

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ГЕНЕТИКА
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

магістр
(рівень вищої освіти)

на тему Вплив обробки насіння різними мутагенними факторами на їх проростання та виживаність рослин лунарії

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.0918-1Г
спеціальності 091 Біологія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Генетика

(код і назва освітньої програми)

А.Є. Фалдін

(ініціали та прізвище)

Керівник доц., к.б.н.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

О.А. Бойка

Рецензент доц., доц., к.б.н.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

О.В. Дубова

Запоріжжя
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет біологічний

Кафедра садово-паркового господарства та генетики

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 091 Біологія

Освітня програма Генетика

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.О. Лях

«__» _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Фалдіну Артуру Євгеновичу

1. Тема роботи Вплив обробки насіння різними мутагенними факторами на їх проростання та виживаність рослин лунарії
керівник роботи Бойка Олена Анатоліївна, доцент, к.б.н.
затверджені наказом ЗНУ від «12» червня 2019 року № 940-с
2. Строк подання студентом роботи грудень 2019 року
3. Вихідні дані до роботи кваліфікаційна робота бакалавра, зразки насіння лунарії, літературні джерела за темою дослідження
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) огляд наукової літератури щодо систематичного положення, різноманіття, умов вирощування та використання рослин лунарії, типи мутагенів та їх вплив на рослини
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) фотографії рослин на різних етапах розвитку, таблиці результатів вимірів рослин

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Бойка О. А., к.б.н., доц.		

7. Дата видачі завдання 02 вересня 2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пошук інформації в літературних джерелах	вересень 2019 – грудень 2019	Виконано
2	Обробка вирощування рослин	червень 2019	Виконано
3	Проведення вимірів	липень 2019 – жовтень 2019	Виконано
4	Написання літературного огляду	вересень 2019 – листопад 2019	Виконано
5	Обробка отриманих даних	листопад 2019	Виконано
6	Написання експериментального розділу	листопад 2019	Виконано
7	Розробка розділу «Охорона праці»	листопад 2019	Виконано
8	Оформлення роботи	грудень 2019	Виконано
9	Здача готової роботи	грудень 2019	Виконано
10	Підготовка доповіді	грудень 2019	Виконано
11	Захист роботи	січень 2020	Виконано

Студент _____ А.Є. Фалдін
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____ О.А. Бойка
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ О.А. Бойка
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Дана робота викладена на 80 сторінках друкованого тексту, містить 12 таблиць та 6 рисунків. Перелік посилань містить 70 джерел.

Метою даної роботи було дослідити вплив обробки насіння різними мутагенними факторами на їх проростання та виживаність рослин роду *Lunaria*.

Об'єктом дослідження були рослини роду лунарія.

Методи дослідження – хімічний та фізичний мутагенез, лабораторні методи вирощування рослин лунарії, вимірювання морфологічних показників, статистичні методи обробки даних, порівняння отриманих даних.

В результаті проведення дослідження було виявлено, що обробка колхіцином в цілому призводить до пригнічення розвитку рослин лунарії у порівнянні з контрольними рослинами, а обробка мікрохвилями стимулює розвиток рослин.

Раніше не було проведено докладних робіт щодо впливу хімічних та фізичних мутагенів на розвиток рослин роду Лунарія та порівняння їх дії між собою. Лунарія це декоративна рослина. До складу олії її насіння у великій кількості входять ерукова та нервонова кислоти, які використовують у фармакології для виготовлення ліків від таких хвороб, як розсіяний склероз та хвороба Альцгеймера. Теоретичне значення роботи полягає у розширенні знань щодо впливу мутагенів на рослини в цілому, а практичне у тому, що було виявлено кращу експозицію розчину колхіцину та мікрохвиль для подальшої роботи з культурою.

LUNARIA ANNUA, КОЛХІЦИН, МІКРОХВИЛІ,
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ МУТАГЕНЕЗ, ВИСОТА РОСЛИН, КІЛЬКІСТЬ
КВІТОК, КІЛЬКІСТЬ БУТОНІВ, КІЛЬКІСТЬ СТРУЧКІВ, ВИЖИВАНІСТЬ

ABSTRACT

This work is presented on 80 pages of printed text, contains 12 tables and 6 figures. The list of References consists of 70 sources.

The aim of this work was to investigate the effects of the treatment of the seeds by mutagenic factors and their effects to the survival and development of the plants from genus *Lunaria*.

The subjects of the study were the genus *Lunaria*.

Methods of investigation - induced mutagenesis, laboratory grows methods, methods of trait measurement, methods of statistic analyzes.

As a result of the study, it was found that the treatment with colchicine as a whole leads to the suppression of the development of the plants from genus *Lunaria* in addition to the control plants, and the treatment of the microwaves is stimulating development.

Previously, there have been no reported studies regarding to the effect of chemical and physical mutagens on the development of plants from genus *Lunaria* and their comparison with each other. *Lunaria* is an ornamental plant. Due to high level of oils and its filling of erucic and nervonik acids, which are used in pharmacology for the manufacture of drugs from such problems as the manifested disease and disease this genus is very valuable. The theoretical significance of the work is to broaden the knowledge about the effect of mutagens on plants as a whole, and practical because the exposure of colchicin and microwaves was found to be the best practical use.

LUNARIA ANNUA, COLXICINE, MICROWAVES, EXCEPIMENTAL MUTAGENESIS, PLANT HIGH, NUMBER OF FLOWERS, NUMBER OF BUDS, NUMBER OF PODS

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	11
1.1 Опис родини Капустяні (<i>Brassicaceae</i>).....	11
1.2 Опис роду Лунарія (<i>Lunaria</i>)	12
1.2.1 Лунарія однорічна (<i>Lunaria annua</i>).....	14
1.2.2 Лунарія оживаюча або Місячниця гірська (<i>Lunaria rediviva</i>).....	15
1.3 Агротехніка вирощування.....	17
1.4 Використання лунарії людиною.....	19
1.4.1 Народна медицина та фармакологія.....	19
1.4.2 Склад олії лунарії.....	21
1.4.3 Ландшафтний дизайн.....	22
1.5 Мутагенез та види мутагенів.....	23
1.5.1 Фізичні мутагени.....	27
1.5.2 Вплив електромагнітного випромінювання.....	30
1.5.3 Вплив обробки рослин мікрохвилями.....	35
1.6 Колхіцин та його використання у селекції.....	37
1.6.1 Методи обробки колхіцином.....	40
1.7 Застосування мутагенів.....	43
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	46
2.1 Матеріали дослідження.....	46
2.2 Методика обробки рослин колхіцином.....	48
2.3 Метод обробки рослин мікрохвилями.....	48
2.4 Методи вирощування рослин.....	49
2.5 Методи вимірювання показників.....	49
2.6 Статистична обробка даних.....	50
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	53
3.1 Вживаність рослин лунарії після обробки насіння колхіцином.....	53

3.2 Вживаність рослин лунарії після обробки насіння мікрохвилями.....	56
3.3 Висота рослин лунарії однорічної після обробки насіння колхіцином..	58
3.4 Висота рослин лунарії однорічної після обробки насіння мікрохвилями.....	59
3.5 Прояв впливу обробки насіння рослин лунарії колхіцином у генеративній сфері.....	61
3.6 Прояв впливу обробки насіння рослин лунарії мікрохвилями у генеративній сфері.....	64
3.7 Порівняння впливу мутагенів.....	66
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	67
ВИСНОВКИ.....	72
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	75

ВСТУП

У родині Капустяні (*Brassicaceae*) налічується до 380 родів і близько 3200 видів. Поширені вони по земній кулі нерівномірно, та більше сконцентровані в помірній зоні північної півкулі нашої планети [1]. Господарське значення Капустяних дуже велике. Серед них є овочеві культури (капуста, ріпа), олійні рослини (гірчиця, ріпак), лікарські (жовтушник, грицики), кормові (турнепс) та пряно-смакові рослини (хрін, гірчиця), також відомі декоративні (лунарія, матіола) і медоносні рослини (рижій) [2].

Відповідно до цього зараз проводять інтенсивну селекційну роботу для покращення окремих властивостей і збільшення господарського значення представників родини.

Об'єктом дослідження були рослини роду *Lunaria*.

Лунарія (*Lunaria L.*) – нова перспективна та малодосліджена культура, яка нещодавно почала привертати увагу науковців та селекціонерів. Ця рослина перш за все, відома завдяки своєму декоративному значенню. Рослини лунарії можуть вирощуватися в групових посадках і міксбордерах [1-2]. Найчастіше рослина лунарія вирощується для зимових букетів. Якщо з сухого стручка зняти зовнішні пластинки, залишиться тонка перламутрова перегородка овальної форми. У такому вигляді лунарія слугує чудовою прикрасою сухих букетів. На території України зростають два види лунарії. Лунарію однорічну культивують в садах у якості декоративної культури, звідки вона поширилася в природу. Зараз її широко використовують у різних галузях промисловості. Лунарія оживаюча росте зазвичай у лісах Закарпаття, Прикарпаття, Карпат [3]. У лісостепу та степу зустрічається рідко. Лунарія є добрим медоносом. Продукти переробки застосовуються при виготовленні фарб, масел, лаків та ін.

Представники роду широко використовується в фармакології та медицині. Найбільшу цінність представляє жирнокислотний склад олії

лунарії. До складу олії у великій кількості входять ерукова та нервонова кислоти. Вміст нервонової кислоти в олії лунарії істотно більше середнього її вмісту в інших представників родини. Нервонова кислота приймає участь у біосинтезі мієлінових оболонки нервових клітин та використовується у фармакології для виготовлення ліків від таких хвороб, як розсіяний склероз та хвороба Альцгеймера [4]. Тому є всі передумови для більш детального вивчення цієї культури та створення нових форм лунарії, що дозволить інтенсифікувати її використання в усіх галузях господарства та промисловості.

Саме тому лунарія є культурою, робота з якою ніколи не втратить своєї актуальності і створення нових форм лунарії дозволить інтенсифікувати її використання в усіх галузях господарства. До авторів, які аналізували даний вид, належать Є. Ніколаєва, Н. Соколов, А. Тахтаджян, А. Федоров [5].

