

МЕТОДИ І МЕТОДИКИ

УДК 631.589.2: 631.544.4

DOI <https://doi.org/10.32782/wba.2024.1.12>

ВПЛИВ ТИПУ ФІТОМАТРИЦІ НА СТІЙКІСТЬ ТЮЛЬПАНУ ДО ХВОРОБ ПРИ ВИРОЩУВАННІ В DWC-МОДУЛЯХ

Ковальов М.М. – к. с.-г. н., доцент,

*Центральноукраїнський національний технічний університет,
nicolaskov80@gmail.com*

У статті експериментально досліджено та обґрунтовано особливості росту та розвитку тюльпану при гідропонному вирощуванні в DWC-модулях в умовах плівкової теплиці 4 світлової зони України.

Вигонка тюльпанів – це цілеспрямований комплекс агрозаходів, головна мета якого досягти цвітіння у визначений проміжок часу. При чому технологія вигонки тюльпанів використовується не лише до жіночого дня, а й до новорічних та інших свят. Після березневої вигонки можна висадити цибулини на грядку у звичні терміни, а от після січневої вигонки робити це недоцільно. Якість отриманої продукції в основному залежить від двох важливих факторів: генетичних особливостей та технології вирощування.

У природі тюльпани зацвітають лише пройшовши період зимового охолодження. Знижена температура сприяє утворенню в цибулини фізіологічно активних речовин, що впливають на весь подальший процес розвитку та цвітіння. Необхідною умовою вигонки тюльпанів є вплив на цибулину зниженими температурами протягом 16–22 тижнів залежно від сорту.

Головним чинником отримання постійних стабільних зрізів різних сортів тюльпану є технологія вигонки та метод вирощування. Використання різноспектрального випромінювання фітоматриць при вирощуванні в DWC-модулях є досить перспективною технологією у порівнянні з класичним застосуванням фунгіцидів. Провідна роль належить червоному та синьому спектру, чергування відсоткового співвідношення яких в різні етапи розвитку тюльпану червоного світла здатне підвищити стійкість рослин до ураження цибулин комплексною грибною інфекцією. Домінування у спектральному складі синьої складової може викликати стимулювати ріст листя, інгібувати витягування стебла, знижувати кількість продохів за дев'ятиградусною технологією показав позитивні та негативні моменти кожного з них. При статистичній обробці результатів досліджень, встановлено достовірний вплив спектру на стійкість цибулин тюльпану до грибних інфекцій.

Сорти, вирощені в DWC-модулях на першому варіанті досліді зі співвідношенням синє світло – 30 % та червоне – 70 % та другому варіанті – синє – 20, червоне – 65, інфрачервоне – 10 та ультрафіолетове – 5 % мають найбільший відсоток

стійкості цибулин до ураження комплексною грибною інфекцією у порівнянні з обробкою фунгіцидом та за природнього освітлення.

Ключові слова: тюльпан, вигонка на зріз, дев'ятиградусна технологія, DWC-модуль, різноспектральні фітоматриці, дисперсійний аналіз.

Постановка проблеми. У виробництві квіткової продукції важливе місце займає процес цілорічної вигонки декоративних рослин у захищеному ґрунті до певних термінів. Одна з найбільш популярних культур вигонів – тюльпани. Вони мають високу привабливість, широку гамму забарвлення і прискорений темп розвитку. Відомо, що якість переважно визначається двома важливими факторами: сортовими особливостями (тобто генетичними) та умовами вирощування. І хоча тюльпани часто вирощують при природному освітленні, все ж таки при нестачі світла квіти та листя мають бліде забарвлення, що впливає на якість зрізання і знижує товарну вартість. Встановлено, що освітленість 900 лк має мінімальний «пороговий» рівень, при якому зацвітають усі рослини, при 800 лк цибулини першого розбору (найбільший діаметр цибулини має становити не менше 4 см) не цвітуть [1, с. 384]. Навіть в умовах сонячного дня в лютому тюльпанам необхідно продовжити світловий день на 3–5 годин, інакше листя буде слабо забарвлене. На площу в один метр квадратний потрібно забезпечити досвічування в 40–60 Вт, а сумарна довжина світлового дня, при цьому повинна становити не менше 10–12 год [2, с. 41].

