

УДК 635.152:631.589.2 : 631.544.4

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.3>

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ РЕДИСУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ В СИСТЕМАХ БІОЛОГІЧНОЇ ГІДРОПОНІКИ

Ковальов М. М. – к.с.-г.н.,

*Центральноукраїнський національний технічний університет,
Nicolaskov80@gmail.com*

У статті експериментально досліджено та обґрунтовано особливості формування врожаю редису вітчизняних та зарубіжних гібридів в умовах плівкової теплиці Північного Степу України. Проведено дослідження з підвищення врожайності виробництва редису гібридів вітчизняної та закордонної селекції, проведено оцінку раннього стеблуння при вирощуванні у весняній та літній сівозмiнах, а також інтенсивної світло культури IV світлової зони України. Доведено доцільність вирощування досліджених гібридів вітчизняної та зарубіжної селекції при вирощуванні в умовах наростаючого світлового дня та короткочасного впливу знижених температур у нічний час.

У результаті аналізу експериментальних даних процесів росту і розвитку рослин досліджуваних гібридів редису вітчизняної та зарубіжної селекції, найбільш чутливі до фотоперіоду в усіх умовах вирощування редису знаходилися серед гібридів Крижана бурулька F_1 та Селеста F_1 , зразки гібриду Осінній Гігант – в умовах весняної сівозмiни, гібриду Вієнна F_1 округлої форми коренеплоду – в умовах літньої сівозмiни та інтенсивної світлокультури, гібриду Хелена F_1 в умовах інтенсивної світлокультури. Зразки редису, найбільш чутливі до фотоперіоду, належали до гібридів з білим та жовтим забарвленням коренеплоду. Нейтральні до фотоперіоду гібриди редису виробництва Enza Zaden: Вієнна F_1 , Хелена F_1 та Ескала F_1 .

Найменшу кількість товарних коренеплодів формували зразки гібриду Крижана бурулька F_1 , у рослин відзначалося неодноразове формування коренеплоду та швидкий перехід у фазу стеблуння. У зразків гібриду Хелена F_1 з білим циліндричним кінчиком відзначалося швидке утворення порожнин в м'якоті коренеплоду після досягнення ним технічної стиглості, що значно знижувало їх товарність. Округлі зразки рожево-червоного гібриду Вієнна F_1 мали значні коливання товарності – від 50 до 95%, що є різною реакцією на умови вирощування. Зразки гібриду Злата F_1 мали щільну соковиту м'якоть, не були схильні до раннього стеблуння та досить довго зберігали свої товарні якості.

Ключові слова: біологічна гідропоніка, редис, плівкова теплиця, товарність, врожайність.

Постановка проблеми. Вдосконалення технологій органічного вирощування овочів в умовах регульованої агроєкосистеми є одним з досить перспективним напрямом сучасного овочівництва захищеного

грунту. Першорядним стає завдання розробки принципово нових екологічно чистих ресурсів та енергозберігаючих агротехнологій закритого ґрунту, що забезпечують цілорічне виробництво високоякісної рослинної продукції з мінімальним вмістом нітратів, солей важких металів та інших шкідливих домішок [1, с. 16].

Питання отримання екологічно безпечної продукції овочівництва в умовах інтенсивної світлокультури найповніше може бути забезпечене шляхом розробки складу поживних розчинів для органічної гідропоніки – в умовах регульованої агроєкосистеми. Такі збалансовані системи є фізичними моделями збалансованих природних екосистем і можуть бути використані для створення екологічно чистого цілорічного виробництва овочевої продукції в умовах захищеного ґрунту [2, с. 25].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Редис, так само як інші овочеві культури – цибуля, салат, кріп та дворядка тонколиста є однією з ранніх культур для 4 світлової зони України. Вирощування на різних типах гідропонних систем дозволяє отримувати врожай редису цілий рік, при цьому коренеплід буде позбавлений гіркоти, соковитим та смачним [3, с. 105]. Але вирощування коренеплодів за допомогою гідропонних систем має свої специфічні особливості у порівнянні з ґрунтовим методом, які взаємопов'язані з вимогами до мікроклімату, та власне до складу поживного розчину [4, с. 54].