Метою даної роботи було дослідити вплив обробки насіння різними мутагенними факторами на їх проростання та виживаність рослин роду *Lunaria*.

Виходячи з мети були поставлені наступні завдання:

1. вивчити особливості родини Капустяних (*Brassicaceae*);
2. вивчити особливості роду Лунарія (*Lunaria*);
3. обробити насіння лунарії розчином колхіцину та витримати його при різному часі експозиції;
4. дослідити вплив обробки лунарії розчином колхіцину;
5. обробити насіння лунарії мікрохвилями;
6. дослідити вплив обробки лунарії мікрохвилями;
7. порівняти результати впливів різних мутагенних факторів;
8. виявити перспективний час обробки розчином колхіцину та обробки мікрохвилями для подальшої роботи з культурою.

Матеріали роботи були представлені на конференціях: VIII регіональна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Актуальні проблеми та перспективи природничих, медичних та фармацевтичних наук» 30 листопада 2019 року м. Запоріжжя та у міжнародній

науковій конференції «Наука та інновації – 2019: теорія, методологія та практика» 6 грудня 2019 року м. Запоріжжя.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Опис родини Капустяні (*Brassicaceae*)

Хрестоцвіті (*Cruciferae*) або Капустяні (*Brassicaceae*), родина вільнопелюсткових дводольних рослин. Родина містить однорічні, дворічні та багаторічні трави, інколи кущі та напівкущі. Це комахозапильні рослини та добрі медоноси. Видів Капустяних налічують близько 3200, з них в Україні росте 230 видів з 65 родів. Поширені вони по земній кулі нерівномірно, в основному сконцентровані в помірній зоні північної півкулі. Серед них є олійні рослини (ріпак, гірчиця), овочеві культури (капуста, ріпа), кормові (турнепс), лікарські (грицики, жовтушник), та пряно-смакові рослини (гірчиця, хрін), також відомі декоративні (лунарія, матіола) і медоносні рослини (рижій), бур'яни (талабан, редька дика, хрінниця) [5-6].

Усім рослинам родини Капустяні властиві загальні ознаки. Квітка правильна, двостатева, має чотири вільних чашолистки і чотири вільних пелюстки, розташовані навхрест, у середині квітки – тичинок 6, з них 2 короткі і 4 довгі, сидять попарно. Гінецей складається з двох зрослих плодолистків, цільний. Квітка підматочкова, зав'язь верхня. Квітки здебільшого зібрані в китицю, що робить їх помітними для запилювачів. Забарвлення біле, рідше – рожеве або інших кольорів. Плід – стручок або стручечок. Важливою особливістю капустяних є гетерокарпія, причому розрізнятися можуть як цілі плоди так і їх частини [7-8]. По дозріванні плід лопається по швах, стулки його відвалюються, але залишається рамка, утворена швами, і тонка перетинка яка натягнута на цю рамку. Насіння знаходиться по швах з обох сторін рамки. Насіння розповсюджується вітром та тваринами. Листки прості, чергові, без прилистків, жилкування – паралельне, розміщені на стеблі почергово або зібрані в прикореневу розетку. Кореневі системи стрижневі, у деяких рослин утворюються коренеплоди [9].

Капустяні поширені в лісах, степах, у вологих місцях, але переважають серед них рослини посушливих і сухих місць. Саме тому в капустяних листки опушені волосками, рідше – голі, покриті восковим нальотом. Досить часто листки можуть виділяють леткі ефірні олії, які призначені для охолодження рослини та захисту її від надмірного випаровування води. У деяких родів (редька, хрін) головні корені запасують поживні речовини і видозмінюються в коренеплоди. Капустяні мають пристосування як до перехресного запилення, так і до самозапилення. Для видів з дрібними квітками (наприклад, хрінниця) основні запилювачі представлені мухами, а рослини з яскравими великими квітками і приємним запахом (редька дика) запилюються переважно бджолами та джмелями. Деякі види, які цвітуть вночі, мають сильний запах і запилюються метеликами (матіола) [10-12].

Від вирощування представників родини капустяних у ґрунті накопичується багато поживних речовин, особливо азоту. Рослини досить добре використовують азот після збирання попередників і, тим самим, оберігають ґрунтові води й поверхневі водойми від надмірного забруднення нітратами.

Але капустяні мають і деякі негативні ознаки, які обмежують їхнє вирощування. Капустяні культури мають здатність поглинати більше азоту при надмірному внесенні мінеральних або органічних добрив, ніж вони можуть використати для синтезу вегетативної маси до кінця свого вегетаційного періоду. Тому в них часто можуть зустрічаються високі показники вмісту нітратів, що дещо обмежує їхнє використання [1-4].

1.2 Опис роду Лунарія (*Lunaria*)

Лунарія (*Lunaria*) – рід дворічних та однорічних рослин родини Капустяних, до складу якого входять 2 види. Усі представники роду належать

до європейської флори, усі є декоративними, однак лунарія в минулому також використовувалась як лікарська рослина у народній медицині.

Трав'янисті рослини заввишки від 30 см до 100 см. Підземні органи представлені кореневищами. Стебла прямостоячі, розвиваються лише на другий рік життя, в перший рік життєвого циклу рослини утворюється прикоренева розетка. Листки черешкові, серцеподібні, великі, із зубчастими краями [8, 13].

Суцвіття – верхівкова китиця. Квітки актиноморфні, двостатеві, забарвлення варіює від білого до насиченого бузкового кольору. Чашолистків 4, пелюсток 4. Тичинки вільні, біля їх основи розташовано по одному нектарнику – дволопатевого зовні та трилопатевого з середини. Стовпчик маточки довгий, приймочка дволопатева. Плід – стручок круглої (у лунарії однорічної) або довгастої (у лунарії оживаючої) форми, який сидить на довгій ніжці [8]. Він містить нечисленне, невеликого розміру дрібне насіння, розташоване у плоді в два ряди. Насінини круглі, плоскі, зі шкірястим крильцем. Сім'ядолі плоскі або біля основи зігнуті навпоперек [14-16].

Склад рослини вивчений погано. Тим не менш, точно відомо, що найбільша кількість біологічно активних речовин міститься в насінні. Вони маслянисті, адже включають до складу багато рослинних жирів.

Також у сировині присутні біофлаваноїди, маса мікроелементів, ряд вітамінів, у тому числі – каротин. Склад насіння настільки насичений, що у великому дозуванні вони можуть завдати організму шкоди. Зате помірно і строго обмежене за часом застосування насіння лунарії здатне надати серйозну допомогу нервовій системі. Жирні кислоти відновлюють нервові волокна, допомагають поліпшити передачу нервових імпульсів з ЦНС, регенерують клітини головного мозку. Це може стати в нагоді при ряді захворювань, таких як хвороба Паркінсона і Альцгеймера, вікові порушення пам'яті та уваги [17-18]. Також рослина стане в нагоді для зміцнення капілярів, допоможе знизити тиск крові, стимулює роботу надниркових залоз.

Рослини відносно морозостійкі та тіньовитривалі. Зростають у напівзатінку, віддають перевагу плодючим, вологим і дренованим ґрунтам, чорноземам.

Цвітіння представників роду триває з кінця весни до середини літа. Квіти запилюються переважно бджолами і метеликами. Насіння дозріває восени у серпні-жовтні. Окрім насіннєвого розмноження, лунарії притаманний також і вегетативний спосіб – поділом кореневищ.

Найпоширеніші представники роду – лунарія однорічна та оживаюча – зростають переважно у Центральній та Південній Європі. Обидва види зустрічаються в Україні переважно у якості озеленення паркових насаджень та у якості дикої вільноживучої рослини. Лунарія оживаюча занесена до Червоної книги, як недостатньо вивчений представник української флори, що знаходиться у східній межі ареалу [19].

1.2.1 Лунарія однорічна (*Lunaria annua*)

Лунарія однорічна (*Lunaria annua*) росте в південних і південно-східних районах Західної Європи, використовується як однорічник або дворічник. Лунарія однорічна має прямостоячий трав'янистий пагін, округлий. Стебло та листки вкриті виростами – трихомами. Розташування листків – навхрест супротивне.

Листки морфологічно відрізняються. Нижні дві пари листків завжди мають черешок, є простими, широкояйцеподібні за формою, жорстковолосисті, основа листка серцеподібна, а верхівка – загострена. Край листової пластинки зубчастий, зубчики при основі листка сягають 3-4 мм у довжину. Верхні пари листків сидячі, дещо більш витягнуті – овальнояйцеподібні за формою, основа листка округла, верхівка також гостра.

Край листкової пластинки зубчастий, зубчики при основі листка складають 11-12 мм у довжину [15-16].

Лунарія однорічна має актиноморфну квітку (двостороння симетрія). Рослина двостатева. Оцвітина подвійна та складається з 4 вільних чашелистків, які розташовані у 2 кола, мають 4 вільні пелюстки. Забарвлення квіток варіює від білого до бузково-фіолетового кольору. Андроцей складається з 6 тичинок, дві з яких є високими, а чотири дещо менші. Гінецей представлений однією маточкою з однією приймочкою, яка складається з двох плодолистків, що зрослись між собою, зав'язь – верхня. Гінецей паракарпний, тобто стінки плодолистків не зберігаються. Середина перетинка утворена не стінками плодолистків, а являє собою виріст плацентарних бороздок та називається несправжньою перетинкою [16, 20].

Формула квітки: $\times Ca_{2+2}Co_4A_{4+2}G_{(2)}$. Кількість хромосом у диплоїдному наборі $2n=30$ [21]. Плід – стручечок, майже округлої форми, має дещо загострений носик та плодоніжку. Насінини прикріплюються до середньої перетинки з обох її боків. Розміри сформованих стручечків складають: довжина – $4,0 \pm 0,04$ см; ширина – $2,96 \pm 0,043$ см (за умов вирощування рослин у фітотроні). Середня кількість насінин, що формуються у одному стручечку, складає $5 \pm 0,08$ шт. [15, 22].