Найпопулярнішими технологіями нині у вітчизняних тепличних господарствах – п'ятиградусна та дев'ятиградусна технології вигонки. Ці технології застосовують як при ґрунтовому, так й при гідропонному способах вирощування тюльпану. Гідропонна вигонка – це відносно новий спосіб вигонки цибулин тюльпану для отримання квітів на зріз [3, с. 354].

З часом цей спосіб вигонки розвинувся у інтенсивний спосіб промислової вигонки цибулин тюльпанів для отримання квітів на зріз. У Нідерландах вигонка більше половини всіх цибулин тюльпанів на зріз здійснюється із застосуванням гідропонного способу. Це пояснюється наявністю ряду переваг у цієї технології. Якщо розглядати процес загалом, то ці переваги дають змогу зменшити витрати виробництва [4, с. 366].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки все більшого поширення в якості основного джерела освітлення в захищеному ґрунті набувають світлодіодні лампи. Вони мають цілу низку переваг у порівнянні з іншими джерелами освітлення. В першу чергу – це низьке енергоспоживання, довговічність, швидка окупність та екологічність [5, с. 388]. Крім цього, вузькоспектральне світло змінює інтенсивність та спрямованість метаболічних процесів, може викликати експресію певних генетичних ознак та синтез певних життєво необхідних речовин, що

впливають на генеративні органи рослин [6, с. 247]. Особливо важливим є спектральний склад світла для регуляції фотосинтезу та пов'язаних з ним шляхів активування адаптаційного потенціалу рослин [7, с. 6885]. Відомо, що чим менша довжина хвилі, тим більша її енергетична дія. Провідну роль фотоморфогенезі рослин відіграє світло червоного та синього спектру [8, с. 32]. Червоне світло (600–650 нм) сприймається через фоторецептори – фітохроми, а синє (400–470 нм) – через криптохроми. Переважання червоного світла здатне стимулювати синтез хлорофілу та каротиноїдів у листі, активувати роботу ферментів вуглецевого та азотного метаболізму. Домінування у спектральному складі синьої складової може викликати стимулювати ріст листя, інгібувати витягування стебла, знижувати кількість продохів [9, с. 472].

Крім того, встановлено, що вузькоспектральне світло пов'язане з активацією COR-генів, які беруть участь у формуванні захисних реакцій. Показано, що криптохром 1 (CRY 1), криптохром 2 (CRY 2) та фототропін у ряду рослин позитивно впливають на системну набуту стійкість до збудника *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* та забезпечують стійкість до *Turnip crinkle virus* [10, с. 1101]. Islam S. Z із співавторами, вивчаючи дію світла різної довжини хвилі на розвиток гриба *Botrytis cinerea* на листі рослин, встановили, що жовте світло (max 590 нм) та червоне світло (max 650 нм) суттєво пригнічували формування інфекційних гіф з апресоріїв гриба, а це в свою чергу було наслідком світлоіндукованої стійкості рослини-господаря [11, с. 1025].

Відомо, що на тюльпанах паразитує близько 60 видів збудників грибних, бактеріальних та вірусних хвороб, які вражають цибулини [12, с. 50]. Для придушення розвитку інфекції широко використовують хімічні препарати, які спричинюють додаткове навантаження на доквілля. Один із таких препаратів широкого спектру дії – дозволений для використання в Україні фунгіцид Хорус. Однак, згідно з даними Henryks, червоне дальнє (730 нм) та ультрафіолетове світло (360 нм) також сприяють нейтралізації патогенів [13, с. 41]. Тому застосування досвічування вузькоспектральним світлом при гідропонному способі вирощування тюльпану можна застосовувати як екологічно безпечний спосіб боротьби з інфекцією [14, с. 71].

Формулювання цілей статті. Мета роботи – вивчення дії поєднання вузькоспектрального світла фітоматриць різного типу з природним освітленням на ріст, розвиток та стійкість до ураження інфекціями рослин тюльпанів при вигонці в умовах плівкових теплиць 4 світлової зони України.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили у науковій лабораторії «Гідропонного вирощування овочів в купольній теплиці» кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2022–2023 років.

