволяє розділити культурні сорти на групи: дуже низької продуктивності ≤70, низької – 71–130, середньої – 131–190, високої – 191–250 та дуже високої – 251–310 г/пагін [2].

Результати досліджень дозволяють встановити, що за показником продуктивності пагонів

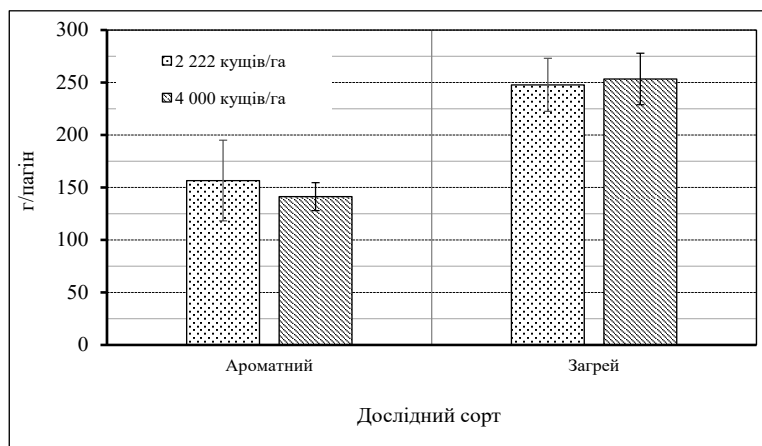


Рис. 1. Рівні біологічної продуктивності пагонів дослідних сортів винограду (г/пагін) залежно від параметрів щільності насаджень, 2021–2023 рр.

Примітка: представлені середні значення, ± стандартне відхилення.

сорт Ароматний відноситься до сортогрупи середньої, а сорт Загрей до – дуже високої біологічної продуктивності.

Дисперсійний аналіз даних показує, що щільність садіння кущів – єдиний фактор «В», що істотно впливає (P -значення $\leq 0,05$) на рівні навантаження пагонами в розрахунку на кущ та на гектар площі під насадженнями. Оскільки ефект взаємного впливу відсутній «Фактори А×В», щільність садіння кущів однаково впливає на рівні навантаження кущів сортів Ароматний та Загрей незалежно від їх біологічних особливостей.

Залежно від сорту «Фактор А» та щільності садіння кущів «Фактор В» значно ($P \leq 0,05$) змінюються показники маси врожаю з кущів та з гектара під насадженнями, вмісту цукру в суслі з ягід винограду. Відмінності за сортовою ознакою винограду проявляються через різні рівні біологічної продуктивності дослідних сортів.

Висновки. Агробіологічною основою формування врожаю рослин культурного винограду *Vitis vinifera* L. є рівні навантаження пагонами на одиниці площі під насадженнями та продуктивності пагонів. Під час культивування винограду на території Причорноморської низовини підвищення щільності шпалерно-рядових насаджень до 4 000 кущів/га може розглядатися як фактор збільшення рівнів навантаження пагонами та врожайності, особливо сорту Загрей з дуже високою продуктивністю пагонів.

Література

1. Дудник М.О., Коваль М.М., Козар І.М. та ін. Виноградарство: підручник. Київ, 1999. 288 с.
2. Методичні рекомендації з агротехнічних досліджень у виноградарстві України / уклад. В.І. Іванченко та ін. Ялта, 2004. 264 с.
3. Archer E., Strauss H.C. Effect of Plant Density on Root Distribution of Three-Year-Old Grafted 99 Richter Grapevines. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 1985. Vol. 6, No. 2. P. 25-30.
4. Brar S., Bindra A. Effect of plant density on vine growth, yield, fruit quality and nutrient status in Perlette grapevines. *Vitis*. 1986. Vol. 25. P. 96-106.
5. Hunter J., Volschenk C. Vine spacing of *Vitis vinifera* cv. Shiraz/101-14 Mgt. I. root growth and physiological activity. *OENO One*. 2024. Vol. 58, No. 1. P. 1-19.
6. Keller M., Mills L.J. High Planting Density Reduces Productivity and Quality of Mechanized Concord Juice Grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 2021. Vol. 72. P. 358-370.
7. Leeuwen C., Pieri P., Gowdy M. et al. Reduced density is an environmental friendly and cost effective solution to increase resilience to drought in vineyards in a context of climate change. *OENO One*. 2019. Vol. 53, No. 2. P. 129-146.
8. Leeuwen C., Trégoat O., Choné X. et al. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *OENO One*. 2009. Vol. 43, No. 3. P. 121-134.
9. McCarthy M.G. The effect of vine spacing on water use efficiency. *Eighth Australian Wine Industry Technical Conference*. 1993. P. 34-37.
10. Pieri P., Lebon E., Brisson N. Climate change impact on French vineyards as predicted by models. *Acta Hort.* 2012. Vol. 931. P. 29-37.
11. Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M., Lider L.A. General Viticulture. University of California Press, 1974. 710 p.

References

1. Dudnyk M.O., Koval M.M., Kozar I.M. ta in. (1999) Vynohradarstvo: pidruchnyk. [Viticulture : guide]. Kyiv, 288 s. [in Ukrainian]
2. Metodychni rekomendatsii z ahrotekhnichnykh doslidzhen u vynohradarstvi Ukrainy [Methodological recommendations for agrotechnical research in viticulture of Ukraine] / uklad. V.I. Ivanchenko ta in. Yalta. 2004. 264 s. [in Ukrainian]
3. Archer E., Strauss H.C. (1985) Effect of Plant Density on Root Distribution of Three-Year-Old Grafted 99 Richter Grapevines. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 6(2): 25-30.
4. Brar S., Bindra A. (1986) Effect of plant density on vine growth, yield, fruit quality and nutrient status in Perlette grapevines. *Vitis*, 25: 96-106.
5. Hunter J., Volschenk C. (2024) Vine spacing of *Vitis vinifera* cv. Shiraz/101-14 Mgt. I. root growth and physiological activity. *OENO One*, 58(1): 1-19.
6. Keller M., Mills L.J. (2021) High Planting Density Reduces Productivity and Quality of Mechanized Concord Juice Grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 72: 358-370.
7. Leeuwen C., Pieri P., Gowdy M. et al. (2019) Reduced density is an environmental friendly and cost effective solution to increase resilience to drought in vineyards in a context of climate change. *OENO One*, 53(2): 129-146.
8. Leeuwen C., Trégoat O., Choné X. et al. (2009) Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *OENO One*, 43(3): 121-134.
9. McCarthy M.G. (1993) The effect of vine spacing on water use efficiency. *Eighth Australian Wine Industry Technical Conference*, 34-37.
10. Pieri P., Lebon E., Brisson N. (2012) Climate change impact on French vineyards as predicted by models. *Acta Hort.*, 931: 29-37.
11. Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M., Lider L.A. (1974) General Viticulture. *University of California Press*, 710 p.

**О. М. Осмачко**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри садово-паркового та лісового
господарства
Сумський національний аграрний університет
(м. Суми, Україна)
E-mail: lenaosmachko1978@ukr.net

**О. М. Бакуменко**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
декан факультету агротехнологій
та природокористування
Сумський національний аграрний університет
(м. Суми, Україна)
E-mail: agro.snau@ukr.net

**Т. І. Мельник**

кандидат біологічних наук, професор,
завідувач кафедри садово-паркового та лісового
господарства
Сумський національний аграрний університет
(м. Суми, Україна)
E-mail: mti.snau.2022@ukr.net

**А. В. Мельник**

доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри садово-паркового
та лісового господарства
Сумський національний аграрний університет
(м. Суми, Україна)
E-mail: melnyk_ua@yahoo.com

**Л. В. Крючко**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри біотехнології та хімії
Сумський національний аграрний університет (м. Суми, Україна)
E-mail: ludmila-kruchko@meta.ua

РОЗРОБКА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ГОСПОДАРСЬКОГО ПЛАНУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПОСТІЙНОГО ДЕКОРАТИВНОГО РОЗСАДНИКА В УМОВАХ ФІЛІЇ «ЛЕБЕДИНСЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО» ДП «ЛІСИ УКРАЇНИ»

В Україні розсадницький бізнес володіє значним потенціалом для зростання. Сприятливі природні умови, державна підтримка та впровадження інноваційних технологій роблять цю галузь перспективним напрямком розвитку української економіки. В статті вивчено кращі практики та досвід роботи успішних розсадників. Проведено аналіз асортименту декоративних рослин, що вирощуються в Україні та за кордоном. Вивчено сучасні технології вирощування та сприятливі кліматичні умови для вирощування декоративних рослин. В рамках дослідження була проведена оцінка придатності регіону для створення декоративного розсадника. Дослідження охопили: ґрунтовий склад, рельєф, кліматичні особливості району розташування. Проведено аналіз доступності земельних ділянок з урахуванням їх розташування. Було проаналізова-

но економіку району з метою визначення доцільності та перспективності створення розсадника. На основі методичних рекомендацій розраховані площі посівного, декоративного та маточного відділень. У посівному відділенні заплановано вирощувати сіянці липи крупнолистої, згідно планового завдання нам необхідно виростити 990 тисяч штук за підрахунками загальна площа посівного відділення становитиме 6,8 га. У деревній шкільці декоративного відділення заплановано посадити саджанці туї східної п'ятнадцять тисяч штук, для цього необхідна площа 2,58 га. У плодовій шкільці будуть висаджені саджанці груші звичайної на площі 3,06 га. Маточне відділення займе площу 0,175 га, де вирощуватиметься вейгела квітуча. Визначено площі виробничої та допоміжної частин, яка відповідно становила 12,6 та 6,2 га. Загальна площа розсадника складатиме 18,8 га. Також нами було розроблено детальний організаційно-господарський план розсадника, сівозміни для посівного відділення, декоративної та плодової шкільок, системи обробітку ґрунту. Цей план стане основою для успішного створення та функціонування декоративного розсадника.

Ключові слова: розсадник, сіянці, саджанці, шкілька, відділення, площа, сівозміна, ґрунт.

O. M. Osmachko

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Landscape Gardening and Forestry
Sumy National Agricultural University (Sumy, Ukraine)
E-mail: lenaosmachko1978@ukr.net

O. M. Bakumenko

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Dean of the Faculty of Agrotechnologies and Natural Resource Management
Sumy National Agricultural University (Sumy, Ukraine)
E-mail: agro.snau@ukr.net

T. I. Melnyk

Candidate of Biological Sciences, Professor,
Head of the Department of Landscape Gardening and Forestry
Sumy National Agricultural University (Sumy, Ukraine)
E-mail: mti.snau.2022@ukr.net

A. V. Melnyk

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Professor at the Department of Landscape Gardening and Forestry
Sumy National Agricultural University (Sumy, Ukraine)
E-mail: melnyk_ua@yahoo.com

L. V. Kriuchko

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Biotechnology and Chemistry
Sumy National Agricultural University (Sumy, Ukraine)
E-mail: ludmila-kruchko@meta.ua

DEVELOPMENT OF AN ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC PLAN FOR ESTABLISHING A PERMANENT ORNAMENTAL NURSERY IN THE CONDITIONS OF THE «LEBEDYNSKE FORESTRY» BRANCH OF THE STATE ENTERPRISE «FORESTS OF UKRAINE»

The nursery business in Ukraine has significant potential for growth. Favorable natural conditions, government support, and the implementation of innovative technologies make this sector a promising direction for the development of the Ukrainian economy.

The article explores the best practices and experiences of successful nurseries. A detailed analysis of the assortment of ornamental plants grown in Ukraine and abroad has been carried out. A Study of Modern Technologies for Growing Ornamental Plants and Favorable Climatic Conditions for Their Cultivation. An assessment of the suitability of the region for the establishment of an ornamental nursery was conducted as part of the research. The research covered the following aspects: soil composition, topography, climatic features of the area. An analysis of the availability of land plots was conducted, taking into account their location. An analysis of the regional economy was conducted to determine the feasibility and prospects of establishing a nursery. Based on the methodological recommendations, the areas of the sowing, decorative, and mother departments were calculated. The sowing department is planned to grow seedlings of large-leaved linden. According to the planned task, we need to grow 990 thousand pieces. According to the calculations, the total area of the sowing department will be 6,8 hectares. The decorative department of the nursery is planned to plant 15000 seedlings of eastern arborvitae. This will require an area of 2,58 hectares. The fruit nursery will plant 3,06 hectares of pear seedlings. The mother department will occupy an area of 0,175 hectares, where flowering weigela will be grown. The areas of the production and auxiliary parts were determined, which were 12,6 and 6,2 hectares, respectively. The total area of the nursery will be 18,8 hectares. We have also developed a detailed organizational and economic plan for the nursery, including crop rotations for the sowing department, decorative and fruit nurseries, and soil cultivation systems. This plan will be the basis for the successful creation and operation of a decorative nursery.

Key words: nursery, young plants, seedlings, nursery, department, area, crop rotation, soil.

Постановка проблеми. Питання оптимізації довкілля стає все більш нагальним у світлі сучасних екологічних проблем. В умовах постійного погіршення стану довкілля, його оптимізація стає ключовим завданням для людства. Ігнорування проблеми оптимізації довкілля може призвести до катастрофічних наслідків. Для вирішення цієї

проблеми необхідний комплексний підхід до озеленення, який включатиме в себе використання дерев, кущів і ліан [9].

Для створення садово-паркових композицій важливо використовувати широкий спектр як інтродукованих, так і аборигенних видів декоративних рослин. Розсадницька галузь в Україні

володіє значним потенціалом для розвитку, що підтверджується динамічним зростанням приватного сектору. Для виробників садивного матеріалу питання розширення площ, впровадження сучасних технологій, розширення асортименту та спеціалізація розсадників залишаються пріоритетними завданнями [2; 3].

Недостатня підтримка з боку держави, відсутність комплексної програми розвитку галузі, обмеження фінансування наукових досліджень та інновацій [4; 5], нерозвинений ринок, нестача прозорості, неврегульоване ціноутворення, перешкоди для експорту [1], стримує розвиток розсадництва в Україні.

Розглянувши літературні джерела стало зрозуміло що створення розсадників в Україні має значний потенціал для розвитку. Завдяки сприятливим умовам, державній підтримці та впровадженню нових технологій, може стати важливою галуззю української економіки [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Згідно даних М. Шепелюк у Волинській області існує широка мережа державних та приватних розсадників. Приватні розсадники зазвичай знаходяться поруч з основними великими містами області, де є значна кількість потенційних клієнтів. Державні лісові розсадники розташовані рівномірно по всій території області [10].

Площа постійних державних лісових розсадників загалом складає у Волинській області 58,4 га. Найбільший розсадник (36 га) розташований на території ДП «Ратнівське ЛМГ». У ДП «Волинський лісовий селекційно-насіневий центр» представлений найширший вибір деревних насаджень, який складається з 27 родин, 44 родів і 67 видів. Розсадник «Кліома Сервіс» відзначився найбільшим асортиментом та площею понад 100 га серед приватних підприємств.

Компанії «Смарагд НВ» та «Лілі Лайн» лідирують у вирощуванні декоративних деревних рослин. У компанії «Смарагд НВ» налічується 433 таксони деревних рослин. З них 208 відносяться до формованих та щеплених рослин, зокрема до видів і культиварів родів *Picea* A. Dietr., *Pinus* L., *Juniperus* L. та *Abies* Mill. У розсаднику «Лілі-Лайн» переважають листяні види, які складають 255 видів та культиварів з загальної кількості 367 штук [10].

Згідно даних Косенка Ю. І. в Україні було використано приблизно 3 тисячі га земельної площі для вирощування декоративних культур. На той час було створено 560 розсадників, з них 320 належали до приватних. Середня площа одного розсадника складала всього лише близько 5 гектарів [5]. Тому приватним виробникам необхідно збільшувати площі, використовувати сучасні технології, розширювати асортимент вирощуваних рослин, спеціалізуватися на виробництві якісного садивного матеріалу, а також забезпечувати виробництво науково-методичною та професійною підтримкою. [6].

Результати моніторингу показали, що більшість вітчизняних підприємств, які займаються вирощуванням декоративних рослин, не мають

чіткої спеціалізації. У їхньому асортименті зазвичай є 100-200 найменувань сортів і форм рослин, більшість з яких імпортовані з-за кордону. Наші виробники не проявляють достатнього інтересу до результатів наукових досліджень ботанічних садів інститутів і вузів України. У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, міститься усього 227 сортів 15-ти видів декоративних рослин, з яких 183 – квіткові трав'янисті і 44 – квіткові кущові. У реєстрі зовсім немає форм декоративних хвойних і листяних кущів, серед заявників домінують 2-ві наукові установи і 8% зарубіжних фірм. Щоб покращити цю ситуацію, необхідно розширити кількість установ, які займатимуться проблемою селекції декоративних рослин [3].

Мета досліджень полягала в аналізі інформації про декоративні розсадники, вибір місця з вигідним географічним розташуванням та сприятливими кліматичними умовами, а також розробка організаційно-господарського плану для декоративного розсадника.

Методика дослідження. Для того щоб визначити придатність регіону для створення декоративного розсадника проводили дослідження природних умов, складу ґрунтів, рельєфу, клімату та економіки району, де розташований розсадник. Згідно методичних вказівок [8] було проведено розрахунки площі посівного, декоративного та маточного відділень. Було здійснено розрахунок площі виробничої та допоміжної частини розсадника, враховуючи площі доріг, лісосмуг, господарської ділянки, запільної ділянки, огорожі та водоймища. Розроблено план організаційно-господарської діяльності розсадника. Створено сівозміни для посівного та шкільного відділень. Визначено операції для основного та передпосівного обробітку ґрунту.

Ми прийняли рішення теоретично створити розсадник під назвою «Сакура» на базі державного підприємства «Лебединське лісове господарство». Він буде знаходитись в Сумській області, Лебединського району на території міста Лебедин. Відстань до залізничної станції складає 4,2 км, а до обласного центру міста Суми – 42,5 км. У цій місцевості спостерігається однорідний рельєф, який має форму хвилястої рівнини. Місцевість Лебединського району охоплює територію, де зустрічаються два різні типи ландшафту: пагорби Середньо-Руської височини та рівнинні простори Придніпровської низовини. Головною водною артерією Лебединського району є річка Псел, а її притоки – Вільшанка та Грунь – доповнюють гідрографічну мережу району. Малі річки Будилка, Ташань, Ревки, Лозова та Легань, а також каскад ставків, що розташовані в Лебединському районі, доповнюють річкову систему цього району і роблять його ландшафт ще більш мальовничим. У Лебединському районі існують сприятливі ґрунтові умови, оскільки тут переважають родючі чорноземи, дернові підзолисті та сірі лісові ґрунти. Розсадник буде розташований на території з помірно континентальним кліматом. У даному регіоні зима холодна, а літо

тепле. Середня річна температура становить 6,5°C. Найхолодніший місяць – січень, найспекотніший – липень. Оподи складають 500-600 мм на рік, з максимальною кількістю опадів у літні місяці і мінімальною у зимовий період. У Лебедині весняні заморозки зазвичай закінчуються 7 квітня, а осінні починаються 10 жовтня. Безморозний період триває 186 днів. На рисунках 1, 2, 3 наведена характеристика гідротермічних показників клімату регіону, де буде розташований розсадник.

У цій місцевості мікроклімат створить ідеальні умови для розсадника, де можна вирощувати садивний матеріал різноманітних дерев і кущів. Різноманітність галузей економіки робить місто стійким до зовнішніх економічних криз, забезпечуючи його стабільне збільшення. Легка промисловість є лідером серед галузей економіки міста, оскільки її частка в загальних обсягах виробництва складає 46 %. Машинобудування також відіграє важливу роль в економіці міста, займаючи 34,4%

у загальному обсязі виробництва. Харчова промисловість посідає третє місце за питомою вагою в загальних обсягах виробництва, маючи 27%. Лебединська громада може похвалитися великим лісовим покривом – 32,9 га, що становить 21% її території. Лісове господарство громади успішно здійснюється завдяки наявності необхідного виробничого фонду та кваліфікованих працівників, що дозволяє підтримувати його на високому рівні. У лісництві працює 180 працівників, які забезпечують збереження та розмноження лісових ресурсів. У громаді щороку відбувається відновлення лісу на площі 100 гектарів, що свідчить про відповідальне ставлення до навколишнього середовища. Ліси Лебединської громади, завдяки праці лісівників, мають не тільки економічне значення, забезпечуючи людей деревиною, але й важливе природоохоронне та рекреаційне значення. Ліси є справжньою прикрасою громади, місцем відпочинку та джерелом натхнення. Місцева влада робить все можливе, щоб зберегти

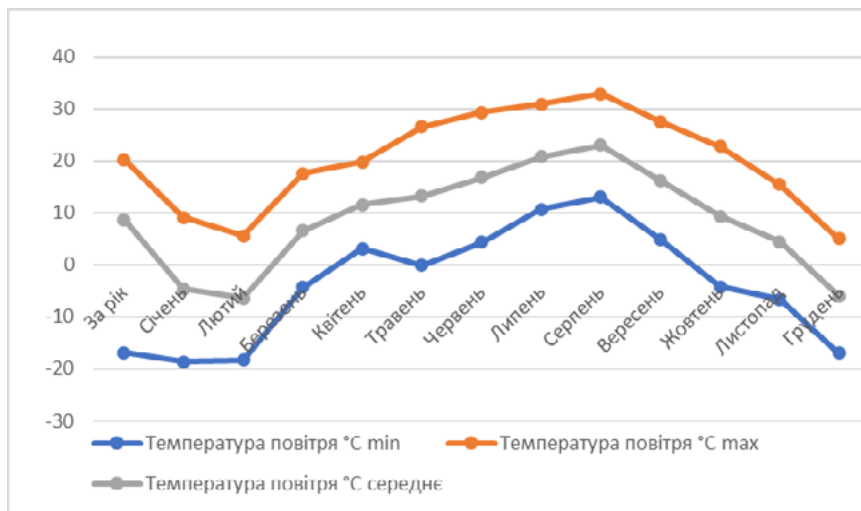


Рис. 1. Показники температурного режиму 2023 р., °C

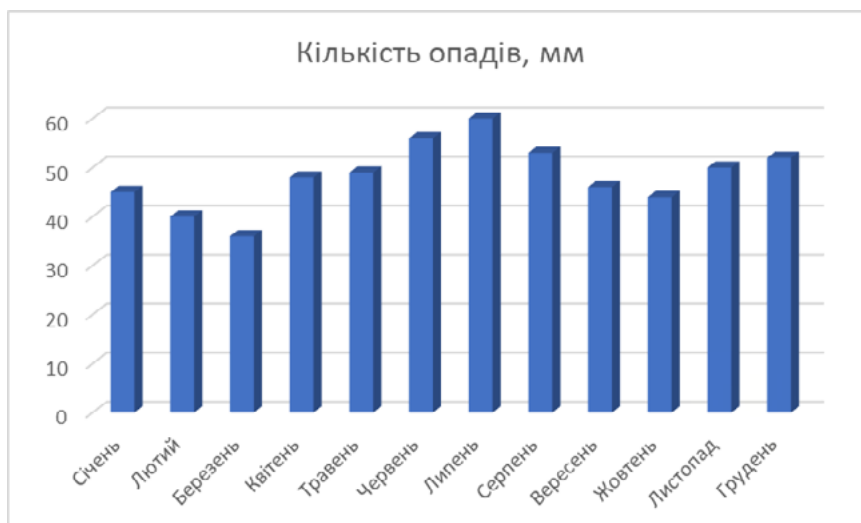


Рис. 2. Кількість опадів 2023 р., мм

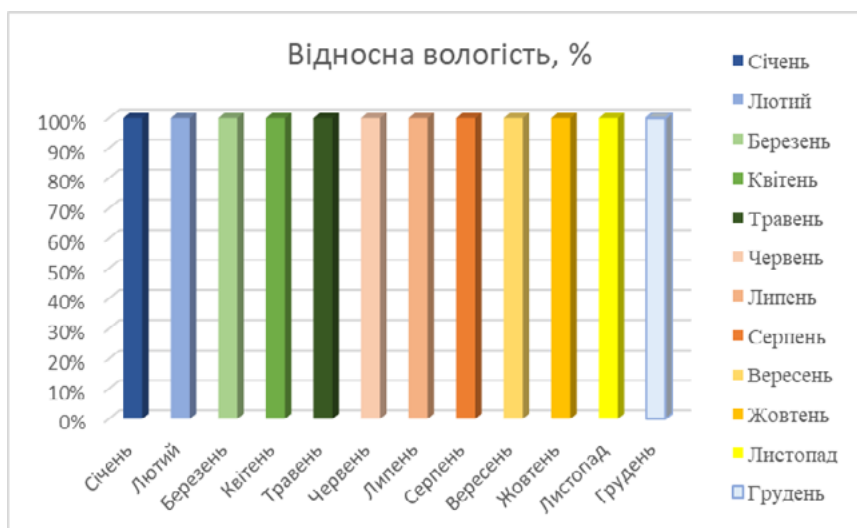


Рис. 3. Відносна вологість 2023 р., %

та розширити лісові ресурси. Ліси Лебединської громади – це наше спільне надбання, яке ми повинні берегти та збільшувати для майбутніх поколінь. За умови припинення воєнних дій на території України буде можливість створити постійний декоративний розсадник за розробленим організаційно-господарським планом.

Основні результати дослідження. Організаційно-господарський план є основою для успішного функціонування розсадника. Наш розсадник буде складатися з двох частин: виробничої і допоміжної. До виробничої частини входять: одне посівне відділення, дві шкільки – декоративна і плодова (шкільне відділення), а також маточна плантація. У посівному відділенні планується вирощувати сіянці липи крупнолистої. У декоративній шкільці будуть вирощувати саджанці туї східної, а в плодовій – саджанці груші звичайної.

У посівному відділенні встановлюється основа для вирощування якісного садивного матеріалу, а також проходять перші етапи розвитку рослин,

пов'язані з формуванням кореневої системи та утворенням і розвитком наземної частини.

Площа посівного та шкільного відділень розраховані у таблиці 1.

Згідно плану, сіянці липи крупнолистої будуть вирощуватись впродовж двох років. У сівозміні буде три поля, з яких кожного року одне буде виділятися під посів деревної породи. За методичними вказівками [8] планується висадити 25 сіянців на 1 погонний метр борозенки.

Щорічно планувалося відпускати 990 тисяч штук сіянців згідно планового завдання. Кількість вирощуваних сіянців щорічно з врахуванням відпаду становила 1138,5 тисяч штук. За нашими розрахунками, загальна площа посівного відділення складала 6,8 га, що відповідало площі одного поля в 2,3 га.

Для отримання щорічного планованого відпуску саджанців туї східної у кількості 15000 штук з площею живлення 0,5 м² необхідно посадити 17250 штук. Вирощування саджанців заплановано на два роки. Після розрахунків було

Таблиця 1

Розрахунок площі посівного та шкільного відділень

Назва породи	Термін вирощування сіянців, років	Щорічний плановий відпуск сіянців, тис. шт.	Кількість полів у сівозміні, шт.	Кількість полів, які щорічно відводять під посів даної породи, шт.	Схема висіву насіння	Плановий вихід сіянців з 1 пог. м, шт.	Площа посівного відділення, га	
							Загальна	Одного поля
Посівне відділення								
Липа крупнолиста	2	990	3	1	30x30x30x60	25	6,8	2,3
Шкільне відділення								
Декоративна шкілька								
Туя Східна	2	15000	3	1	1,0x0,5	-	2,58	0,86
Плодова шкілька								
Груша звичайна	2	17000	3	1	1,0x0,5	-	3,06	1,02

отримано загальну площу під породу у відділенні, яка становить 2,58 га. Площа одного поля складатиме 0,86 га.