1.2.2 Лунарія оживаюча або Місячниця гірська (*Lunaria rediviva*)

Лунарія оживаюча (*Lunaria rediviva*) – багаторічна рослина родини Капустяних. Вид занесений до Червоної книги України у статусі «неоцінений», так як є недостатньо вивченим представником української флори. Знаходить широке застосування як лікарська, технічна, медоносна і, звичайно ж, декоративна рослина.

Лунарія багаторічна відрізняється від однорічної забарвленням пагону та листків, вона є більш темнішою від однорічної форми. Трав'яниста рослина заввишки 30-150 см, гемікриптофіт, тобто рослина, у якої на час несприятливих умов (посуха, низька температура тощо) бруньки відновлення перебувають на рівні ґрунту [20]. Кореневище повзуче. Має прямостоячий трав'янистий пагін, округлий. Стебла висхідні або прямостоячі, у верхній частині розгалужені. Суцвіття – зонтикоподібна негуста китиця. Квітки досить запашні, розташовані на горизонтально відхилених квітконіжках довжиною лише 10-14 мм, які при цвітінні мають здатність видовжуватись [23-24].

Стебло та листки також вкриті трихомами. Розташування листків – навхрест супротивне. Всі листки мають черешки. Листки прості, овальнояцеподібні за формою, верхівка листка округла, основа листка серцеподібна (крила при основі листка дуже розвинені та чітко виражені). Край листової пластини зубчастий, але зубчики більш округлої форми. У природних умовах лунарія зацвітає на п'ятий-сьомий рік життя, в культурі – на другий.

Лунарія багаторічна має актиноморфну квітку (двостороння симетрія). Рослина двостатева. Оцвітина подвійна та складається з 4 вільних чашелистків, які розташовані в 2 кола, та 4 вільних пелюсток. Забарвлення квіток переважно бузкове або фіолетове. Андроцей також складається з 6 тичинок, дві з яких є високими, а чотири мають дещо меншу висоту. Нектарники розташовані при основі тичинок. Гінецей представлений однією маточкою з однією приймочкою, що складається з двох плодолистків, які зрослись між собою, зав'язь верхня. Гінецей паракарпний. Формула квітки: $\times Ca_{2+2} Co_4 A_{4+2} G_{(2)}$. Кількість хромосом у диплоїдному наборі $2n=32$ [15-16, 25]. Плід – стручечок, видовженої форми, має дещо загострений носик та плодоніжку. Насінини прикріплюються до серединної перетинки з обох її боків. За формою ниркоподібні, 7-10 мм завдовжки, 4-6 мм завширшки.

Загальний вміст води в тканинах лунарії оживаючої становить близько 84,6%, що дещо менше, ніж у близької до неї лунарії однорічної. Водночас,

вміст зв'язаної вологи у першого виду дещо вищий, ніж у другого, що можна розглядати, як пристосування до посушливого клімату. Про це ж свідчить і вищий (приблизно у 1,5 рази) вміст мінеральних та органічних речовин, які рослина запасає для розвитку у несприятливий період року. Вид багатий на жирнокислотний склад, до вмісту олії входять ерукова та нервонова кислоти, причому вміст останньої речовини значно вищий, ніж в інших представників родини Капустяних [26].

Центр розповсюдження представників роду знаходиться у Центральній і континентальній частині Західної Європи. Південна межа ареалу доходить до Піренейських гір й острова Сардинія, північна охоплює територію Балтики та південь Скандинавії. На теренах Східної Європи лунарія також трапляється, але в невеликій кількості. Занесена до Великої Британії, Північної Америки, Нової Зеландії, де була натуралізована.

В Україні ця рослина зростає переважно на території Карпат, Закарпаття, Розточчя, Опілля, Покуття, на заході Поділля. Крім того, ізольовані популяції знайдені у центральному Поділлі.

Рослина охороняється в заповідниках «Горгани», «Медобори», в національних парках «Синевир», «Подільські Товтри», заказнику «Гайдамацька Балка». За межами України охороняється в Чехії [15-16].

1.3 Агротехніка вирощування

Лунарія досить вимоглива до структури ґрунту, він повинен бути багатий органічним добривами, пухким з доброю аерацією. Досконало підходять суглинки, супіщаний ґрунт з помірною вологістю і нейтральним рівнем рН. В залежності від сорту, рослини висаджують на сонячній стороні або в напівтіні, наприклад лунарія однорічна погано росте у тіні, а багаторічна – на сонці. Перед посадкою для рослини краще створити каркас з пластикової

сітки або дерев'яних кілків, щоб гілляста рослина у подальшому змогла по мірі зростання оператися на дану конструкцію.

Висівають лунарію однорічну у травні, беручи лише повністю дозріле насіння (має темно-коричневе забарвлення). Відстань між лунками становить близько 30см. Сходи з'являються вже приблизно через 7-10 днів. Цвітіння відбувається на другий рік, коли з'являється квітконіс. Це відбувається в травні і триває близько місяця, після чого настає процес дозрівання плодів [27].

Лунарія багаторічна висівається восени (вересень-жовтень), сходи з'являються навесні, які треба притінювати від впливу яскравого сонця. Деякі сіянці можуть дати невелике цвітіння вже на першому році життя, але масове настане лише на другому році.

Догляд за лунарією неймовірно простий: помірний полив, котрий припиняють на стадії дозрівання плодів. Особливу увагу приділяють зволоженню ґрунту в жаркий період року. Обприскування водою рослина не любить. Підгодівля органікою проводиться близько 2 разів на місяць, починаючи з моменту вегетації і до початку плодоношення. Укриття на зиму не вимагає з-за досить високих морозостійких властивостей. Пересаджують в серпні, коли плоди визріли і стебла висихають. Дає досить рясний самосів. Лунарія боїться вітру, тому для вирощування рослину підв'язують. Висота може досягати 30-70 см залежно від сорту. Після дозрівання плодів гілочки з висохлими насіннєвими коробочками зрізають та акуратно очищають від насіння [28].

До захворювань проявляє високу стійкість, з шкідників небезпечні тільки шкідники родини Капустяні (попелиця, хрестоцвіті блішки, капустяний метелик білянка та інші). Захист від шкідників проводять з допомоги інсектицидів.

1.4 Використання людиною

Лунарія – маловивчена культура, яка не так давно почала привертати увагу сучасних науковців та дослідників. Ця рослина відома, перш за все, завдяки своєму декоративному значенню. Вона широко використовується в якості сухоцвіту. Застосовується як клубова рослина, прикрашаючи собою міста та парки України [27]. Однак, не всі знають, що ця рослина може знайти застосування і в інших галузях народного господарства. Цінний жирнокислотний склад олії насіння робить її значущою для фармакологічної промисловості та народної медицини. Окрім цього лунарія є добрим медоносом і продукти її переробки застосовуються при виготовленні фарб, масел, лаків та іншої продукції.

Лунарія в наш час застосовується як декоративна рослина, але її терапевтичні властивості, нажаль, забуті. І все-таки, її здатність зцілювати ряд важких захворювань відома у народі, тому в ряді областей Росії, а також у Білорусі й Україні лунарія збирається прихильниками нетрадиційної народної медицини.

1.4.1 Народна медицина та фармакологія

Хімічний склад лунарії вивчений недостатньо. Відомо, що олія рослини містить нервонову, ерукову, ліноленову, олеїнову, пальмітинову, стеаринову, ейкозенову кислоти, флавоноїди та інші корисні мікроелементи.

В олії насіння лунарії знайдені у великій кількості ерукова та нервонова кислоти. Ерукова кислота – ненасичена, легкоплавка омега-9 кислота, дія якої у великій кількості завдає шкоди організму людини. Згідно з проведеними вітчизняними дослідженнями, ерукова кислота чинить негативний вплив на

серцевий м'яз, веде до розвитку цирозу печінки, сповільненого розвитку репродуктивної зрілості організму [29].

Нервонова кислота – навпаки, надає потужний, спрямований вплив, зміцнюючи і відновлюючи нервові волокна, нормалізує провідність імпульсів. У результаті повного регенеративного процесу клітин мозку нейронів, відновлюються функції пам'яті, мовлення, сприйняття. А це в свою чергу дозволяє боротися з серйозними захворюваннями: хвороба Альцгеймера, хвороба Паркінсона, дитячий церебральний параліч, вікова деградація функцій мозку. Флавоноїди в складі лунарії сприяють зменшенню ламкості дрібних капілярів, регулюють кров'яний тиск, стимулюють функцію кори надниркових залоз [30].

Про лікувальні властивості лунарії знали здавна. Старовинні підручники з лікування містять інформацію про застосування лунарії, зокрема його насіння, в народній медицині. Насіння лунарії володіють діуретичною та седативною (заспокійливою) дією. Водяний настій насіння рослини застосовували при епілепсії, судомах у дітей, використовували як сечогінний засіб при захворюваннях органів сечовидільної системи. Відвар насіння лунарії допомагає при набряках, водянці, циститах, застосовується при спазмах черевної порожнини. Лунарією лікують мігрені, жінки використовують його насіння при передменструальному синдромі.

Сьогодні лунарія не така популярна в народі в якості лікарської рослини, практично не використовується у медицині через значне скорочення її чисельності в природі. Заготівля сировини повинна проводитися з середини серпня і до кінця вересня в залежності від регіону та швидкості досягання насіння. Восени насінневі стручки стають жорсткими, сухими. Стебла рослини потрібно зрізати під корінь, зберігати в приміщеннях з доброю вентиляцією. Через 2 доби відбудеться повне визрівання насіння, і вони легко відділяються від стручків. Термін зберігання сировини – 2 роки.

Від епілепсії та інших внутрішніх захворювань застосовується в народній медицині настій насіння лунарії: 4 чайні ложки сировини заливають

склянкою окропу, настоюють 20 хвилин. Після проціджування приймають засіб до їжі чотири рази на день по столовій ложці. Дітям дають по чайній ложці настою двічі на день. Курс терапії – 10-14 днів [30].