Об'єктом дослідження було вибрано 3 сорти типу Тріумф, Match, Strong Gold, Royal Virgin. Вигонку проводили в умовах плівкової теплиці за стандартною дев'ятиградусною технологією: посадка та початок охолодження – 23–25 січня 2022 р., зріз – 1–6 березня 2022 р. Повторність досліду – трьохразова. Для посадки використовували цибулини 1 розбору (розмір посадкового матеріалу 12+), які розміщували по 21 шт. у кожній повторності на DWC-модулі з вторинного пластику з розмірами 36×16×7 см (глибина шару поживного розчину 6 см), які потім розміщувати в гідропонній установці стелажного типу [15, с. 165]. Рослини вирощували в напівконтрольованих умовах: до природного освітлення додавали червоне (630–660 нм), синє (440–460 нм), інфрачервоне (730 нм) та ультрафіолетове (360 нм) світло. В якості джерела світла використовували світлодіодні фітоматриці, оснащені драйвером відповідного світла COB LED (50 Вт, 220 v). Їх розміщували на висоті 60 см від верхнього краю ящиків, щільність потоку фотонів – 180 мкмоль/м²сек. Схема досліду передбачала такі варіанти: I – світлодіодні фітоматриці із співвідношенням спектрального складу синє світло 30 %, червоне – 70 %; II – синє світло 20 %, червоне – 65 %, інфрачервоне – 10 %, ультрафіолетове – 5 %; III – вирощування при природному освітленні з передпосадковою обробкою цибулин фунгіцидом Хорус у концентрації 0,05 %, експозиція 30 хвилин, обробка цибулин за 2 дні до висадки; IV – вирощування рослин за природного освітлення (контроль). Світловий період варіантах I і II з урахуванням досвічування становив 16 год.

Оцінку морфологічних та біометричних параметрів проводили у 3 фази розвитку рослин: 1) розгортання першого листка (13.02.2022), 2) початок бутонізації (19.02.2022) та 3) забарвлення бутону (з 01 по 06.03.2022). У третій фазі проводили збирання готової квіткової продукції. Перші заміри були зроблені через 14 днів після початку досвічування.

Для підрахунку кількості клітин у мезофілі листа на одиницю площі виготовляли прижиттєві поперечні зрізи в середній частині листа, фіксували в гліцерині та розміщували на предметному склі. Виготовлені препарати фотографували під стереомікроскопом Konus Crystal 7x–45x Stereo (Італія) зі збільшенням × 10 відеокамерою Sigeta CAM MC–35. На фотографіях виділяли ділянки мезофілу листа відомої площі в 4–5 повторностях для кожного варіанту і підраховували кількість клітин у них, потім перераховували на одиницю площі зрізу відповідно до масштабу фото. Для підрахунку кількості продохів відділяли епідерміс обох сторін листа і обробляли таким же способом. Поширеність шкідливих організмів визначали шляхом підрахунку хворих та здорових рослин у вибірці за формулою [16, с. 24].

Інтенсивність хвороби, або ступінь ураження цибулин тюльпану оцінювали за спеціальною шкалою та виражали у балах. Використовували

6-бальну шкалу, де 0 – відсутність ураження; 1 бал – уражено від 1 до 5 % поверхні; 2 – від 6 до 25 %; 3 – від 26 до 50 %; 4 – від 51 до 75 %; 5 – понад 76 % [17, с. 51].

Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням програм Excel 2016. Визначали середні значення досліджуваних показників (X), стандартні помилки середнього ($\pm SEM$) та найменшу істотну різницю при 95 %-му рівні ймовірності ($t_{0,05} \times SEM$). Відмінності між варіантами вважали достовірними при $P_{0,05}$ [18, с. 43].

Результати досліджень. Найкращі біометричні показники розвитку листового апарату відзначені на рослинах, освітлених світлодіодними лампами. Вже у фазі розгортання першого листка листя рослин варіантів I і II були на 17,5–22,6 % більшими, ніж у контролі і 5,2–9,8 %, проти рослинами, обробленими фунгіцидом Хорус (див. таблицю 1). При цьому достовірних відмінностей між варіантами I та II виявлено не було. На час збору готової продукції рослини у варіанті I за крупністю листя випереджали тюльпани у варіанті II на 13,6 %, а у контролі – на 32,2 %. Відзначено, що у рослин I та II варіантів наступ всіх трьох фаз розвитку відбувся на 6 днів раніше, ніж у контролі та на 4–5 днів раніше, порівняно з варіантом III.

Так, у контролі фаза фарбованого бутону настала 06.03.22, а в I та II варіантах – 01.03.22. При цьому у всіх варіантах досліджу кількість тюльпанів, що квітнуть, склало 98–100 %.