За розрахунками, для вирощування саджанців груші звичайної потрібна загальна площа 3,06 га. У сівозміні буде три поля, тому площа одного поля буде 1,02 га. Разом, площа шкільного відділення складатиме 5,64 га.

Маточне відділення виконує важливу роль у розмноженні деревних рослин, впливаючи на якість і різноманіття зелених насаджень. Основні функції маточного відділення включають збір генеративного матеріалу (насіння) та збір вегетативного матеріалу (відсадки, живці). Для збору якісного насіння з бажаними характеристиками, вирощують материнські рослини. Також проводиться вирощування та заготівля живців, відсадків та інших вегетативних частин рослин для їх подальшого розмноження.

Площа маточної плантації визначається згідно з розрахунковою таблицею 2.

У маточному відділенні плановий вихід живців з однієї рослини – 10 штук, з одного гектара – 200 000 штук. Запланована заготівля живців на рік складатиме 35 тисяч штук. За нашими розрахунками, площа плантації становитиме 0,175 га.

Допоміжна частина включає в себе такі елементи: дороги, лісові смуги, господарську ділянку, запільну ділянку, огорожу та водоймище. Різні частини у розсаднику з'єднуються за допомогою доріг: відділення, шкільки, поля. Дороги забезпечують безперебійну роботу і створюють зручність для людей. У нашому розсаднику передбачено три типи доріг: окружна, основна та допоміжна.

Основні та окружні дороги повинні мати можливість розвороту машин та агрегатів, тому їх ширина в наших розрахунках становила 8 метрів.

Для допоміжних доріг взята ширина 5 м і вони прокладаються вздовж довгих сторін полів для проїзду машин та агрегатів в одному напрямку. Загальна площа під дорогами складає 2,42 га.

Лісосмуги використовуються для захисту полів від шкідливого впливу вітрів, особливо суховіїв. Вони розташовуються зовнішньою стороною окружної дороги і іноді в межах великих розсадників. Захисна смуга складається з 3–5 рядів швидкоростучих порід, які змішуються за деревнотіньовим типом. Відстань між рядами становить 1,5–2 метри, а ширина закрайок – 1,0 метр. У нашому плані також передбачена лісосмуга шириною 5 метрів, площа якої становитиме 0,9 гектара.

Живопліт закладають по зовнішній стороні лісосмуги на відстані 1,5 м від неї з одного, або двох рядів колючих чагарників або дерев, які переносять обрізку. Він призначений для захисту розсадника від проникнення на його територію сторонніх людей, домашніх і диких тварин. Ширина огорожі запланована 0,5 м, площа – 0,9 га.

На площі 0,5 га виділено господарську ділянку, яка поділяється на два сектори: виробничий та житловий. На цій ділянці розташовані такі об'єкти: контора, приміщення для зберігання та стратифікації насіння, гараж, сховище для інвентарю та обладнання, склади й інші приміщення виробничого призначення. У допоміжній частині також передбачена запільна ділянка та водоймище площею 0,74 га.

План організації території виконано у масштабі 1:2000, з підписами і експлікацією. Продукуюча та допоміжна частини розсадника викреслені на аркуші паперу. Потім визначалися розміри допоміжної частини та обчислюється її площа.

Таблиця 2

Розрахунок площі маточної плантації

Назва породи	Розміщення рослин на площі, м		Площа живлення однієї рослини, м ²	Кількість рослин на 1 га, шт.	Плановий вихід живців з		Планове завдання на заготівлю живців, шт.	Площа плантації, га
	У рядку	Між рядками			однієї рослини, шт.	1 га, шт.		
Вейгела квітуча	0,5	1	0,5	20000	10	200000	35000	0,175

		627 м ²		
300 м ²	I / 2,3 га	I / 0,86	I / 1,02	S=0,175
	II / 2,3 га	II / 0,86	II / 1,02	
	III / 2,3 га	III / 0,86	III / 1,02	S=0,175

	– посівне відділення		– плодова шкілька
	– декоративна шкілька		– маточна плантація
	– допоміжне відділення	M1:	2000

Рис. 4. Організаційно-господарський план постійного декоративного розсадника Державного підприємства «Лебединський лісгосп»

**Сівозміни постійного декоративного розсадника в державному підприємстві
«Лебединський лісгосп»**

Роки користування	№ полів		
	I	II	III
Посівне відділення			
2018	Пар чорний+гербициди		
2019	Л0	с/г	Л0
2020	с/г	Л0	С1
2021	ПЗ	С1	С2+С1
2022	С1	С2	ПЗ
2023	С2	ПЗ	С1
Декоративна шкілька			
2018	Пар чорний+гербициди		
2019	Л0	с/г	Л0
2020	с/г	Л0	СЖ1
2021	ПЗ(ПД)	СЖ1	СЖ2+ СЖ1
2022	Сж ₁	Сж ₁	Л0
2023	Сж ₁	Л0	с/г
Флодова шкілька			
2018	Пар чорний+гербициди	2018	Пар чорний+гербициди
2019	Л0	2019	Л0
2020	с/г	2020	с/г
2021	Д	2021	Д
2022	ОК1	2022	ОК1
2023	ОК2	2023	ОК2

Позначення: Л0 – люпин однорічний; с/г – культура; С1 – сіянці першого року вирощування; С2 – сіянці другого року вирощування; ПЗ – пар зайнятий; С2 + С1 – сіянці другого та першого року вирощування; Сж₁ – саджанці першого року; Сж₂ – саджанці другого року вирощування; Сж₁ + Сж₂ – саджанці другого року вирощування; Д – дички; ОК1 – окулянти першого року вирощування; ОК2 – окулянти другого року вирощування.

Використання сівозмін дозволяє змінювати порядок вирощування культур на площі, що не тільки забезпечує стабільний врожай впродовж тривалого періоду, але й сприяє його збільшенню. Сівозміни також використовуються для збереження та підвищення родючості ґрунту, відновлення його структури, збереження вологи, а також для очищення полів від бур'янів, хвороб та шкідників.

Після вирощування бобових культур, які збагачують ґрунт азотом, доцільно висаджувати рослини, які потребують багато азоту. Після виснажливих рослин слід висаджувати ті, що допомагають відновленню родючості ґрунту.

Сівозміна включає розподіл площі посівного та шкільного відділень розсадника на декілька однакових полів. У нашому плані організації та господарства, в обох відділеннях застосовується трьохпільна сівозміна, яка представлена в таблиці 3.

Успішне вирощування рослин залежить від якісного ґрунту. Правильний обробіток створює сприятливі умови для проростання насіння, а пухкий ґрунт з дрібними грудочками добре пропускає повітря і воду, що сприяє вільному розвитку коріння сіянців та саджанців. Обробка також поліпшує структуру ґрунту, допомагаючи усунути бур'яни, шкідників і хвороботворні організми, а також покращує його водопроникність і вологоємність. Внесення добрив під час обробки

забезпечує ґрунт необхідними поживними речовинами для здорового росту і розвитку рослин.

Обробка ґрунту може бути проведена у двох випадках: під час первинного освоєння території та в рамках системи обробітку, що використовується для сівозмін. Первинне освоєння території включає в себе підготовку ґрунту до обробки. Обробка ґрунту в рамках системи обробітку для сівозмін включає в себе основні та передпосівні обробки. Основна обробка ґрунту включає такі операції: у осінній період – луцення стерні та боронування, після появи бур'янів проводиться оранка; у весняний період – раннє весняне боронування. Передпосівна обробка ґрунту може включати такі прийоми: весняну оранку, культивування, боронування, шлейфування, коткування, фрезерування та нарізання грядок.

Висновки. Ураховуючи вищезазначене, можна стверджувати, що підприємство має всі необхідні умови для створення успішного декоративного розсадника. Ідеальне географічне розташування та сприятливі кліматичні умови роблять це місце ідеальним для вирощування декоративних рослин. Крім того, підприємство має доступ до необхідних ресурсів, таких як вода, земля та трудові ресурси. Маючи досвід роботи та знання лісівничої справи, ми маємо значну перевагу. Розробка декоративного розсадника може стати новим напрямком розвитку нашого підприємства,

що приносить додатковий прибуток. Створення декоративного розсадника може прикрасити громаду і привабити туристів. Крім того, це також важливий фактор у створенні нових робочих місць.

Згідно розрахунків загальна площа у посівному відділенні становитиме 6,8 гектарів, згідно планового завдання нам необхідно виростити 990 тисяч штук липи крупнолистої. У декоративному відділенні деревної шкілки планується посадити 15 000 саджанців туї східної. Для цього потрібна площа 2,58 гектари. На площі 3,06 га будуть висаджені саджанці груші звичайної в плодovій школьці. Площа маточного відділення становить 0,18 гектара, на якій буде вирощуватися вейгела квітуча. Площі виробничої та допоміжної частин складають відповідно 12,6 та 6,2 га. Загальна площа розсадника буде 18,8 га. Розроблено детальний організаційно-господарський план для розсадника, включаючи сівозміни для посівного відділення, декоративної та плодової школок, а також систему обробітку ґрунту. Враховуючи всі ці фактори, можна зробити висновок, що створення декоративного розсадника на базі підприємства є раціональним. На цьому плані буде ґрунтуватися успішне створення та робота декоративного розсадника.

Література

1. Бутко М.П., Соломаха І.В. Становлення вітчизняного ринку флористичної продукції в умовах євроінтеграції : монографія. Чернігів. ЧНТУ. 2017. 294.
2. Єжов В.М., Литовченко О.П. Ринок декоративних рослин України в умовах сучасної економічної кризи. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 12. 20–24. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201612-04>
3. Єжов В.М. Рослинництво декоративних культур в Україні. Фактори розвитку та ризику. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 11 (800). 42–47. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201911-06>
4. Єжов В.М., Піщенко О.В., Литовченко О.П. Технологічні та економічні чинники зростання вітчизняного виробництва декоративних культур. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 10. 15–18. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201710>
5. Косенко Ю. І. Сучасний стан декоративного розсадництва України та перспективи його розвитку. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. Вип. 266. 170–177.
6. Маурер В. М., Косенко Ю. І., Бут А. А. Декоративне розсадництво України: сучасний стан, проблеми та перспективи. К.: РВЦ НУБіП України, 2016. 211.
7. Сурган О. В. Аналіз сучасного стану декоративного розсадництва. «Гончарівські читання»: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 24–25.05.2019 р.). Суми, 2019. 73–77.
8. Сурган О.В. Декоративні розсадники та насінництво: методичні вказівки. Суми, 2019. 34.
9. Тобілевич Г. М. Проблеми і перспективи розвитку ринку декоративного розсадництва у м. Тернопіль. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 6 (82). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.06.023>
10. Шепелюк М., Андреева В., Кичиліук О. Сучасний стан деревного розсадництва на території Волинської області. *Нотатки сучасної біології*. 2021. № 1 (1). 54–63. <https://doi.org/10.29038/NCBio.21.1.54-64>

References

1. Butko M.P., Solomakha I.V. (2017). Stanovlennia vitchyznianoho rynku florystychnoi produktsii v umovakh yevrointehratsii. [Development of the Domestic Floriculture Market in the Context of European Integration]: A Monograph. Chernihiv, ChNTU, 294. [in Ukrainian].
2. Yezhov V.M., Lytovchenko O.P. (2016). Rynok dekoratyvnykh roslyn Ukrainy v umovakh suchasnoi ekonomichnoi kryzy. [Ukrainian Ornamental Plant Market in the Context of the Current Economic Crisis]. *Visnyk of Agrarian Science*. № 12. 20–24. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201612-04>
3. Yezhov V.M. (2019). Roslynyntstvo dekoratyvnykh kultur v Ukraini. Faktory rozvytku ta ryzyky. [Plant growing of ornamental crops in Ukraine. Factors of development and risk]. *Visnyk of Agrarian Science*. Vol. 800, № 11, 42–47. [in Ukrainian].
4. Yezhov V.M., Pishchenko O.V., Lytovchenko O.P. (2017). Tekhnolohichni ta ekonomichni chynnyky zrostannia vitchyznianoho vyrobnytstva dekoratyvnykh kultur. [Technological and Economic Factors of Domestic Ornamental Crop Production Growth]. *Visnyk of Agrarian Science*. № 10. 15–18. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201710>
5. Kosenko Yu. I., (2017). Suchasnyi stan dekoratyvnoho rozsadnytstva Ukrainy ta perspektyvy yoho rozvytku. [Current State and Development Prospects of Ornamental Plant Nurseries in Ukraine]. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 73–77. [in Ukrainian].
6. Maurer V. M., Kosenko Yu. I., But A. A. (2016). Dekorativne rozsadnytstvo Ukrainy: suchasnyi stan, problemy ta perspektyvy. [Ornamental Plant Nurseries in Ukraine: Current State, Problems and Prospects]. K.: RVTS NUBiP Ukraine, 211. [in Ukrainian].
7. Surhan O. V., (2019). Analiz suchasnoho stanu dekoratyvnoho rozsadnytstva. [Analysis of the Current State of Ornamental Plant Nurseries]. «Honcharivski chytannia»: materialy mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii (m. Kharkiv, 24–25.05.2019 r.). Sumy. 2019. 73–77. [in Ukrainian].
8. Surhan O. V. Dekorativni rozsadnyky ta nasinyntstvo. [Ornamental Nurseries and Seed Production]: Guidelines. Sumy. 2019. 34. [in Ukrainian].
9. Tobilevych H. M. (2019). Problemy i perspektyvy rozvytku rynku dekoratyvnoho rozsadnytstva u m. Ternopil. [Problems and prospects of development of the decorative plant market in Ternopil]. *Scientific Reports NUBiP Ukraine*. Forest and Park Management. Vol. 82. N. 6. [in Ukrainian]. <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.06.023>
10. Shepeliuk M., Andreieva, V., Kychyliuk O. (2021). Suchasnyi stan derevnoho rozsadnytstva na terytorii Volynskoi oblasti. [The current state of tree nurseries in the Volyn region]. Notes in Current Biology. Vol. 1, № 1. 54–63. [in Ukrainian].

**I. В. Шукель**

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри ландшафтної архітектури,
садово-паркового господарства та урбоекотології,
Інститут лісового та садово-паркового господарства
Національного лісотехнічного університету України
(м. Львів, Україна)
E-mail: shukel@ukr.net

**Л. В. Глоговський**

аспірант кафедри ландшафтної архітектури,
садово-паркового господарства та урбоекотології,
Інститут лісового та садово-паркового господарства
Національного лісотехнічного університету України
(м. Львів, Україна)
E-mail: glogovski@nltu.edu.ua

СТАН ПІДЛІСКУ ТА ПРИРОДНОГО ПОНОВЛЕННЯ В РЕКРЕАЦІЙНО-ОЗДОРОВЧИХ ЛІСАХ МІСТА ЛЬВОВА

Викладено результати аналізу живого надґрунтового покриву, підліску та підросту у рекреаційно-оздоровчих лісах міста Львова при дослідженні лісів Боршковицького лісництва. Дослідження проведено в дубово-соснових насадженнях 50 річного віку, як одних з найбільш відвідуваних при відпочинку протягом вегетаційного періоду 2023 року в зонах масового, помірного та слабого відвідування. Насадження знаходяться на III-й, II-й та I-й стадії рекреаційної дигресії відповідно. Дослідження підліску та підросту проведено на 75 облікових майданчиків площею 300 м². У живому надґрунтовому покриві ідентифіковано відповідно 15, 16 та 21 видів трав, чагарничків та мохів. У підліску ідентифіковано від 2 до 6 видів, де в зоні масового та слабого відвідування панівною висотою є група «до 0,25 м». В зоні слабого відвідування панування рослин такої висотної групи обумовлено зімкнутістю верхніх ярусів. Підріст формується із *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L., *Quercus rubra* L., *Betula pendula* Roth., *Prunus avium* L., *Fraxinus excelsior* L., *Carpinus betulus* L., *Acer platanoides* L., та *Pyrus communis* L. В зонах масового та помірного відпочинку панує підріст вікової групи 1-2 роки, а контролі – 5-7 років. Зустрічність відповідно становить 0,9, 0,8 та 0,7. На якість природного поновлення впливають лісорослинні умови, зімкнутість верхнього намету та інтенсивність рекреаційного використання. Природне поновлення оцінюється для зони масового та помірного відпочинку як «недостатнє», а контролю «незадовільне». Підвищення ефективності лісовідновного процесу передбачає: тимчасове огороження лісових ділянок критичного стану, на період відновлення; перенаправлення рекреантів на більш стійкі ділянки; зниження відносної повноти деревостанів до 0,7-0,6 та проведення моніторингу в рекреаційно-оздоровчих лісах. Отримані дані свідчать що свіжі лісорослинні умови є більш сприятливими для успішного природного поновлення.

Ключові слова: рекреаційна дигресія, живий надґрунтовий покрив, підлісок, підріст.

I. V. Shukel

Doctor of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Landscape Architecture,
Garden and Park Management and Urban Ecology
Institute of Forestry and Park Gardening of the Ukrainian National Forestry University
(Lviv, Ukraine)
E-mail: shukel@ukr.net

L. V. Glogovskiy

Graduate Student at the Department of Landscape Architecture,
Garden and Park Management and Urban Ecology
Institute of Forestry and Park Gardening of the Ukrainian National Forestry University
(Lviv, Ukraine)
E-mail: glogovski@nltu.edu.ua

THE STATE OF THE UNDERSTORY AND NATURAL REGENERATION IN RECREATIONAL AND HEALTH FORESTS OF THE CITY OF LVIV

The results of the analysis of the living above-ground cover, understory and undergrowth in the recreation and health forests of the city of Lviv during the study of the forests of the Borshkovytsky Forestry are presented. The research was conducted in oak-pine stands 50 years old, as one of the most visited during recreation during the growing season of 2023 in the zones of mass, moderate and weak visitation. The plantations are at the III, II and I stages of recreational digression, respectively. The research of the undergrowth and undergrowth was carried out on 75 recording sites with an area of 300 m². 15, 16, and 21 species of grasses, shrubs, and mosses were identified in the living topsoil, respectively. From 2 to 6 species have been identified in the understory, where in the zone of mass and weak visitation, the dominant height is the group "up to 0.25 m". In the zone of low attendance, the dominance of plants of this height group is due to the closedness of the upper tiers. The undergrowth

consists of *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L., *Quercus rubra* L., *Betula pendula* Roth., *Prunus avium* L., *Fraxinus excelsior* L., *Carpinus betulus* L., *Acer platanoides* L., та *Pyrus communis* L. In the areas of mass and moderate recreation, there is an increase in the age group of 1-2 years, and in the control group – 5-7 years. The incidence is 0.9, 0.8 and 0.7, respectively. The quality of natural regeneration is influenced by forest vegetation conditions, the closedness of the upper tent and the intensity of recreational use. Natural renewal is assessed for the zone of mass and moderate recreation as "insufficient", and for the control "unsatisfactory". Increasing the efficiency of the reforestation process involves: temporary fencing of critical forest areas for the period of recovery; redirection of vacationers to more stable areas; reduction of the relative completeness of tree stands to 0.7-0.6 and conducting monitoring in recreational and recreational forests.

Key words: recreational digression, living ground cover, undergrowth, undergrowth.

Постановка проблеми. Основним завданням сталою та невиснажливого лісокористування є збереження біологічного різноманітності живої природи, її продуктивності та відновлення з метою забезпечення економічних, соціальних та духовних потреб нині існуючого та майбутнього покоління. Останнім часом проблема погіршення санітарного стану лісів, як в цілому, так і міських та приміських лісопарків, стала особливо актуальною, що обумовлено погіршенням їх стану та тенденцією до всихання. Ця тенденція обумовлена також активним рекреаційним лісокористуванням, що призводить до зниження їхніх якісних показників та деградації компонентів лісового насадження.

У більшості випадків негативні зміни в структурі лісового біогеоценозу стають очевидними тільки на останніх стадіях рекреаційної дигресії. Тому необхідне проведення моніторингу лісових насаджень для порівняльного аналізу кількісних і якісних показників компонентів насадження, виявлення індикаторів, на основі яких можна було б точно виявляти початкові стадії деградації лісів і своєчасно проводити відповідні лісогосподарські заходи, що спрямовані на збереження та підвищення біологічної стійкості лісових насаджень.

Природне поновлення лісу являє собою процес, коли молоде покоління, що формується під наметом, зазнає кількісних та якісних змін, які супроводжуються онтогенетичним розвитком, динамікою розміру особин, їхнім переходом з однієї категорії підросту в іншу та з нижніх ярусів лісу до верхніх. При цьому змінюється вибагливість рослин до лісорослинних умов. Для значної частки деревних видів доведеним є факт зміни їх тінновитривалості в процесі дорослішання [5]. Орім того, перехід особин молодого покоління з нижніх ярусів насадження до верхніх супроводжується певними змінами в системі внутрішньовидових та міжвидових взаємовідносин [6].

Підріст індикує стійкість та життєвість деревних лісотвірних порід тому, пізнання процесів природного поновлення у різних типах лісу та факторів, що впливають на нього, дозволить своєчасно проводити заходи зі збереження та підвищення довговічності насаджень.

У рекреаційно-оздоровчих лісах живий надґрунтовий покрив, підстилка, підлісок та підріст першими зазнають негативного впливу рекреаційних навантажень [18]. Територія Борщівського лісництва, через свою близькість до Львова, та давню історію рекреаційного освоєння лісового середовища є хорошим експериментальним майданчиком, на прикладі якого можна прослідкувати процеси природного поновлення та вплив на

нього рекреаційних навантажень. Борщівське лісництво Філії «Львівське лісове господарство» ДСЛП «Ліси України» має площу 2679 га, з них вкриті лісовою рослинністю ділянки – 2456 га. Територія лісництва відноситься до Європейської зони широколистяних лісів, які є привабливими для організації активної рекреації. Породний склад насаджень лісництва представлений сосново-дубово-вільховими насадженнями. У ландшафтному плані територія лісництва розташована на рівнині із невеликими перепадами висот. Переважаючими типами ґрунтів є супіщані різного ступеня зволоження середньо-дерново-підзолисті ґрунти.

Об'єкт дослідження – рекреаційно-оздоровчі ліси Борщівського лісництва. **Предмет дослідження** – підлісок та природне поновлення лісотвірних порід. **Метою** дослідження є комплексна оцінка стану живого надґрунтового покриву, підліску та моніторинг процесу природного поновлення основних лісотвірних порід під впливом рекреаційного навантаження.

Для досягнення зазначеної мети визначено основні завдання дослідження: закласти пробні площі в умовах різного ступеня рекреаційного навантаження та оцінити стан підліску та природного поновлення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Протягом останніх 50 років розвиток людської цивілізації набув урбанізованого характеру, що має низку специфічних рис. У процесі урбанізації формується природно-міська система, що складається з фрагментів природних екосистем, промислових зон, транспортних магістралей тощо. Вона характеризується створенням нових типів штучних систем у результаті деградації, знищення або заміщення природного середовища [3].

В останні десятиліття проведено велику кількість досліджень що стосуються рекреаційного лісокористування, в тому числі впливу на них рекреантів. Часто розглядаються питання впливу лісу на психоемоційний стан рекреанта, адже відомо про його терапевтичний ефект [1; 2; 8]. Незважаючи на очевидні переваги і користь від лісу, лише частина населення знає і розуміє правильність використання їхнього потенціалу, не лише в економічному плані але і у рекреаційних цілях, завдаючи якомога меншої шкоди компонентам насадження [7]. При цьому можна простежити позитивну динаміку пов'язану із екологічним світоглядом населення, адже більшість рекреантів схвильована станом лісів, а третина готова долучитись до вирішення нагальних проблем (прибирання сміття, висаджування лісу, облагородження території). Слід зазначити, що

населення Львівщини як і інших регіонів віддає перевагу мішаним різновіковим лісам. Рекреанти не готові відвідувати ліси, які розташовані далеко від місця проживання і в яких наявна мертва деревина великих розмірів [10; 18].

Хоча надмірне рекреаційне навантаження у більшості випадків негативно впливає на насадження, проте доведено, що прирости модельних дерев і деревостанів в цілому, не суттєво відрізняються від таких же у непорушених умовно-природних умовах [4].

Процес зміни лісового насадження від початку витоптування до їх повної деградації проходить поступово та безперервно. Відбувається диференціація угруповання на біогрупи, які поділені стежками та галявинами. В місцях активної рекреаційної діяльності, особливо вздовж пішохідних маршрутів, природне поновлення типових лісових видів зосереджені біля стовбурів дерев або у вигляді груп самосіву. Спостерігається ущільнення верхнього шару ґрунту, що негативно впливає на фітоценози [16].

Рекреаційні навантаження на лісові та лісопаркові екосистеми призводять до збільшення механічних пошкоджень дерев (зламани молоді дерева та гілки, пошкодження кори та кореневих лап) та площі витоптування живого надґрунтового вкриття і підстилки. Це є основою при виділенні стадій рекреаційної дигресії насаджень [11].

Окрім рекреаційних чинників, які спричинила людина, суттєвий вплив на стан підліску та природного поновлення має лісова фауна, особливо землерийні тварини. Для одних видів, наприклад ліщина звичайна, риюча діяльність сприяє появі нових молодих рослин, а для більшості інших, особливо лісотвірних порід, у процесі переривання ґрунту зменшується маса коріння, знищується самосів та насіння, особливо якщо воно великого розміру [1].

Методика дослідження. Територія Борщівського лісництва розташована за 15 км на північний схід від м. Львова, відноситься до категорії рекреаційно-оздоровчих лісів і є складовою зеленої зони міста Львова.

Дослідження підліску та природного поновлення лісових насаджень проведено у вегетаційний період 2023 року на тимчасових пробних площах (ТПП). ТПП 1 закладена в зоні масового відвідування; ТПП 2 в зоні помірного відвідування та ТПП 3 в зоні слабкого відвідування (умовний контроль). Пробні площі закладено у дубово-соснових насадженнях змішаного походження (табл.1). Віковий діапазон пробних площ є одним з найбільш придатних для організації відпочинку в лісовому середовищі. Віковий діапазон визначається віком, коли відбувається стабілізація природного вигляду лісової ділянки, коли настає в період проходження піку максимальних поточних приростів і максимальних поточних відпадів та розпочинаються їх поступові спади.

Лісівничі дослідження на ТПП здійснилися за апробованими у лісознавстві методичними прийомми. На кожній по діагоналі пробної площі закладалися облікові майданчики розміром 2×2 м. Закладено 75 облікових майданчиків загального площею 300 м². Лісотаксаційні параметри підросту визначалися методом вибіркового перерахунків. На обліковому майданчику проведено облік підліску, сходів та підросту кожного виду. Підріст поділявся за групами висот: дрібний – до 0,25 м, 0,26–0,5 м, середній – 0,51–1,00 та 1,01–1,5 м та великий – понад 1,5 м. Вимірювання витоптаних площ проводилось методом «уколів» [2].