У науковій та виробничій літературі можна знайти безліч рецептів поживних розчинів, розроблених для використання при культивуванні різних видів овочевих рослин. Різні, за вмістом поживних елементів, типом розчинів були спрямовані на задоволення індивідуальних потреб рослин, що вирощуються в тих чи інших хімічних елементах, а також на забезпечення довготривалості використання розчинів, стійкості в часі їх рН та інших параметрів. Найбільш відомими є розчини запропоновані Кнопом, Хогландом та Арноном, Жеріком, Чесноковим, Алієвим, поживний розчин, що застосовується в Каліфорнійському університеті, розчин експериментальної станції в Нью-Джерсі. За своїм характером вони мало чим відрізняються один від одного, оскільки складені на основі загальних принципів приготування розчинів [5, с. 30].

Вирощування овочів за допомогою методів органічної гідропоніки або біопоніки – гібридний метод, який поєднує принципи гідропоніки та органічного вирощування. Тому важливим компонентом поживного розчину є кисень [6, с. 69].

Методика проведення досліджень. Метою досліджень визначення впливу умов вирощування на ріст, розвиток та урожайність редису при вирощуванні методом біологічної гідропоніки в умовах регульованої агроєкосистеми.

Облік урожайності редису проводили окремо за варіантами та повтореннями. Важливим є встановлення ступеню впливу матеріалу субстрату на формування рослин, а саме за рахунок зміни біометричних параметрів редису [7, с. 14]. У наших експериментальних дослідженнях вивчалися гібриди виробництва Enza Zaden, Нідерланди: Селеста F₁, Хелена F₁, Ескала F₁ та Вієнна F₁, а також виробництва Геліос, Україна: Моховський F₁, Осінній Гігант F₁, Крижана бурулька F₁ та Злата F₁. Посів насіння редису проводили у гідропонні горщики об'ємом 125 см³ на субстрат – спінене скло, покрите плівкою з каолінової глини + ЕМ компост [8, с. 41]. Для збільшення активної поверхні дотику кореневих систем рослин із супутньою мікрофлорою, спінене скло замочували в суспензії каолінової глини, потім висушували. Склад плівки – 3 л ЕМ компосту та 2 л каолінової глини забезпечував створення більш комфортного середовища для розвитку кореневої системи рослин та супутньої мікрофлори. Для збільшення частки органічної компоненти в спінене скло за обсягом 1:1 було додано розроблений на кафедрі загального землеробства ґрунтозамінник ЕМ компост (Пат. 143338 U Україна) [9, с. 22]. Вивчення впливу умов вирощування проводили у весняній та літній сівозміні, а також в умовах інтенсивної світло культури на біометричні показники росту та розвитку обраних гібридів редису.

Дослідження проводили у науковій лабораторії Гідропонного вирощування овочів в купольній теплиці кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2020–2022 років. Повторність у досліді – 3-х кратна. Рослини у досліді вирощувалися шляхом прямого посіву насіння на постійне місце. В досліді використовувалися гідропонні системи побудовані на принципі періодичного затоплення (EBB & Flow).

Виклад основного матеріалу. Редис відноситься до рослин довгого дня. Короткий день (близько 12 годин) та помірна температура (15–18°C) сприяють швидкому росту коренеплодів та високій товарності врожаю, уповільнюють перехід рослин у репродуктивний період онтогенезу. Рослини редису чутливі до недостатнього рівня освітленості, тому їм необхідна мінімальна освітленість – 1,3–1,5 кЛк, але оптимальним рівнем є 9–14 кЛк. Обрані нами в досліді гібриди *R. sativus* порівняно слабо чутливі до зміни довжини дня та формують товарні коренеплоди в широкому діапазоні від 12 до 17 годин. Причому дані гібриди в умовах наростаючого дня дають більш раннє та дружнє стеблуння.

На тлі відмінностей гідротермічних показників вегетативних періодів та наростаючого світлового дня нами була проведена об'єктивна оцінка двох ранніх гібридів *R. sativus* та виділено групи зі стійкості рослин до передчасного стеблуння з використанням бальної шкали при вирощуванні в умовах наростаючого світлового дня у плівковій теплиці (табл. 1).