При природному освітленні у першій фазі між контрольними рослинами та варіантом III відмінностей за кількістю клітин в мезофілі листа на одиницю площі виявлено не було, в середньому воно становило 425 ± 1 шт./мм² клітин. У тюльпанів у варіантах I та II клітин у мезофілі листа було помітно менше – в середньому 356 ± 48 шт./мм², тобто вони були дещо більшими, ніж у рослин без досвітки. Менша кількість клітин у мезофілі першого листка у фазі його розгортання у варіантах I та II вказує на більш інтенсивні процеси росту та розтягування у тканинах цього органу та, ймовірно, визначає випереджаючі темпи розвитку порівняно з варіантами без

Таблиця 1. Біометричні показники тюльпанів типу тріумф, вирощених за різних світлових режимів

Варіант досліджу	Довжина листка, см			Кількість клітин мезофіл, шт./мм ²			Кількість продихів на абаксальному боці листка, шт./мм ²		
	1 фаза	2 фаза	3 фаза	1 фаза	2 фаза	3 фаза	1 фаза	2 фаза	3 фаза
I	16,8±0,9	24,8±0,7	30,0±0,5	348±44	338±39	290±32	58±9	45±4	32±3
II	16,1±1,3	23,4±1,5	26,4±1,8	364±52	337±29	313±49	81±11	49±6	41±3
III	15,3±0,6	23,4±0,6	25,6±0,1	428±53	340±27	319±39	77±9	48±5	47±2
IV (контроль)	13,7±0,3	20,4±1,7	22,7±3,3	423±50	360±30	328±45	82±7	52±4	44±3

досвітки. Однак до кінця досліду відмінності майже нівелювалися. Кількість клітин у мезофілі першого листа коливалася від 290 ± 32 (варіант I) до 328 ± 45 (контроль), так як листя рослин у всіх варіантах досвіду завершили розвиток, при цьому у рослин, що досвічувалися, вони були більшими, ніж у контролі і варіанті III. Досвічування не вплинуло на кількість продохів на абаксіальному боці листа [19, с. 8]. Воно зменшувалося в міру розтягування листа і до фази забарвлення бутону у варіанті I, де синє світло становило 30 %, кількість продохів на абаксіальному боці листа було мінімальним у порівнянні з іншими варіантами, 32 ± 3 шт./мм², у варіанті II (синій колір становив 25 %) – 41 ± 3 шт./мм², у варіанті III – 47 ± 2 шт./мм², у контролі – 44 ± 3 шт./мм². Спостережуване зниження кількості продохів зменшувало провідність продохів та транспірацію, що в кінцевому підсумку сприяло підтримці оптимального водного балансу рослин [20, с. 50].

Було виявлено вплив різних режимів висвітлення на обмінні та ростові процеси. Так, в умовах освітленості вузько спектральним світлом світлодіодних матриць тюльпани у варіантах I та II інтенсивно витрачали запасні речовини цибулин, маса яких до кінця досліду була відповідно на 5,3 та 2,9 г менше, ніж на контрольних варіантах. Висока швидкість витрачання запасних речовин сприяла інтенсивному зростанню надземної частини тюльпанів – до фази збору готової продукції маса їх генеративних пагонів у варіантах I та II була на 9,4 та 7,7 г, а довжина пагону рослин на 24,8 та 11,0 см більше, ніж на контрольних варіантах (див. таблицю 2). При цьому генеративні пагони не були витягнуті і не згиналися, мали щільне прямостояче стебло. Бутони рослин у варіантах 1 та 2 були помітно більшими, ніж у контролі та варіанті 3. Вони були забарвлені станом на 1 березня, тоді як у тюльпанів на 4 та 3 варіантах у цей час бутони були зелені, а у 50 % рослин знаходилися всередині останнього листка. Товарний вид рослини у таких випадках придбали лише через 6 днів.