Результати дослідження та їх обговорення. Живий надґрунтовий покрив першим потерпає від впливу рекреаційного навантаження. Трави при витоптуванні пригинаються, ламаються та вибиваються з площі, у покриві утворюється фрагментарна структура з витоптаних і не витоптаних місць. У живому надґрунтовому покриві зменшується видове різноманіття мохів, на середній стадії рекреаційної дигресії збільшується видовий склад трав, зменшується проективне вкриття трав'яного ярусу та розподіл по площі. Дигресивні зміни живого надґрунтового покриву визначають за проективним вкриттям, наявністю побутових відходів, вогнищ, стежок, витоптаних місць, кількістю видів мохів, трав (табл. 2).

Таблиця 1

Лісівнича характеристика насаджень на пробних площах

№ ПП	Склад	Шифр типу лісу	А, роки	Н, м	D, см	G, м ² /га	Бонітет	Повнота	Запас м ³ · га ⁻¹	Стадія рекреаційної дигресії
1	10Сз+Дз	V ₃ ДС	50	18,5	25,9	30,52	I	0,7	281	III
2	10Сз+Дз	V ₂ ДС	50	18,5	25,0	33,88	I	0,9	312	II
3	9Сз1Дз	C ₂ -Г-ДС	50	23,1	27,1	44,41	Ia	1,0	448	I

Таблиця 2

Трав'яний та чагарничковий покрив на пробних площах

Пробна площа	Проективне вкриття, %	Синузіальність	Середня висота, м	Розподіл	Чисельність видів, од
1	65	виражана	0,15	куртинами	15
2	75	виражана	0,1	куртинами	16
3	100	виражана	0,5	суцільний	21

Дані табл. 3 свідчать проте що під впливом рекреаційного пресу, крім підросту, суттєво зменшується кількість підліску. У підлісковому ярусі визначено крушину ламку, горобину звичайну, ліщину звичайну, бруслину бородавчату, бузину чорну та глід колючий. Домінантною групою висот виступає категорія «до 1,00 м» частка якої сягає 40–50%. На ТПП 3 переважаючою групою по висоті виступає дрібний самосів «до 0,25 м», чисельність якого сягає 71% від загальної чисельності, що є характерним для високоповнотного слабо-рекреаційно порушеного насадження.

Дані досліджень природного поновлення рекреаційно-оздоровчих насаджень Борщівського лісництва представлені в табл. 4 та рис.1-2. Підріст формується із *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L., *Quercus rubra* L., *Betula pendula* Roth., *Prunus avium* L., *Fraxinus excelsior* L., *Carpinus betulus* L., *Acer platanoides* L., та *Pyrus communis* L.

За даними рис. 1–2. відмічена наявність природного поновлення на усіх ТПП, виділених відповідно за інтенсивністю відвідування. Простежується закономірність, що із наближенням міста Львова різко збільшується показник відвідування рекреантів лісу. Проте, природне поновлення в переводі на надійне оцінюється як «недостатнє» для зони масового та помірного

відпочинку, а для контролю як «незадовільне». Це пояснюється високою зімкнутістю верхнього намету лісу. І в свою чергу, рекреаційний прес впливає на зменшення чисельності надійного підросту та кількості видів лісотвірних порід. У зоні помірного відвідування зменшується чисельність надійного підросту в 1,3–1,5 рази, а в зоні масового відвідування – у 2,7–9,0 разів, порівняно із контролем – умовно непорушеним насадженням. Однак, незважаючи на динамічність та сталість відновлювального процесу, чисельність підросту не є надійним показником повноцінного лісо-відновлювального процесу. У силу тих чи інших причин основна частина підросту гине. Така динаміка прослідковується у більшості рекреаційно-оздоровчих лісів. Це пов'язано із комплексом негативних факторів (невідповідність лісорослинних умов, зміна клімату, вік насадження, вплив людини, урбанізація) яких зазнає лісове угруповання в процесі росту та розвитку.

Дані рис. 1–2 свідчать про те, що у свіжих умовах місцезростання (ТПП 2) загальна чисельність підросту панівних порід (сосна звичайна, дуб звичайний та червоний,) не перевищує 7,3 тис. шт/га, що за шкалою оцінки природного поновлення під наметом лісу характеризується, як «недостатнє». У вологих лісорослинних умовах зростання (ТПП 1) кількість надійного підросту основних лісотвірних порід

Таблиця 3

Характеристика підліску на пробних площах

Пробна площа	Склад підліску	Рясність	Кіль-кість, тис. шт / га	Панівна висота, м	Загальний стан
1	10Крл+Грз	Р	0,9	до 0,25	задовільний
2	9Крл1Грз	1	4,15	0,51–1,00	добрий
3	5Лщз4Крл 1(Грз,Брсб,Бзч,Глк)	1	5,75	до 0,25	добрий

Примітка: Р- розкидані екземпляри в невеликій кількості, умовно 1%.

Таблиця 4

Характеристика підросту на пробних площах

ТПП	Склад	Чисельність, тис. шт / га	Панівні		Зустрічність	Товщина підстилки, см
			вік, роки	висота, м		
1	3Сз2Дз2 Дчр3Бп	14,25	1-2	до 0,25	0,9	1-3
2	6Дз3 Дчр1Бп	8,00	1-2	до 0,25	0,8	2-3
3	5Дз2 Дчр2Чрш 1Язв+Гз,Клг,Грш	4,75	5-7	0,51–1,00	0,7	3-4

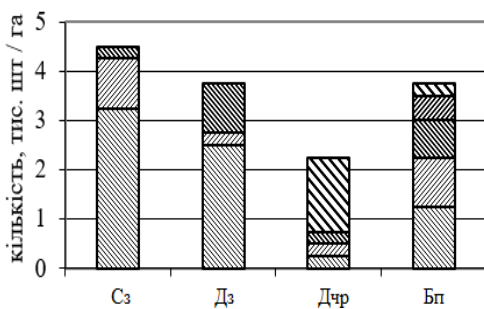


Рис. 1. Природне поновлення на ТПП 1

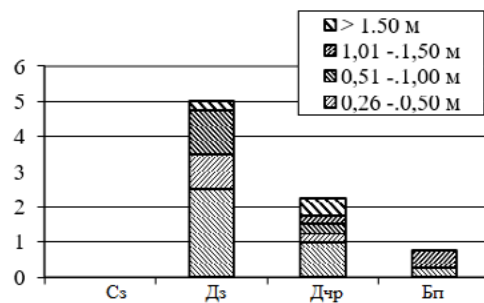


Рис. 2. Природне поновлення на ТПП 2

(сосна звичайна, дуб звичайний) не перевищує 4,5 тис. шт/га та характеризується як «недостатнє» [2]. Із отриманих даних, можна зробити висновок, що свіжі лісорослинні умови є більш сприятливими для успішного природного поновлення.

Не менш важливим фактором, що впливає на відновлювальний процес у рекреаційних лісах Борщовицького лісництва є повнота деревостанів. Із зменшенням повноти відзначається збільшення чисельності підросту. Як видно з рис. 1–2 найбільшими кількісними показниками природного поновлення характеризується ТПП 2. Повнота деревостану в результаті проведених рубок різного призначення в минулому на цій пробній площі становить 0,7. На ТПП 1 та ТПП 3 лісгосподарські заходи не проводились давно, тому повнота на цих ділянках становить 0,8 та 0,9 відповідно, а чисельність підросту є значно меншою.

За результатами досліджень встановлено, що на кількість та стан підросту під наметом великий вплив має ступінь рекреаційного впливу. Із збільшенням ступеня рекреаційного пресу, на досліджуваних площах спостерігається зниження загальної чисельності підросту на ТПП 1 (зона масового відвідування) – у 1,2 рази та на ТПП 2 (зона помірного відвідування) – 5–7 разів, порівняно з ТПП 3 (контроль). Зміни, що обумовлено рекреаційним пресом, також фіксуються і в розподілі підросту за висотними групами. Як видно з рис. 1, на досліджуваних ТПП у свіжих та вологих лісорослинних умовах домінують висотні категорії «дрібний до 0,25 м», частка якого складає 52% для дуба звичайного від загальної чисельності, та 72% для сосни звичайної. Різке зниження чисельності надійного підросту відзначається у категоріях «середній до 1,50 м» та «великий понад 1,5 м» у 10–13 разів, в порівнянні із категорією «дрібний до 0,25 м».

При збільшенні ступеня рекреаційного впливу спостерігається загальне зменшення, а часто і повна відсутність життєздатного підросту у всіх висотних групах. Найчастіше це простежується у категорії висоти «від 1,00 до 1,50 м». При польових дослідженнях фіксувались окремі екземпляри цих висотних груп, але в абсолютній більшості був мертвим або сильно пошкодженим, особливо у зонах масового та помірного відвідування. І лише у зоні умовного контролю відзначено певну кількість великого підросту – 1,00 тис. шт/га. категорії висоти «понад 1,50 м».

Найбільша чисельність життєздатного підросту, який є повноцінним сформованим та не має пошкоджень фіксується на ТПП 3, яка закладена на певній віддалі від основних стежок на місцях масового відпочинку. На ТПП 1 та ТПП 2, які закладено поблизу або на місцях, які є популярними серед рекреантів, кількість нормально розвинутого підліску зменшується у 2 та більше рази, а його стан оцінюється як задовільний або поганий. В цих умовах фіксується значна кількість механічних пошкоджень гілок, стовбурів та кори, що знижує фізіологічний стан рослин. Частка пошкоджених та ослаблених рослин становить більше 60%.

Встановлено що у підрості та підліску рекреаційно-оздоровчих лісів Борщовицького лісництва зі зниженням ступеня рекреаційного пресу відзначається збільшення чисельності життєздатного підросту.

Дослідженнями багатьох авторів встановлено що природне відновлення лісів без втручання людини навіть після масштабних стихійних лих або після масштабних вирубок проходить досить успішно і не вкриті лісом площі швидко засіяються насінням порід дерев, які ростуть поряд. При зменшенні повноти численність самосіву помітно збільшується, що простежується і в нашому дослідженні [12].

Науковці вказують, що на природне поновлення в рекреаційно-оздоровчих лісах вирішальним фактором є вплив постійної присутності людини та її активне втручання у лісовий фітоценоз. Проти ці зміни є зворотними, а при науково-обґрунтованому закладанні мережі стежок та місць відпочинку всі компоненти лісу зазнають мінімального негативного впливу [15; 17]. При відсутності регулювання потоку рекреантів лісові насадження зазнають критичних змін в результаті яких виникають рекреаційні дигресії [7]. В результаті пошкоджуються та ослаблюються всі компоненти лісу: засміченість території, ущільнення верхнього шару ґрунту, пригнічення самосіву деревних та чагарникових рослин або його відсутність, слабозвинутий та пошкоджений підлісок, механічні пошкодження стовбурів та гілок дерев численні, через які вони вражаються ентомошкідниками та фітозахворюваннями. На досліджуваних ділянках відмічені ознаки рекреаційної дигресії у вигляді ущільнення верхнього шару ґрунту та пошкодження рослин.

Важливим фактором, що впливає на динаміку природного поновлення є умови місцезростання. Для порід, які формують верхній ярус у Борщовицькому лісі (сосна звичайна та дуб звичайний) оптимальними є свіжі умови місцезростання. В таких умовах вони мають найбільшу продуктивність, а кількість самосіву є більшою ніж у вологих умовах. До аналогічних висновків дійшли автори моніторингу лісових екосистем [20].

Висновки. На досліджуваних тимчасових пробних площах чисельність життєздатного підросту основних лісотвірних порід характеризується як незадовільна. Проте, спостерігається тенденція зниження чисельності ненадійного підросту при зменшенні рекреаційного пресу.

Для підвищення ефективності природного лісовідновного процесу у рекреаційно-оздоровчих лісах Львова пропонується: тимчасове огороження лісових ділянок, що знаходяться в критичному стані, на період їх відновлення; перенаправлення потоку рекреантів на більш рекреаційно стійкі ділянки; зниження відносної повноти деревостанів до 0,7–0,6 з наступним проведенням заходів щодо сприяння природному відновленню (розпушування, мінералізація, часткове видалення підліску) в насадженнях, що характеризуються слабкою рекреаційною відвідуваністю; проведення моніторингу стану лісу та змін, що відбуваються в ньому.

Література

1. Власюк В. І. Пошкодження лісових культур мисливськими тваринами: причини і наслідки. *III International Scientific and Theoretical Conference «Sectoral research XXI: characteristics and features»*. 2022. С. 39–40.

2. Гром М. М. Лісова таксація : підручник. Львів : РВВ НЛТУ України, 2010. 416 с.

3. Мовчан Р. О. Диференціація кримінальної відповідальності за умисне та необережне знищення або пошкодження об'єктів рослинного світу: іноземний досвід, національні перспективи. *Електронне наукове видання «Аналітично-порівняльне правознавство»*. 2023. № 4. С. 352–357. DOI <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2023.04.59>

4. Приходько Н. Ф., Парпан Т. В., Голубчак О. І., Приходько М. М., Гудима В. М. Радіальні прирости деревостанів рекреаційно-оздоровчих лісів Придністровського Передкарпаття (Івано-Франківська область). *Науковий вісник НЛТУ України*. 2022, т. 32, № 5. С. 42–49.

5. Свириденко В. Є., Бабіч О. Г., Киричок Л. С. Лісівництво. Київ, 2005. 216 с.

6. Цурик Є. І. Таксація дерева та його частини. Львів : підручник. НЛТУ України, 2006. 328 с.

7. Шукель І. В. Рекреаційні дигресії соснових насаджень Решуцького лісництва у зеленій зоні міста Рівне. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2004. Т. 14, № 6. С. 102–107.

8. Бойко Г. О., Пузріна Н. В. Вплив умов місцезростання на зміну видового складу мікобіоти насіння сосни звичайної. *Український журнал лісівництва та деревинознавства*. 2021. Т. 12, № 2. С. 50–57.

9. Драгун Х. Р., Стефанюк Р. П., Заморока А. М. Еколого-стабілізуюче значення та проблеми використання приміських лісів Івано-Франківської територіальної громади. *Journal of Native and Alien Plant Studies*. 2021. Т. 12, № 2. С. 82–86.

10. Filyushkina A, Agimass F, Lundhede T, Strange N, Jacobsen JB. Preferences for variation in forest characteristics: does diversity between stands matter. *Ecological Economics*. 2017;140:22–9.

11. Генік Я. В., Дудин Р. Б., Дида А. П., Марутяк С. Б., Каспрук О. І. Трансформаційні процеси в лісопаркових і паркових насадженнях урбанізованих екосистем заходу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27(10). С. 9–15.

12. Іщук Г. П. Природне поновлення дуба і граба під наметом насаджень та на зрубках на ДП «Корсунь-шевченківське лісове господарство». *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Т. 27, № 1. С. 15–18.

13. Janeczko E., Bielinis E., Tiarasari, U., Woźnicka M., Kędziora W., Przygodzki S., & Janeczko K. (2021). How dead wood in the forest decreases relaxation. The effects of viewing of dead wood in the forest environment on psychological responses of young adults. *Forests*, 12(7), 871. <https://doi.org/10.3390/f12070871>

14. Ковальчук Н. П., Герасимчук О. П. Антропогенний вплив на рекреаційні пункти лісів Волинської області. *Сільськогосподарські машини*. 2021. Т. 47. С. 46–54.

15. Мірошник Н. В. Взаємозв'язки між урбанізацією та екосистемними послугами зеленої

інфраструктури у мегаполісі. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2023. Т. 33. С. 135–140.

16. Oliferchuk V., Kendzora N., Shukel I., Samarska M., & Olejniuk-Puchniak O. (2023). The Role of V-Strategist Endophytes in Stimulating the Formation of Mycorrhizal Interactions and Soil Regeneration. *IntechOpen*. <https://doi:10.5772/intechopen.109912>

17. Пелих О. Р., Захвойська Л. Д., Дослідження уподобань населення Львівщини щодо рекреаційних лісів методом експерименту з вибором. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28, № 9. С. 73–80.

18. Пелих О.Р., Захвойська Л.Д. Метод експерименту з вибором в оцінюванні вартості послуг лісових екосистем. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Т. 27, № 7. С. 46–52.

19. Стрянець Г.В., Горбань Л.І., Хомин І.Г., Ференц Н.М. Моніторинг стану трансформації та збереження біорізноманіття екосистем в умовах природного заповідника «Розточчя» // *Науковий вісник НЛТУ України*. Том 28 № 10 (2018). С. 57–62.

20. Вовкунович М.І., Роман Л.Ю., Чундак С.Ю. Антропогенна діяльність на території НПП «Сколівські Бескиди» та її вплив на екологічний стан гідромережі. *Науковий вісник Ужгородського університету : серія: Хімія*. 2020. Т. 43, № 1. С. 86–91.

References

1. Vlasjuk V. I. (2022). Poshkodzhennia lisovykh kultur myslyvskymu tvarynamy: prychny i naslidky. [Damage to forest crops by hunting animals: causes and consequences]. *III International Scientific and Theoretical Conference «Sectoral research XXI: characteristics and features»*. 2022. S. 39–40.

2. Hrom M. M. (2010). *Lisova taksatsiia*. [Forest taxation]. textbook. Lviv. RVV NLTU Ukraine, – 416 s.

3. Movchan R. O. (2023). Dyferentsiatsiia kryminalnoi vidpovidalnosti za umysne ta neoberezhne znyshchennia abo poshkodzhennia ob'ektiv roslynnoho svitu: inozemnyi dosvid, natsionalni perspektyvy. [Differentiation of criminal liability for intentional and negligent destruction or damage to objects of plant life: foreign experience, national perspectives]. *Elektronne naukove vydannia «Analitychno-porivnialne pravoznavstvo»*. № 4. S. 352–357. DOI <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2023.04.59>

4. Prykhodko N. F., Parpan T. V., Holubchak O. I., Prykhodko M. M., Hudyma V. M. (2022). Radialni pryrosty derevostaniv rekreatsiino-ozdorovchykh lisiv Prydnistrovskoho Peredkarpattia (Ivano-Frankivska oblast). [Radial increments of stands of recreation and health forests of Transnistrian Transcarpathia (Ivano-Frankivsk Region)]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukraine*. 2022, t. 32, № 5. S. 42–49.

5. Svyrydenko V. Ye., Babich O. H., Kyrychok L. S. (2005). *Lisivnytstvo*. [Forestry]. Kyiv, 216 s.

6. Tsuryk Ye.I. (2006). *Taksatsiia dereva ta yoho chastyn*. [Taxation of the tree and its parts]. textbook. Lviv. NLTU Ukraine, – 328 s.

7. Shukel I. V. (2004). *Rekreatsiini dyhresii sosnovykh nasadzen Reshutskoh lisnytstva u zelenii zoni mista Rivne*. [Recreational digressions of pine plantations of the Reshutsky Forestry in the green zone of the city of Rivne]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukraine*. Т. 14, № 6. S. 102–107.

8. Boiko H. O., Puzrina N. V. (2021). Vplyv umov mistsezrostannia na zminu vydovoho skladu mikrobioty nasinnia sosny zvychainoi. [The influence of local growth conditions on changes in the species composition of Scots pine seed mycobiota]. *Ukrainskyi zhurnal lisivnytstva ta derevynoznavstva*. T. 12, № 2. S. 50–57.
9. Drahun Kh. R., Stefaniuk R. P., Zamoroka A. M. (2021). Ekoloho-stabilizuiuche znachennia ta problemy vykorystannia prymyskykh lisiv Ivano-Frankivskoi terytorialnoi hromady. [Ecological and stabilizing significance and problems of the use of suburban forests in the Ivano-Frankivsk territorial community]. *Journal of Native and Alien Plant Studies*. T. 12, № 2. S. 82–86.
10. Filyushkina A, Agimass F, Lundhede T, Strange N, Jacobsen JB. Preferences for variation in forest characteristics: does diversity between stands matter. *Ecological Economics*. 2017;140:22–9.
11. Henyk Ya. V., Dudyn R. B., Dyda A. P., Marutiak S. B., Kaspruk O. I. (2017). Transformatsiini protsesy v lisoparkovykh i parkovykh nasadzhenniakh urbanizovanykh ekosystem zakhodu Ukrainy. [Transformational processes in forest and park plantations of urbanized ecosystems of Western Ukraine]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukraine*. 2017. Vyp. 27(10). S. 9–15.
12. Ishchuk H. P. (2017). Pryrodne ponovlennia duba i hraba pid nametom nasadzhen ta na zrubakh na DP «Korsun-shevchenkivske lisove hospodarstvo». [Natural regeneration of oak and hornbeam under the canopy of plantations and on log cabins at SE «Korsun-Shevchenkiv Forestry»]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukraine*. T. 27, № 1. S. 15–18.
13. Janeczko E., Bielinis E., Tiarasari U., Woźnicka M., Kędziora W., Przygodzki S., & Janeczko, K. (2021). How dead wood in the forest decreases relaxation? the effects of viewing of dead wood in the forest environment on psychological responses of young adults. *Forests*, 12(7), 871. <https://doi.org/10.3390/f12070871>
14. Kovalchuk N. P., Herasymchuk O. P. (2021) Antropohennyi vplyv na rekreatsiini punkty lisiv Volynskoi oblasti. [Anthropogenic impact on recreational areas of forests of the Volyn region]. *Silskohospodarski mashyny*. T. 47. S. 46–54.
15. Miroshnyk N. V. (2023) Vzaiemozviazky mizh urbanizatsiieiu ta ekosystemnymy posluhamy zelenoi infrastruktury u mehopolisi. [Interrelationships between urbanization and ecosystem services of green infrastructure in a metropolis]. *Fakty eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv*. T. 33. S. 135–140.
16. Oliferchuk V., Kendzora N., Shukel I., Samarska M., & Olejniuk-Puchniak O. (2023). The Role of V-Strategist Endophytes in Stimulating the Formation of Mycorrhizal Interactions and Soil Regeneration. *IntechOpen*. <https://doi:10.5772/intechopen.109912>
17. Pelykh O. R., Zakhvoiska L. D. (2018). Doslidzhennia upodoban naseleння lvivshchyny shchodo rekreatsiinykh lisiv metodom eksperymentu z vyborom. [Study of the preferences of the population of Lviv region regarding recreational forests by the method of experiment with choice]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukraine*. T. 28, № 9. S. 73–80.
18. Pelykh O.R, Zakhvoiska L.D. (2017). Metod eksperymentu z vyborom v otsiniuvanni vartosti posluh lisovykh ekosystem. [The choice experiment method in assessing the value of forest ecosystem services]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukraine*. T. 27, № 7. S. 46–52.
- Striamets H.V. ta in (2018). Monitorynh stanu transformatsii ta zberezhennia bioriznomanittia ekosystem v umovakh pryrodnoho zapovidnyka «Rostochchia». [Monitoring of the state of transformation and preservation of biodiversity of ecosystems in the conditions of the «Rostochchia» nature reserve]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukraine*. T. 28, № 10. S. 57–61.
- Vovkunovych M. I, Roman L. Yu, Chundak S. Yu. (2020). Antropohenna diialnist na terytorii NPP «Skolivski Beskydy» ta yii vplyv na ekolohichni stan hidromerezhi. [Anthropogenic activity on the territory of the «Skolivski Beskydy» NPP and its impact on the ecological state of the water network]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu : serii: Khimii*. T. 43, № 1. S. 86–91.

**А. Г. Благополучна**

доктор філософії,
викладач-стажист кафедри технологій та організації
туризму і готельно-ресторанної справи
Уманський державний педагогічний університет
імені Павла Тичини (м. Умань, Україна)
e-mail: a.blagopoluchna1995@gmail.com

**Н. О. Ляховська**

викладач кафедри біології
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань, Україна)
e-mail: lyakhovska@i.ua

ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ПЛОДІВ ОЖИНИ ЗА ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ХІТОЗАНОМ

Ожина популярна в усьому світі завдяки смаку, поживним властивостям і високому вмісту сполук, які сприятливо впливають на здоров'я людини. Однак тонкі покривні тканини плодів викликають витік соку, прискорене гниття, а також робить їх сприйнятливими до механічних пошкоджень, що може скоротити термін їх зберігання. Через недовговічність плодів ожини після збору врожаю науковцями було вивчено нові методи зберігання, такі як охолодження та нанесення харчових покриттів, щоб продовжити термін служби після збору врожаю та зберегти якість плодів. Нині момент холодне зберігання є основним способом продовження терміну зберігання плодів ожини. До нього також застосовують технологію нанесення їстівних покриттів на поверхню плодів. Використання покриттів для формування напівпроникних бар'єрів, які збільшують якість плодів, спрямоване на зменшення газообміну та сповільнення біохімічних процесів.

Для дослідження дії хітозану, як їстівного покриття плоди ожини збирали у споживчій стадії стиглості, досліджували їх фізичні, фізико-хімічні та органолептичні властивості після чого проводили обробку з наступним закладанням на зберігання. Плоди обробляли розчинами хітозану трьох концентрацій (0,1%; 0,2%; 0,3%) шляхом повного занурення на 1 хв. Оброблені плоди залишали до повного висихання. Сухі оброблені плоди і контроль зважували і поміщали у перфоровані пластикові (PET) контейнери місткістю 500 г і зберігали у холодильній камері за температури 0 +2°C. За контроль вважали плоди без обробки.

Встановлено, що післязбиральна обробка плодів ожини розчином хітозану сприяла кращій їх збереженості порівняно з контролем, що доводить ефективність її застосування. Попередня обробка плодів ожини хітозаном сповільнила втрати сухих розчинних речовин на 0,2–0,9%, а органічних кислот на 0,04–0,12% від контролю.

Ключові слова: ожина, хітозан, зберігання, попередня обробка, якість.

A. H. Blahopoluchna

Ph. D.,
Lecturer-trainee at the Department of Technologies and Organization of Tourism
and Hotel and Restaurant Business
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University (Uman, Ukraine)
e-mail: a.blagopoluchna1995@gmail.com

N. O. Liakhovska

Lecturer at the Department of Biology
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)
e-mail: lyakhovska@i.ua

PRESERVATION OF BLACKBERRY FRUITS AFTER POST-HARVEST TREATMENT WITH CHITOSAN

Blackberries have become very popular all over the world, mainly due to their characteristic taste, nutritional properties and high content of compounds that have a beneficial effect on human health. However, the thin covering tissues of fruits cause juice leakage, accelerated decay, and also make them susceptible to mechanical damage, which can shorten their shelf life. Because of the short shelf life of blackberry fruit after harvest, scientists have explored new storage methods, such as refrigeration and food coatings, to extend postharvest life and preserve fruit quality. At the moment, cold storage is the main way to extend the shelf life of blackberry fruits. The technology of applying edible coatings to the surface of fruits is also applied to it. The use of coatings to form semipermeable barriers that increase fruit quality is aimed at reducing gas exchange and slowing down biochemical processes.

To study the effect of chitosan as an edible coating, blackberry fruits were collected at the consumer stage of ripeness, their physical, physico-chemical and organoleptic properties were studied, after which they were processed and then stored. Fruits were treated with chitosan solutions of three concentrations (0.1%; 0.2%; 0.3%) by full immersion for 1 min. The processed fruits were left until completely dry. Dry processed fruits and control were weighed and placed in perforated plastic (PET)

containers with a capacity of 500 g and stored in a refrigerator at a temperature of 0 +2°C. Fruits without treatment were considered as control.