Таблиця 1. Бальна шкала стійкості до раннього стеблуння

Кількість рослин, які пройшли фазу стеблуння, %	Бал
0	1
до10	2
11–20	3
21–50	4
більше 50	5
100	6

Розподіл зразків редису за балами стійкості представлено у таблиці 2. У плівковій теплиці в умовах короткого світлового дня тривалістю до 12 годин та низького рівня освітлення від 2,5 до 5,0 кЛк передчасне стеблуння нами не виявлене.

Таблиця 2. Розподіл гібридів редису за стійкістю до стеблуння в різних умовах вирощування (середнє за 2020–2022 рр.)

Балл	Кількість зразків гібриду, шт /%		
	Весняна сівозміна	Літня сівозміна	Інтенсивна світлокультура
1	14/12,2	12/10,4	34/37,8
2	40/34,8	25/21,7	13/14,4
3	29/25,2	30/26,1	18/20,0
4	23/20,0	34/29,6	18/20,0
5	8/6,9	10/8,7	3/3,3
6	1/0,9	4/3,5	4/4,5

Більшість досліджених гібридів редису характеризувалися стійкістю до передчасного стеблуння на рівні 2–4 балів у весняній теплиці та відкритому ґрунті. При цьому кількість стійких зразків у весняній теплиці та відкритому ґрунті дещо відрізнялася, що визначає різну реакцію генотипів на поступове збільшення світлового дня (табл. 2).

Незначна кількість рослин, що перейшли у фазу стеблуння (2 бали), була характерна в основному для округлих різновидів європейського підвиду. Вже для форм з подовженою формою коренеплоду відсоток стеблуння міг сягати 50% або 3–4 балам. Практично непридатними для вирощування за умов наростаючого світлового дня виявилися зразки гібриди Крижана бурулька F_1 та Селеста F_1 . Деякі зразки цих гібридів не формували товарний коренеплід.

В умовах інтенсивної світлокультури основним лімітуючим чинником була інтенсивність освітлення в межах 15–20 кЛк ($r=0,36$). Більшість зразків була стійка до передчасного стеблуння або мала невеликий відсоток рослин, що перейшли у фазу стеблуння. Останнє пояснюється

високою температурою повітря, яка підтримувалася на рівні від 20 до 25°C. У восьми зразків редису відмічено стеблуння понад 40% і у чотирьох – 100%, два з яких належали до гібриду Селеста F₁ та Крижана бурулька F₁ не формували коренеплід, ймовірно, зразки цього гібриду не придатні для вирощування в умовах інтенсивної світлокультури.

Стійкими до передчасного стеблуння у всіх трьох умовах вирощування були зразки європейського гібриду Вієнна F₁, Хелена F₁ та Ескала F₁ Enza Zaden з Нідерландів; гібридів Моховський F₁, Осінній Гігант F₁ з білим забарвленням коренеплоду та гібриду Злата з жовтим забарвленням коренеплоду – ТМ «Геліос» (Україна).

Загалом спостерігалася сильна диференціація гібридів редису за ознакою стійкості до передчасного стеблуння. У середньому 41,7% зразків переходили в репродуктивну фазу відразу після досягнення коренеплодом технічної стиглості, 54,0% показали поодинокі стеблуння (1–20%). Гібриди Осінній Гігант F₁ Ескала F₁ (4,3%) виявилися стійкими до стеблуння. При вирощуванні гібридів редису різного еколого-географічного походження при різних термінах посіву (весняний та літній) з комплексами світлового та температурного режимів, що розрізняються, спостерігалися різні темпи росту та розвитку.

В умовах наростаючого світлового дня та короточасного впливу знижених температур у нічний час при весняному посіві, насамперед, перейшли у фазу стеблуння зразки редису виробництва ТМ «Геліос», дещо пізніше – Enza Zaden. Виразно виявлялася пристосованість редису виробництва Enza Zaden до швидкого формування коренеплоду в умовах наростаючого світлового дня та зворотна реакція у форм з коренеплодом білого та жовтого забарвлення.