Таблиця 2. Морфологічні показники тюльпанів варіантів досліду у фазу збирання готової продукції

Варіант досліду	Дата зрізу	Маса, г		Довжина стебла, см	Висота бутону, см
		цибулини	стебла, г		
I	01.03	20,4±1,3	29,5±1,8	42,0±0,6	5,3±0,1
II	01.03	22,8±0,5	27,8±1,2	38,1±1,7	5,1±0,3
III	05.03	24,5±0,3	21,9±3,4	32,3±2,1	4,7±0,1
IV (контроль)	06.03	25,7±1,1	20,1±0,4	27,2±2,1	4,4±0,3

Однак інтенсивні обмінні процеси призвели до зниження імунітету цибулин – максимальну в досліді поширеність ураження цибулин комплексною грибною інфекцією відзначали у рослин у варіантах 1 та 2 – 78,31 %

та 75,36 %, відповідно, на контрольних варіантах величина цього показника дорівнювала 42,21 % у варіанті 3 (передпосадкова обробка фунгіцидом Хорус) – 46,66 % (рисунок 1).

Важливо відзначити, що при цьому ступінь ураження цибулин була невисока, але тенденція простежувалася та ж – у варіантах з досвічуванням – вище (0,92 бал – у I варіанті та 0,79 бала у II), з передпосадковою обробкою фунгіцидом Хорус) 0,48 та на контролі – нижче 0,42 бали.

На тлі ретельного дотримання технології вигонки та задовільного фітосанітарного фону в теплиці на наземних органах тюльпанів відзначали лише поодинокі ураження грибами роду *Rhizoctonia*.

В останні роки мета промислової вигонки тюльпанів – отримання тільки якісного зрізу, при цьому цибулини, які витратили поживні речовини і накопичили інфекцію, як правило, утилізують [21, с. 1035; 22, с. 551]. У разі зниження маси цибулин після вигонки не належить до значних показників з метою оцінки ефективності технологічного процесу.

Висновки та перспективи подальшого розвитку. Використання вузького спектру фотосинтетично активної радіації для додаткового освітлення тюльпанів позитивно впливає на біометричні параметри рослин. До фази збору готової продукції тюльпани у варіантах з використанням вузько спектральних світлодіодних ламп випереджали у розвитку рослини у варіанті з природним освітленням: листя було більшим на 17–32 %, довжина генеративної пагону рослин – на 15–20 см більше, ніж на контрольних варіантах. При цьому вони не витягувалися та не згиналися, мали міцний квітконос. Бутони були помітно більшими і забарвленими до 01.03.2022, порівняно із зеленими бутонами контрольних рослин, які набували товар-

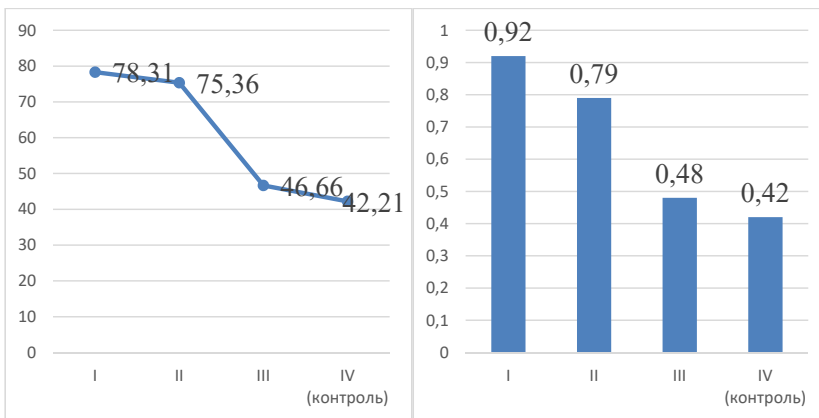


Рис. 1. Показники ураження комплексною грибною інфекцією цибулин тюльпанів після вигонки: а) поширеність, %; ступінь поразки, бал

ного вигляду лише через 6 днів. За результатами оцінки готової продукції відзначено лише поодинокі інфікування генеративних пагонів рослин, між варіантами досліду достовірних відмінностей не виявлено. Організація світлокультури вигонки тюльпанів з використанням світлодіодів прискорила ріст та розвиток рослин у теплиці та дозволила швидше отримати квіткову продукцію високої якості [19, с. 33].

THE INFLUENCE OF THE TYPE OF PHYTOMATRIX ON TULIP DISEASE RESISTANCE WHEN GROWN IN DWC MODULES

*Kovalov M.M. – PhD of Agriculture,
Central Ukrainian National Technical University,
nicolaskov80@gmail.com*

The article experimentally investigates and substantiates the peculiarities of tulip growth and development during hydroponic cultivation in DWC modules in the conditions of a film greenhouse of the 4th light zone of Ukraine.