It was established that the post-harvest treatment of blackberry fruits with a chitosan solution contributed to their better preservation compared to the control, which proves the effectiveness of its use. Pretreatment of blackberry fruits with chitosan slowed down the loss of dry soluble substances by 0.2-0.9%, and organic acids by 0.04-0.12% of the control.

Key words: blackberry, chitosan, storage, pre-treatment, quality.

Постановка проблеми. Ожина (*Rubus fruticosus*) - це плід ряду рослин роду *Rubus* (Розоцвіті). За ботанічною класифікацією плід ожини не ягода, а багатокістянка. Це сукупність плодів, утворених кількома поруч розташованими кістянками. В останні десятиліття ожина стала дуже популярною в усьому світі, головним чином завдяки своєму характерному смаку, поживним властивостям і високому вмісту сполук, які сприятливо впливають на здоров'я людини. Однак тонкі покривні тканини плодів викликають витік соку, прискорене гниття, а також робить їх сприйнятливими до механічних пошкоджень, що може скоротити термін їх зберігання. На додаток до своєї природної чутливості, ожина здатна до появи червоних кістянок після збору врожаю, цей стан називається реверсією червоних кістянок. Цю зміну кольору можна пояснити впливом пігментів після зламу або руйнування плоду, що може посилюватися вібрацією під час транспортування та впливати на їх цілісність. Саме реверсія, короткий період зберігання та швидка втрата якості призводить до того, що виробники відмовляються вирощувати та реалізовувати ожину у великих обсягах, що викликає дефіцит її на ринку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Через недовговічність плодів ожини після збору врожаю науковцями були вивчені нові методи зберігання, такі як охолодження та нанесення харчових покриттів, щоб продовжити термін служби після збору врожаю та зберегти якість плодів. Нині холодне зберігання є основним способом продовження терміну зберігання плодів ожини [1]. Ожина є неклімактеричним плодом, тому рекомендується збирати її на стадії повної стиглості. Численні дослідження повідомляють про покращення терміну придатності плодів ожини завдяки різноманітним обробкам, таким як покриття, модифіковане пакування, зберігання в контрольованій атмосфері та опромінення [2].

Використання покриттів для формування напівпроникних бар'єрів, які збільшують якість плодів, спрямоване на зменшення газообміну та міграції розчинених речовин, а також біохімічних процесів і фізіологічних розладів [3].

Покриття на основі крохмалю маніока, крім низької вартості, надають плодам гарний зовнішній вигляд, блиск і прозорість не представляючи токсичності для людини. Науковці в своїй роботі з кефіраном (утвореним мікрофлорою кефірних зерен) продемонстрували його здатність утворювати їстівні прозорі плівки, які можуть бути показані для використання, зокрема, в харчовій промисловості [4-7].

Одним із найбільш багатообіцяючих покриттів також є хітозан через його відмінні властивості

утворення плівки, антимікробну активність і широку сумісність з іншими активними речовинами для підвищення його антимікробної ефективності [8-11].

Хітозан - амінополісахарид, біополімер, що володіє антибактеріальними властивостями і широко використовується у харчовій промисловості як засіб для боротьби з хворобами, що розвиваються після збирання і під час зберігання плодової продукції [12-15]. Хітозан виготовляють хімічним методом з панцерів ракоподібних шляхом деацетилювання хітину.

Розчини хітозану здатні утворювати на поверхні плодів і ягід прозорі плівки, які легко змиваються водою, є не токсичними і не канцерогенні. Хітозанові плівки були затверджені USFDA, як речовина GRAS і їх застосування є безпечним для споживача та навколишнього середовища. [16-20]. Завдяки своїй біосумісності хітозан добре поєднується з різними речовинами та має позитивний вплив на якість сільськогосподарської продукції.

Мета статті - дослідження впливу попередньої обробки хітозаном на збереженість плодів ожини.

Методика дослідження. Дослідження проводились у 2023 році на базі Уманського національного університету садівництва у науково-дослідній лабораторії «Біонеорганічної хімії, якості і безпеки об'єктів сільськогосподарського виробництва» та навчальній лабораторії органічної та неорганічної хімії кафедри біології УНУС.

Плоди ожини збирали у споживній стадії стиглості, досліджували їх фізико-хімічні властивості після чого проводили обробку з наступним закладанням на зберігання. Плоди ожини обробляли розчинами хітозану трьох концентрацій (0,1%; 0,2%; 0,3%) шляхом повного занурення на 1 хв. Оброблені плоди залишали до повного висихання. Сухі оброблені плоди та контроль зважували і поміщали у перфоровані пластикові (PET) контейнери місткістю 500 г і зберігали у холодильній камері за температури 0 +2°C. За контроль вважали плоди без обробки. У досліджуваних зразках визначали:

- втрати маси ягід - методом зважування фіксованих проб

- вміст сухих розчинних речовин - рефрактометрично-

- органічних кислот - титруванням лугом за ДСТУ 4957:2008

Всі дослідження проводилися в трикратній повторності.

Результати аналізів приводили до вихідної маси за формулою:

$$X = \frac{A \cdot (100 - v)}{100},$$

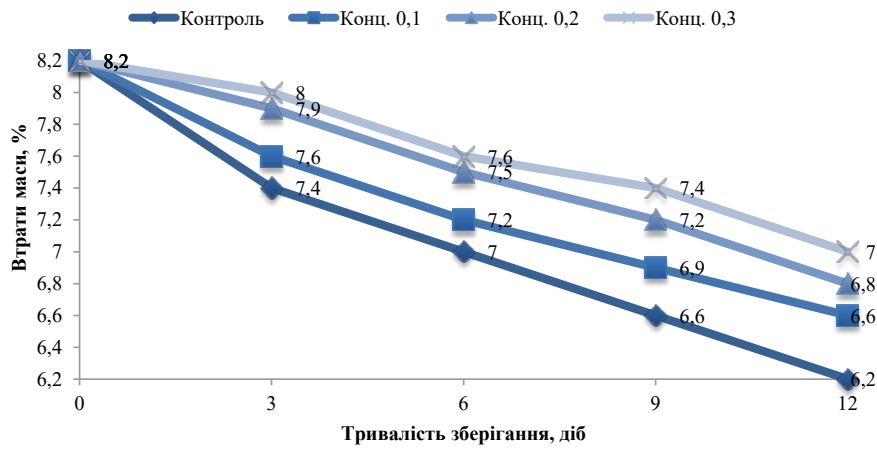


Рис. 1. Зміна масової частки розчинних сухих речовин в плодах ожини під час холодильного зберігання

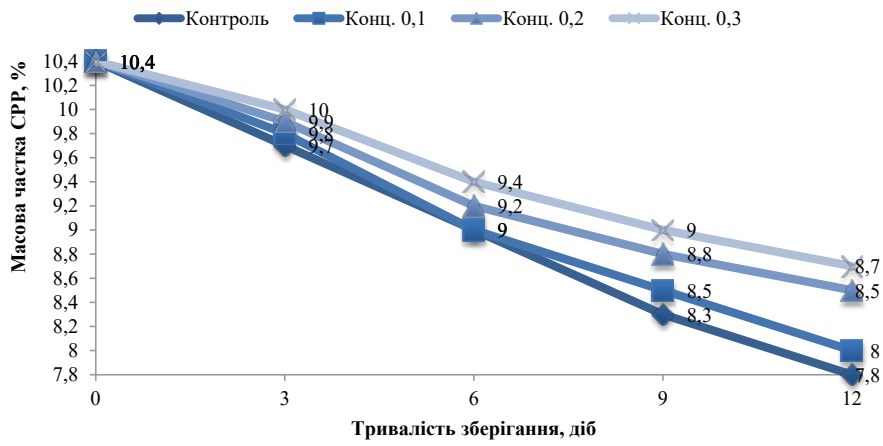


Рис. 2. Зміна масової частки розчинних сухих речовин плодів ожини під час холодильного зберігання

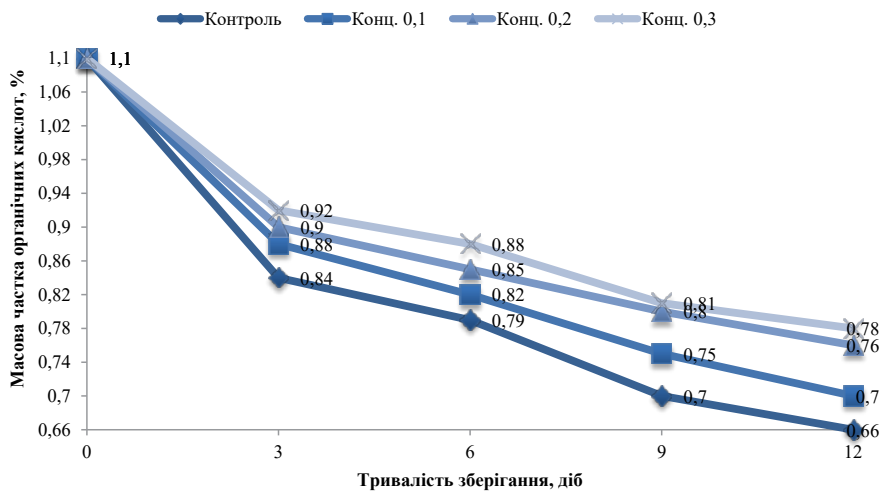


Рис. 3. Зміна масової частки органічних кислот плодів ожини під час холодильного зберігання

де: X – вміст речовин із урахуванням втрати маси, %;

A – вміст речовин у кінці зберігання, %;

v – втрати маси за період зберігання, %.

Основні результати досліджень. Плоди ожини мають високий вміст вологи, яка випаровується через тонкі покривні тканини. Втрати маси плодів ожини під час зберігання відбуваються за рахунок високої інтенсивності дихання, зменшенням вмісту поживних речовин та розвитком грибкових захворювань.

Аналіз динаміки втрат маси плодів ожини впродовж зберігання показав, що попередня обробка розчином хітозану сприяє зменшенню втрат маси на 0,2–0,8% порівняно з контролем.

У плодах ожини більшу частину СРР займають вуглеводи, які представлені глюкозою, фруктозою і сахарозою та кислотами (лимонною, винною, яблучною та саліциловою).

Доведено, що масова частка розчинних сухих речовин знижувалася повільніше у зразках з обробкою хітозаном. У контрольному варіанті зафіксовані прискорені темпи втрат масової частки розчинних сухих речовин, що негативно відображається на збереженості плодів ожини.

Під час зберігання плодів ожини спостерігається тенденція до втрат органічних кислот, які найбільше задіяні у процесі дихання. Попередня обробка плодів ожини хітозаном зменшила інтенсивність дихання, тим самим сповільнила втрати органічних кислот на 0,04–0,12% від контролю.

Висновки. Плоди ожини вирощені у 2023 році в середньому накопичили у своєму складі 10,4% сухих розчинних речовин і 1,1% органічних кислот. Встановлено, що післязбиральна обробка плодів ожини розчином хітозану сприяла кращій їх збереженості порівняно з контролем, що доводить ефективність її застосування. Попередня обробка плодів ожини хітозаном сповільнила втрати сухих розчинних речовин на 0,2–0,9%, а органічних кислот на 0,04–0,12% від контролю. Застосування розчинів хітозану у технології зберігання плодів ожини дозволяє значно покращити їх якість в процесі холодильного зберігання.

Література

- Vilaplana R., Guerrero K., Guevara J., Valencia-Chamorro S. Chitosan coatings to control soft mold on fresh blackberries (*Rubus glaucus* Benth.) during postharvest period. *Scientia Horticulturae*. 2020. P. 262.
- Lo Piccolo E., Quattrocchi P., Becagli M., Cardelli R., El Horri H., Guidi L., Pecchia S. Can Chitosan Applications in Pre- and Post-Harvest Affect the Quality and Antioxidant Contents of Red Raspberries?. *Horticulturae*. 2023. № 9(10). P. 1135.
- Gol N. B., Vyas P. B., Ramana Rao T. V. Evaluation of polysaccharide-based edible coatings for their ability to preserve the postharvest quality of Indian blackberry (*Syzygium cumini* L.). *International Journal of Fruit Science*. 2015. № 15(2). P. 198–222.
- Huynh N. K., Wilson M. D., Eyles A., Stanley R. A. Recent advances in postharvest technologies to extend

the shelf life of blueberries (*Vaccinium* sp.), raspberries (*Rubus idaeus* L.) and blackberries (*Rubus* sp.). *Journal of Berry Research*. 2019. № 9(4). P. 687–707.

5. Cheplick S., Sarkar D., Bhowmik P. C., Shetty K. Improved resilience and metabolic response of transplanted blackberry plugs using chitosan oligosaccharide elicitor treatment. *Canadian Journal of Plant Science*, 2017. № 98(3). P. 717–731.

6. Martínez-Camacho J. E., Guevara-González R. G., Rico-García E., Tovar-Pérez E. G., Torres-Pacheco I. Delayed senescence and marketability index preservation of blackberry fruit by preharvest application of chitosan and salicylic acid. *Frontiers in Plant Science*. 2022. № 13. P. 1–18.

7. Valencia-Llano C. H., Solano M. A., Grande-Tovar C. D. Nanocomposites of chitosan/graphene oxide/titanium dioxide nanoparticles/blackberry waste extract as potential bone substitutes. *Polymers*. 2021. № 13(22). P. 38–77.

8. Kurek M., Garofulić I. E., Bakić M. T., Ščetar M., Uzelac, V. D. Development and evaluation of a novel antioxidant and pH indicator film based on chitosan and food waste sources of antioxidants. *Food Hydrocolloids*. 2018. № 84. P. 238–246.

9. Heras-Mozos R., Gavara R., Hernandez-Munoz P. Development of antifungal biopolymers based on dynamic imines as responsive release systems for the postharvest preservation of blackberry fruit. *Food Chemistry*. 2021. № 357. P. 1–22.

10. Oliveira D. M., Kwiatkowski A., Rosa C. I. L. F., Clemente E. Refrigeration and edible coatings in blackberry (*Rubus* spp.) conservation. *Journal of food science and technology*. 2014. № 51. P. 2120–2126.

11. Huynh N. K., Wilson M. D., Eyles A., Stanley R. A. Recent advances in postharvest technologies to extend the shelf life of blueberries (*Vaccinium* sp.), raspberries (*Rubus idaeus* L.) and blackberries (*Rubus* sp.). *Journal of Berry Research*. 2019. № 9(4). P. 687–707.

12. Blahopoluchna A., Liakhovska N. Preservation of strawberry quality by pre-treatment with chitosan. *Sciences of Europe*. 2020. № 56-1. P. 53–56.

13. Blahopoluchna A., Mushtruk M., Slobodyanyuk N., Liakhovska N., Parakhnenko V., Rzhovsky G. The influence of chitosan on the raspberry quality during the storage process. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2023. № 17. P. 529–549.

14. Vasylyshyna O. Change of biological active substances of fruits cherry in the period of storage under pre-treatment of polysaccharide compositions. *Scientific horizons*. 2020. № (5). P. 59–64.

15. Blahopoluchna A., Liakhovska N. Effect of chitosan pretreatment on the quality of strawberries during cold storage. *Food science and technology*. 2021. Vol. 15. P. 30–39.

16. Wiącek A. E., Gozdecka A., Jurak M. Physico-chemical characteristics of chitosan-TiO₂ biomaterial. 1. Stability and swelling properties. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2018. № 57(6). P. 1859–1870.

17. Lizardi-Mendoza J., Monal W. M. A., Valencia F. M. G. Chemical characteristics and functional properties of chitosan. In *Chitosan in the preservation of agricultural commodities*. *Academic Press*. 2016. P. 3–31.

18. Zhuikova Y. V., Zhuikov V. A., Zubareva, A. A. et. al. Physicochemical and biological characteristics of chitosan/ κ -carrageenan thin layer-by-layer films for surface modification of Nitinol. *Micron*. 2020. Vol. 138. № 102922.

19. Manigandan V., Karthik R., Ramachandran S., Rajagopal S. Chitosan applications in food industry. *In Biopolymers for food design*. 2018. P. 469–491.

20. Harkin C., Mehler N., Woortman D. V. et. al. Nutritional and additive uses of chitin and chitosan in the food industry. *In Sustainable Agriculture Reviews*. 2019. № 36. P. 1–43.

References

1. Vilaplana, R., Guerrero, K., Guevara, J., & Valencia-Chamorro, S. (2020). Chitosan coatings to control soft mold on fresh blackberries (*Rubus glaucus* Benth.) during postharvest period. *Scientia Horticulturae*, 262, 109049.

2. Lo Piccolo, E., Quattrocchi, P., Becagli, M., Cardelli, R., El Horri, H., Guidi, L., & Pecchia, S. (2023). Can Chitosan Applications in Pre-and Post-Harvest Affect the Quality and Antioxidant Contents of Red Raspberries?. *Horticulturae*, 9(10), 1135.

3. Gol, N. B., Vyas, P. B., & Ramana Rao, T. V. (2015). Evaluation of polysaccharide-based edible coatings for their ability to preserve the postharvest quality of Indian blackberry (*Syzygium cumini* L.). *International Journal of Fruit Science*, 15(2), 198–222.

4. Huynh, N. K., Wilson, M. D., Eyles, A., & Stanley, R. A. (2019). Recent advances in postharvest technologies to extend the shelf life of blueberries (*Vaccinium* sp.), raspberries (*Rubus idaeus* L.) and blackberries (*Rubus* sp.). *Journal of Berry Research*, 9(4), 687–707.

5. Cheplick, S., Sarkar, D., Bhowmik, P. C., & Shetty, K. (2017). Improved resilience and metabolic response of transplanted blackberry plugs using chitosan oligosaccharide elicitor treatment. *Canadian Journal of Plant Science*, 98(3), 717–731.

6. Martínez-Camacho, J. E., Guevara-González, R. G., Rico-García, E., Tovar-Pérez, E. G., & Torres-Pacheco, I. (2022). Delayed senescence and marketability index preservation of blackberry fruit by preharvest application of chitosan and salicylic acid. *Frontiers in Plant Science*, 13, 796393.

7. Valencia-Llano, C. H., Solano, M. A., & Grande-Tovar, C. D. (2021). Nanocomposites of chitosan/graphene oxide/titanium dioxide nanoparticles/blackberry waste extract as potential bone substitutes. *Polymers*, 13(22), 38–77.

8. Kurek, M., Garofulić, I. E., Bakić, M. T., Šćetar, M., & Uzelac, V. D. (2018). Development and evaluation of a novel antioxidant and pH indicator film

based on chitosan and food waste sources of antioxidants. *Food Hydrocolloids*, 84, 238–246.

9. Heras-Mozos, R., Gavara, R., & Hernandez-Munoz, P. (2021). Development of antifungal biopolymers based on dynamic imines as responsive release systems for the postharvest preservation of blackberry fruit. *Food Chemistry*, 357, 129838.

10. Oliveira, D. M., Kwiatkowski, A., Rosa, C. I. L. F., & Clemente, E. (2014). Refrigeration and edible coatings in blackberry (*Rubus* spp.) conservation. *Journal of food science and technology*, 51, 2120–2126.

11. Huynh, N. K., Wilson, M. D., Eyles, A., & Stanley, R. A. (2019). Recent advances in postharvest technologies to extend the shelf life of blueberries (*Vaccinium* sp.), raspberries (*Rubus idaeus* L.) and blackberries (*Rubus* sp.). *Journal of Berry Research*, 9(4), 687–707.

12. Blahopoluchna, A., & Liahovska, N. (2020). Preservation of strawberry quality by pre-treatment with chitosan. *Sciences of Europe*, (56-1), 53–56.

13. Blahopoluchna, A., Mushtruk, M., Slobodyanyuk, N., Liakhovska, N., Parakhnenko, V., Udodov, S., ... & Rzhnevsky, G. (2023). The influence of chitosan on the raspberry quality during the storage process.

14. Vasylyshyna, O. (2020). Change of biological active substances of fruits cherry in the period of storage under pre-treatment of polysaccharide compositions. *Scientific horizons*, (5), 59–64.

15. Blahopoluchna A., Liakhovska N. Effect of chitosan pretreatment on the quality of strawberries during cold storage. *Food science and technology*. 2021. Vol. 15. Issue 3. P. 30–39.

16. Wiącek A. E., Gozdecka A., Jurak M. (2018). Physicochemical characteristics of chitosan-TiO₂ biomaterial. 1. Stability and swelling properties. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. № 57(6) P. 1859–1870.

17. Lizardi-Mendoza J., Monal W. M. A., Valencia F. M. G. (2016). Chemical characteristics and functional properties of chitosan. In *Chitosan in the preservation of agricultural commodities*. Academic Press. P. 3–31.

18. Zhuikova Y. V., Zhuikov V. A., Zubareva, A. A. et. al (2020). Physicochemical and biological characteristics of chitosan/ κ -carrageenan thin layer-by-layer films for surface modification of Nitinol. *Micron*. Vol. 138. № 102922.

19. Manigandan V., Karthik R., Ramachandran S., Rajagopal S. (2018). Chitosan applications in food industry. *In Biopolymers for food design*. P. 469–491.

20. Harkin C., Mehler N., Woortman D. V. et. al. (2019). Nutritional and additive uses of chitin and chitosan in the food industry. *In Sustainable Agriculture Reviews*. № 36. P. 1–43.

**I. I. Миколайко**

кандидат біологічних наук,
доцент кафедри біології та здоров'я людини
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
(м. Умань, Україна)
E-mail: irinamikolaiko@i.ua

ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ

Проаналізовано вплив терміну зберігання насіння гірчиці в герметичній тарі на його якість залежно від температури повітря 18–20°C і 5–6°C та сортових особливостей. З'ясовано, що в середньому за сортами при зберіганні насіння упродовж одного року як за температури повітря 18–20°C, так і за 5–6°C, енергія проростання та схожість його не знижувалися і були такими як в контролі – до закладання досліду. За зберігання упродовж двох та трьох років за температури повітря 18–20°C енергія та схожість насіння достовірно знизилася, порівняно з контролем, причому інтенсивніше знижувалася енергія проростання, ніж схожість. За три роки зберігання енергія проростання зменшилася на 8%, схожість – на 5%. Водночас за зберігання насіння гірчиці за температури повітря 5–6°C його якість – енергія проростання і схожість не втрачалися упродовж трьох років, а спостерігалася лише тенденція їх зменшення. Аналіз якості насіння за зберігання при температурі 18–20 та 5–6°C залежно від сортових особливостей виявлено, що упродовж першого року достовірного зниження енергії проростання не виявлено усіх сортів, спостерігалася лише тенденція зменшення показника за зберігання при температурі 18–20°C. За зберігання при температурі повітря 18–20°C на третій рік енергія проростання достовірно зменшилася по всіх сортах. Найбільше зниження (на 9%) цього показника порівняно з контролем було в насіння сорту Царівна Півночі, Аріадна та Підпечерецька, найменше (на 7%) – в сорту Ослава. Тривале зберігання насіння гірчиці доцільно проводити за понижених температур. Встановлено, що найбільший вплив на енергію проростання та схожість насіння гірчиці мав фактор «умови зберігання», відповідно – 51,2% та 42,7% та «термін зберігання», відповідно – 20,1% та 23,9%. Значним був вплив взаємодії факторів «умови зберігання – термін зберігання», який становив для енергії проростання 14,2%, схожості – 14,0%. Вплив інших факторів та їх взаємодія були незначними.

Ключові слова: сорт, якість насіння, енергія проростання, схожість, термін зберігання.

I. I. Mykolaiko

PhD of Biological Sciences,
Associate Professor at the Department of Biology and Human Health
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University (Uman, Ukraine)
E-mail: irinamikolaiko@i.ua

STORAGE OF MUSTARD SEEDS DEPENDS ON AIR TEMPERATURE AND VARIETAL CHARACTERISTICS

The influence of the storage period of mustard seeds in an airtight container on its quality was analyzed, depending on the air temperature of 18–20°C and 5–6°C and varietal characteristics. It was found that, on average, according to varieties, when seeds were stored for one year, both at an air temperature of 18–20°C and at 5–6°C, the energy of germination and its germination did not decrease and were the same as in the control - before the start of the experiment. During storage for two and three years at an air temperature of 18–20°C, the energy and germination of seeds significantly decreased, compared to the control, and the energy of germination decreased more intensively than germination. During three years of storage, germination energy decreased by 8%, and germination decreased by 5%. At the same time, during the storage of mustard seeds at an air temperature of 5–6°C, their quality - the energy of germination and germination was not lost for three years, but only a trend of their decrease was observed. The analysis of seed quality during storage at temperatures of 18–20 and 5–6°C, depending on varietal characteristics, revealed that during the first year, a significant decrease in germination energy was not detected in all varieties, only a tendency to decrease the indicator was observed during storage at 18–20°C. During storage at an air temperature of 18–20°C, the energy of germination significantly decreased in all varieties in the third year of storage. The greatest decrease (by 9%) of this indicator compared to the control was observed in the seeds of Tsarivna Pivnochii, Ariadna and Pidpecheretska varieties, and the least (by 7%) in the Oslava variety. Long-term storage of mustard seeds is advisable at low temperatures. It was established that the factor «storage conditions», respectively – 51.2% and 42.7%, and «storage period», respectively – 20.1% and 23.9%, had the greatest influence on the energy of germination and germination of mustard seeds. The influence of the interaction of the factors «storage conditions*storage period» was significant, which was 14.2% for germination energy, 14.0% for germination. The influence of other factors and their interaction were insignificant.

Key words: variety, quality of seeds, energy of germination, germination, storage period.

Вступ. Вирощування олійних культур залишається одним із найбільш перспективних та стабільних напрямів серед основних джерел прибутковості сільськогосподарських підприємств. Продукція олійних культур є конкурентоспроможною та користується попитом на внутрішньому і світовому ринках [1]. У пошуках високопродуктивних ефіроолійних культур науковці та представники бізнесу все більше звертають увагу на гірчицю. Гірчиця є екологічно пластичною культурою з-поміж олійних капустяних. Вона невибаглива до умов навколишнього середовища, росте майже на всіх видах ґрунту [2]. Гірчиця є культурою потрібного промислового значення завдяки різноманітному використанню. Її вирощують для отримання високоякісної харчової олії, гірничного порошку та зеленого корму для тварин, широко використовують як сидеральну культуру, бо вона засвоює важкодоступні форми поживних речовин із ґрунту та переводить їх у легкозасвоювані форми [3] і тому є добрим меліорантом [4]. Тому, вирощування альтернативних олійних культур, які характеризуються високою економічною ефективністю та лояльним впливом на агрофітоценози сьогодні набуває актуальності [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Для виробників насіння, дослідження умов його зберігання та чинників, які впливають на якість насіння завжди було актуальним, тому науковцями проводилися дослідження зміни якості насіння різних культур залежно від температури та вологості в сховищі [6], застосування герметичної тари [7] та інших чинників.

Вирішальними за зберігання насіння є його вологість, температура зберігання та газообмін. За пробудження життєздатності насіння, що зумовлено посиленням дихання, витратою поживних речовин і, в результаті, проростанням зародка, воно втрачає свою енергію проростання і схожість [8]. На якість насіння суттєво впливають умови зберігання – температура повітря. Краще зберігається насіння в більш прохолодних і сухих умовах [7].