При весняному посіві більшість зразків редису переходили до генеративної фази без утворення коренеплоду – 69,1%. Лише у невеликої частини зразків – 22 зразки, спостерігалася формування коренеплоду. Цілком стійким до передчасного стеблуння був сорт Осінній Гігант. У двох зразків гібриду Хелена F₁ спостерігалася раннє стеблуння в межах 5–8%. Серед редису з білим забарвленням коренеплоду виділилися гібриди Морховський та Осінній Гігант, які мали процент стеблуння в межах від 11 до 15%, при цьому вони формували товарні коренеплоди. Дані гібриди редису належали до весняно-літнього клімату.

При літньому посіві кількість гібридів редису, що перейшли у фазу стеблуння, помітно скоротилася через скорочення тривалості світлового дня до 15 годин. Але в той же час у 33,8% гібридів з білим та жовтим забарвленням коренеплоду відзначалося передчасне стеблуння в межах від 5 до 20% та у 6,3% – понад 20%.

Таким чином, найбільш чутливі до фотоперіоду в усіх умовах вирощування зразки редису знаходилися серед гібридів Крижана бурулька F_1 та Селеста F_1 , зразки гібриду Осінній Гігант – в умовах весняної сівозміни, гібриду Вієнна F_1 округлої форми коренеплоду – в умовах літньої сівозміни та інтенсивної світлокультури, гібриду Хелена F_1 в умовах інтенсивної світлокультури. Зразки редису, найбільш чутливі до фотоперіоду, належали до гібридів з білим та жовтим забарвленням коренеплоду. Нейтральні до фотоперіоду гібриди редису виробництва Enza Zaden: Вієнна F_1 , Хелена F_1 та Ескала F_1 .

Важливою ознакою, яка визначає якість урожаю, є товарність коренеплоду [10, с. 35]. Основними причинами зниження товарності коренеплодів є неоднотиме формування, ранне стеблуння, розтріскуваність, наявність спотворених коренеплодів та порожнин усередині них. В наших дослідженнях товарність змінювалася в межах від 10 до 95%.

Найменшу кількість товарних коренеплодів формували зразки гібриду Крижана бурулька F_1 , у рослин відзначалося неоднотиме формування коренеплоду та швидкий перехід у фазу стеблуння. У зразків гібриду Хелена F_1 з білим циліндричним кінчиком відзначалося швидке утворення порожнин в м'якоті коренеплоду після досягнення ним технічної стиглості, що значно знижувало їх товарність. Округлі зразки рожево-червоного гібриду Вієнна F_1 мали значні коливання товарності – від 50 до 95%, що є різною реакцією на умови вирощування. Зразки гібриду Злата F_1 мали щільну соковиту м'якоть, не були схильні до раннього стеблуння та досить довго зберігали свої товарні якості.

Загалом відмінності між гібридами за основними морфологічними ознаками листка та коренеплоду, а також продуктивності чітко виявляються на рівні різного забарвлення коренеплоду між рожево-червоним (Селеста F_1 та Вієнна F_1), червоним (Хелена F_1 та Ескала F_1) та білим різновидами – Моховський F_1 та Осінній Гігант F_1 (табл. 3). Гібрид Крижана бурулька F_1 , який відноситься до білого різновиду за своїми морфологічними показниками виявився ближчим до гібриду Осінній Гігант F_1 .

Для кожного способу вирощування редису передбачена певна модель гібриду F_1 (табл. 4) [11, с. 75].

В результаті дослідження обраних гібридів редису виробництва Enza Zaden, Нідерланди та Геліос, Україна ми виділили гібриди за комплексом ознак, які підходять для кожного дослідженого варіанту вирощування: в умовах весняної сівозміни – Селеста F_1 , Вієнна F_1 , Хелена F_1 та Ескала F_1 Enza Zaden з Нідерландів; літньої сівозміни – Моховський F_1 ,

Осінній Гігант F_1 , Крижана бурулька F_1 з білим забарвленням коренеплоду та гібриду Злата з жовтим забарвленням коренеплоду – ТМ «Геліос» (Україна); для інтенсивної світлокультури – Вієнна F_1 , Хелена F_1 та Ескала F_1 .