Distillation of tulips is a purposeful complex of agricultural activities, the main goal of which is to achieve flowering in a certain period of time. Moreover, the technology of distilling tulips is used not only for Women's Day, but also for New Year's and other holidays. After the March rooting, you can plant the bulbs in the garden at the usual time, but after the January rooting, it is impractical to do this. The quality of the obtained products mainly depends on two important factors: genetic characteristics and cultivation technology.

In nature, tulips bloom only after the winter cooling period. The reduced temperature contributes to the formation of physiologically active substances in the bulbs, which affect the entire further process of development and flowering. A necessary condition for the extraction of tulips is exposure of the bulb to low temperatures for 16–22 weeks, depending on the variety.

The main factor in obtaining constant, stable sections of different varieties of tulips is the distillation technology and the growing method. The use of multi-spectral radiation of phyto-matrices when growing in DWC modules is a rather promising technology compared to the classical application of fungicides. The leading role belongs to the red and blue spectrum, the alternation of the percentage ratio of which in different stages of the development of a red-light tulip can increase the resistance of plants to the damage of bulbs by a complex fungal infection. Dominance in the spectral composition of the blue component can stimulate the growth of leaves, inhibit the elongation of the stem, reduce the number of stomata according to the nine-degree technology showed the positive and negative aspects of each of them. Statistical processing of research results revealed a reliable influence of the spectrum on the resistance of tulip bulbs to fungal infections.

Varieties grown in DWC modules on the first version of the experiment with the ratio of blue light – 30 % and red – 70 % and the second version – blue – 20 %, red – 65 %, infrared – 10 % and ultraviolet – 5 % have the highest percentage of bulb

resistance to damage by complex by fungal infection in comparison with fudicide treatment and under natural lighting.

Keywords: tulip, distillation on a slice, nine-degree technology, DWC module, multispectral phyto-matrices, dispersion analysis.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ren, Z.; Yu, D.; Yang, Z.; Li, C.; Qanmber, G.; Li, Y.; Li, J.; Liu, Z.; Lu, L.; Wang, L. Genome-wide identification of the MIKC-typeMADS-box gene family in *Gossypium hirsutum* L. unravels their roles in flowering. *Front. Plant Sci.* 2017, 8, 384.
2. Kalantari F, Tahir OM, Joni RA, Fatemi E. Opportunities and challenges insustainability of vertical farming: A review. *Journal of Landscape Ecology.* 2018, 11(1): 35-60.
3. Kyutaro Kishimoto, Yusuke Watanabe, Seiji Ikegawa. Effect of Postharvest Temperature Management on Scent Emission from Cut Flowers of Tulip Cultivars. *The Horticulture Journal.* 2023, Vol. 92, no. 3, 354.
4. Sharma N., Acharya S., Kaushal K., Singh N., Chaurasia O. P. Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. *Journal of Soil and Water Conservation.* 2019. 17(4). PP. 364–371. DOI: 10.5958 / 2455-7145.2018.00056.5. (дата звернення: 18.10.2023).
5. Hunter M. C., Smith R. G., Schipanski M. E., Atwood L. W., Mortensen D.A. Agriculture in 2050: Recalibrating targets for sustainableintensification. *BioScience.* 2017, no. 67(4), PP. 386–391.
6. Kumar Vipin, Tripathi Sonam, Mandal Mili Rani, Singh Bijendra Hydroponics: A Versatile System for Soilless Vegetable Production. *Annals of Horticulture,* 2022, Vol. 15, no. 2, PP. 245–250.
7. Barbosa G. L., Almeida Gadelha F. D., Kublik N., Proctor A., Reichelm L., Weissinger E., Wohlleb G. M., Halden R. U. Comparison of land, water, and energy requirements of lettuce grown using hydroponic vs. conventional agricultural methods. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2015; 12(6): 6879–6891.
8. Ronnblom E., Pielegnacja Ogrodu: praktyczne porady na caly rok wiosna-lato jeseien-zima. Krakow: Wydawnictwo REA-SJ, 2019. 272.
9. Islam S. Z., Honda Y., Sawa Y., Babadoost M. Characterization of antifungal glycoprotein in red light-irradiated broadbean leaflets. *Mycoscience.* 2002. Vol. 43. PP. 471–473.
10. Maffei D. F., Batalha E. Y., Landgraf M., Schaffner D. W., Franco B. D. Microbiology of organic and conventionally grown fresh produce. *Journal of Food Protection.* 2016, 79(7), PP. 1099–1105.
11. Henryks J. Community gardeningpromoting well-being and connectednesswith nature. *Journal of Environmental Psychology.* 2021, Vol. 76, PP. 1015–1044.