1.4.2 Склад олії лунарії

В останні роки перспективним бачиться вирощування рослин лунарії як джерела двох ненасичених жирних кислот – ерукової і нервонової. При загальному вмісті олії 30-40%, вміст ерукової і нервонової кислот складає близько 40 і 26% відповідно від загального вмісту олії. В складі рослин є кислоти (у %): ерукова, як вже зазначалося, близько 40, олеїнова 22, ейкозенова 14, лінолева 13, ліноленова 2, пальмітинова 2, стеаринова 0,3 [31].

Хімічний склад мало вивчений, однак в надземну частину рослини входять флавоноїди: глікозиди кемпферола і кверцетин. Основна дія флавоноїдів полягає у регулюванні стану капілярів – підвищують їх проникність при атеросклерозі, сприяють зниженню і нормалізації артеріального тиску, проявляють сечогінну, спазмолітичну, холеретичну дію на організм, розширюють капіляри, тонізують серцевий м'яз, розширюють коронарні судини, знижують зсідання крові. Використовуються для виготовлення барвників, харчових антиоксидантів [32].

Олія насіння лунарії використовується як мастило. З ерукової кислоти отримують ерукамід, який використовується в промисловості. Нервонова кислота виявлена в ліпідах нервової тканини людини. Порушення на рівні цієї кислоти приводять до появи таких хвороб як, наприклад, склероз.

1.4.3 Ландшафтний дизайн

Найчастіше лунарію вирощують у групових посадках та міксбортерах разом з іншими багаторічниками. Але іноді рослині не відводять окремого місця, а висаджують рідкісними кущиками (по два сіянця) на вільних ділянках, наприклад, між ліліями, трояндами, клематисами. У перший рік життя багаторічна лунарія буде набирати силу та не перешкоджувати іншим квітам.

Головне, щоб лунарія не зростала надто густо, вона не любить тісноти, при нестачі вільного простору розвивається слабо і цвіте блідо. Висока лунарія часом страждає від поривів вітру, тому її бажано підв'язувати або встановлювати спеціальні опори [15-16, 33-34].

Найбільшу популярність придбали такі сорти лунарії однорічної (рис. 1.1):

1. «*Purple*» – квіти бузкового забарвлення;
2. «*Alba*» – квіти абсолютно білі;
3. «*Variegata*» – квіти рожево-лілові, листя різних відтінків.



a

б

в

Рисунок 1.1 – Сорти лунарії однорічної: а – «*Purple*»; б – «*Alba*»; в – «*Variegata*»

Лунарія стане милою окрасою будь-якого саду. Вона оригінально виглядає, добре росте в напівтіні. Основне використання лунарії – це складання та аранжування букетів, головним чином з використанням засушених рослин, створення різноманітних аплікацій з використанням рослинного матеріалу, використання у якості демонстративного матеріалу у закладах освіти. Під час цвітіння лунарія може входити в групові композиції на клумбах і квітниках, розташованих на сонці та у напівтіні.

1.5 Мутагенез та види мутагенів

Мутагенез – процес виникнення або штучного одержання успадкованих змін у геномах осіб, які виявляються через зміни у фенотипах. Питання отримання штучних і корисних для людства ознак у живих організмів турбувало не одне покоління вчених, тому було проведено сотні наукових дослідів для детального аналізу та вивчення цього питання.

Від 1907 до 1927 р. відбувається розвиток уявлень про мутації та їх частоту – Г. Д. Мюллер створює метод кількісного аналізу, Т. Х. Морган пояснює механізм виникнення мутацій (він пов'язав із ними зміну в локусах).

Від 1927 до 1941 р. вченими досліджується радіаційний мутагенез, створюється теорія мішені (М. В. Тимофєєв-Ресовський), визначається мутагенна дія ультрафіолетового випромінювання. Пріоритет відкриття хімічних мутагенів належить радянським дослідникам. У 1933 р. В. В. Сахаров одержав мутації шляхом дії йоду, у 1934 р. М. Є. Лобашев – використовуючи амоніак [35].

У 1941-1953 роках відбувається відкриття хімічного мутагенезу та створюється концепція премутаційних (потенційних) пошкоджень. У 1946 р. радянський генетик І. А. Рапопорт виявив сильну мутагенну дію формаліну й етиленіміну, а англійська дослідниця Ш. Ауербах – іприту.

У 1953-1965 роках формулюється принцип будови і реплікації ДНК і розкривається хімічна природа нуклеїнових кислот, зроблено фото репарації, введено поняття «мутагеноспецифічність», вивчається індукований мутагенез, біохімічна і молекулярна концепції природи мутагенезу.

Від 1965 р. до середини 70-х років увага вчених зосереджується на клітині (замість ДНК), вивчається проблема потенційних ушкоджень і репарації, розглядається зв'язок мутацій із клітинним життям.

Із середини 70-х років минулого сторіччя і до теперішніх часів було відкрито мобільні генетичні елементи (матеріальна основа нестабільності геному), визначена роль рекомбінації як джерела спадкових змін та визнано проблеми, пов'язані з мінливістю генома [35-36].

Мутагени – фізичні й хімічні чинники, що спричинюють стійкі спадкові зміни – мутації. Мутагенна дія властива йонізуючому та ультрафіолетовому опроміненню, різним природним (наприклад, колхіцин) та штучним (нітрозопохідні сечовини, азотиста кислота тощо) хімічним сполукам.

Мутагенез є наслідком пошкоджень в молекулах ДНК, пошкоджень хромосом або порушень процесів поділу клітин [36].

Тривалий час причини мутацій залишалися нез'ясованими. Вперше штучні мутації були одержані в 1925 р. Г. А. Надсеном та Г. С. Філіпповим у дріжджів дією радіоактивного випромінювання радію. У 1927 р. Герман Меллер одержав мутації у мухи-дрозофіли дією рентгенівських променів. Здатність хімічних речовин спричинювати мутації (дією йоду на дрозоділ) відкрита в 1932 р. В. В. Сахаровим. У мух, що розвинулися з цих личинок, частота мутацій виявилася в кілька разів вищою, ніж у контрольних особин.

Мутагени широко застосовуються в селекції для отримання нових штамів мікроорганізмів та сортів рослин, а також у генетичних експериментах. Якщо мутагени потрапляють до організму людини, то вони можуть бути причиною прояву патологій, наприклад злоякісних пухлин. Саме через це в багатьох країнах усі хімічні сполуки перевіряють на наявність мутагенів. Також контролюється наявність мутагенів у навколишньому середовищі [37].

Мутагени універсальні, тобто вони можуть бути причиною мутації у будь-якого біологічного виду. Дія мутагенних чинників неспрямована: один чинник, діючи з однаковою силою на генетично ідентичні організми, може спричинити різні зміни, і навпаки, різні мутагени можуть спричинити в різних видів однакові мутації.

Серед великої кількості мутагенів класифікують наступні типи, зокрема за походженням – ендогенні (утворюються в процесі життєдіяльності організму) та екзогенні (усі інші фактори, у тому числі й умови навколишнього середовища).

За природою виникнення мутагени класифікують на фізичні, хімічні та біологічні, які у свою чергу поділяються на декілька підвидів.

Фізичні мутагени:

1. іонізуюче випромінювання;
2. радіоактивний розпад;
3. ультрафіолетове випромінювання;
4. обробка хвилями різної довжини та частоти;
5. надмірно висока або низька температура.

Хімічні мутагени:

1. окисники та відновники (нітрати, нітроти, активні форми кисню);
2. алкілюючі реагенти (йодацетамід);
3. пестициди (гербіциди, фунгіциди);
4. деякі харчові добавки (ароматичні вуглеводні, цикламат);
5. продукти переробки нафти;
6. органічні розчинники;
7. лікарські препарати (препарати ртуті, імунодепресанти).

До хімічних мутагенів умовно можна віднести і ряд вірусів (мутагенним чинником вірусів є їхні нуклеїнові кислоти – ДНК або РНК).

Біологічні мутагени:

1. специфічні послідовності ДНК – мігруючі генетичні елементи;
2. деякі віруси (вірус кору, краснухи, грипу);

3. продукти обміну речовин (продукти окислення ліпідів);
4. антигени деяких мікроорганізмів [36-37].

Спонтанний мутагенез – виникнення мутацій без установлених причин.

Індукований мутагенез – це виникнення спадкових змін під впливом спрямованої дії факторів зовнішнього і внутрішнього середовищ.

Є мутації спонтанні, що виникають під впливом природних факторів зовнішнього середовища або в результаті біохімічних змін у самому організмі, і індуковані, що виникають під впливом мутагенних факторів, наприклад, іонізуючого випромінювання хімічних речовин. Мутації можуть бути прямими, якщо їх прояв призводить до відхилення від ознак так званого дикого типу та зворотними, якщо вони призводять до відновлення дикого типу.

Мутації в статевих клітинах – генеративні – передаються наступним поколінням; мутації у будь-яких інших клітинах організму – соматичні – успадковуються тільки дочірніми клітинами і впливають лише на той організм, в якому виникли.

Ядерні мутації зачіпають хромосоми ядра, цитоплазматичні – генетичний матеріал, укладений в цитоплазматичних органелах клітини – мітохондріях, пластидах [38].

Залежно від характеру змін в генетичному матеріалі розрізняють точкові мутації, геномні мутації і хромосомні аберації (перебудови). Генні (точкові) мутації – зміни нуклеотидної послідовності ДНК унаслідок помилок реплікації. У результаті таких мутацій амінокислотна послідовність білка, який кодується геном і, як наслідок, змінюються його властивості.

Хромосомні мутації – зміни в структурі хромосом, зокрема делеція (випадання ділянки хромосоми), дуплікація (подвоєння ділянки хромосоми), інверсія (поворот ділянки хромосоми на 180°) та транслокація (перенесення ділянки хромосоми на іншу хромосому).

Геномні мутації пов'язані зі зміною числа хромосом у клітині, кратним одинарному набору хромосом, а також збільшенням або зменшенням числа окремих хромосом.