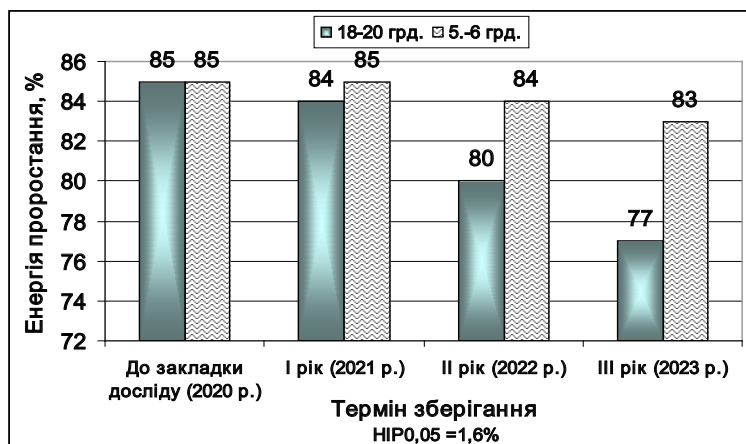


Рис. 1. Енергія проростання насіння залежно від умов зберігання, 2020–2023 рр.

За зберігання при стабільних низьких позитивних (+5°C) або від'ємних температурах довговічність насіння олійних культур зберігається впродовж тривалого періоду. Зберігання насіння у виробничих складах без регулювання температурного режиму схожість не втрачається впродовж 4 місяців, а за температури +5°C схожість та енергія проростання насіння впродовж 34 місяців знизилася лише на 7% [9]. У сухих та провітрюваних приміщеннях за вологості 8–9% насіння гірчиці зберігає схожість до 8 років [10]. Якість зерна за зберігання залежить від величини поглинання води насінням, а визначаючими є анатомічна будова і хімічний склад зерна. При однакових температурі і відносній вологості повітря основні і покривні тканини насіння поглинають з повітря різну кількість вологи [11].

Мета досліджень. З'ясувати впливу терміну зберігання насіння гірчиці в герметичній тарі на його якість залежно від температури повітря 18–20°C і 5–6°C та сортових особливостей.

Матеріали та методика досліджень.

Дослідження впливу умов зберігання – температури (18–20 та 5–6°C) залежно від сортових особливостей проводили впродовж чотирьох років з насінням п'яти сортів, яке мало схожість 84–85%. Досліди проводили в Уманському державному педагогічному університеті імені Павла Тичини впродовж 2020–2023 рр. з насінням п'яти сортів: гірчиці чорної сортом Царівна Півночі та з чотирма сортами гірчиці білої: Еталон, Підпечерецька, Аріадна, Ослава. Зберігали насіння в герметичній тарі за температури 18–20°C в кліматичній камері та 5–6°C в холодильній камері. Якісні показники насіння – енергію проростання та схожість визначали щорічно за методикою згідно ДСТУ [12]. Статистичну обробку експериментальних даних проводили з використанням дисперсійного аналізу [13] та методичних рекомендацій [14].

Результати досліджень. З'ясовано, що в середньому за сортами при зберіганні насіння впродовж одного року як за температури повітря 18–20°C, так і за 5–6°C енергія проростання його не знижувалася і була такою як в контролі – до закладання досліді (рис. 1).

За зберігання впродовж двох років за температури повітря 18–20°C енергія достовірно знизилася, порівняно з контролем, водночас як за зберігання при температурі повітря 5–6°C спостерігалася лише тенденція її зменшення. За зберігання впродовж трьох років енергія проростання достовірно зменшилася при температурі 18–20°C на –8°C, порівняно з контролем (НІР_{0,05} = 1,6%). За температури зберігання 5–6°C достовірно різниці зменшення енергії проростання не виявлено.

Спостерігалася аналогічна тенденція зниження схожості насіння залежно від умов його зберігання. За один рік зберігання не виявлено зменшення схожості насіння, вона була на рівні

контролю, незалежно від температури зберігання (рис. 2).

За два роки зберігання при температурі 18–20°C схожість достовірно знизилася – на 3%, а за три роки вона зменшилася – на 5%, порівняно з контролем, але за температурі зберігання 5–6°C вона була на рівні контролю як за два, так і за три роки зберігання.

Отже, за зберігання насіння гірчиці за температури повітря 5–6°C його якість – енергія проростання і схожість не втрачаються упродовж трьох років. За зберігання при кімнатній температурі 18–20°C уже за два роки достовірно знижувалися енергія проростання і схожість, причому інтенсивніше знижувалася енергія проростання, ніж схожість. Так, якщо за три роки зберігання енергія проростання зменшилася на 8%, то схожість – на 5%.

Аналіз якості насіння за зберігання при температурі 18–20°C та 5–6°C залежно від сортових особливостей виявлено, що упродовж першого року достовірного зниження енергії проростання не виявлено усіх сортів, спостерігалася лише тенденція зменшення показника за зберігання при температурі 18–20°C (табл. 1).

За зберігання при температурі повітря 18–20°C на третій рік зберігання енергія проростання достовірно зменшилася по всіх сортах. Найбільше зниження (на 9%) цього показника порівняно з контролем було в насінні сорту Царівна Півночі, Аріадна та Підпечерецька, найменше (на 7%) в сорту Ослава.

Аналогічні результати отримані зі схожості насіння, за один рік зберігання не виявлено достовірного її зниження всіх сортів, спостерігалася лише тенденція при зберіганні за температури 18–20°C (табл. 2).

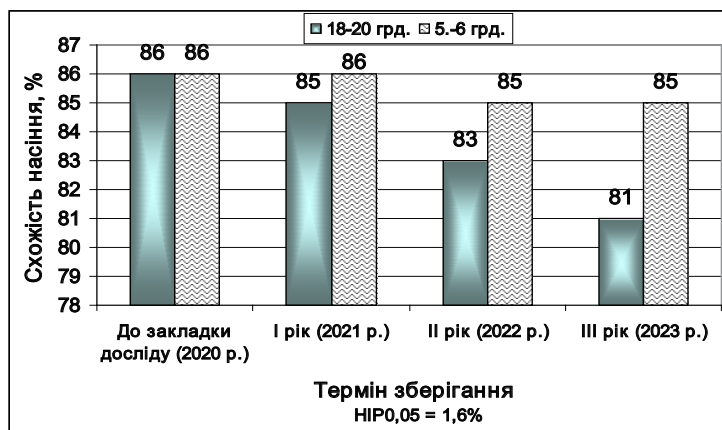


Рис. 2. Схожість насіння залежно від умов зберігання (2020–2023 рр.), %

За три роки зберігання при температурі 18–20°C виявлено достовірне зменшення схожості насіння всіх сортів, найбільше зменшення (6%) було в насінні сорту Царівна Півночі, найменше (4%) – в сорту Ослава. За зберігання насіння при температурі 5–6°C схожість достовірно зменшилася сортів Еталон та Підпечерецька, по інших сортах спостерігалася лише тенденція її зниження.

Дисперсійним аналізом встановлено, що найбільший вплив на енергію проростання та схожість насіння гірчиці був фактор «умови зберігання», відповідно – 51,2% та 42,7% та «термін зберігання», відповідно – 20,1% та 23,9%. Значним був вплив взаємодії факторів «умови зберігання – термін зберігання», який становив для енергії проростання 14,2%, схожості 14,0%. Вплив інших факторів та їх взаємодія були незначними (рис. 3).

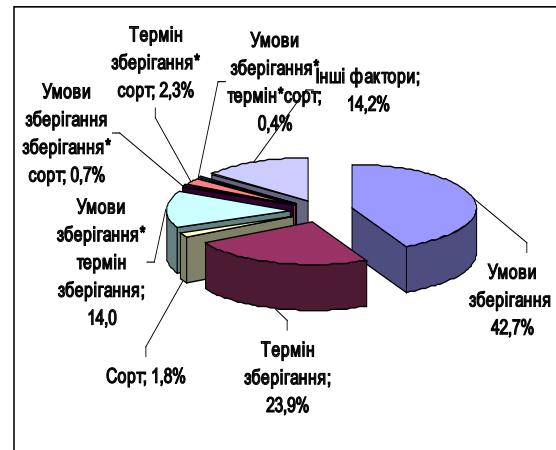
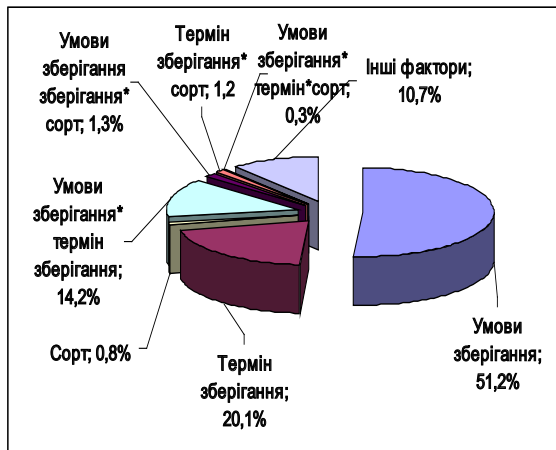
Таблиця 1

Енергія проростання насіння залежно від умов, терміну його зберігання та сортових особливостей

Сорт	До закладання досліду (2020 р.)	Термін зберігання		
		I рік (2021 р.)	II рік (2022 р.)	III рік (2023 р.)
Зберігання за температури повітря 18–20°C				
Царівна Півночі	85	84	80	76
Еталон	86	85	81	78
Аріадна	86	85	80	77
Підпечерецька	85	84	80	76
Ослава	86	85	80	79
Зберігання за температури повітря 5–6°C				
Царівна Півночі	85	86	85	83
Еталон	85	85	84	82
Аріадна	86	86	85	83
Підпечерецька	85	85	84	82
Ослава	85	85	84	83
НІР _{0,05 заг}		1,6		
НІР _{0,05 зберігання}		0,5		
НІР _{0,05 вологість}		0,3		
НІР _{0,05 сорт}		0,6		

Схожість насіння залежно від умов, терміну його зберігання та сортових особливостей

Сорт	До закладання досліду (2020 р.)	Термін зберігання		
		I рік (2021 р.)	II рік (2022 р.)	III рік (2023 р.)
Зберігання за температури повітря 18–20°C				
Царівна Півночі	86	85	83	80
Еталон	86	85	83	81
Аріадна	86	85	83	81
Підпечерецька	85	84	82	80
Ослава	86	85	83	82
Зберігання за температури повітря 5–6°C				
Царівна Півночі	86	86	85	85
Еталон	86	86	85	84
Аріадна	86	86	85	85
Підпечерецька	86	86	85	84
Ослава	86	86	85	85
НІР _{0,05 заг}		1,1		
НІР _{0,05 зберігання}		0,4		
НІР _{0,05 вологість}		0,2		
НІР _{0,05 сорт}		0,4		



Енергія проростання

Схожість

Рис. 3. Вплив факторів на якість насіння

Висновки. Всі сорти, що досліджувалися, майже однаково реагували на умови зберігання. За перший рік зберігання незалежно від температури повітря при зберіганні, якість насіння їх достовірно не знижувалася, а за два та три роки енергія проростання і схожість за

температури зберігання 18–20°C достовірно знизилася, причому різниця зниження якості насіння між сортами була незначною і становила 1–2%. Тобто, тривале зберігання насіння гірчиці доцільно проводити за понижених температур.

Література

1. Кирилюк В. П., Тимошук Т. М., Кальчук М. М. Урожайність гірчиці білої залежно від системи основного обробітку ґрунту та удобрення. *Новітні горизонти*. 2019. № 2 (75). С. 27–33.

2. Слісарчук М. Вирощування гірчиці білої як олійної культури. *Агрономія сьогодні*. 2018. URL: <https://agro-business.com.ua/ahrnarni-kultury/item/10623-vyroshchuvannia-hirchytisi-biloi-iak-oliinoi-kultury.html>

3. Поляков О., Журавель В. Перспективи вирощування гірчиці. *Пропозиція*. 2009. URL: <https://propozitsiya.com/ua/perspektivi-viroshchuvannya-girchici>

4. Томашова О. Л. Основні агротехнічні прийоми вирощування гірчиці сарептської в умовах Криму. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. Харків, 2011. Вип. 10. С. 259–264.

5. Жуйков О.Г., Жуйков Г.Є. Роль гірчиці та продуктів її переробки у формуванні продуктового сегменту АПК України. *БІЗНЕС-НАВІГАТОР*. 2013. № 1 (30). С. 141–147.

6. Кіндрюк М.О., Селіванов А.М. Генофонд інституту і як його краще зберегти. *Збірник наукових праць селекційно-генетичного інституту*. Вип. №1 (41). Одеса. 1999. С. 83–88.

7. Khal, M., Krauss N. Langzeitlagerung von Zuckerrubensaatgut nach Saatgutbehandlung. *Qualitatssatgut-Prod/Ertragsbechfluss.Hall. (Saale)*. 1988. 3. S. 592–599.

8. Roberts E. H. *Viability of seeds*. Springer Science & Business Media, 2012. 448 S.

9. Каленська С.М., Новицька Н.В., Степаненко Ю.П., Столярчук Т.В., Таран В.Г., Риженко А.С., Еременко О.А. Довговічність насіння олійних культур. *Вісник аграрної науки*. Грудень 2017. С. 63–70. URL: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2017_12_11.pdf

10. Скільки років зберігає схожість насіння гірчиці? URL: <https://goodwin.crimea.ua/skilki-rokiv-zberigaietsya-skhozhist-nasinnya-girchici/>

11. Овсянникова К., Соколовська О. Г., Валевська Л. О. Визначення факторів, що впливають на організацію процесу зберігання дрібно насінневих олійних культур. *Зернові продукти і комбікорми*. 2018. Том 18. № 1. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v18i1.889>

12. Національний стандарт України. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138-2002. К. : Держспоживстандарт України, 2002. 173 с.

13. Fisher R.A. *Statistical methods for research workers*. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.

14. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6. Методичні вказівки. К.: 2007. 55 с.

References

1. Kyryliuk V. P., Tymoshchuk T. M., Kalchuk M. M. (2019) Urozhainist hirchytisi biloi zalezno vid systemy osnovnoho obrobittku hruntu ta udobrennia. [The productivity of white mustard depends on the system of the main soil cultivation and fertilization.] *Novitni horizonty*. № 2 (75). S. 27–33 [in Ukrainian].

2. Slisarchuk M. (2018) Vyroshchuvannia hirchytisi biloi yak oliinoi kultury. [Cultivation of white

mustard as an oil crop] *Ahronomiia sohodni*. URL: <https://agro-business.com.ua/ahrnarni-kultury/item/10623-vyroshchuvannia-hirchytisi-biloi-iak-oliinoi-kultury.html> [in Ukrainian].

3. Poliakov O., Zhuravel V. (2009) Perspektyvy vyroshchuvannia hirchytisi. [Prospects of mustard cultivation] *Propozytsiia*. URL: <https://propozitsiya.com/ua/perspektivi-viroshchuvannya-girchici> [in Ukrainian].

4. Tomashova O. L. (2011) Osnovni ahrotekhnichni pryioomy vyroshchuvannia hirchytisi sareptskoj v umovakh Krymu. [The main agrotechnical methods of growing Sarepta mustard in Crimea] *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*. Kharkiv, Vyp. 10. S. 259–264 [in Ukrainian].

5. Zhuikov O.H., Zhuikov H.Ie. (2013) Rol hirchytisi ta produktiv yii pererobky u formuvanni produktovoho sehmentu APK Ukrainy. [The role of mustard and its processing products in the formation of the agricultural sector of Ukraine] *BIZNES-NAVIHATOR*. № 1 (30). S. 141–147. [in Ukrainian].

6. Kindruk M.O., Selivanov A.M. (1999) Henofond instytutu i yak yoho krashche zberehty. [The institute's gene pool and how best to preserve it] *Zbirnyk naukovykh prats selektsiino-henetychnoho instytutu*. Vyp. №1 (41). Odessa. S.83–88. [in Ukrainian].

7. Khal, M., Krauss N. (1988) Langzeitlagerung von Zuckerrubensaatgut nach Saatgutbehandlung. *Qualitatssatgut-Prod/Ertragsbechfluss.Hall. (Saale)*. 3. S. 592–599.

8. Roberts E. H. (2012) *Viability of seeds*. Springer Science & Business Media, 448 s.

9. Kalenska S. M., Novytska N. V., Stepanenko Yu. P., Stoliarchuk T. V., Taran V. H., Ryzenko A. S., Eremenko O. A. (2017) Dovhovichnist nasinnia oliinykh kultur. [Longevity of seeds oilseeds]. *Visnyk aharnoi nauky*. Hruden S. 63–70. URL: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2017_12_11.pdf [in Ukrainian].

10. Skilky rokiv zberihaie skhozhist nasinnia hirchytisi? [How many years does mustard seed remain viable?] URL: <https://goodwin.crimea.ua/skilki-rokiv-zberigaietsya-skhozhist-nasinnya-girchici/> [in Ukrainian].

11. Ovsiannykova K., Sokolovska O. H., Valevska L. O. (2018) Vyznachennia faktoriv, shcho vplyvaiut na orhanizatsiiu protsesu zberihannia dribno nasinnievyykh oliinykh kultur. [Determination of factors affecting the organization of the storage process of small-seeded oil crops] *Zernovi produkty i kombikormy*. Tom 18. № 1. DOI <https://doi.org/10.15673/gpmf.v18i1.889> [in Ukrainian].

12. Natsionalnyi standart Ukrainy. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti: ДСТУ 4138-2002. [National standard of Ukraine. Seeds of agricultural crops. Quality determination methods: DSTU 4138-2002] K. : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2002. 173 s. [in Ukrainian].

13. Fisher R.A. (2006) *Statistical methods for research workers*. New Delhi: Cosmo Publications, 354 p.

14. Ermantraut E.R., Prisyazhniuk O.I., Shevchenko I.L. (2007) Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi STATISTICA 6. *Methodychni vkazivky*. [Statistical analysis of agronomic experimental data in the package STATISTICA 6. Methodical instructions] K. 55 s. [in Ukrainian].

**А. Ю. Токар**

доктор сільськогосподарських наук,
професор кафедри харчових технологій,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань, Україна)
E-mail: anastasi.oleynik@gmail.com

**І. В. Гайдай**

кандидат технічних наук,
доцент кафедри харчових технологій,
Уманський національний університет садівництва
(м. Умань, Україна)
E-mail: gaydayira35@gmail.com

**О. М. Литовченко**

доктор технічних наук, професор,
головний науковий співробітник
Інститут садівництва
Національної академії аграрних наук України
(м. Київ, Україна)
E-mail: amlitovchenko@ukr.net

**В. І. Войцехівський**

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технології зберігання, переробки
та стандартизації продукції рослинництва
імені професора Б. В. Лесика,
Національний університет біоресурсів
і природокористування України (м. Київ, Україна)
E-mail: vinodel@i.ua

**В. Д. Каричковський**

кандидат сільськогосподарських наук,
інженер
СТОВ «Південьагропереробка»
(с. Мирне, Одеська область, Україна)
E-mail: kvdspec@ukr.net

ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ НЕКРІПЛЕНИХ ВИНОМАТЕРІАЛІВ З ГРУШ, ВИШЕНЬ, ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ І АГРУСУ ЗА КРАФТОВИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ

Досліджено плодючагдну сировину для виготовлення некріплених виноматеріалів у 2021 і 2023 роках: плоди груші сорту Конференція, вишні сорту Зустріч, чорної смородини сорту Аметист, агрусу сорту Красень, вирощених в умовах Центрального Лісостепу України. Плоди, залежно від виду істотно відрізнялися за вмістом цукрів і титрованих кислот. Натуральні соки з плодів груші мали високий вміст цукрів 142–150 г/дм³ за низького вмісту титрованих кислот – 2,2–2,7 г/дм³. У натуральних соках з вишні масова концентрація титрованих кислот – 9,8–10,2 г/дм³, чорної смородини – 24–28, агрусу – 16–18 г/дм³. Для нормалізації соків, за масовою концентрацією титрованих кислот, натуральні соки з груш концентрували, соки з плодів вишні придатні для приготування сусел. До соків додавали розраховану кількість цукру і 10% плодів після видалення кісточки, сусло пастеризували і охолоджували. Натуральні соки з чорної смородини і агрусу потребували зниження масової концентрації титрованих кислот у суслах до бродіння – до рівня не вище 9,5 г/дм³.

За визначеного виходу соку з плодів, розраховували необхідну кількість питної води і цукру. Воду доводили до кипіння, додавали цукор і плоди, сусла пастеризували: температуру доводили до 85°C витримували 3 хв, охолоджували. Сусла зброджували з плодами із застосуванням регенерованих дріжджів раси EC-1118 в кількості 2,5 г/дал за температури в приміщенні 18–24°C. Масова концентрація цукрів у суслах до бродіння: з груш і агрусу – 255 г/дм³, вишневих – 280, чорносмородинових 249 г/дм³. Об'ємна частка етилового спирту у грушевому виноматеріалі складала: 14,6 – 14,8%, вишневому – 16,0 – 16,5, чорносмородиновому – 14,4 – 14,5, агрусовому – 14,3 – 14,9%; масова концентрація залишкових цукрів в межах 3–12 г/дм³; титрованих кислот – у грушевих виноматеріалах 4,5–5,6, у решти – 7,2–8,7; летких кислот, не вище 0,9; залишковий екстракт високий, 26,6–50,8 г/дм³. За фізико-хімічними показниками виноматеріали з груш можуть бути використані для приготування некріплених купажних вин, решта – сортових і купажних.

У некріплених виноматеріалах збереглися фенольні речовини і аскорбінова кислота сировини. У натуральних соках з груш масова концентрація фенольних речовин становила 420–650 мг/дм³, аскорбінової кислоти – 102–130 мг/дм³, збереженість у виноматеріалах по відношенню до вмісту у натуральних соках відповідно – 109 і 103%; у натуральних соках з плодів вишні масова концентрація фенольних речовин – 2400–2950 мг/дм³ і аскорбінової кислоти – 300–345 мг/дм³, збереженість у виноматеріалах – відповідно 80 і 70%; у натуральних соках з чорної смородини масова концентрація фенольних речовин складала 7800–9050 мг/дм³ і аскорбінової кислоти 1400–1500 мг/дм³, збереженість у виноматеріалах – відповідно 26 і 22%; у натуральних соках з агрусу масова концентрація фенольних речовин мала у своєму складі 2850–3900 мг/дм³ і аскорбінової кислоти 520–680 мг/дм³, збереженість у виноматеріалах – відповідно 34 і 36%. Підтверджено, що за вищого вмісту біологічно активних речовин у сировині, їхні втрати більші під час переробки, але вміст у виноматеріалах вищий.

Ключові слова: плоди груші, вишні, чорної смородини, агрусу, некріплені виноматеріали, аскорбінова кислота, фенольні речовини.

A. Yu. Tokar

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Professor at the Food Technologies Department
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)
E-mail: anastasi.oleynik@gmail.com

I. V. Haidai

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Food Technologies Department
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)
E-mail: gaydayira35@gmail.com

O. M. Lytovchenko

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Chief Research Fellow
Institute of Horticulture of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
E-mail: amlitovchenko@ukr.net

V. I. Voitsekhivskiy

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Storage Technology,
Processing and Standardization of Planting Products named after B.V. Lesik
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine)
E-mail: vinodel@i.ua

V. D. Karychkovskiy

Candidate of Agricultural Sciences,
Engineer
Pivdenagroprom LLC (Myrne, Odesa region, Ukraine)
E-mail: kvdspec@ukr.net

QUALITY DEVELOPMENT OF UNFORTIFIED WINE MATERIALS FROM PEARS, CHERRIES, BLACK CURRANTS AND GOOSEBERRIES USING CRAFT TECHNOLOGIES

Fruit and berry raw materials for the production of unfortified wine materials in 2021 and 2023 were studied: Konferentsiia variety pears, Zustrich variety cherries, Amethyst variety black currants, Krasen variety gooseberries, grown in the conditions of the Central Forest Steppe of Ukraine. Depending on the type and variety, the fruits differed significantly in the content of sugars and titrated acids. Natural pear juices had a high sugar content of 142–150 g/dm³ at a low titrated acid content, only 2.2–2.7 g/dm³. In natural cherry juices, the mass concentration of titrated acids was 9.8–10.2 g/dm³, black currant – 24–28 g/dm³, gooseberry – 16–18 g/dm³. To normalize juices according to the mass concentration of titrated acids, natural pear juices were concentrated, cherry juices were suitable for the wort making. The calculated sugar amount and 10% of the fruit were added to the juices after stone removing, the wort was pasteurized and cooled. Natural blackcurrant and gooseberry juices required a decrease of the titrated acid mass concentration in the wort before fermentation to a level no higher than 9.5 g/dm³. The required amount of drinking water and sugar was calculated for the determined yield of fruit juice. The water was brought to a boil, sugar and fruit were added, the wort was pasteurized: the temperature was brought to 85°C, kept for 3 minutes, and cooled. The wort was fermented with fruit using regenerated yeast of the ES-1118 race in the amount of 2.5 g/dal at a room temperature of 18–24°C. The mass sugar concentration in the wort before fermentation was as follows: pears and gooseberries – 255 g/dm³, cherries – 280 g/dm³, blackcurrants – 249 g/dm³. The volume fraction of ethyl alcohol in pear wine was 14.6–14.8%, cherry wine – 16.0–16.5, black currant wine – 14.4–14.5, gooseberry wine – 14.3–14.9%; mass concentration of residual sugars was 3–12 g/dm³; titrated acids in pear wines – 4.5–5.6, in the rest – 7.2–8.7; volatile acids – not higher than 0.9; the residual extract was high – 26.6–50.8 g/dm³. According to physical and chemical indicators, pear wine materials can be used for making unfortified blended wines, the rest – for varietal and blended wines.

Phenolic substances and ascorbic acid were remained in unfortified wine materials. In natural pear juices, the mass concentration of phenolic substances was 420–650 mg/dm³ and of ascorbic acid – 102–130 mg/dm³, preservation in wines in relation to the content in natural juices – 109 and 103%, respectively; in natural cherry juices the mass concentration of phenolic substances was 2400–2950 mg/dm³ and of ascorbic acid – 300–345 mg/dm³, preservation in wine materials was 80 and 70%, respectively; in natural blackcurrant juices, the mass concentration of phenolic substances was 7,800–9,050 mg/dm³ and of ascorbic acid – 1,400–1,500 mg/dm³, preservation in wine materials – 26 and 22%, respectively; in natural gooseberry juices, the mass concentration of phenolic substances was 2850–3900 mg/dm³ and of ascorbic acid – 520–680 mg/dm³, preservation in wine materials – 34 and 36%, respectively. It has been confirmed that with a higher content of biologically active substances in raw materials, their losses during processing are greater, but the content in wine materials is higher.