12. Ковальов М. М. Вирощування мікрозелені салату ромен у NFT-системах залежно від впливу типу субстрату. *Зрошуване землеробство: міжсвідомчий тематичний науковий збірник. Видавничий дім «Гельветика»*. 2021, вип. 75. С. 48–52.
13. Методика проведення експертизи сортів рослин групи декоративних, лікарських та ефіроолійних, лісових на придатність до поширення в Україні. Київ: ТОВ «Алефа», 2016. 128 с.
14. Сорокіна С. В. Товарознавство квітів: Підручник. Харків: ХДУХТ, 2016. 97 с.
15. Ковальов М. М., Савченко К. М., Янковська Я. І. Продуктивність тюльпану при вирощуванні в ґрунтовому середовищі та гідропонних системах періодичного затоплення Flood & Drain. *Науковий журнал «Водні біоресурси та аквакультура»*. Вип. 2(14). 2023. Видавничий дім «Гельветика». С. 160–170.
16. Слепцов Ю. В. Гідропоніка: навч. посіб. К.: Урожай, 2006. 78 с.
17. Ковальов М. М., Васильковська К. В., Мороз С. М. Вирощування троянд в умовах гідропонних плівкових теплиць. *Науковий журнал «Водні біоресурси та аквакультура»*. Вип. 2(12), 2022. Видавничий дім «Гельветика». С. 44–56.
18. Яровий А. Т., Страхов Є. М. Багатомірний статистичний аналіз: начальнo-методичний посібник для студентів математичних та економічних фахів. Одеса: Астропринт, 2015. 132 с.
19. Ichimura K. The latest trends in flower distribution. *Bull. Natl. Inst. Flor. Sci.* 2013. Vol. 13, PP. 1–15
20. Kishimoto, K. and Y. Watanabe. Effect of pre- and post-transport preservative treatments to extend vase life on scent emission of tulip cut flowers. *JARQ*. 2023, no. 57, PP. 47–54.
21. Yang L. X., Liao P., Cheng Z. G. Zhang and H. Li. Composition and diurnal variation of floral scent emission in *Rosa rugosa* Thunb. and *Tulipa gesneriana* L. *Open Chem.* 2020, vol. 18, PP. 1030–1040.
22. Gupta J. & Dubey R. K. Factors affecting post-harvest life of flower crops. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2018, vol. 7, PP. 548–557.

REFERENCES

1. Ren Z., Yu D., Yang Z., Li C., Qanmber G., Li Y., Li J., Liu Z., Lu L., Wang L. (2017). Genome-wide identification of the MIKC-type MADS-box gene family in *Gossypium hirsutum* L. unravels their roles in flowering. *Front. Plant Sci.*, Vol. 8, 384.
2. Kalantari F, Tahir O. M, Joni R. A, Fatemi E. (2018). Opportunities and challenges insustainability of vertical farming: A review. *Journal of Landscape Ecology*, Vol. 11, no. 1, 35–60.