Частота виникнення мутацій залежить від:

1. генотипу організму;
2. фази онтогенезу;
3. стадії онтогенезу;
4. стадії гаметогенезу;
5. мітотичного і мейотичного циклів хромосом;
6. хімічної будови окремих ділянок хромосом та ін [39].

1.5.1 Фізичні мутагени

Фізичними мутагенами називаються будь-які фізичні дії на живі організми, які виявляють або прямий вплив на ДНК або вірусну РНК, або опосередкований вплив через системи реплікації, репарації, рекомбінації. Перші фізичні мутагени, відкриті вченими, – це різні види випромінювань: іонізуюче випромінювання, радіоактивний розпад, ультрафіолетове випромінювання.

Первинний ефект іонізуючих та ультрафіолетових випромінювань полягає в утворенні одиночних або подвійних розривів у молекулі ДНК. Ультрафіолет сильно поглинається тканинами і викликає мутації лише в поверхнево розташованих клітинах багатоклітинних тварин, однак на одноклітинних організмах виявляється більш ефективна дія. Мутагенну дію ультрафіолету було встановлено в 1931 р. А. Н. Промптовим [37].

Іонізуюче випромінювання – це випромінювання, взаємодія якого з середовищем призводить до утворення електричних зарядів (іонів) різних знаків. Джерелом іонізуючого випромінювання є природні та штучні

радіоактивні речовини та елементи (уран, радій, цезій, стронцій та ін.). Це випромінювання невидиме, і його неможливо безпосередньо виявити за допомогою людських відчуттів, тому використовуються такі інструменти як лічильник Гейгера. Іонізуюча радіація має багато практичних застосувань у медицині, наукових дослідженнях, будівництві та інших галузях, проте є небезпечною для здоров'я при неправильному використанні. Вплив радіації призводить до пошкодження живих тканин, внаслідок яких бувають опіки, променева хвороба, смерть при високих дозах і рак, пухлини та генетичні мутації при низьких дозах. Порушують синтез та реплікацію ДНК, пряме пошкодження генів та хромосом, відбувається радіоліз води з утворенням вільних радикалів, руйнування мітотичного апарату клітини та хромосом.

Іонізуюче випромінювання поділяється на електромагнітне (фотонне) та корпускулярне. До останнього належать випромінювання, що складаються із потоку частинок, маса спокою яких не дорівнює нулю (α - і β -частинок, протонів, нейтронів та ін.). До електромагнітного випромінювання належать γ - та рентгенівські випромінювання. α -випромінювання – це потік позитивно заряджених частинок (ядер атомів гелію), що рухаються зі швидкістю 20 000 км/с. β -випромінювання – це потік електронів та позитронів, швидкість яких наближається до швидкості світла. γ -випромінювання – це короткохвильове електромагнітне випромінювання, яке за своїми властивостями подібне до рентгенівського, однак має значно більшу швидкість (приблизно дорівнює швидкості світла) та енергію [36-37].

Іонізуюче випромінювання характеризується двома основними властивостями: здатністю проникати через середовище, що опромінюється, та іонізувати повітря і живі клітини організму. Причому обидві ці властивості іонізуючого випромінювання зв'язані між собою обернено пропорційною залежністю. Найбільшу проникну здатність мають γ - та рентгенівське випромінювання, α - та β -частинки, а також інші, що належать до корпускулярного іонізуючого випромінювання, швидко втрачають свою енергію на іонізацію, тому в них порівняно низька проникна здатність.

Радіоактивне опромінення призводить до значного пошкодження живої тканини. Іонізація хімічних речовин в біологічній тканині створює можливість хімічних реакцій, які невластиві для біологічних процесів, й до утворення шкідливих речовин. Пошкодження радіацією ДНК викликає мутації.

Ультрафіолетове випромінювання – невидиме оком людини електромагнітне випромінювання, що займає спектральну область між видимим і рентгенівським випромінюваннями в межах довжин хвиль 400-10 нм. На людину і тварин малі дози УФ-випромінювання впливають благотворно – сприяють утворенню вітамінів групи D, покращують імунобіологічні властивості організму. Характерною реакцією шкіри на УФ-випромінювання є специфічне почервоніння – еритема, яка зазвичай переходить в захисну пігментацію – засмагу. Великі дози УФ-випромінювання можуть викликати пошкодження очей (фотоофтальмію) і опік шкіри [40]. Часті і надмірні дози в деяких випадках можуть зумовлювати канцерогенну дію на шкіру.

У рослинах УФ-випромінювання змінює активність ферментів і гормонів, впливає на синтез пігментів, інтенсивність фотосинтезу і фотоперіодичної реакції. Не встановлено, чи корисні і, чи тим більше, необхідні для проростання насіння, розвитку паростків і нормальної життєдіяльності вищих рослин малі дози УФ-випромінювання. Великі ж дози, поза сумнівом, несприятливі для рослин, про що свідчать існуючі у них захисні пристосування (наприклад, накопичення певних пігментів, клітинні механізми відновлення від пошкоджень), утворення тимінових димерів на ланцюгу ДНК [41].

На мікроорганізми і культивовані клітини вищих тварин і рослин УФ-випромінювання робить згубний і мутагенну дію. Основна роль у дії УФ-випромінювання на клітини належить, хімічним змінам ДНК: що входять до її складу піримідинові основи (головним чином тимін) при поглинанні квантів УФ-випромінювання утворюють димери, що перешкоджають нормальному

подвоєнню ДНК при підготовці клітини до поділу. Це може призводити до загибелі клітин або мутацій.

Мутації може викликати також висока або низька температура. У 1928 р. Меллер показав, що підвищення температури на 10°C підвищує частоту мутацій у дрозофіл у 2-3 рази. Знаючи спосіб дії цих мутагенів, можна було припустити, що вони повинні діяти на ДНК будь-яких організмів. І дійсно, незабаром було виявлено, що наприклад, рентгенівські промені викликають мутації у самих різних тварин, рослин і мікроорганізмів [40-41].

З'ясовано, що мутації, викликані випромінюваннями, можуть стосуватися будь-яких ознак організму, так як квант випромінювання або частка з високою енергією випадково може пошкодити будь-яку ділянку ДНК. Число виникаючих мутацій тим більше, чим вище інтенсивність випромінювання, тобто чим більше квантів або часток потрапило в клітку в одиницю часу, тим вища вірогідність виникнення мутацій.

У вищих живих істот є речовини, що послаблюють дію випромінювання – фотопротектори, а багато рослин містять алкалоїди та кумарини, вони посилюють процеси, викликані радіацією і ці речовини небезпечні для тварин [36].

Фізичні мутагени і їх дія сильно залежить від попередньої еволюції організму. До постійно діючих мутагенів види виробили стійкість. Фізичний мутагенез може не реєструватися через швидку загибель мутантних організмів.

1.5.2 Вплив електромагнітного випромінювання

В даний час актуальною проблемою біологічної науки є пошук нових технологій для цілеспрямованого впливу на тваринні і рослинні організми.

Часто подібні технології ґрунтуються на впливі фізичних факторів, наприклад, особливий інтерес у вчених викликає електромагнітне випромінювання.

Електромагнітне випромінювання (ЕМВ) є фізичним фактором середовища, який має суттєвий вплив на різні живі організми, тому даний вид випромінювання знаходить застосування в медицині, в деяких галузях промисловості і сільському господарстві. Кількість техногенних джерел і їх потужності вже зараз дозволяють говорити про електромагнітні імпульси, як про важливий техногенний фактор навколишнього середовища, що впливає на стабільність екосистем [42].

Міліметрове випромінювання активно використовується в медицині, біології і хімії. Описано вплив на різні фізіологічні процеси і властивості у мікроорганізмів і рослин: клітинний розподіл, морфологічні ознаки, швидкість росту, вихід біомаси, ферментативну активність та ін.

Необхідно відзначити, що короткохвильові випромінювання можна віднести до хемілюмінесцентних впливів, так як кількість поглинутої об'єктом енергії мізерно мала, але вплив на живі об'єкти буває вражаючим [43].

З відкриттям електромагнітного випромінювання життя людства докорінно змінилося. Ми живемо в «морі» електромагнітних хвиль. Видиме світло – лише мала частина величезного світу електромагнітних хвиль. Звичайно, побачити у промені світла хвилю не можна.

Для Землі, її біосфери і всієї Сонячної системи головним джерелом життєдайного електромагнітного випромінювання небесної сфери є саме Сонце. І, в першу чергу, світло, сонячне випромінювання, випромінювання інших природних джерел небесної сфери і Землі виступають як активні стимулятори і регулятори біологічних процесів, зростання і розвитку живих організмів, еволюції всієї біосфери в цілому. У рослинах, наприклад, світло регулює проростання насіння, формування хлоропластів, ріст стебла, синтез пігментів і різноманітних ферментів, відкриття продихів, цвітіння і багато інших процесів [44].

Електромагнітне випромінювання (ЕМВ) – це вид енергії, що представляє електромагнітні хвилі, що випромінюються різними об'єктами, наприклад, зарядженими частинками, атомами, молекулами, а також різними генеруючими пристроями і поширюються в космічному просторі зі швидкістю світла, тобто близько 300 000 км/сек. Електромагнітні хвилі створюються за рахунок електричних і магнітних вібрацій, що виникають в атомах, тобто рухаються з прискоренням і мають широкий діапазон частот. Швидкість поширення електромагнітних хвиль через різні матеріали різна. Електромагнітне випромінювання здатне поширюватися практично у всіх середовищах. У вакуумі (просторі, вільному від речовини і тіл, що поглинають або випускають електромагнітні хвилі) електромагнітне випромінювання поширюється без затухань на будь-які великі відстані, але в ряді випадків досить добре поширюється і в просторі, заповненому речовиною (змінюючи при цьому свою поведінку) [42, 43].