Таблиця 3. Характеристика гібридів редису за морфологічними ознаками та продуктивністю, (середнє за 2020–2022 рр.)

Показник	Гібрид									
	Селеста F ₁	Вісна F ₁	Хелена F ₁	Ескала F ₁	Моховський F ₁	Осінній Гігант F ₁	Крижана буряцька F ₁	Злата F ₁		
Висота розетки, см	18,7±2,6	17,8±0,6	21,0±1,7	26,7±1,2	18,7±3,5	22,1±1,4	23,8±1,7	18,1±0,0		
Діаметр розетки, см	15,0±1,7	14,7±0,7	16,7±1,2	20,9±0,8	16,3±1,9	18,5±0,8	19,1±0,6	14,3±0,3		
Довжина листа, см	10,6±1,2	10,1±0,5	11,2±1,0	13,4±0,7	11,8±0,1	11,9±0,6	12,9±1,0	9,7±0,3		
Ширина листа, см	6,8±0,9	6,9±0,8	7,4±0,7	7,7±0,6	7,8±0,5	7,8±0,5	8,2±0,4	6,2±0,2		
Площа листової поверхні, см ²	393,0±87,6	351,9±35,7	432,6±73,2	410,8±55,7	479,2±5,1	475,2±50,3	469,1±91,8	324,1±21,3		
Довжина корнеплоду, см	3,3±0,3	3,4±0,5	3,3±0,3	3,6±0,6	3,5±0,9	7,4±0,7	7,5±1,5	3,1±0,3		
Діаметр корнеплоду, см	2,8±0,2	2,6±0,2	2,8±0,3	2,2±0,3	2,7±0,3	2,1±0,2	2,1±0,3	2,6±0,2		
Індекс корнеплоду	1,2±0,1	1,4±0,2	1,2±0,2	1,6±0,2	1,3±0,2	3,7±0,6	3,7±1,1	1,2±0,1		
Маса рослини, г	30,4±7,2	29,7±3,7	34,4±8,5	32,3±7,9	35,3±7,4	42,5±6,0	45,5±4,6	27,7±4,8		
Маса корнеплоду, г	16,7±3,3	15,9±1,8	17,7±4,1	15,2±4,6	17,3±4,9	21,4±3,2	22,7±3,5	15,0±3,4		

Таблиця 4. Модель гібридів F1 редису для різних способів вирощування

Ознака	Ступінь прояву ознаки		
	Весняна сівозміна	Літня сівозміна	Інтенсивна світлокультура
Вегетативний період, доба	20–30	18–23	15–20
Положення листка	Прямостояче	Прямостояче	Прямостояче
Форма листя	Лироподібна-розсічена / лироподібна роздільна	Лироподібна-розсічена / лироподібна роздільна	Лироподібна лопатева/цільна
Наявність волосків на поверхні листка	Середнє, слабке	Середнє, слабке	Без волосків
Розмір листової розетки	Середня 16–25 см	Маленька (11–15 см) / середня (16–25 см)	Маленька 11–15 см
Маса коренеплоду, г	Від 20 г	Від 20 г	Від 20 г
Форма коренеплоду	Будь-яка	Округла, округло-овальна	Округла, округло-овальна
Забарвлення шкірки коренеплоду	Будь-яка	Червона / карміно-червона	Будь-яка
Стійкість до раннього стеблуння	Висока	Висока	Висока
Стійкість до недостатнього рівня освітленості	–	Висока	Висока
Стійкість до низьких температур	Висока	Висока	–
Товарність, %	Не менше 95%	Не менше 95%	Не менше 90%
Врожайність, кг/м ²	Від 3,5	Від 3,5	Від 4

Висновки. У ході польових та лабораторних досліджень вивчено велику різноманітність культур *R. sativus* у різних екологічних умовах, створюваних різними способами вирощування. Визначено статистичні параметри кількісних ознак культур виду, різновидів та гібридів, їх варіабельність під впливом факторів довкілля, їх внесок та характер впливу на параметри продуктивності культур, а також екологічна стійкість досліджуваних зразків. Визначено відносно стабільні та високо варіюючі ознаки *R. sativus*. Найбільшою амплітудою варіювання у редису мають ознаки довжини та маси коренеплоду, з різним ступенем варіювання залежно від ботанічної та агробіологічної приналежності.