3. Kyutaro Kishimoto, Yusuke Watanabe, Seiji Kigawa. (2023). Effect of Postharvest Temperature Management on Scent Emission from Cut Flowers of Tulip Cultivars. *The Horticulture Journal*, Vol. 92, no. 3, 354.
4. Sharma N., Acharya S., Kaushal K., Singh N., Chaurasia O. P. (2019). Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, Vol 17, no. 4, 364–371. DOI: 10.5958/2455-7145.2018.00056.5. (дата звернення: 18.10.2023).
5. Hunter M. C., Smith R. G., Schipanski M. E., Atwood L. W., Mortensen D. A. (2017). Agriculture in 2050: Recalibrating targets for sustainable intensification. *BioScience*, Vol. 67, no. 4, 386–391.
6. Kumar Vipin, Tripathi Sonam, Mandal Mili Rani, Singh Bijendra (2022). Hydroponics: A Versatile System for Soilless Vegetable Production. *Annals of Horticulture*, Vol. 15, no. 2, 245–250.
7. Barbosa G. L., Almeida Gadelha F. D., Kublik N., Proctor A., Reichelm L., Weissinger E., Wohlleb G. M., Halden R. U. (2015). Comparison of land, water, and energy requirements of lettuce grown using hydroponic vs. conventional agricultural methods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 12, no. 6, 6879–6891.
8. Ronnblom E. (2019). *Pielegnacja Ogrodu: praktyczne porady na caly rok wiosna-lato jeseien-zima* [Garden care: practical tips for the whole year: spring-summer autumn-winter]. Krakow: REA-SJ. [in Poland].
9. Islam S. Z., Honda Y., Sawa Y., Babadoost M. (2002). Characterization of antifungal glycoprotein in red light-irradiated broadbean leaflets. *Mycoscience*, Vol. 43. 471–473.
10. Maffei D. F., Batalha E. Y., Landgraf M., Schaffner D. W., Franco B. D. (2016). Microbiology of organic and conventionally grown fresh produce. *Journal of Food Protection*, Vol. 79, no. 7, 1099–1105.
11. Henryks J. (2021). Community gardening promoting well-being and connectedness with nature. *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 76, 1015–1044.
12. Kovalov M. M. (2021). *Vyroshchuvannya mikrozeleni salatu romen u NFT-systemakh zalezho vid vplyvu typu substratu* [Growing microgreens of romaine lettuce in NFT systems depending on the influence of the type of substrate]. *Irrigated agriculture: interdepartmental thematic scientific collection. Helvetica Publishing House*, Vol. 75, 48–52. [in Ukrainian].
13. Derzhstantart Ukrayiny (2016). *Metodyka provedennya ekspertyzy sortiv roslyn hrupy dekoratyvnykh, likars'kykh ta efiroolinykh, lisovykh na prydatnist' do poshyrennya v Ukrayini* [Methodology for examination of varieties of decorative, medicinal and essential oil, forest plant varieties for suitability for distribution in Ukraine]. Kyiv: TOV Alefa. [in Ukrainian].

14. Sorokina S. V. (2016). *Tovaroznavstvo kvitiv: Pidruchnyk* [Commodity science of flowers: Textbook]. Kharkiv: KhDUKht. [in Ukrainian].
15. Kovalov M. M., Savchenko K. M., Yankovska Ya. I. (2023). *Produktyvnist tiulpanu pry vyroshchuvanni v gruntovomu seredovyshchi ta hidroponnykh systemakh periodychnoho zatoplennia Flood & Drain* [Productivity of the tulip when grown in a soil environment and hydroponic systems of periodic flooding Flood & Drain]. *Scientific journal «Aquatic Bioresources and Aquaculture»* Vol. 2, no. 14, 160–170.
16. Slyeptsov Yu. V. (2006). *Hidroponika. Navch. Posib* [Hydroponics. Education manual]. Kyiv: Urozhay. [in Ukrainian].
17. Kovalov M. M., Vasyl'kovs'ka K. V., Moroz S. M. (2022). *Vyroshchuvannya troyand v umovakh hidroponnykh plivkovykh teplyts'* [Growing roses in hydroponic film greenhouses]. *Aquatic Bioresources and Aquaculture*, Vol. 2, no. 12, 44–56. [in Ukrainian].
18. Yarovy, A. T., & Strakhov, Ye. M. (2015). *Bahatovymirnyi statystychnyi analiz: nachalno-metodychnyi posibnyk dlia studentiv matematychnykh ta ekonomichnykh fakhiv* [Multivariate statistical analysis: a textbook for students of mathematics and economics]. Odesa: Astroprint. [in Ukrainian].
19. Ichimura K. (2013). The latest trends in flower distribution. *Bull. Natl. Inst. Flor. Sci.*, Vol. 13, 1–15.
20. Kishimoto, K. & Y. Watanabe (2023). Effect of pre- and post-transport preservative treatments to extend vase life on scent emission of tulip cut flowers. *JARQ*, no. 57, 47–54.
21. Yang L. X. Liao P., Cheng Z. G. Zhang and H. Li (2020). Composition and diurnal variation of floral scent emission in *Rosa rugosa* Thunb. and *Tulipa gesneriana* L. *Open Chem*, Vol. 18, 1030–1040.
22. Gupta J. & Dubey R. K. (2018). Factors affecting post-harvest life of flower crops. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, Vol. 7, 548–557.