По довжині електромагнітні хвилі поділяються на 6 основних типів:

1. Радіохвилі – це найдовші хвилі, розмір радіохвиль – 100 метрів.
2. Мікрохвилі – налогічні радіохвилям, тільки набагато коротші, типовий розмір – 15 см.
3. Інфрочервоні промені – це різновид невидимого, так званого «гарячого світла», довжина хвилі – всього 0,01 мм.
4. Ультрафіолетові хвилі та рентгенівські хвилі – це дуже короткі і шкідливі для організму хвилі. Рентгенівські хвилі активно використовуються в медицині і сфері безпеки.
5. Гамма-промені – це найбільш короткі та небезпечні електромагнітні промені, що володіють величезною потенційною енергією [44].

Таким чином, електромагнітне випромінювання – повсюдне явище, різноманітне за своїми властивостями і характером впливу на живі організми. У науковій і довідковій літературі накопичено багато даних про вплив різних видів електромагнітного випромінювання на організм людини. В

узагальненому вигляді такий вплив можна сформулювати наступним чином: гамма і рентгенівське випромінювання пронизують організм людини, викликаючи пошкодження тканин, видиме світло викликає зорове відчуття в очі, інфрачервоне випромінювання, падаючи на тіло людини, нагріває його, а радіохвилі і електромагнітні коливання низьких частот людським організмом і зовсім не відчуються.

У сучасну епоху технологічного буму електромагнітні хвилі стали все більш небезпечнішими. Найбільш істотний вплив на організм людини роблять мобільні телефони, мікрохвильові печі, комп'ютери і телевізори. Мікрохвильові печі діють в основному нетривалий час (в середньому від 1-7 хвилин), телевізори наносять відчутну шкоду тільки при розташуванні на близькій відстані до глядача. Отже, лідируючу позицію ділять ноутбук, мікрохвильовка і комп'ютер. На другому місці: електроплити, холодильники, телевізори, пилососи, а також люмінесцентні лампи. Решта електроприлади: праски, тостери, кавоварки, фени, пральні машинки – найнешкідливіші.

У науковій літературі вплив електромагнітного випромінювання на інші живі організми представлено не так широко. Відповідно до одного з проведених експериментів, в дві ємності були посаджені насіння салату. Одна з них знаходилася біля WiFi -роутера, а інша в сусідній кімнаті. Через 12 днів салат в ємності, що знаходиться в сусідній (віддаленій від WiFi-роутера) зійшов, а той, що стояв біля точки доступу – ні [43-44].

В інших експериментах, які зустрічаються в основному в зарубіжній літературі (на прикладі насіння брокколі, квасолі, сухих дріжджів і бактерій) в залежності від тривалості його впливу, було виявлено, що тривалий вплив мікрохвиль робить згубний вплив на живі організми.

Живі організми дуже чутливі до зміни природного ЕМВ. В результаті промислової діяльності людини на протязі останніх двох століть з'явилися техногенні джерела електромагнітного випромінювання, які впливають на всі живі організми. Їх характеристики значно відрізняються від природного електромагнітного фону по напруженості електричної і магнітної складових,

частотним і тимчасовим параметрам. У деяких місцях планети напруженість ЕМВ підвищилася, в порівнянні з природним фоном, до 5 порядків.

Вплив електромагнітного випромінювання на живі організми безперервно досліджується. Проте, сам механізм впливу не відомий. Вчені висувають припущення, що ЕМВ індукують струми на клітинному рівні, що дозволяє клітинам здійснювати дифузію через мембрани. Дослідження показали, що під впливом ЕМВ в живих клітинах відбуваються такі явища: змінюється конформація мікромолекул, змінюється швидкість дифузії через клітинні мембрани, змінюється електронна структура вільних радикалів. Особливий інтерес викликає зміна властивостей води під впливом ЕМВ, оскільки вона є невід'ємним компонентом всіх живих істот. Зміни в її структурі ведуть за собою зміну в колоїдних системах [39].

Жива клітина несе в собі безліч різно заряджених частинок. Зовнішні ЕМВ впливають на них таким чином, що атоми і молекули клітин поляризуються відповідно з напрямком основних магнітних ліній. Клітинні мембрани інтенсивно реагують на будь-які незначні зовнішні впливи: в результаті опромінення живих клітин спостерігалось значних змін проникності клітинних мембран, зміна іонного складу, порушення окислювальних процесів в мітохондріях [42].

На факультеті біології Московського державного університету досліджували, як впливають слабкі ЕМВ на живі організми. Вчені розглядали вплив електромагнітних хвиль, що випускаються сучасними технічними пристроями: комп'ютерами, мобільними телефонами. Експеримент проводився з включеними і вимкненими пристроями. Після завершення експерименту дослідники винесли невтішний вердикт. Вплив слабого електромагнітного випромінювання, виробленого технічними пристроями на рослини і тварин, виявилось суто негативним за цілою низкою показників. Негативні результати: знизилася здатність до виживання мікроорганізмів, спостерігалось пригнічення рухової активності, ускладнилося відновлення тканин, у піддослідних організмів збільшилася кількість порушень

ембріонального розвитку, порушився метаболізм і знизився загальний енергетичний потенціал організму [44].

1.5.3 Вплив обробки рослин мікрохвилями

Мікрохвилі зазвичай використовуються для розігріву їжі або передачі сигналів зв'язку, але дослідження показали, що вони також можуть стимулювати проростання і зростання насіння.

У деяких типів рослин, таких як акація, є насіння з водонепроникним покриттям, яке перешкоджає проростанню, і процес проростання часто розгортається місяцями або роками, тому використовували мікрохвилі, щоб скоротити цей процес, забезпечуючи високий відсоток проростання і постійне проростання після посіву. Використання мікрохвиль вважається сухим методом руйнування зовнішньої оболонки насіння, на відміну від іншого поширеного методу з використанням кропу. Після того, як насіння були піддані мікрохвильовій обробці, вони можуть зберігатися протягом певного періоду часу і залишатися життєздатними [45].

Було також показано, що насіння, оброблене мікрохвилями, значно збільшують довжину як стебла, так і кореня у деяких сіянців. Однак насіння не слід піддавати мікрохвильовій обробці занадто довго, так як це негативно позначиться на довжині стебла і кореня. Згідно з дослідженням, проведеним в 2010 році в сільськогосподарському університеті в Болгарії, насіння сочевиці, піддані мікрохвильовій обробці протягом 30 секунд при 450 Вт, мали стебла в середньому на 10% довше, а коріння – в середньому на 7% довше в порівнянні з контрольним насінням. Насіння, піддані мікрохвильовій обробці в 60 секунд, мали стебла, які в середньому були на 9% довше, а коріння були на 6,5% довше. Насіння в дослідженні піддавалися сильному негативному впливу в

результаті впливу мікрохвильової печі протягом 90 секунд і показали негативний результат [45].

Дослідження сільськогосподарського університету Болгарії також показало, що загальна маса сіянців збільшується при мікрохвильовій обробці до 450 Вт. Через 30 секунд загальна маса була на 16% вище, ніж у контролі, а через 60 секунд загальна маса була більш ніж на 36% вище – обидва показники вимірювалися при 14-денному зростанні. Проаналізувавши більш високу потужність і більш тривалий час впливу, дослідники прийшли до висновку, що мікрохвильове випромінювання насіння протягом 30 секунд при 450 Вт дає оптимальні результати, при цьому стимуляція зростання відбувається на більш пізніх стадіях розвитку розсади [45].

За допомогою низькоенергетичних мікрохвиль, використовуваних для комунікаційних цілей, що постійно бомбардують нас, дослідники з Центру атомних досліджень Бхабхі в Мумбаї, Індія, досліджували, як це випромінювання може вплинути на сходжуваність і швидкість росту насіння. Дослідження 2011 року показало, що малопотужні мікрохвилі також мають стимулюючий вплив на схожість і ріст насіння, особливо при більш високій мікрохвильовій потужності і часу впливу, використовуваних в дослідженні. Дослідження показало, що вплив мікрохвиль варіювався залежно від типу насіння рослин [46].

Згідно дослідженнями в Московському Державному Університеті низькоінтенсивне безперервне 10-хвилинне опромінення розсади томата частотою 1667 МГц зробило стимулюючий вплив на ріст і врожайність розсади. Піддослідні рослини виглядали більш потужними і куцистими, в порівнянні з контрольною групою, яка не зазнала впливу ЕМВ. Цікаво, що в перший час після опромінення рослини сповільнювали своє зростання, в порівнянні з томатами, зростаючими в природному середовищі, але незабаром інтенсивно його прискорювали [47].

При тривалих експозиціях частотою 61,2 ГГц спостерігається пригнічення морфологічних параметрів пророщених пшеничних зерен, а

також зміна швидкості поглинання рослинами води. У той же час активізувалися ферменти каталаза і амілаза [45-46].

Вплив на рослини хвилями надвисокої частоти показали всю неоднозначність впливу хвиль міліметрового діапазону на пророщені насіння. Залежно від експозиції знижувалася швидкість проростання насіння опромінених ЕМВ, в порівнянні з розсадою, яка не зазнала опромінення. Активація або пригнічення ферментів рослин також залежали від періоду їх обробки. Дослідники прийшли до висновку, що разом зі стимуляцією росту рослин мікрохвилі впливають гнітюче на більшість внутрішньоклітинних процесів рослин [47].

Коли ґрунт піддається впливу тривалої дози мікрохвиль, зростання рослин в цьому ґрунті ускладнене, а швидкість проростання знижується через зменшення кількості поживних речовин в ґрунті. Це призводить до того, що рослини дозрівають дуже швидко і вмирають до того, як вони досягнуть повного вегетативного розвитку.

На відміну від шкідливого прямого впливу мікрохвиль на насіння і ґрунт, протилежний ефект часто виникає, коли рослини зрошуються водою, яка була оброблена мікрохвилями. Згідно літературних джерел, вода, яка була оброблена мікрохвилями, перед тим як її додавали до насіння, може привести до того, що насіння проростає дуже швидко і рослини ростуть набагато вище, ніж їх традиційно политі аналоги [48-50].

1.6 Колхіцин та його використання у селекції

Зараз достовірно відомо та доведено науковцями, що збільшення кількості хромосом підвищує стійкість тієї чи іншої рослин до патогенних мікроорганізмів і деяких інших несприятливих факторів зовнішнього середовища. Пояснюється це тим, що при пошкодженні однієї або двох

гомологічних хромосом інші такі ж залишаються недоторканими. Таким чином, поліплоїдні рослини, зазвичай, є більш життєздатними та дають кращі врожаї, ніж диплоїдні.