Зразки *R. sativus* мають різну фоточутливість, яка обумовлюється, як генотипом, так і взаємодією генотипу з агрокліматичними показниками (різне поєднання температури та довжини світлового дня). Нейтральні до фотоперіоду форми знаходяться переважно серед зразків редису гібридів

Вієнна F₁, Хелена F₁ та Ескала F₁ Enza Zaden з Нідерландів; гібридів Моховський F₁, Осінній Гігант F₁ з білим забарвленням коренеплоду та гібриду Злата з жовтим забарвленням коренеплоду – ТМ «Геліос» (Україна).

FORMATION OF RADISH YIELD WHEN GROWING IN BIOLOGICAL HYDROPONICS SYSTEMS

*Kovalov M. M. – PhD of Agriculture,
Central Ukrainian National Technical University,
Nicolaskov80@gmail.com*

The article experimentally investigates and substantiates the peculiarities of radish crop formation of domestic and foreign hybrids in the conditions of a film greenhouse of the Northern Steppe of Ukraine. A study was conducted on increasing the yield of radish production of hybrids of domestic and foreign selection; an assessment of early stemming during cultivation in spring and summer crop rotations, as well as intensive light culture of the IV light zone of Ukraine was carried out. The expediency of growing the researched hybrids of domestic and foreign selection when grown in conditions of increased daylight hours and short-term exposure to low temperatures at night has been proven.

As a result of the analysis of experimental data on the processes of growth and development of plants of the studied radish hybrids of domestic and foreign selection, the most sensitive to the photoperiod in all conditions of radish cultivation were among the hybrids Ice Icicle F₁ and Celeste F₁, samples of the hybrid Autumn Giant – in conditions of spring crop rotation, hybrid Vienna F₁ rounded root shape – in conditions of summer crop rotation and intensive light culture, hybrid Helena F₁ in conditions of intensive light culture. Radish samples, most sensitive to photoperiod, belonged to hybrids with white and yellow root colour. Photoperiod-neutral radish hybrids produced by Enza Zaden: Vienna F₁, Helena F₁ and Escala F₁.

The least amount of marketable root crops was formed by samples of the hybrid Ice icicle F₁, the plants showed non-simultaneous formation of root crops and a rapid transition to the stemming phase. In the samples of the Helena F₁ hybrid with a white cylindrical tip, the rapid formation of cavities in the pulp of the root crop after it reached technical ripeness was noted, which significantly reduced their marketability. Rounded samples of the pink-red Vienna F₁ hybrid had significant fluctuations in marketability – from 50 to 95%, which is a different reaction to growing conditions. Samples of the Zlata F1 hybrid had dense juicy flesh, were not prone to early stemming and kept their marketable qualities for quite a long time.

Keywords: biological hydroponics, radish, film greenhouse, marketability, yield.

ЛІТЕРАТУРА

1. Приліпка О. В., Цизь О. М. Агротехнологічні та організаційні засади функціонування підприємств закритого ґрунту: монографія. Київ : Центр учбової літератури, 2016. 384 с.
2. Андрійчук В. Г., Зубець М. В., Юрчишин В. В. Сучасна аграрна політика: проблемні аспекти. К. : Аграрна наука, 2005. 140 с.
3. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. 1. Закритий ґрунт. Навчальний посібник. Вінниця : Нова Книга, 2008. 368 с.
4. Слепцов Ю. В. Органічне овочівництво. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2016. 272 с.
5. Ковальов М. М., Звездун О. М. Вирощування найпоширеніших сортів салату Ромен на різних типах субстратів в NFT системах. *Водні біоресурси та аквакультура*, Вип. 1 (9). 2021. С. 26–37.
6. Трегубова Н. Є. Порівняння методів вирощування зелені традиційним способом та гідропоніки в домашніх умовах. *Молодий учений*. 2017. № 33(167). С. 68-71.
7. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Вип. 7. Київ, 2000. 144 с.
8. Михайлова Д., Ковальов М. М. Вирощування редису в умовах захищеного ґрунту. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (17-18 листопада 2022 р., м. Кропивницький), ЦНТУ. 2022 С. 40–42.
9. Пат. 143338 У Україна, МПК (2020.01) C05F 17/00. Спосіб приготування компостів на основі осадів стічних вод за допомогою ЕМ-препаратів. Ковальов М. М.; Васильковська К. В.; Резніченко В. П.; Мостіпан М. І.; заявник і патентотримач Центральноукраїнський національний технічний університет. № u202000404; заявл. 24.01.2020; опубл. 27.07.2020, Бюл. № 14.
10. Бедриковская Н. П. Гидропоника комнатных цветов. Издательство «Наукова Думка», Киев. 1972, 65 с.
11. Барабаш О. Ю., Тараненко Л. К., Сич З. Д. Біологічні основи овочівництва: навчальний посібник. Київ: Арістей. 2005. 348 с.