Key words: *Fruits pears, cherries, black currants, gooseberries, unfortified wine materials, ascorbic acid, phenolic substances.*

Постановка проблеми. Вина з плодів і ягід займають все більш помітне місце на ринку виноробної продукції у всьому світі. Плодово-ягідні вина виробляють у США, Канаді, Австралії, Новій Зеландії, країнах ЄС, Китаї, Ізраїлі [3]. В Україні значні обсяги виробництва плодово-ягідних вин здатні забезпечити стабільний розвиток тісно пов'язаних комплексів держави – садівнича, цукрова та спиртові галузі [1]. Нині за збільшення виробництва плодів і ягід в Україні частина врожаю втрачається. Плодово-ягідні вина не тільки не поступаються виноградним, а іноді перевищують останні за антиоксидантною активністю, профілактичними якостями, біологічною цінністю та лікувальними властивостями [13]. Ці критерії оцінки вин визначають їхню функціональність як засобу профілактики хвороб сучасної цивілізації [24]. Тому державою створюються сприятливі умови для виробництва плодово-ягідних вин малими і фермерськими господарствами з сировини власного виробництва [6; 14], що має особливе значення для господарств, віддалених від ринків збуту. Різноманітна за своїми властивостями плодоягідна сировина дозволить виробництво плодово-ягідних вин у широкому асортименті за збереження біологічно активних речовин, зокрема аскорбінової кислоти і фенольних речовин. Однак добре відпрацьованих крафтових технологій виробництва плодово-ягідних натуральних вин недостатньо, що визначає актуальність цієї статті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомий в Україні вчений Г.П. Овчинников [12] зазначав, що груші менш придатні для приготування вин через співвідношення цукрів і титрованих кислот, вина набувають пріснуватості, млявості, важко освітлюються і нестійкі під час зберігання. Агрус чи не найпридатливіший для виноробства. З чорної смородини отримують чудові кріплені вина лікерного типу, а з вишні – смачні солодкі вина.

Плоди груші сорту Конференція у стані споживної стиглості містять 13–15% сухих розчинних речовин, 7,2–9,2 – цукрів, 0,1–0,4 – титрованих кислот [7].

У плодах вишні міститься до 18% сухих розчинних речовин, 14% цукрів, 1,4–2,4% – органічних кислот, до 0,9% – дубильних речовин та до 25 мг/100 г вітаміну С [7]. Вишні сорту Зустріч вирощуються на всій території України, плоди великі, середньою масою до 10 г, соковиті, м'якоть червона, солодка [4].

Смородина чорна – вітамінозна, ефіроолійна, лікарська, медоносна, фітонцидна рослина [19],

з давніх часів вважається однією з найбільш цінних ягідних культур, здатних наситити організм достатньою кількістю вітамінів [15; 20]. Смородина сорту Аметист має в основному середнього розміру, глянцево-чорні з класичним смаком, з притаманними нотками кислинки ягоди [18]. У плодах смородини чорної виявлені вітаміни: аскорбінова кислота (вітамін С) – до 568 мг/% на сиру масу, вітаміни В₁, В₂, В₆, Е, К; каротиноїди; вуглеводи, зокрема, цукри – до 17%: органічні кислоти – до 4% [17].

У ягодах агрусу вміст цукрів складає 7,2–13,5%, кислот – 1,2–2,5%. У 100 грамах ягід агрусу містяться більше 50 мг вітаміну С, каротин, рутин, вітаміни РР і В₁, фолієва кислота [8]. У ягодах сорту Красень вміст СРР – 12,1–14,5%, цукрів – 6,2–9,0, титрованих кислот – 1,7–2,5%, вітаміну С – 26,1–41,2 мг/% [7]. У продуктах переробки з агрусу виявлено р-кумарова кислота, ферулова кислота, кавава кислота, (+) – катехін та рутин, що характеризує їхні антиоксидантні властивості [21].

Якість виноматеріалів та вин залежить від застосованої сировини та технології. Хімічний склад сировини змінюється залежно від способу переробки, умов бродіння тощо. Тривалість бродіння плодівих сусел, що містять багато цукрів, довша як у виноградних [32]. Важливо для повного зброджування цукрів у таких суслах, збереження особливостей сорту, проводити процес на чистій культурі дріжджів [36].

Більшість вітамінів є нестійкими до підвищеної температури, дії кисню, металів, особливо за обробки у воді плодів з пошкодженою шкіркою [2; 9]. Під час переробки на вино втрачає вітамінів також можуть бути значними [29]. За вищого вмісту вітамінів у сировині спостерігаються вищі втрати [34]. Водночас вміст вітамінів у вині може залишатися високим. Наприклад, у винах з чорної смородини вміст аскорбінової сягав 284,3–317,9 мг/дм³ [29].

Аскорбінова кислота – відомий антиоксидант [22; 26], може відновлювати хінони до фенолів [25; 35]. Аскорбінова кислота, що міститься у фруктах, попереджує депресію, алергію, нервові розлади, здатна покращити функцію печінки, процеси обміну, дихання, засвоєння заліза [23].

Вміст фенольних речовин у винах знижується під час ведення технологічних операцій [31; 38] та дуже залежить від сорту винограду [28; 30; 33; 41]. Плоди і ягоди також містять фенольні речовини, що зумовлюють їхню Р-вітамінну активність. Серед фенольних речовин катехіни, антоціани,

фолієва кислота, феніл глікозиди (рутин, гесперидин, кверцитин) [39; 40]. Фенольні речовини попереджують смертність від серцево-судинних захворювань [27], виявляють специфічну проти-запальну активність [37].

Питання формування якості, втрат та збереженості аскорбінової кислоти і фенольних речовин сировини під час виготовлення некріплених плодово-ягідних виноматеріалів досліджено недостатньо.

Методика дослідження. Матеріали: плоди груші сорту Конференція, вишні сорту Зустріч, чорної смородини сорту Аметист, агрусу сорту Красень, вирощені в умовах Центрального Лісостепу України, соки з них, натуральні та нормалізовані за вмістом титрованих кислот, сусла і некріплені виноматеріали. Дослідження проводили у 2021 і 2023 роках у науково-дослідній лабораторії «Технолог» кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва (УНУС). Плоди збирали технічного ступеня стиглості: груші у саду Уманського НУС, вишні, чорної смородини, агрусу – на присадибних ділянках, розташованих у м. Умань Черкаської області.

Зібрані плоди доставляли у лабораторію, де їх сортували, мили, інспектували, подрібнювали, пресували. У натуральних соках визначали вміст сухих розчинних речовин (СРР), цукрів, титрованих кислот, фенольних речовин і аскорбінової кислоти.

Залежно від особливостей сировини, застосовували різні технологічні прийоми для приготування сусел. Натуральні соки з груш концентрували у відкритому посуді до досягнення масової концентрації цукрів 255 г/дм³. До сконцентрованих соків після охолодження додавали дріжджі і зброджували. Для приготування вишневих сусел, до натурального соку додавали 10% плодів вишні з видаленою кісточкою і розраховану кількість цукру білого, початкова масова концентрація цукрів у вишневих суслах 280 г/дм³. Сусла пастеризували за температури 85°C впродовж 3 хв, охолоджували, додавали дріжджі і зброджували.

Під час приготування сусел з чорної смородини і агрусу розраховували необхідну кількість питної води для нормалізації соків за масовою концентрацією титрованих кислот (не вище 9,5 г/дм³) з урахуванням виходу натурального соку.

Воду доводили до кипіння, додавали плоди і цукор білий, нагрівали до температури 85°C витримували 3 хв. Початкова масова концентрація цукрів у суслах чорносмородинових складала 249 г/дм³, у агрусових – 255 г/дм³. Сусла охолоджували, додавали дріжджі, зброджували. Після зниження температури сусел до 20°C вводили попередньо регенеровані дріжджі раси EC-1118 (*Saccharomyces bayanus*, Інститут виноробства Шампані м. Еперне, Франція). Дозування дріжджів проводили згідно рекомендацій виробника 2,5 г/дал. Зброджування відбувалось за температури у приміщенні 18–24°C. Контроль за бродінням вели за зміною густини сусел. Після закінчення бродіння, ущільнення осаду, виноматеріали відділяли від осаду і плодів, фільтрували, зберігали у щент заповненій тарі за температури 8–12°C.

Вміст компонентів хімічного складу і фізико-хімічні показники визначали стандартними методами: масову частку СРР – рефрактометричним, густину сусел – ареометричним, об'ємну частку етилового спирту – ареометричним методом в дистилаті після перегонки виноматеріалів, масову концентрацію цукрів – методом прямого титрування, титрованих кислот – потенціометричним методом, летких кислот – методом ступеневої відгонки, залишкового екстракту – відніманням від екстрактивності масової концентрації цукрів і титрованих кислот, аскорбінової кислоти – йодометричним методом [10], фенольних речовин – спектрофотометрично за довжини хвилі 680 нм за допомогою реактиву Фоліна-Чокальтеу у перерахунку на галову кислоту [11].

Отримані результати досліджень статистично обробляли методом дисперсійного аналізу із використанням спеціальних пакетів програм (Excel, DAD).

Основні результати дослідження. У таблицях 1, 2 наведено вміст компонентів хімічного складу і біологічно активних речовин у натуральних фруктових соках.

Серед дослідженої сировини найбільше СРР у 2021 році накопичили груші сорту Конференція, аналогічне виявлено і у 2023 році (табл. 1). Зокрема у 2021 році СРР у плодах груші визначено більше як у плодах вишні сорту Зустріч, ягодах чорної смородини сорту Аметист і агрусу сорту

Таблиця 1

Вміст компонентів хімічного складу у натуральних фруктових соках

Назва сировини	Рік урожаю	Масова частка СРР, %	Масова концентрація, г/дм ³	
			цукрів	титрованих кислот
Груші сорту Конференція	2021	18,2	150	2,7
	2023	18,0	142	2,2
Вишні сорту Зустріч	2021	14,2	90	9,8
	2023	15,0	96	10,2
Чорна смородина сорту Аметист	2021	14,5	90	28,0
	2023	14,8	92	24,0
Агрус сорту Красень	2021	14,2	100	18,0
	2023	15,0	104	16,0
НІР ₀₅		0,5	5	0,3

Красень у 1,3 раза. У 2023 році тенденція зберігалась, але перевищення для плодів груші сорту Конференція за цим показником було у 1,2 раза.

За масовою концентрацією цукрів у натуральних соках, груші сорту Конференція переважали інші види сировини досить вагомо. Масова концентрація цукрів у натуральних соках з вишень сорту Зустріч і чорної смородини сорту Аметист була нижчою порівняно з соками з груш у 1,7 раза, а у соках з агрусу сорту Красень – у 1,5 раза у 2021 році. Аналогічно у соках з сировини врожаю 2023 року – у 1,5 та 1,4 раза.

Істотно відрізнялися натуральні соки за масовою концентрацією титрованих кислот. Відмічалось зворотне. Вміст титрованих кислот у соках з груш сорту Конференція був дуже низьким. Зокрема, у 2021 році нижчим як у соках з вишні у 3,6 раза, у соках з чорної смородини – у 10,4, у соках з агрусу – у 6,7 раза. Аналогічно у соках з плодів 2023 року врожаю – відповідно у 4,6, 10,9 і 7,3 раза.

Отже вміст CPP, цукрів, титрованих кислот у натуральних соках залежить від виду і сорту сировини (сила впливу фактора 89%). Вплив умов року врожаю значно менший. Виявлено істотні вірогідні різниці за роками вмісту CPP лише для соків з агрусу, за масовою концентрацією цукрів – для соків з груш та вишень, титрованих кислот – для соків з усіх плодів (табл. 1).

Натуральні соки істотно відрізнялися за вмістом фенольних речовин й аскорбінової кислоти залежно від виду сировини (табл. 2). Найменшим

вмістом фенольних речовин у своєму складі характеризувались соки з груш. Соки з плодів вишні сорту Зустріч мали перевагу над соками з плодів груш сорту Конференція у 5,7 раза (2021 рік) і у 4,5 раза (2023 рік), соки з агрусу сорту Красень – відповідно у 6,7 і 4,4 раза, соки з чорної смородини сорту Аметист – відповідно у 18,6 і 13,9 раза. Соки з ягід чорної смородини сорту Аметист вигідно відрізнялись за вмістом фенольних речовин соки з плодів вишні у 3,1–3,2 раза, а соки з агрусу сорту Красень – у 2,3–2,7 раза. Однойменні соки істотно відрізнялися за вмістом фенольних речовин залежно від умов року.

Соки з ягід чорної смородини містили значно більше аскорбінової кислоти порівняно з соками з іншої досліджуваної нами сировини. Зокрема, порівняно із соками з ягід агрусу сорту Красень у 2,7 раза (2021 рік) і 2,2 раза (2023 рік), з соками з плодів вишні відповідно – у 4,1 і 5 разів, з соками з груш сорту Конференція відповідно – у 10,8 і 14,7 раза.

Масова концентрація аскорбінової кислоти у соках залежала також від умов року, та істотно більший вплив виявляв вид і сорт фруктової сировини.

Залежно від вмісту компонентів хімічного складу у соках, що відповідає їхньому вмісту у перероблюваних свіжих плодах (табл.1), нами були застосовані різні технологічні прийоми для нормалізації соків для виготовлення некріплених виноматеріалів, результат у табл. 3.

Таблиця 2

Вміст біологічно активних речовин у натуральних фруктових соках

Назва сировини	Рік врожаю	Масова концентрація, мг/дм ³	
		фенольних речовин	аскорбінової кислоти
Груші сорту Конференція	2021	420	130
	2023	650	102
Вишні сорту Зустріч	2021	2400	345
	2023	2950	300
Чорна смородина сорту Аметист	2021	7800	1400
	2023	9050	1500
Агрус сорту Красень	2021	2850	520
	2023	3900	680
НІР ₀₅		120	25

Таблиця 3

Вміст компонентів хімічного складу у нормалізованих фруктових соках для приготування сусел

Назва сировини	Рік врожаю	Масова частка CPP, %	Масова концентрація, г/дм ³	
			цукрів	титрованих кислот
Груші сорту Конференція	2021	30,2	255,0	4,6
	2023	31,6	255,0	4,0
Вишні сорту Зустріч	2021	14,2	90,0	9,8
	2023	15,0	96,0	10,2
Чорна смородина сорту Аметист	2021	5,0	30,5	9,5
	2023	5,2	33,0	8,5
Агрус сорту Красень	2021	7,5	53,0	9,5
	2023	8,0	55,0	8,4
НІР ₀₅		0,8	3,0	0,1

У нормалізованих соках з груш (табл. 3) підвищився вміст СРР, цукрів, титрованих кислот, фенольних речовин і аскорбінової кислоти порівняно з вмістом цих компонентів у натуральних соках (табл. 1). Це пояснюється концентруванням натуральних грушевих соків перед закладанням сусел на бродіння. Вміст компонентів хімічного складу у нормалізованих соках з груш істотно відрізнявся у роки досліджень, за винятком масової концентрації цукрів.

Натуральні соки з плодів вишні були цілком придатні без нормалізації за масовою концентрацією титрованих кислот (табл. 1) і без змін були використані для приготування сусел (табл. 3).

У нормалізованих соках з ягід чорної смородини сорту Аметист та агрусу сорту Красень вміст компонентів хімічного складу (табл. 3) значно нижчий порівняно з їхнім вмістом у натуральних соках (табл. 1). Це пояснюється додаванням питної води з метою зниження масової концентрації титрованих кислот у суслах до бродіння.

Вміст компонентів хімічного складу у нормалізованих соках з одного і того виду сировини значно відрізнявся у роки досліджень, що пояснюється як різним їх вмістом у натуральних соках та додаванням різної кількості води при підготовці до приготування сусла.

У таблиці 4 представлені фізико-хімічні показники якості некріплених фруктових виноматеріалів.

У виноматеріалах (табл. 4) накопичилась об'ємна частка етилового спирту достатня для виготовлення з них некріплених вин. Найвищий вміст етилового спирту визначився у вишневих виноматеріалах, що зумовлено вмістом цукрів у суслах до бродіння. Вишневі виноматеріали переважали істотно за цим показником виноматеріали з чорної смородини і агрусу відповідно у 2021 році на 1,6 і 1,7% та на 2,0 і 1,6% у 2023 році.

У грушевих виноматеріалах об'ємна частка етилового спирту була вищою порівняно з такою у чорносмородинових і агрусових виноматеріалах у 2021 році, прирівняно до чорносмородинових, незначно нижчою до агрусових у 2023 році, та нижчою порівняно з вишневими на 1,2 і 1,9%.

Вміст накопиченого під час бродіння етилового спирту істотно відрізнявся за роками у вишневих і агрусових виноматеріалах.

Масова концентрація залишкових цукрів у виноматеріалах (табл. 4) залежала від початкової концентрації цукрів у суслах до бродіння та їхньої утилізації дріжджами в процесі бродіння. За оптимального протікання процесу показник у сухих виноматеріалах не повинен перевищувати 3,0 г/дм³ [5]. У деяких варіантах нашого досліджу вміст залишкових цукрів був дещо вищим. Зокрема, у грушевому виноматеріалі у 2023 році, у вишневому, чорносмородиновому і агрусовому у 2021 році. Очевидно це пов'язано з впливом не врахованих нами несприятливих умов для життєдіяльності дріжджів.

В процесі бродіння відбулася також зміна вмісту титрованих кислот. У суслах з груш спостерігалось підвищення їхньої масової концентрації на 21,7% (2021 рік) та на 12,5% (2023 рік), це підтверджує отримані нами раніше закономірності для яблучних і грушевих сусел, що мають низьку масову концентрацію титрованих кислот до бродіння. Це пояснюється біотрансформацією органічних кислот під час бродіння [16]. Зворотні зміни (зниження) масової концентрації титрованих кислот під час бродіння на 2,3% (2021 рік) і на 3,3% (2023 рік). виявлено для вишневих сусел. Втрати титрованих кислот під час бродіння чорносмородинових сусел відповідно 3,6 і 2,7%, у агрусових – у 2021 році 1,2%, у 2023 році – не виявлено. В цілому втрати титрованих кислот у вишневих, чорносмородинових і агрусових суслах не перевищували допустиму норму 4%.

Масова концентрація летких кислот у всіх виноматеріалах була нижчою від максимально допустимого рівня 0,9 г/дм³ [5]. У 1,2–2,4 рази більше летких кислот, порівняно з іншими накопичувалося в обидва роки у суслах з чорної смородини (табл. 4). На рівень накопичення летких кислот у суслах істотно впливали умови року. Якщо у грушевих і вишневих виноматеріалах показник був нижчим у 2023 році порівняно з таким у 2021 році, то у чорносмородинових і агрусових навпаки.

Таблиця 4

Фізико-хімічні показники якості некріплених виноматеріалів

Назва сировини	Рік урожаю	Об'ємна частка етилового спирту, %	Масова концентрація, г/дм ³			
			залишкових цукрів	титрованих кислот	летких кислот	залишкового екстракту
Груші сорту Конференція	2021	14,8	3,0	5,6	0,56	37,6
	2023	14,6	7,0	4,5	0,38	37,4
Вишні сорту Зустріч	2021	16,0	8,0	8,4	0,69	36,8
	2023	16,5	0,0	8,7	0,53	50,8
Чорна смородина сорту Аметист	2021	14,4	4,0	8,0	0,82	50,4
	2023	14,5	2,0	7,2	0,90	62,6
Агрус сорту Красень	2021	14,3	12,0	8,2	0,42	26,6
	2023	14,9	3,0	7,4	0,73	36,3
НІР ₀₅		0,2	0,2	0,2	0,03	0,7

Суттєво відрізнялися між собою виноматеріали за масовою концентрацією залишкового екстракту (табл. 4). Вигідно відрізнялися за цим показником чорносмородинові виноматеріали в обидва роки досліджень та вишневий виноматеріал у 2023 році. У 2023 році вишневий, чорносмородиновий і агрусовий виноматеріали мали істотно вищу масову концентрацію залишкового екстракту порівняно з виноматеріалами з плодів 2021 року врожаю. Це показує на значний вплив умов року на формування якості виноматеріалів. Всі виноматеріали мали достатню масову концентрацію залишкового екстракту, не менше 12 г/дм³, для забезпечення цього показника у винах.

За фізико-хімічними показниками виноматеріали з груш можуть бути використані для приготування купажних вин, решта – сортових і купажних.

Масова концентрація фенольних речовин у виноматеріалах з одного й того ж виду сировини поетапно до їхнього виготовлення змінювалася (табл. 5), встановлено переважаючий вплив виду і сорту сировини (сила впливу 89,0–97,8%). Під час виготовлення виноматеріалу з груш сорту Конференція у нормалізованих концентруваннях соків, з яких готували сусла вміст фенольних речовин підвищився порівняно з вмістом у натуральних соках, в середньому за два роки на 27% (табл. 5, рис. 1). В результаті бродіння сусел масова концентрація фенольних речовин знизилася, очевидно, за рахунок втрат. По відношенню до концентрації у свіжих плодах вміст фенольних речовин у виноматеріалах, за середніми даними, склав 109% (рис. 1).

Під час виготовлення виноматеріалу з плодів вишні сорту Зустріч для приготування сусел використовували натуральний сік і зниження вмісту фенольних речовин мало місце за рахунок розведення цукром, перемішування, пастеризування, переливання і охолодження перед дозуванням дріжджів. По відношенню до вмісту фенольних речовин у натуральних соках на етапі приготування вишневого сусла втрати сягають 12% (табл. 5, рис. 1). Наступні втрати фенольних речовин мають місце в процесі бродіння. У виноматеріалі збереженість фенольних речовин по

відношенню до їхнього вмісту у натуральних соках, в середньому, 80%.

Набагато гірші результати зміни вмісту і збереженості фенольних речовин отримані для виноматеріалів з плодів чорної смородини сорту Аметист і агрусу сорту Красень (табл. 5, рис. 1). За рахунок додавання води, з метою зниження вмісту титрованих кислот, виявлено зниження масової концентрації фенольних речовин у нормалізованому соці порівняно з натуральними соками у 2021 році на 5200 мг/дм³, а у 2023 – на 5770 мг/дм³, вміст до початкового склав усереднено за два роки 34%. За рахунок розведення цукром, перемішування, пастеризування, переливання і охолодження перед дозуванням дріжджів масова концентрація фенольних речовин ще знижувалась, в середньому, на 4%. Вміст фенольних речовин у готових виноматеріалах з чорної смородини був 1860 мг/дм³ (2021 р.) і 2400 мг/дм³ (2023 р.), що порівняно з вмістом у натуральному соці відповідно складало 24 і 27% (середнє 26%, рис. 1).

Тенденція зниження масової концентрації фенольних речовин під час виготовлення виноматеріалів з ягід агрусу сорту Красень подібна до зниження при виготовленні чорносмородинових виноматеріалів, але відсотки зниження нижчі. Зокрема, масова концентрація фенольних речовин у нормалізованих соках по відношенню до такої у натуральних соках складала в середньому за два роки 46% (рис. 1), відповідно у суслах до бродіння – 40, у готових виноматеріалах 34%. У готових виноматеріалах з агрусу сорту Красень вміст фенольних речовин був 865 мг/дм³ у 2021 році та 1480 мг/дм³ у 2023 році (табл. 5).

Вищим вмістом фенольних речовин, незважаючи на найнижчий рівень збереженості, виділялися виноматеріали з чорної смородини сорту Аметист, не поступалися виноматеріали з плодів вишні сорту Зустріч. Виноматеріали з агрусу сорту Красень у 2021 році містили у 2,2 раза, а у 2023 році у 1,6 раза менше фенольних речовин порівняно з вишневими і чорносмородиновими. Вміст фенольних речовин у грушевих виноматеріалах був нижчим порівняно з агрусовими у 1,8 раза (2021 р.) і у 2, 2 раза (2023 р.)

Таблиця 5

Зміна вмісту фенольних речовин під час виготовлення некріплених виноматеріалів, мг/дм³

Назва сировини	Рік урожаю	Назва продукту			
		сік натуральний	сік нормалізований	сусло до бродіння	виноматеріал
Груші сорту Конференція	2021	420	550	550	480
	2023	650	800	800	676
Вишні сорту Зустріч	2021	2400	2400	2100	1900
	2023	2950	2950	2600	2400
Чорна смородина сорту Аметист	2021	7800	2600	2260	1860
	2023	9050	3280	2850	2400
Агрус сорту Красень	2021	2850	1200	1020	865
	2023	3900	1980	1720	1480
НІР ₀₅		120	27	33	24

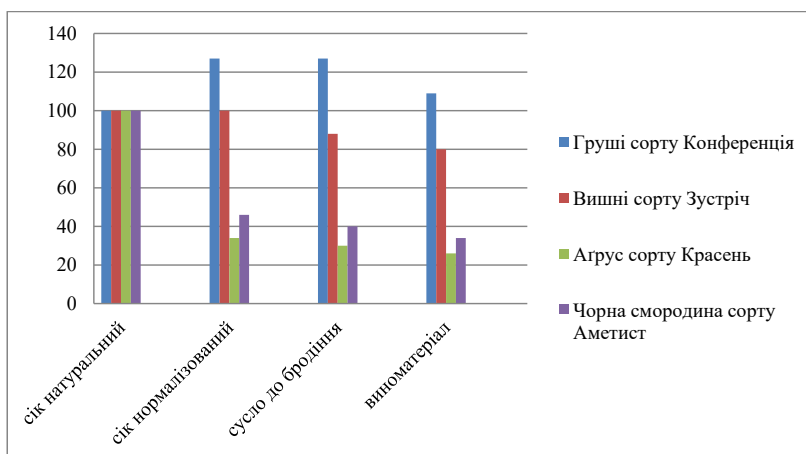


Рис. 1. Збереженість фенольних речовин у вино продуктах по відношенню до їхнього вмісту в натуральних соках (усереднені дані за 2 роки), %

відповідно порівняно з вишневими і чорносмородиноними у 3,9 і 3,6 раза (табл. 5).

Під час виготовлення некріплених виноматеріалів спостерігалася зміна вмісту аскорбінової кислоти (табл. 6, рис. 2), переважаючий фактор впливу вид і сорт сировини (сила впливу 91,8...95,9%). У грушевих виноматеріалах (табл. 6) за рахунок концентрування соків підвищилась масова концентрація аскорбінової кислоти у нормалізованих соках, що були використані для приготування сусел, на 20 мг/дм³ (2021р.) і на 28 мг/дм³ (2023 р.), що склало, в середньому, 21% (рис. 2) по відношенню до вмісту у натуральних соках. Частина аскорбінової кислоти втратилась у суслах під час бродіння і масова концентрація титрованих кислот у грушевих виноматеріалах наблизилася до її вмісту у натуральних соках, збереженість за усередненими даними 103%.

Під час виготовлення виноматеріалів з плодів вишні сорту Зустріч зниження масової концентрації аскорбінової кислоти за рахунок розведення цукром, перемішування, пастеризування, переливання і охолодження перед дозуванням дріжджів сягало 65-64 мг/дм³, що відповідає середнім втратам 20%. У готовому вишневому

виноматеріалі масова концентрація аскорбінової кислоти була 238 мг/дм³ (2021 р.) і 211 мг/дм³ (2023 р.), усереднена збереженість у відсотках дорівнює 70 по відношенню до вмісту у натуральних соках (рис. 2).

Під час виготовлення виноматеріалів з ягід чорної смородини сорту Аметист значне зниження масової концентрації аскорбінової кислоти, у 2,9-3,0 рази, спостерігалася під час нормалізації соку за вмістом титрованих кислот. Відповідно збереженість у нормалізованих соках, в середньому за два роки, 34% по відношенню до натурального соку. Зниження масової концентрації аскорбінової кислоти встановлено в результаті підготовки сусла до бродіння та під час бродіння (табл. 6). У чорносмородиновому виноматеріалі масова концентрація аскорбінової кислоти була досить високою, за середньої збереженості всього 22% по відношенню до натуральних чорносмородинових соків (рис. 2).

Збереженість аскорбінової кислоти у агрусових нормалізованих соках була 51% по відношенню до натуральних соків у обидва роки досліджень, відбувалося зниження масової концентрації аскорбінової кислоти у поетапному виготовленні агрусового виноматеріалу (табл. 6).