Причиною виникнення поліплоїдії є нерозходження хромосом у мейозі. У цьому випадку у статевій клітині виявляється повний набір соматичної клітини. Якщо така гамета зливається із звичайною, то виходить триплоїдна зигота, яка дає початок триплоїду. За умови, що дві гамети містять диплоїдний набір, їх злиття веде до утворення тетраплоїда і т. ін. Також поліплоїдні організми можуть з'явитися при незакінченому мітозі [20, 22].

Цей різновид мутацій має величезне значення в еволюційних перетвореннях диких і культурних рослин, серед яких близько 50% видів є поліплоїдами. Приблизно 80% сучасних сортів різноманітних видів культурних рослин є поліплоїдами. До них відносяться овочеві та плодово-ягідні культури, злакові, цитрусові, технічні, декоративні та лікарські рослини.

Існують такі види поліплоїдії: автополіплоїдія та аллополіплоїдія. Автополіплоїдія – кратне збільшення одинарного набору хромосом у клітинах. При аллополіплоїдії науковці змогли поєднати метод штучної поліплоїдії з віддаленою гідридизацією. Зокрема, були отримані плодовиті гібриди рослин, наприклад, найвідоміший аллоплоїд – рафанобрасіка, виведений Карпеченко, гібрид між редькою та капустою. Ці гібриди мають досить високу врожайність, холодостійкість, невибагливість, стійкість до хвороб та деяких шкідників [20, 22].

Для штучного індукування поліплоїдії використовуються різноманітні фактори, які викликають поліплоїдизацію і в природі:

1. фізичні – температурні впливи, іонізуючі випромінювання;
2. механічні – пошкодження тканин, центрифугування;
3. хімічні – застосовують колхіцин, апіоль (екстракт, що отримують з насіння петрушки), ауранцію (амонієва або натрієва сіль гексанітродифеніламіну, як ав 100 разів ефективніше колхіцину), окис азоту (газ застосовують під тиском у декілька атмосфер, впливаючи

таким чином на квітки після запліднення). Для отримання поліплоїдів використовують також аценафтен, хлористий сангуїнарин, гаммексан, ліндан та інші речовини [33-34].

Сьогодні в селекції для отримання поліплоїдних форм частіше за все використовують колхіцин у вигляді водних розчинів, пасти і у вигляді розчину в агарі або ж гліцерині. У чистому вигляді колхіцин – це жовтувато-білий порошок, розчинний у воді, спирті і хлороформі. Хімічна формула колхіцину – $C_{22}H_{25}O_6N$. Колхіцин є алкалоїдом трополонового ряду, який екстрагують з рослин роду *Colchicum*. Найбільш відоме джерело колхіцину *Colchicum autumnale* – пізньоцвіт осінній – отруйна багаторічна рослина. Вид занесений до Червоної книги України у статусі «неоцінений». Лікарська, медоносна і декоративна культура [34].

Отримання поліплоїдів з допомогою алкалоїду колхіцину полягає у тому, що цей алкалоїд має здатність зв'язуватися з білком тубуліну, що створює мікротрубочки, і внаслідок цього відбувається блокування поділу клітин на стадії метафази [35]. У результаті цього клітинна перетинка не утворюється і сама клітина не ділиться. Подвоєні хромосоми лишаються в одній вихідній клітині. Коли дія колхіцину завершується, клітина ділиться і дає початок двом новим тетраплоїдним клітинам. Таким чином, дія колхіцину полягає в пригніченні і навіть руйнуванні веретена поділу, в результаті чого порушується розходження дочірніх хромосом до полюсів і вони залишаються в одній клітині.

Зазвичай готують 1-2% розчин, а потім розбавляють до необхідної концентрації. Колхіцин характеризується досить великою стійкістю, тому його розчини можна стерилізувати в автоклаві. Розчин потрібно зберігати в темряві, так як під впливом світла колхіцин розкладається. При роботі дотримуються обережності, бо колхіцин – сильна отрута [35-38].

Проблемою отримання поліплоїдів рослин, зокрема з представників родини Капустяні (*Brassicaceae*), займалися Harshita Dwivedi та Girjesh Kumar, працівники Аллахабадського університету в Індії. Вони змогли отримати

автотетраплоїди *Brassica campestris* за допомогою колхіцину. Використовувалось два методи обробки – обробка насіння та проростків різними концентраціями та експозиціями витримки у розчині колхіцину. Досить успішним виявився метод обробки проростків і було отримано поліплоїди, які мали цитологічні та морфологічні відмінності у порівнянні з диплоїдною формою. Зокрема, було відмічено такі морфологічні показники, як збільшення кількості та розміру продихів, збільшення розміру квіток та діаметру пилкового зерна. Отримані рослини мали дещо вищий рівень пристосованості до несприятливих умов навколишнього середовища та більшу продуктивність [39].

1.6.1 Методи обробки колхіцином

Під час застосування колхіцину використовують різноманітні методики, які в основному є специфічними для того чи іншого виду рослини і фази розвитку. Як правило, готують 1-2% розчин, який при необхідності розбавляють до потрібної концентрації. Частіше всього використовують водний розчин алкалоїду 0,01-0,5% [40].

Особливість колхіцину – висока стійкість, тому його розчин можна стерилізувати в автоклаві. Отриманий розчин необхідно зберігати у темряві, так як світло сприяє розкладанню колхіцину. Окрім цього, колхіцин – сильна отрута, тому при роботі з розчином треба дотримуватися правил техніки безпеки. З урахуванням цих умов було розроблено ряд методів отримання поліплоїдів для різних культур, зокрема [41]:

1. колхіцинування насіння;
2. занурення проростків в водний розчин колхіцину або поміщення їх на фільтрувальний папір, який змочений колхіцином;

3. обробка культур які мають дрібне насіння (пророщують у чашках Петрі на фільтрувальному папері);
4. крапельний метод;
5. метод ін'єкцій;
6. обробка коренів колхіцином;
7. обробка дорослих рослин розчином колхіцину;
8. обробка шляхом занурення пагонів в розчин;
9. обробка квітконосних пагонів;

Колхіцинування насіння. Цей спосіб характерний для культур з досить швидкими темпами проростання насіння. Спочатку насіння піддається обробці або у сухому вигляді, або його попередньо замочують у воді. Перед посівом насіння промивають у проточній воді. Концентрація розчину має бути 0,1-0,2%, а експозиція – 3-6 днів. Якщо попередньо замочують насіння у воді, то його пророщують у чашках Петрі протягом 0,5-48 год на фільтрувальному папері, який попередньо змочений колхіцином. Таким методом можна отримати тетраплоїди картоплі, тютюну, шовковиці, конюшини та інших культур. Перевагою методу колхіцинування насіння є майже повна відсутність деформованих тканин у рослин які вирости. Недолік методу – різко знижена життєздатність проростків внаслідок затримки розвитку кореневої системи [41-42].

Занурення проростків в водний розчин колхіцину або поміщення їх на фільтрувальний папір, який змочений колхіцином. Концентрація розчину повинна становити 0,01-0,2%, експозиція обробки 3-12 год і більше. Недоліком даного методу є сильна затримка розвитку і можлива загибель проростків (насіння). Для усунення цього недоліку корінці потрібно ізолювати від дії розчину колхіцину. Для цього насіння яке проросло, як правило, потрібно закріпити на спеціальній сітці корінцями догори. Наприклад, у зернових злаків проростки з колеоптилем довжиною 2-4 мм опускають на 30 хв в чашку Петрі корінцями вгору. Після цього етапу їх треба висадити у ящики в теплиці.

Обробка культур які мають дрібне насіння (пророщують в чашках Петрі на фільтрувальному папері). У момент проростання насіння чашки Петрі перевертають догори дном і корінці, які відростають, в результаті явища геотропізму ростуть вниз. Коли вони досягають довжини 0,5-0,8 см, чашки Петрі знову повертають у вихідне положення, насіння заливають розчином колхіцину, а корінці накривають вологим фільтрувальним папером. Концентрація розчину має бути 0,05-0,1%, а експозиція – 2 год. Цим методом отримують тетраплоїди петрушки, моркви, салату та інших культур [40].

Крапельний метод. Сутність цього методу в тому, що розчин колхіцину наносять піпеткою на точку росту молодих сіянців вранці та ввечері або через кожні 3-4 год протягом 3-4 діб, іноді з перервою на кілька діб. При цьому використовують водні розчини колхіцину, водно-гліцеринові і водно-агарові (0,4% агару). Концентрація таких розчинів повинна бути у межах 0,1-0,4%. При обробці рослини поміщають на розсіяному світлі, відносна вологість повітря повинна становити 70-80%.

Метод ін'єкцій. При роботі розчин колхіцину концентрацією 0,1-0,2% вводять шприцом в центральну частину стебла на рівні кореневої шийки. У кукурудзи, для прикладу, обробку цим способом проводять у фазі 1-2 листків у ранкові години доби. Впрорскування розчину закінчують, коли вгорі, в розтрубі розвиненого листа, з'являється крапля розчину колхіцину. Обробку повторюють протягом декількох днів. Для пшениці розроблено метод поліплоїдизації шляхом ін'єкції 0,1-1,0% розчину колхіцину квітки на трьох стадіях її розвитку: до запилення, під час запилення і після запилення. Для винограду ін'єкції проводять у молоді пагони, у капусти – в бруньки маточних рослин на ранніх стадіях їх розвитку.

Обробка коренів розчином колхіцину. Цей метод є найбільш ефективним при роботі з пшеницею, просом і іншими злаками, у яких верхівка малодоступна, а також при роботі з томатами, гречкою та іншими культурами. Спочатку відбувається викопування молодих рослин і відмивання їх коріння, потім почергово потрібно провести занурення на 12 год у слабкий розчин

колхіцину, а потім промити корені під проточною водою для зниження пошкодження коренів. Концентрація розчину має бути 0,0125-0,4%, а експозиція – від 24 до 144 годин [40-42].