REFERENCES

1. Prylipka, O. V., & Tsyz', O. M. (2016). *Ahro-tekhnolohichni ta orhanizatsiyni zasady funktsionuvannya pidpryyemstv zakrytoho ґruntu* [Agro-technological and organizational principles of functioning of closed soil enterprises]. Kyiv : Tsentр uchbovoyi literatury. [in Ukrainian].

2. Andriychuk, V. H., & Zubets', M. V., & Yurchyshyn, V. V. (2005). *Suchasna ahrarna polityka: problemni aspekty* [Modern agrarian policy: problematic aspects]. Kyiv : Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
3. Hil', L. S., & Pashkovs'kyi, A. I., & Sulima, L. T. (2008). *Suchasni tekhnolohiyi ovochivnytstva zakrytoho i vidkrytoho gruntu* [Modern technologies of vegetable growing in closed and open soil. Part 1. Closed ground]. Textbook. Vinnytsya : Nova Knyha. [in Ukrainian].
4. Slyeptsov, Yu. V. (2016). *Orhanichne ovochivnytstvo* [Organic vegetable growing]. Vinnytsya: Nilan-LTD. [in Ukrainian].
5. Kovalov, M. M., & Zvyezdun, O. M. (2021). *Vyroshchuvannya nayposhyrenishykh sortiv salatu Romen na riznykh typakh substrativ v NFT systemakh* [Cultivation of the most common varieties of romaine lettuce on different types of substrates in NFT systems]. *Vodni bioresursy ta akvakul'tura*, no. 1(9), 26–37. [in Ukrainian].
6. Trehubova, N. Ye. (2017). *Porivnyannya metodiv vyroshchuvannya zeleni tradytsiynym sposobom ta hidroponiky v domashnikh umovakh* [Comparison of methods of growing greens in the traditional way and hydroponics at home]. *Molodyy uchenyy – Young scientist*, Vol. 33(167), 68–71. [in Ukrainian].
7. *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannya sil's'kohospodars'kykh kul'tur* [Methods of state variety testing of crops]. (2000). Kyiv : Derzhstandart Ukraine. [in Ukrainian].
8. Michailova, D. & Kovalov, M. M. (2022). *Vyroshchuvannya redysu v umovakh zakhyshchenoho gruntu* [Radish growing in protected soil conditions]. Proceedings from *State and Prospects of Development and Implementation of Resource-Saving, Energy-Saving Technologies for Growing Agricultural Crops: VI International Scientific and Practical Conference*. Kropyvnyts'kyi : TsNTU. pp. 40-42. [in Ukrainian].
9. Kovalov, M. M., Vasyl'kovs'ka, K. V., Reznichenko, V. P. & Mostipan, M. I. (2020). UA Patent no. 143338. *Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti (Ukrpatent)*. [in Ukrainian].
10. Bedrikovskaja, N. P. (1972). *Gidroponika komnatnyh cvetov* [Hydroponics of indoor flowers]. Izdatel'stvo «Naukova Dumka», Kyiv. [in Russian].
11. Barabash, O., & Taranenko, L., & Sich Z. (2005). *Biologichni osnovy ovochivnytstva* [Biological basics of vegetable growing: a manual]. Textbook. Kyiv : Aristey. [in Ukrainian].