Таблиця 6

Зміна вмісту аскорбінової кислоти в процесі виготовлення некріплених виноматеріалів, мг/дм³

Назва сировини	Рік урожаю	Назва продукту			
		сік натуральний	сік нормалізований	сусло до бродіння	виноматеріал
Груші сорту Конференція	2021	130	150	150	132
	2023	102	130	130	106
Вишні сорту Зустріч	2021	345	345	280	238
	2023	300	300	236	211
Чорна смородина сорту Аметист	2021	1400	475	410	324
	2023	1500	500	420	336
Агрус сорту Красень	2021	520	265	230	182
	2023	680	350	310	255
НІР ₀₅		25	7	13	9

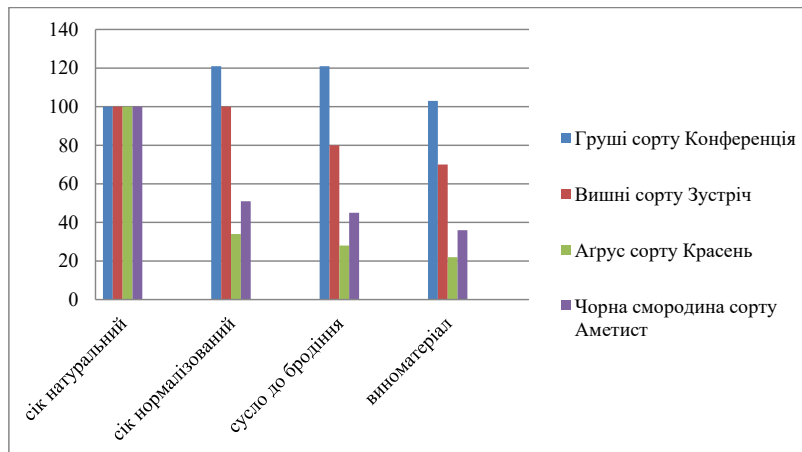


Рис. 2. Збереженість аскорбінової кислоти у вино продуктах по відношенню до її вмісту в натуральних соках (усереднені дані за 2 роки), %

У готовому виноматеріалі з ягід агрусу сорту Красень збереженість аскорбінової кислоти по відношенню до натуральних соків, в середньому складала, 36%, що відповідно на 14% більше порівняно зі збереженістю аскорбінової кислоти у чорносмородинових виноматеріалах (рис. 2).

Незважаючи на значне зниження аскорбінової кислоти у виноматеріалах, за показником переважали некріплені виноматеріали з ягід чорної смородини сорту Аметист. У 2021 році переважали вишневі у 1,4 раза, агрусові – у 1,8, грушеві – у 2,5 раза, а у 2023 році відповідно у 1,6, 1,3 і 3,2 разів.

Отже, вміст аскорбінової кислоти у виноматеріалах залежить від виду і сорту сировини та її збереженості на всіх етапах технологічного процесу.

Наші дослідження підтверджують, що вміст фенольних речовин і аскорбінової кислоти залишається досить високим у виноматеріалах незважаючи на втрати Laskovska J. and outhet [29] та що за вищого вмісту в сировині вміст у виноматеріалах вищий Ruskov A. [34].

Висновки. У натуральних соках з плодів груші сорту Конференція міститься 18,0–18,2% СРР, 142–150 г/дм³ – цукрів, 2,2–2,7 г/дм³ – титрованих кислот, 420–650 мг/дм³ – фенольних речовин, 102–130 мг/дм³ – аскорбінової кислоти. З метою підвищення вмісту титрованих кислот соки доцільно концентрувати, одночасно підвищується вміст цукрів та інших інгредієнтів, такі концентровані соки за масової концентрації цукрів 255 г/дм³ можна зброджувати та отримувати виноматеріали з об'ємною часткою етилового спирту 14,6–14,8%, масовою концентрацією титрованих кислот – 4,5–5,6 г/дм³, залишкового екстракту – 37,4–37,6 г/дм³, фенольних речовин – 480–676 мг/дм³, аскорбінової кислоти – 106–132 мг/дм³, цілком придатні для приготування купажних вин.

У натуральних соках з плодів вишні сорту Зустріч міститься 14,2–15,0% СРР, 90–96 г/дм³ – цукрів, 9,8–10,2 г/дм³ – титрованих кислот,

2400–2950 мг/дм³ – фенольних речовин, 300–345 мг/дм³ – аскорбінової кислоти. З соків можна готувати сусла з масовою концентрацією цукрів 280 г/дм³, зброджувати з додаванням 10% плодів без кісточок та отримувати виноматеріали з об'ємною часткою етилового спирту 16,0–16,5%, масовою концентрацією титрованих кислот – 8,4–8,7 г/дм³, залишкового екстракту – 36,8–50,8 г/дм³, фенольних речовин – 1900–2400 мг/дм³, аскорбінової кислоти – 211–238 мг/дм³, що придатні для приготування сортових і купажних вин.

У натуральних соках з ягід чорної смородини сорту Аметист міститься 14,5–14,8% СРР, 90–92 г/дм³ – цукрів, 24–28 г/дм³ – титрованих кислот, 7800–9050 мг/дм³ – фенольних речовин, 1400–1500 мг/дм³ – аскорбінової кислоти. До таких соків треба додавати воду для зниження масової концентрації титрованих кислот до рівня не вище 9,5 г/дм³, цукристість сусла доводити до 249 г/дм³, сусла пастеризувати і бродіння проводити з плодами та отримувати виноматеріали з об'ємною часткою етилового спирту 14,4–14,5%, масовою концентрацією титрованих кислот – 7,2–8,0 г/дм³, залишкового екстракту – 50,4–62,6 г/дм³, фенольних речовин – 1860–2400 мг/дм³, аскорбінової кислоти – 324–336 мг/дм³, що придатні для приготування сортових і купажних вин.

У натуральних соках з ягід агрусу сорту Красень міститься 14,2–15,0% СРР, 100–104 г/дм³ – цукрів, 16–18 г/дм³ – титрованих кислот, 2850–3900 мг/дм³ – фенольних речовин, 520–680 мг/дм³ – аскорбінової кислоти. До таких соків треба додавати воду для зниження масової концентрації титрованих кислот до рівня не вище 9,5 г/дм³, цукристість сусла доводити до 255 г/дм³, сусла пастеризувати і бродіння вести з плодами та отримувати виноматеріали з об'ємною часткою етилового спирту 14,3–14,9%, масовою концентрацією титрованих кислот – 7,4–8,2 г/дм³, залишкового екстракту – 26,6–36,3 г/дм³, фенольних речовин – 865–1480 мг/дм³, аскорбінової

кислоти – 182–255 мг/дм³, що придатні для приготування сортових і купажних вин.

З метою інтенсифікації бродіння у вишневих, чорносмородинових і аґрусових суслах процес проводити з плодами, пастеризувати за температури 85°C 3 хв, охолоджувати, застосовувати регеновані активні сухі дріжджі раси EC-1118.

Плоди груші сорту Конференція, вишні сорту Зустріч, чорної смородини сорту Аметист, аґрусу сорту Красень, вирощені в умовах Центрального Лісостепу України, придатні для виготовлення некріплених виноматеріалів за застосування спеціальних технологічних прийомів. Виноматеріали характеризуються високим вмістом фенольних речовин і аскорбінової кислоти, втрати яких під час виготовлення більші за вищого вмісту інгредієнтів у сировині, відсоток збереженості по відношенню до вмісту у натуральних соках для грушевих виноматеріалів відповідно 109 і 103, вишневих – 80 і 70, чорносмородинових – 26 і 22, аґрусових – 34 і 36.

Література

1. Агро-Фермер. URL: <http://fermerhouse.com>. (дата звернення 25.08.2020 р.).
2. Анохіна В.І., Сердюк Т.Л. Довідник по переробці овочів і плодів баштанних культур. Київ : Урожай, 1992. 44 с.
3. Відновити національне плодово – ягідне і медове виноробство. URL: <http://techdrinks.com.ua> (дата звернення 25.08.2020 р.).
4. Вишня сорту Зустріч. URL: <https://proxima.net.ua/ua/vishnja-domashnja-prunus-cerasus-zustrich.html> (дата звернення 18.02.2024 р.).
5. ДСТУ 6037:2008 Виноматеріали плодово-ягідні оброблені. Загальні технічні умови. [Чинний від 2010-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 15с.
6. Зміни за № 2360-VIII, 2018, № 17, ст. 151) про розвиток виробництва теруарних вин та медових напоїв до Закону України «Про державне регулювання виробництва і обігу спирту етилового, коньячного і плодового, алкогольних напоїв та тютюнових виробів». *Відомості Верховної Ради (ВВР)*. № 46, ст. 345, від 1995 р.
7. Кангіна І.Б., Михайлова Є.В., Каленич Ф.С. Довідник по якості плодів і ягід. Київ : Урожай, 1992. 224 с.
8. Корисні властивості аґрусу. URL: <http://fruit.org.ua/index.php/publikacii/258-korisni-vlastivosti-agrusy> (дата звернення 25.03.2019 р.).
9. Куровський Ю.А. Скарбниця здоров'я. Київ : Урожай, 1994. 304 с.
10. Королюк Т.А., Усатюк С.І., Костінова Т.А., Філіпченко І.М. Методи контролю харчових продуктів: навч. посіб. Київ : НУХТ, 2017. 146с.
11. Методи технохімічного контролю у виноробстві / за ред. В.Г. Гержикової. Тавріда, 2009. 304 с.
12. Овчинников Г.П. Якісні й здорові вина з винограду, плодів та ягід. Київ : КП «Редакція журналу «Дім, сад, город». 68 с.
13. Основні напрямки і обсяги промислової переробки плодів і ягід. URL: <http://uapravo.net> (дата звернення 25.08.2020 р.).
14. Стан виноробства в Україні URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%B2_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%96 (дата звернення 10.01.2023 р.).
15. Технологія напоїв. URL: <http://www.techdrinks.com.ua/ru/news/view/45>. (дата звернення 28.08.2020 р.).
16. Токар А.Ю. Зміна вмісту органічних кислот під час бродіння плодівих сусел. *Вісник Уманського НУС*. 2015. № 2. С. 39–43.
17. Хімічний склад чорної смородини. URL: <https://dovidka.biz.ua/himichniy-sklad-chornoji-smorodini> (дата звернення 18.02.2020 р.).
18. Чорна смородина Аметист. URL: <https://sadosad.com.ua/shop/plodovi/sadzhantsi-smorodiny/smorodyna-ametyst/> (дата звернення 18.02.2020 р.).
19. Чорна смородина. URL: <http://uk.wikipedia.org/> (дата звернення 28.08.2020 р.).
20. Чорна смородина. Лікувальні властивості. URL: <http://www.vnarode.net/> (дата звернення 28.08.2020 р.).
21. Banas, A., Korus, A., & Tabaszewska, M. Quality assessment of low-sugar jams enriched with plant raw materials exhibiting health-promoting properties. *J Food Sci Technol*, 2018. 55(1), 408–417. doi: 10.1007/s13197-017-2952-6.
22. Clark A.C. Chemistry of sulfur dioxide and ascorbic acid anti-oxidant system in white wine. Melbourne, 2010. 56 p.
23. Commission regulation (EC) № 423/2008. *Official Journal of European Union*. 2008. P. 13–56. URL: <http://faolex.fao.org/eur79194.pdf>. (дата звернення: 18.06.2018).
24. Constant J. Alcohol, ischemic heart disease and the French paradox. *Clin. Cardiol*. 1997. 20. P. 420–424.
25. Danilewicz J. Review of reaction mechanisms of oxygen and proposed intermediate redaction products in wine: central role of iron and copper. *Amer. J. Enol. Vitic*. 2003. Vol. 54. № 2. P. 73–85.
26. El Hosry L., Auezova L., Sakt et al A. Browning susceptibility of wine and antioxidant effect of glutathione. *International Journal of Food Science & Technology*. 2009. № 44(12). P. 2459–2463. doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02036.x
27. Gaudette N.J., Pickering G.J. Sensory and chemical characteristics of trans-resveratrol fortified wine. *Aust. J Grape Wine Res*. 2011.17. P. 249–257. doi.org/10.1111/j.1755-0238.2011.00144.x
28. Perez-Magarino S., Gonzalez-San M. L. Polyphenols and colour variability of red wines made from grapes harvested at different ripeness grade. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010. Vol. 58, No 12. P. 7280–7288. *Food Chemistry*. 2006. Vol. 96. P. 197–208. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.02.021
29. Laskovska J., Czyzycki A., Włodarczyk M. Witamina C w procesie otrzymywania winzycznej porzeczki. *Przem.ferment.owoc. warz*. 2001. T. 45, № 4. S. 12–14.
30. Patel P., Herbst-Johnstone M., Lee S.A., Gardner R. C., Weaver R., Nicolau L., Kilmartin P. A.

Influence of Juice Pressing Conditions on Polyphenols, Antioxidants, and Varietal Aroma of Sauvignon blanc Microferments. doi: 10.1021/jf100200e

31. Quetsch K. H. Flaschengarung nach der Methode des Champagne. *Der Deutsche Weinbau*. 1987. № 3. S.117–120.

32. Quiros M., Martinez-Moreno R., Albiol J., Morales P., Vazquez-Lima F., Barreiro-Vazquez A., Ferrer P., Conzalez R. Metabolic Flux Analysis during the Exponential Growth Phase *Saccharomyces cerevisiae* in Wine Fermentations. 2013. *PLoS ONE*, 8. 1–14.

33. Reynolds A. G. Managing Wine Quality. Volum 2: Oenology and Wine Quality. Oxford: Woodhead Publishing, 2010. P.650.

34. Ruskov A. *Technologia na plodive i zelenchuki*. Plovdiv : Khrysto G., Danov, 1970. 326 p.

35. Scollary G. R. Mechanism of oxidative browning of white wine by copper (II) and ascorbic acid. Melbourne, 2004. 45 p.

36. Seo, SH, Yoo SA, Park SE, Son HS. Effectiveness of Yeast Nutrients on Stuck Fermentation of Blueberry Wine. 2014. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 46 (2). 143–147. DOI:10.9721/KJFST.2014.46.2.143.

37. Stuard J.A., Robb E.L. Bioaktive Poliphenols from Wine Grapes. Springer, 2013. 83 p. DOI: 10.1007/978-1-4614-6968-1_4

38. Usseglio-Tomasset L., Ubigli M. La quattita dello spumante infunzione delle caratteristiche delvinobase. *Riv. viticult. enol.* 1990. 42. № 3. S. 19–22.

39. V.S. Markovskiy, editor. Berry growing reference. Kyiv : Urozhai, 1989. 223 p.

40. Vlasov V. Wine should be promoted not as an alcoholic, but as a food product. *Beverages. Technologies and Innovations*. 2011. July-August. P. 26–29.

41. Wang Jing, Li Min, Li Jixin, Ma Tengzhen, Han Shunyu, Antonio Morata, Jose A., Suarez Lepe. Biotechnology of Ice Wine Production Handbook of Food Bioengineering. *Advances in Biotechnology for Food Industry*. Academic Press, 2018. 508 p.

References

1. Agro-Farmer. URL: <http://farmerhouse.com>. (date of access: 25.08.2020).

2. Anokhina V.I., Serdiuk T.L. (1992). Handbook on the vegetable and fruit processing of melons. Kyiv : Urozhai, 44 p.

3. Restore national fruit and berry and honey winemaking. URL: <http://techdrinks.com.ua> (date of access: 25.08.2020).

4. Zustrich cherry variety. URL: <https://proxima.net.ua/ua/vishnja-domashnja-prunus-cerasus-zustrich.html> (date of access: 18.02.2024).

5. DSTU 6037:2008 Processed fruit and berry wine materials. General technical conditions. [Effective from 2010-01-01]. Kyiv : Derzhspozhyvstandard Ukrainy, 2009. 15p.

6. Amendments under No. 2360-VIII (Vidomosti Verkhovnoii Rady (VVR), 2018, No. 17, Article 151) on the development of terroir wine production and honey drinks to the Law of Ukraine "On State Regulation of the Production and Circulation of Ethyl, Cognac and Fruit Spirits, alcoholic beverages and tobacco products". № 46, P. 345, 995 r.

7. Kangina I.B., Mykhailova E.V., Kalenych F.S. (1992) Handbook on the fruit and berry quality. Kyiv : Urozhai, 224 p.

8. Useful properties of gooseberry. URL: <http://fruit.org.ua/index.ppx/publikacii/258-korisni-vlastivosti-aqrusy> (date of access: 25.03.2019).

9. Kurovskiy Yu.A. (1994) Treasury of health. Kyiv : Urozhai, 304 p.

10. Koroliuk T.A., Usatiuk S.I., Kostinova T.A., Filipchenko I.M. (2017). Metody kontroliu kharchovykh produktiv : navch. posib. Kyiv : NUKhT, 146s.

11. V.G. Gerzhikova. (2009). Methods of technochemical control in winemaking edited by. Taurida, 304 p.

12. Ovchynnikov H.P. Quality and healthy wines from grapes, fruit and berries. Kyiv: KP "Redaktsiia zhurnalu "Dim, sad, horod". 68 p.

13. The main directions and volumes of industrial processing of fruit and berries. URL: <http://uapravo.net> (date of access: 25.08.2020).

14. The state of winemaking in Ukraine [Internet resource] / URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Vynorobstvo_v_Ukraini (date of access: 10.01.2023).

15. Beverage technology. URL: <http://www.techdrinks.com.ua/ru/news/view/45>. (date of access: 28.08.2020).

16. Tokar A.Yu. (2015) Changes in the content of organic acids during the fermentation of fruit worts. Bulletin of Uman State University. № 2. P. 39–43.

17. Chemical composition of black currant. URL: <https://dovidka.biz.ua/himichniy-sklad-chornoyi-smorodini> (date of access: 18.02.2020).

18. Amethyst Black currant. URL: <https://sadosad.com.ua/shop/plodovi/sadzhantsi-smorodyny/smorodyna-ametyst/> (date of access: 18.02.2020).

19. Black currant. URL: <http://uk.wikipedia.org/> (date of access: 28.08.2020).

20. Black currant. Healing properties. URL: <http://www.vnarode.net/> (date of access: 28.08.2020).

21. Banas A., Korus A., & Tabaszewska M. (2018). Quality assessment of low-sugar jams enriched with plant raw materials exhibiting health-promoting properties. *J Food Sci Technol*, 55(1), 408–417. doi: 10.1007/s13197-017-2952-6.

22. Clark A.C. (2010) Chemistry of sulfur dioxide and ascorbic acid anti-oxidant system in white wine. Melbourne, 56 p.

23. Commission regulation (EC) № 423/2008. (2008). Official Journal of European Union. P. 13–56. URL: <http://faolex.fao.org/eur79194.pdf>. (data zvernennia: 18.06.2018).

24. Constant J. (1997) Alcohol, ischemic heart disease and the French paradox. *Clin. Cardiol.* P. 420–424.

25. Danilewicz J. (2003) Review of reaction mechanisms of oxygen and proposed intermediate redaction products in wine: central role of iron and copper. *Amer. J. Enol. Vitic.* Vol. 54. № 2. P. 73–85.

26. El Hosry L., Auezova L., Sakt et al A. (2009) Browning susceptibility of wine and antioxidant effect of glutathione. *International Journal of Food Science & Technology*. № 44(12). P. 2459–2463. doi. org/10.1111/j.1365-2621.2009.02036.x

27. Gaudette N.J., Pickering G.J. Sensory and chemical characteristics of trans-resveratrol fortified

wine. *Aust. J Grape Wine Res.* 2011. 17. P. 249–257. doi.org/10.1111/j.1755-0238.2011.00144.x

28. Perez-Magarino S., Gonzalez-San M. L. (2010). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 58, No 12. P.7280–7288. Polyphenols and colour variability of red wines made from grapes harvested at different ripeness grade. *Food Chemistry*. 2006. Vol. 96. P. 197–208. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.02.021

29. Laskovska J., Czyzycki A., Wlodarczyk M. (2001) Witamina C w procesie otrzymywania winzycznej porzeczki. *Przem.ferment.owoc. – warz.* T. 45, № 4. S. 12–14.

30. Patel P., Herbst-Johnstone M., Lee S.A., Gardner R. C., Weaver R., Nicolau L., Kilmartin P. A. Influence of Juice Pressing Conditions on Polyphenols, Antioxidants, and Varietal Aroma of Sauvignon blanc-Microferments. doi: 10.1021/jf100200e

31. Quetsch K. H. (1987) Flaschengarung nach der Methode des Champagne. *Der Deutsche Weinbau*. № 3. S.117–120.

32. Quiros, M., Martinez-Moreno, R., Albiol, J., Morales, P., Vazquez-Lima, F., Barreiro-Vazquez, A., Ferrer, P., Conzalez, R. (2013). Metabolic Flux Analysis during the Exponential Growth Phase *Saccharomyces cerevisiae* in Wine Fermentations. *PLoS ONE*, 8. 1–14.

33. Reynolds A. G. (2010) *Managing Wine Quality*. Volum 2: Oenology and Wine Quality. Oxford : Woodhead Publishing, P. 650.

34. Ruskov A. (1970) *Technologia na plodive i zelenchuki*. Plovdiv: Khrysto G., Danov, 326 p.

35. Scollary G. R. (2004) Mechanism of oxidative browning of white wine by copper (II) and ascorbic acid. Melbourne, 45 p.

36. Seo, SH, Yoo SA, Park SE, Son HS. (2014). Effectiveness of Yeast Nutrients on Stuck Fermentation of Blueberry Wine. *Korean Journal of Food Science and Technology*,46(2). 143–147. DOI:10.9721/KJFST.2014.46.2.143.

37. Stuard J.A., Robb E.L. (2013) *Bioaktive Poliphenols from Wine Grapes* Springer, 83 p. DOI: 10.1007/978-1-4614-6968-1_4

38. Usseglio-Tomasset L., Ubigli M. (1990) La quattita dello spumante infunzione delle caratteristiche del vinobase. *Riv. viticult. enol.* 42. № 3. S. 19–22.

39. Markovskiy V.S. (1989). *Berry growing reference*. Kyiv : Urozhai,. 223 p.

40. Vlasov V. (2011) Wine should be promoted not as an alcoholic, but as a food product. *Beverages. Technologies and Innovations*. July-August. P. 26–29.

41. Wang Jing, Li Min, Li Jixin, Ma, Tengzhen, Han Shunyu, Antonio Morata, Jose A. Suarez Lepe. (2018). *Biotechnology of Ice Wine Production Handbook of Food Bioengineering. Advances in Biotechnology for Food Industry*. Academic Press, 508 p.

**А. О. Шевченко**

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри обладнання та інжинірингу
переробних і харчових виробництв
Державний біотехнологічний університет
(м. Харків, Україна)
E-mail: andshew@ukr.net

**С. В. Прасол**

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри обладнання та інжинірингу переробних
і харчових виробництв
Державний біотехнологічний університет
(м. Харків, Україна)
E-mail: process229@ukr.net

**Б. В. Михайлов**

магістрант,
Державний біотехнологічний університет
(м. Харків, Україна)
E-mail: mixailov.com@gmail.com

**І. Г. Бабанов**

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри готельно-ресторанної справи
Національний університет харчових технологій
(м. Київ, Україна)
E-mail: igbabanov@ukr.net

**О. І. Бабанова**

старший викладач,
Інженерно-технічний інститут
Національного університету харчових технологій
(м. Київ, Україна)
E-mail: petrikeyl@ukr.net

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ХАРЧОВОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ, УСТАНОВКАХ ТА ПРИСТРОЯХ

У статті наведено аналіз застосування електрофізичних методів обробки харчової рослинної сировини в сучасних технологіях, установках та пристроях. Встановлено, що серед електрофізичних методів надвисокочастотна (НВЧ) обробка та електроконтактне нагрівання (ЕКН) є перспективними електрофізичними методами, які можуть вдосконалити процеси жарення, замочування, сушіння та концентрування.

Отримання комплексів даних з метою оптимізації методів з ЕКН та НВЧ вимагає впровадження технічних засобів для проведення експериментальних досліджень, що передбачає розробку сучасних лабораторних установок.

Розроблено установку для вивчення процесів НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння харчової рослинної сировини за умов вакуумування з перемішуванням. Визначено ефект скорочення тривалості досліджуваних процесів, що виникає внаслідок здійснення перемішування сировини під час НВЧ-обробки. На підставі цього розроблено установку для концентрування (сушіння) харчових систем з використанням НВЧ-нагріву і вакуумування.

Для вивчення процесів жарення з ЕКН розроблено установку, що дозволяє здійснювати процеси різним за типом, формою та частотою електричного струму; а також установку для комбінованого жарення. За допомогою цих установок досліджено зміну температури зразків із фаршевих мас на основі рослинної сировини під час їх обробки методом ЕКН та комбінування різних способів нагрівання. При цьому відзначається суттєве зменшення нерівномірності температурного поля за об'ємом зразка, що є перевагою порівняно з традиційними способами нагрівання. Більш інтенсивне нагрівання здійснюється комбінованим способом жарення з ЕКН. На підставі проведених досліджень розроблено багатофункційний пристрій теплової обробки харчових продуктів ПТО-0,1.

Розроблено установку для дослідження замочування квасолі за умов теплового методу з ЕКН. Вона дозволяє досліджувати процес замочування бобів квасолі холодним способом, гарячим способом з нагріванням теплопередачею та гарячим способом з ЕКН. Доведено, що найменш енерговитратним, але тривалим є холодний метод. Для гарячого методу, що є ефективним для енергозбереження та зменшення тривалості, доцільним є застосування замочування за умов ЕКН.

Ключові слова: електрофізичні методи, установка, пристрій, тепла обробка, електроконтактне нагрівання, НВЧ, сушіння, концентрування, вакуумування, замочування, рослинна сировина, квасоля.

A. O. Shevchenko

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Industries
State Biotechnological University (Kharkiv, Ukraine)

S. V. Prasol

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Industries
State Biotechnological University (Kharkiv, Ukraine)

B. V. Mykhailov

Master's Student
State Biotechnological University (Kharkiv, Ukraine)

I. G. Babanov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Hotel and Restaurant Business
National University of Food Technologies (Kyiv, Ukraine)

O. I. Babanova

Senior Lecturer
Engineering and Technical Institute of National University of Food Technologies (Kyiv, Ukraine)

APPLICATION OF ELECTROPHYSICAL METHODS OF FOOD VEGETABLE RAW MATERIALS PROCESSING IN MODERN TECHNOLOGIES, INSTALLATIONS AND DEVICES

The article provides an analysis of the application of electrophysical methods of processing food plant raw materials in modern technologies, installations and devices. It has been established that, among the electrophysical methods, microwave (UHF) processing and electric-contact heating (ECH) are promising electrophysical methods that can improve the processes of roasting, soaking, drying, and concentration.

Obtaining sets of data for the purpose of optimization of methods with ECH and UHF requires the introduction of technical means for conducting experimental research, which involves the development of modern laboratory facilities.

An installation was developed for studying the processes of microwave concentration and microwave drying of food plant raw materials under vacuum conditions with stirring. The effect of reducing the duration of the investigated processes, which occurs as a result of the mixing of raw materials during microwave processing, is determined. Based on this, installation for thickening (drying) food systems using microwave heating and washing were developed.

In order to study the processes of heating with ECH, an installation has been developed that allows to carry out processes of different types, forms and frequencies of electric current; as well as an installation for combined roasting. With the help of these installations, the change in temperature of samples from minced meat based on vegetable raw materials during their processing by the ECH method and combining different heating methods was investigated. At the same time, there is a significant reduction in the unevenness of the temperature field in the volume of the sample, which is an advantage compared to traditional methods of heating. More intensive heating is carried out by a combined method of frying with EKH. On the basis of the conducted research, a multifunctional device for thermal processing of food products PTO-0.1 was developed.

An installation was developed for the study of bean soaking under the conditions of the thermal method with ECH. It allows you to study the process of soaking beans in a cold way, a hot way with heating by heat transfer and a hot way with ECH. It has been proven that the cold method is the least energy-consuming, but long-lasting. To implement the hot method, which is effective from the point of view of energy saving and reducing the duration, it is advisable to use soaking under ECH conditions.

Key words: *electrophysical methods, installation, device, heat treatment, electric-contact heating, microwave, drying, concentration, vacuuming, soaking, vegetable raw materials, beans.*

Постановка проблеми. Серед низки актуальних задач під час переробки харчової рослинної сировини слід виділити зниження витрат енергії, матеріалів та часу виробництва. Тепло-вий, гідротермічний та тепломасообмінний методи обробки, такі як жарення, замочування, сушіння, концентрування тощо, відносяться до найбільш енерговитратних. Такі процеси потребують оптимізації та вдосконалення, зокрема в контексті

використання комбінованих методів, які поєднують традиційні та нетрадиційні підходи, такі як електрофізичні методи.

З урахуванням енергоефективності та збереження харчових речовин, мікрохвильова вакуумна обробка та електроконтактне нагрівання є перспективними електрофізичними методами. Вони базуються на використанні, відповідно, електромагнітного поля надвисоких частот (НВЧ)

та електроконтактного нагрівання (ЕКН). Однак, режими цих процесів ще не достатньо вивчені для їх раціонального застосування. Відсутні систематизовані дані про комплекс теплофізичних, діелектричних, електрофізичних та інших властивостей складних харчових систем, які є основою рецептур для харчової продукції на основі рослинної сировини. Це ускладнює впровадження таких методів обробки та потребує проведення системних теоретичних та експериментальних досліджень.

Отримання відповідних комплексів даних для переробки харчової рослинної сировини вимагає впровадження технічних засобів для проведення експериментальних досліджень. Це передбачає розробку сучасних лабораторних установок, які ґрунтуються на інноваційних технічних рішеннях, а також пристроїв для реалізації прогресивних технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для обробки харчової рослинної сировини застосовують різноманітні технологічні процеси, які ґрунтуються на використанні електричного струму, тобто електрофізичні методи. Вони використовують різні типи електричних полів: постійне, яке поділяється на однорідне та неоднорідне; змінне; та перехресне (електричне та магнітне). Електрофізичні методи ґрунтуються на принципах електрофізики, де електрична енергія використовується без проміжних перетворень як самостійний інструмент. Цей напрямок відомий як електронно-іонні технології [3; 4; 10; 11].

Електронно-іонні технології вивчають явища, пов'язані з утворенням електричних зарядів та їх рухом в електричних та електромагнітних полях. Їх основні переваги полягають у тому, що більшість харчової сировини піддається впливу сил електричних полів; електрична енергія безпосередньо впливає на продукт, або електропровідне середовище; ці процеси безперервні тощо [1; 10; 13].

Низькі частоти електричних та електромагнітних полів використовуються для впливу на речовину безпосередньо електричним струмом. У діапазонах високих частот, таких як ВЧ та НВЧ, впливають на речовину найчастіше шляхом поляризаційних механізмів, а на ще вищих частотах – за рахунок резонансних явищ на молекулярному рівні. Методи впливу на об'єкт можуть бути безконтактними або контактними. Безконтактні методи характеризуються впливом електричного струму на продукти без використання електродів, тобто об'ємним методом (обробка в електростатичному полі, ВЧ, НВЧ та ІЧ-нагрівання). До контактних методів належить ЕКН [5; 10].

Термолабільна харчова рослинна сировина, зокрема, пряні овочі, є джерелом цінних речовин. Зміни у цій сировині під час концентрування та сушіння супроводжуються додатковими втратами ароматичних та смакових властивостей, що не дозволяє під час виробництва харчової продукції повною мірою використати природний потенціал цієї сировини, зокрема як смаковий та ароматичний компонент. Із позиції енергоефективності та забезпечення високого рівня збереженості харчових речовин доцільним є застосування

мікрохвильової вакуумної обробки, що здійснюється в електромагнітному полі надвисоких частот (НВЧ-полі) [6; 10].

Інтенсифікація технологічних процесів, зокрема жарення, замочування квасолі можлива із застосуванням методів специфічного теплового впливу за рахунок ЕКН. І в першому, і в другому випадку спостерігається скорочення тривалості процесів, легко змінюються режими тощо. Слід зауважити, що за умов ЕКН утворюється внутрішня енергія у продукті за всім його об'ємом та спостерігається зменшення енерговитрат. Фізика процесу ЕКН полягає у пропусканні електричного струму через напівфабрикат або провідне середовище. Важливим параметром ЕКН, що визначає якість процесу, є частота змінного струму, що у більшості випадків дорівнює промисловій 50 Гц [12; 13].

У роботах [6; 7; 10; 12; 14] проаналізовано джерела літератури щодо застосування електрофізичних методів обробки, зокрема виконано порівняння розробок із закордонними аналогами. Слід зауважити, що закордонний досвід науковців у цій сфері свідчить про перспективність таких методів.

Таким чином, набувають актуальності науково-прикладні завдання, пов'язані із дослідженнями, розробкою та впровадженням електрофізичних методів обробки харчової рослинної сировини в сучасних технологіях, установках та пристроях для інтенсифікації процесів, зниження енерговитрат тощо.

Метою статті є аналіз застосування електрофізичних методів обробки харчової рослинної сировини в сучасних технологіях, установках та пристроях.

Методика дослідження. Дослідження проводились на основі вивчення та систематизації даних власних досліджень та розробок, а також інших фахівців із застосування електрофізичних методів обробки харчової рослинної сировини в сучасних технологіях, установках та пристроях.

Основні результати дослідження. Для вивчення НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння харчової рослинної сировини за умов вакуумування з перемішуванням розроблено установку (рис. 1), що складається з НВЧ-печі 1, у робочій камері якої розташована ємність 2. У верхній частині закріплено електропривід 3 з мішалкою 4. На боковій поверхні НВЧ-печі закріплено трубопровід 5 для відводу конденсату. У трубопроводі розташовано мановакууметр 6 і конденсатовідводчик 7. Для регулювання відводу конденсату розташовано вентиль 8. Вакуум підтримується за допомогою вакуумного насоса 9. У верхній частині електроприводу розташований тахометр 10 [6].

Із застосуванням цієї установки визначалась тривалість НВЧ-концентрування та НВЧ-сушіння за одночасного перемішування. Визначено ефект скорочення тривалості процесів, що виникає внаслідок здійснення перемішування сировини під час НВЧ-обробки. Для діапазону вакуумування $p = 40...50$ кПа ефект скорочення тривалості процесів знаходиться в таких межах:

під час НВЧ-концентрування – 30...37% для суміші подрібнених коренів та 28...32% для суміші подрібненої зелені, а під час НВЧ-сушіння, відповідно, 25...29 та 22...26%.

На підставі досліджень розроблено установку для концентрування (сушіння) харчових систем з використанням НВЧ-нагріву і вакуумування [9].

Наступні розроблені установки призначені для вивчення ЕКН. Так, установка, наведена на рис. 2, дозволяє здійснювати ЕКН різним за типом, формою та частотою електричного струму в трьох режимах. У першому режимі здійснюється ЕКН постійним струмом. У другому режимі – ЕКН змінним струмом прямокутної форми. У третьому режимі – ЕКН змінним струмом синусоїдальної форми з частотою 50 Гц.

На установці досліджено зміну температури зразків із фаршевих мас на основі рослинної сировини під час їх обробки методом ЕКН. За умов ЕКН зразків із натуральної січеної м'ясної маси відзначається суттєве зменшення нерівномірності температурного поля за об'ємом зразка, що є перевагою порівняно з традиційними способами нагрівання [12].

Установка з ЕКН (рис. 3) призначена для комбінованого жарення. Її основними елементами є діелектричний корпус 1 та теплоізолюючий кожух 2. У верхній частині закріплено відбивач 4 з ІЧ-нагрівачем 5. Під час закривання корпус утворює середовище для розміщення напівфабрикату 8, бічні стінки якого контактують з розташованими вертикально, паралельно один одному електродами 9 для здійснення підведення електричного струму від силового випрямляча 10 через комутатор 11 із частотою, заданою на низькочастотному генераторі сигналів 12. Поверхнєве нагрівання забезпечується за рахунок розташованого в нижній частині корпусу нагрівача 13 у вигляді ТЕНу. Для визначення температури в середині продукту під час нагрівання використовується датчик температури 17, підключений через послідовний порт СОМ1 до комп'ютера 18.

Дослідженню на цій установці підлягали зразки з натуральної січеної м'ясної маси та рослинної сировини. Як контрольні використовували зразки, що підлягали двобічному смаженню від нагрівальних поверхонь. Як дослідні – зразки, що смажили комбінованим способом з ЕКН змінним електричним струмом прямокутної форми з частотою 50 Гц та напругою 40 В. При цьому більш інтенсивне нагрівання здійснюється комбінованим способом жарення з ЕКН [5].

На підставі проведених досліджень розроблено пристрій теплової обробки харчових продуктів ПТО-0,1 [2], що може застосовуватись

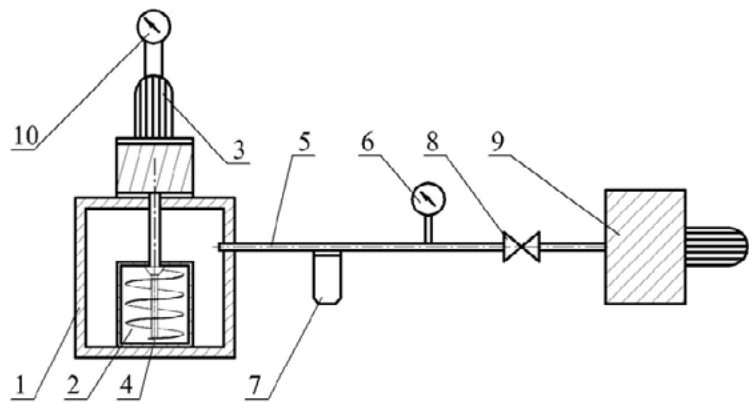


Рис. 1. Схема установки НВЧ-нагрівання та вакуумування:
1 – НВЧ-піч; 2 – ємність; 3 – електропривід; 4 – мішалка;
5 – трубопровід; 6 – мановакууметр; 7 – конденсатовідводчик;
8 – вентиль; 9 – вакуумний насос; 10 – тахометр

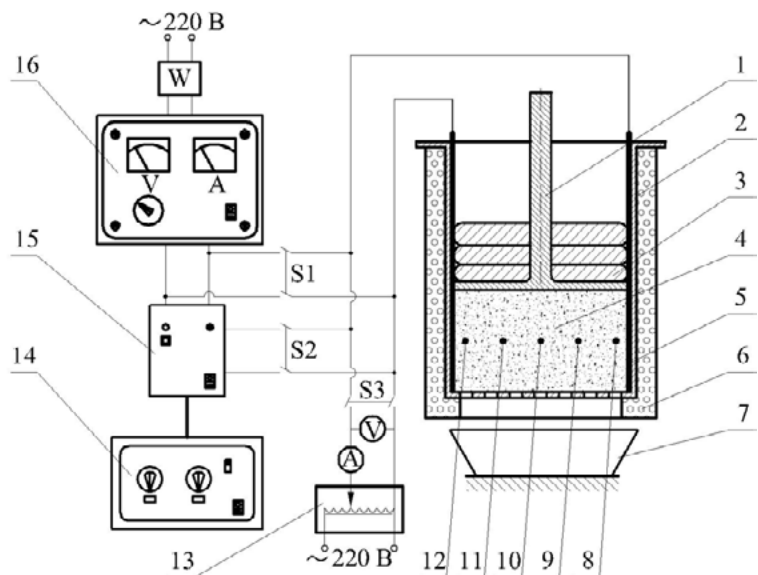


Рис. 2. Схема установки для дослідження ЕКН:
1 – напрямна; 2 – робоча ємність; 3 – навантаження;
4 – зразок; 5 – електроди; 6 – теплоізоляція;
7 – ємність для збирання рідини; 8-12 – термометри;
13 – автотрансформатор; 14 – низькочастотний генератор сигналів; 15 – комутатор; 16 – випрямляч електричного струму; S1-S3 – вимикачі

для смаження та запікання різноманітних запіканок, рулетів, пудингів, суфле тощо.

З метою дослідження замочування квасолі за умов теплового методу з ЕКН розроблено установку, наведену на рис. 4. Вона складається з робочої ємності 8, утвореної зовнішнім 3 та внутрішнім 12 кожухами. Для запобігання втрати теплоти передбачено теплоізоляцію 2. Робоча ємність 8 наповнюється сумішшю квасолі та води (або розсолу) 9 та зверху за допомогою ручки 10 закривається кришкою 5. Забезпечення ЕКН здійснюється парою електродів 6, що запресовані у з'ємні електродні секції 7, через проводи, підключені вимикачем S1 до лабораторного електротрансформатора 1.

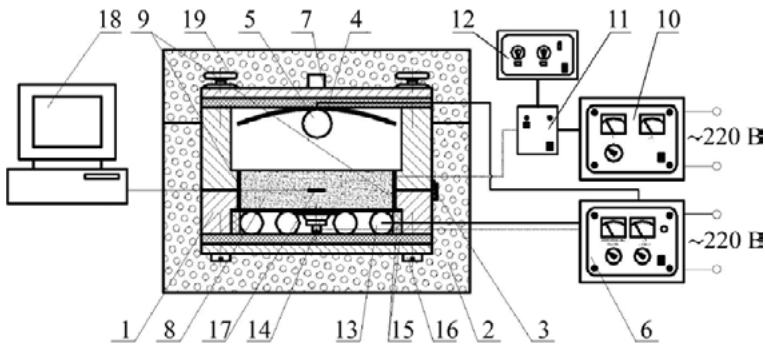


Рис. 3. Схема установки для дослідження комбінованого жарення з ЕКН: 1 – діелектричний корпус; 2 – теплоізоляційний кожух; 3 – механічний затискач; 4 – відбивач; 5 – ІЧ-нагрівач; 6 – блок управління поверхневого та ІЧ-нагрівання; 7 – паровий клапан; 8 – напівфабрикат; 9 – електроди; 10 – силовий випрямляч; 11 – комутатор; 12 – низькочастотний генератор сигналів; 13 – ТЕН; 14, 17 – датчики температури; 15 – термостійкі прокладки; 16 – болтове з'єднання; 18 – комп'ютер з дисплеєм; 19 – ручка

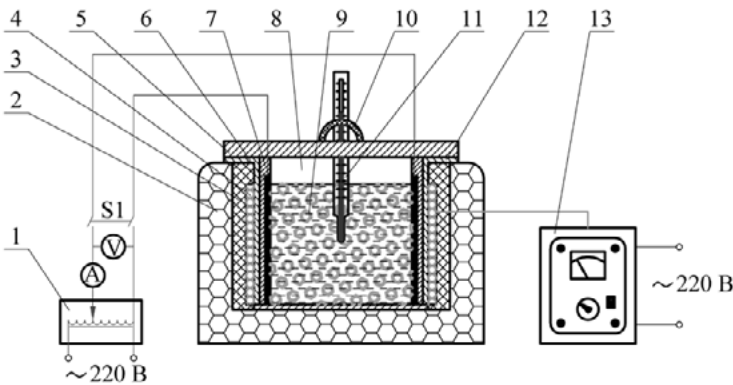


Рис. 4. Установка для дослідження процесів замочування квасолі: 1 – лабораторний електротрансформатор; 2 – теплоізоляція; 3, 12 – зовнішній та внутрішній кожухи, відповідно; 4 – нагрівальна спіраль; 5 – кришка; 6, 7 – електрод та електродна секція, відповідно; 8 – робоча ємність; 9 – суміш квасолі та води (або розсолу); 10 – ручка; 11 – термометр; 13 – блок управління потужністю нагрівання спіралі

Досліджено процес замочування бобів квасолі – холодним способом за кімнатної температури, гарячим способом з нагріванням від спіралі, гарячим способом з ЕКН. У результаті доведено, що найменш енерговитратним є холодний метод, але зважаючи на значну тривалість

та ризик отримання продукції незадовільної якості, його використання прийнято недоцільним. Для реалізації гарячого методу, який не виявив подібних недоліків, ефективним з точки зору енергозбереження є метод замочування за умов ЕКН [13].

Проведені дослідження на даній установці дозволили розробити концептуально новий пристрій для замочування квасолі [8].

Висновки. Методи обробки харчової рослинної сировини, що реалізують процеси жарення, замочування, сушіння, концентрування є енерговитратними та потребують оптимізації та вдосконалення, зокрема в контексті використання комбінованих методів, які поєднують традиційні та нетрадиційні підходи, такі як електрофізичні методи надвисокочастотної (НВЧ) обробки та електроконтактне нагрівання (ЕКН). Було розроблено установку для концентрування (сушіння) харчових систем з використанням НВЧ-нагріву і вакуумування, до основних переваг якої відноситься скорочення тривалості досліджуваних процесів, що виникає внаслідок здійснення перемішування сировини під час НВЧ-обробки. Розроблено установку для вивчення процесів жарення з ЕКН, яка дозволяє здійснювати процеси різним за типом, формою та частотою електричного струму; а також установку для комбінованого жарення. Відзначається суттєве зменшення нерівномірності температурного поля за об'ємом зразка порівняно з традиційними способами нагрівання. На підставі проведених досліджень розроблено багатофункційний пристрій теплової обробки харчових продуктів ПТО-0,1. Також було розроблено установку для дослідження замочування квасолі за умов теплового методу з ЕКН. Доведено, що найменш енерговитратним, але тривалим є холодний метод. З точки зору енергозбереження та зменшення тривалості для реалізації гарячого методу, доречним є застосування замочування за умов ЕКН.

Література

1. Бржезицький В. О. та ін. Електротехнологічні установки та системи. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси». КПІ імені Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 1,70 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 136 с.

2. Багатофункційний пристрій теплової обробки харчових продуктів: пат. 37175 Україна: МПК А 23 L 1/025, А 47J 37/00. № 200804522; заявл. 09.04.08; опубл. 25.11.08, Бюл. № 22.

3. Коваленко В. С. Електрофізичні та електрохімічні методи обробки матеріалів. Київ : Вища школа, 1976. 276 с.

4. Мехеда А. та ін. Використання фізичних методів у технологічних процесах харчових виробництв. *Наукові здобутки молоді – вирішенню*

проблем харчування людства у XXI столітті : матеріали 84 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, (м. Київ, 23–24 квітня 2018 р). Ч. 2. Київ : НУХТ, 2018. С. 397.

5. Михайлов В. М., Бабкіна І. В., Шевченко А. О., Михайлова С. В., Авдеев С. С. Сучасні лабораторні установки та дослідження електрофізичних методів обробки харчової сировини. Збірник наукових праць «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі». Х. : ХДУХТ, 2014. Вип. 2 (20). С. 82–94.

6. Михайлов В. М., Потапов В. О., Бабкіна І. В., Михайлова С. В. Використання мікрохвильової вакуумної обробки в процесах виробництва овочевих концентратів : Монографія. Харків : ХДУХТ, 2014. 117 с.

7. Михайлова С. В. Використання мікрохвильової вакуумної обробки в процесах виробництва овочевих концентратів : дис. канд. техн. наук : 05.18.12 / ХДУХТ. Харків, 2014. 319 с.

8. Пристрій для замочування квасолі: заявка на пат. на корисну модель № u202304350 Україна: МПК А 23В 7/005, А 23L 5/30. заявл. 14.09.2023р.

9. Установка для концентрування (сушіння) харчових систем з використанням НВЧ-нагріву і вакуумування: пат. 57028 Україна: МПК А 23 L 1/025. № 201008088 ; заявл. 29.06.2010; опубл. 10.02.2011; Бюл. № 3. 4 с.

10. Черевко О. І. та ін. Інноваційні технології оздоровчих харчових продуктів на основі рослинної сировини та обладнання для їх реалізації : монографія в 3 ч. Ч. 3. Технології виробництва кулінарних м'ясних виробів з додаванням рослинної сировини та їх апаратурне оформлення. Харків : Вид-во Іванченка І. С., 2021. 172 с.

11. Черевко О. І., Михайлов В. М., Бабкіна І. В., Шевченко А. О. Технологічні особливості електроконтактних методів обробки харчових продуктів. Збірник наукових праць «Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі». Х. : ХДУХТ, 2010. Вип. 2 (12). С. 124–128.

12. Черевко О. І. та ін. Нові технічні рішення в проектуванні обладнання для теплової обробки харчової сировини : монографія. У 3 ч. Ч. 2. Використання електроконтактного нагрівання в процесах жарення кулінарної продукції. Харків : ХДУХТ, 2012. 151 с.

13. Шевченко А. О., Маяк О. А., Михайлов Б. В., Прасол С. В., Михайлова О. В. Devising a technique for manufacturing canned beans with soaking under the conditions of electrical contact heating. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol. 6, No 11 (120). P. 16–23.

14. Шевченко А. О. Використання електроконтактного нагрівання в процесах жарення кулінарної продукції : дис. канд. техн. наук : 05.18.12 / ХДУХТ. Харків, 2012. 333 с.

References

1. Brzhezickij V. O. and other (2020). Elektrotehnologichni ustanovki ta sistemi [Electrotechnological installations and systems]. Course of lectures [Electronic resource]: teaching. manual for students specialty 141 "Electric power engineering, electrical

engineering and electromechanics", educational program "Electrotechnical devices and electrotechnological complexes". Electronic text data (1 file: 1.70 MB). 136 s. [in Ukrainian]

2. (2008). Bagatofunkcijnij pristrij teplovoyi obrobki harchovih produktiv [Multifunctional device for thermal processing of food products]: pat. 37175 Ukraine: МПК А 23 L 1/025, А 47J 37/00. № 200804522. Bul. № 22. [in Ukrainian]

3. Kovalenko V. S. (1976). Elektrofizichni ta elektrohimični metodi obrobki materialiv [Electrophysical and electrochemical methods of processing materials]. Kyiv: Higher School. 276 s. [in Ukrainian].

4. Mecheda A. and other (2018). Viktoristannya fizichnih metodiv u tehnologichnih procesah harchovih virobnictv [Use of physical methods in technological processes of food production]. Scientific achievements of youth – solving the problems of human nutrition in the 21st century: materials of the 84th international scientific conference of young scientists, postgraduates and students. Kyiv : NUHT. S. 397. [in Ukrainian]

5. Mihajlov V. M., Babkina I.V., Shevchenko A. O., Mihajlova S. V., Avdyeyev S. S. (2014). Suchasni laboratorni ustanovki ta doslidzhennya elektrofizichnih metodiv obrobki harchovoyi sirovini. [Modern laboratory installations and research of electrophysical methods of processing food raw materials]. Collection of scientific works "Progressive equipment and technologies of food production, restaurant industry and trade". Kharkiv : KhDUKht. V. 2 (20). S. 82–94. [in Ukrainian]

6. Mihajlov V. M., Potapov V. O., Babkina I. V., Mihajlova S.V. (2014). Viktoristannya mikrohviltovoyi vakuumnoyi obrobki v procesah virobnictva ovochevih koncentrativ. [The use of microwave vacuum treatment in the production processes of vegetable concentrates]. Monograph. Kharkiv : KhDUKht. 117 s. [in Ukrainian]

7. Mihajlova S.V. (2014). Viktoristannya mikrohvilt'ovoi vakuumnoyi obrobki v procesah virobnictva ovochevih koncentrativ. [The use of microwave vacuum treatment in the production processes of vegetable concentrates]. Candidate of technical sciences thesis : 05.18.12. KhDUKht. Kharkiv. 319 s. [in Ukrainian]

8. (2023). Pristrij dlya zamochuvannya kvassoli. [A device for soaking beans]: utility model patent application № u202304350 Ukraine: МПК А 23В 7/005, А 23L 5/30. [in Ukrainian]

9. (2011). Ustanovka dlya koncentruvannya (sushinnya) harchovih sistem z vikoristannyam NVCH-nagrivu i vakuumuвання. [Installation for concentration (drying) of food systems using microwave heating and vacuuming]: pat. 57028 Ukraine: МПК А 23 L 1/025. № 201008088. Bul. № 3. 4 s. [in Ukrainian]

10. Cherevko, O.I. and other (2021). Innovacijni tehnologiyi ozdorovchih harchovih produktiv na osnovi roslinnoyi sirovini ta obladnannya dlya yih realizaciyi [Innovative technologies of healthy food products based on plant raw materials and equipment for their implementation]. monograph in 3 p. P. 3. Technologies for the production of culinary meat products with the addition of vegetable raw materials and their hardware design. Kharkiv: I.S. Ivanchenko Publishing House 172 s. [in Ukrainian]

11. Cherevko O. I., Mykhailov V. M., Babkina I. V., Shevchenko A. O. (2010). Tehnologichni osoblivosti elektrokontaktnih metodiv obrobki harchovih produktiv [The technological features electric methods of food processing]. Collection of Scientific Papers Progressive technique and technology of food production of restaurants and trade., Kharkiv : KhDUKht, NO. 2 (12), pp. 124-128. [in Ukrainian]

12. Cherevko O. I. and other (2012). Novi tehnicni rishennya v proektuvanni obladnannya dlya teplovoyi obrobki harchovoyi sirovini [New technical solutions in the design of equipment for thermal processing of food raw materials]. Monograph. Part 2. The use of electric contact heating in the processes of

frying culinary products. Kharkiv : KhDUKht. 151 s. [in Ukrainian]

13. Shevchenko A. O., Mayak O. A., Mihajlov B. V., Prasol S. V., Mihajlova O. V. (2022). Devising a technique for manufacturing canned beans with soaking under the conditions of electrical contact heating. Eastern-European Journal of Enterprise Techno-logies. Vol. 6, No 11 (120). P. 16-23. [in Ukrainian]

14. Shevchenko A. O. (2012). Viktoristannya elektrokontaktного nagrivanannya v procesah zharennya kulinarnoï produkciï. [The use of electric contact heating in the processes of frying culinary products]. Candidate of technical sciences thesis : 05.18.12. KhDUKht. Kharkiv. 333 s. [in Ukrainian]

НОТАТКИ

ВІСНИК

Уманського національного університету садівництва

Випуск 1

Коректура • Ірина Миколаївна Чудеснова

Комп'ютерна верстка • Світлана Юріївна Калабухова

Формат 60×84/8. Гарнітура Verdana.
Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 12,10. Замов. № 0424/243. Наклад 300 прим.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»

вул. Інглєзі, 6/1, м. Одеса, 65101

Тел. +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08

E-mail: mailbox@helvetica.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 7623 від 22.06.2022 р.