Обробка дорослих рослин розчином колхіцину. Сутність методу полягає в тому, що потрібно залишити кілька пагонів, на яких відбувається обробка всіх точок зростання. Концентрація розчину повинна бути вище звичайного (0,2-1%). Обробку можна проводити, нагинаючи пагони або занурюючи їх у розчин. При цьому можна використовувати крапельний метод, тампони, желатинові капсули, або метод ін'єкцій.

Обробка шляхом занурення бруньок в розчин колхіцину. На пагоні роблять невеликий надріз на 1-2 см нижче верхівки і занурюють надрізану частину в пробірку з розчином колхіцину. Всі бруньки на відстані не менше 4-5 см від обробленої частини видаляють.

Обробка квітконосних пагонів. Сутність методу полягає в тому, що колхіцин вводять в рослину через стебла в період закладення і формування спорогенної тканини. Цей метод переважно застосовується для дворічних культур (цукровий та кормовий буряк, турнепс). Наприклад, у буряків надрізають до половини біля основи квітконосний пагін (довжиною 10-12 см) і розщеплюють його. Відщеплений кінець занурюють у пробірку з 0,01% розчином колхіцину. В результаті утворюються диплоїдні яйцеклітини і пилок. Таким шляхом вдається отримати до 40-50% тетраплоїдного насіння [42].

1.7 Застосування мутагенів

Застосовуючи мутагени можна змінити генетичні властивості мікроорганізмів і отримати штами з цінними для промисловості властивостями. Незважаючи на визначальну роль генетичного фактора у

біосинтезі ферментів, продуктивність біотехнологічних процесів залежить і від складу живильного середовища. Цей факт має враховуватися при виборі технології.

Наприклад, фермент ліпаза майже не синтезується грибом *Aspergillus awamori* на середовищі без індуктора, додавання жиру кашалота підсилює біосинтез ферменту в сотні разів. При додаванні ж у середовище крохмалю і при повному виключенні мінерального фосфору інтенсивно синтезується фосфатаза. Також важливу роль відіграє склад живильного середовища та умови культивування. При розробці процесу біосинтезу α -амілази культурою *Aspergillus oryzae* заміна сахарози (як джерела вуглецю) на крохмаль збільшила активність ферменту в 3 рази, додавання солодових екстрактів (з пророслого насіння злакових) ще в 10 разів, а підвищення концентрації основних елементів живильного середовища на 50% – ще в 2 рази [43-45].

У сільськогосподарській практиці, отримані соматокони картоплі сорту Зарево, що відрізняються високою врожайністю, підвищеною стійкістю до захворювань, більш високим вмістом в бульбах протеїну і крохмалю. Для рослин тютюну отримані через калусні культури соматокони, стійкі до вірусу тютюнової мозаїки.

В наш час метод культури тканин почав широко використовуватися в селекції не тільки кормових і технічних культур, але і декоративних і лікарських рослин. Прикладом тому може служити новий сорт пеларгонії *Velvet Rose*, отриманий через калусні культури [47-48].

Для прискорення селекційного процесу в культурі клітин використовуються хімічні і фізичні мутагени. Обробка тканини раувольфії зміїної азотистим іпритом концентрації $2,5 \cdot 10^{-3}$ М призвела до підвищення рівня аберацій хромосом в першому пасажі до 32% та викликала зсув популяції в бік збільшення триплоїдів. У результаті, вдалося отримати штам з більш високою біосинтетичною активністю в порівнянні з вихідною тканиною [48].

Ультрафіолетові промені є одним з фізичних факторів бактеріостатичної і бактерицидної дії на мікроорганізми в повітряному середовищі й на поверхнях оброблюваних об'єктів. Вони входять до числа засобів, що забезпечують зниження мікробного нальоту поверхонь і повітряного середовища, доповнюють комплекс ветеринарно-санітарних заходів на об'єктах ветеринарного нагляду.

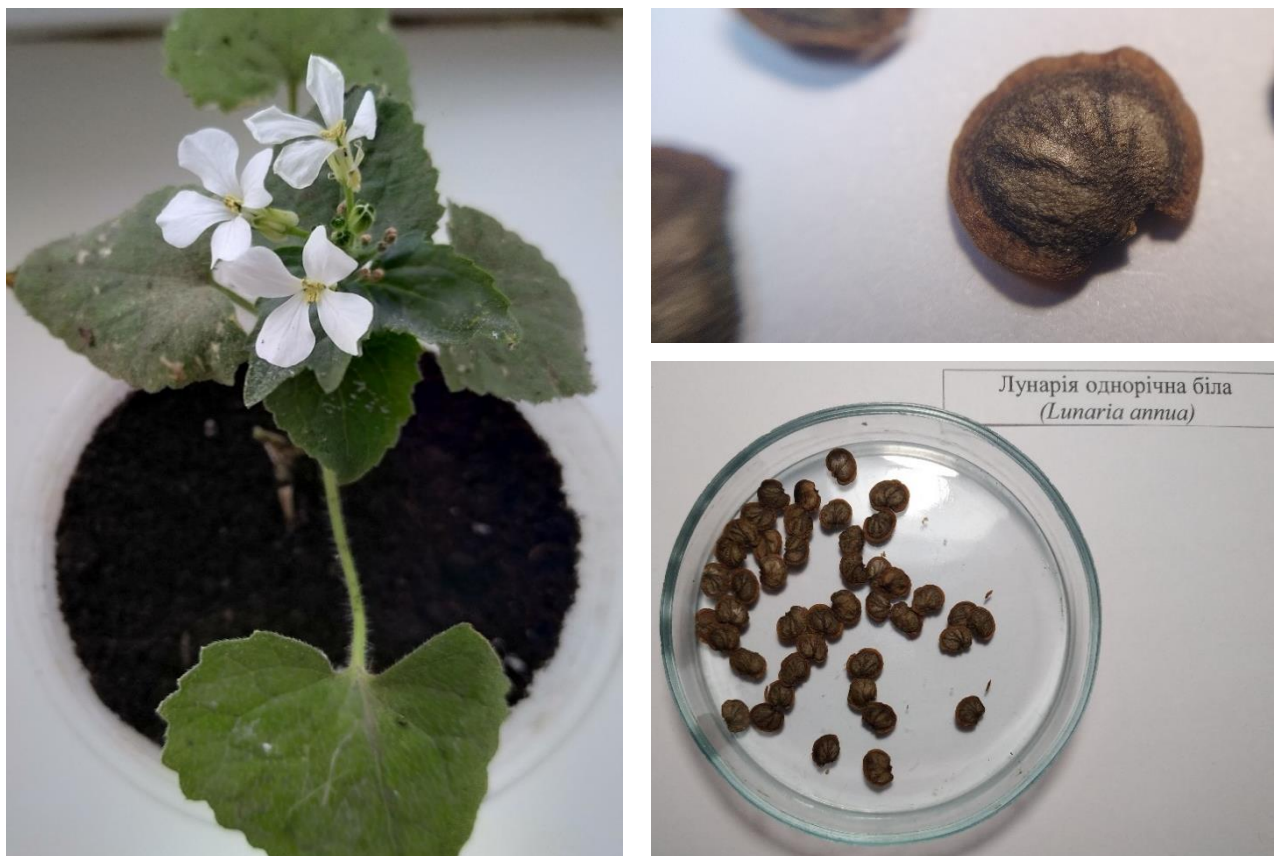
УФ-промені широко застосовують для дезінфекції та стерилізації різних об'єктів у медицині, ветеринарії, на підприємствах біологічної, фармацевтичної та харчової промисловості, у тваринництві та інших галузях народного господарства [48].

Обробка УФ-променями покращує санітарно-гігієнічні показники виробничих приміщень, повітря, поверхонь різного устаткування, тари, транспортних засобів, води, яєць, молока, крові, м'ясної сировини, м'ясних продуктів; дозволяє зберігати охолоджене м'ясо без заморожування протягом 17-20 діб з хорошими товарними та органолептичними показниками. Застосування джерел УФ-променів у холодильних камерах зменшує заплісневіння стін і псування охолодженого м'яса, знижує втрати його маси при переробці, що забезпечує економію витрат на заморожування і дезінфікуючих засобів, що застосовуються для санітарної обробки камер. При застосуванні УФ-променів досягається, крім бактеріостатичної і бактерицидної дії, різке зниження в приміщеннях концентрації аміаку, сірководню та інших шкідливих виробничих газів, в тому числі тих, що утворюються при псуванні м'яса та інших харчових продуктів [47-49].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Матеріали дослідження

В якості матеріалу для дослідження було використано насіння лунарії білої однорічної (рис. 2.1) та лунарії фіолетової однорічної (рис. 2.2) з колекції кафедри садово-паркового господарства та генетики біологічного факультету Запорізького національного університету.



a

б

Рисунок 2.1 – Загальний вигляд Лунарії однорічної білої (а) та її насіння (б)

Лунарія однорічна (*Lunaria annua*). Опис рослини: однорічна трав'яниста рослина, має прямостоячий трав'янистий пагін, округлий, досягає

у висоту до 45-80 см. Стебло та листки вкриті трихомами. Розташування листків – навхрест супротивне. Нижні дві пари листків мають черешок, є простими, широкояйцеподібні за формою, жорстковолосисті, основа листка серцеподібна, а верхівка – загострена, краї листової пластини зубчасті. Верхні пари листків сидячі, дещо більш витягнуті – овальнояйцеподібні за формою, основа листка округла, верхівка також гостра, краї листової пластини зубчасті.



a



б

Рисунок 2.2 – Загальний вигляд Лунарії однорічної фіолетової (а) та її насіння (б)

Квітка актиноморфна, двостатева, подвійна оцвітину з 4 вільних чашелистиків, розташованих у 2 кола, має 4 вільні пелюстки. Забарвлення квітів біле та фіолетове. Формула квітки: $\times \text{Ca}_{2+2} \text{Co}_4 \text{A}_{4+2} \text{G}_{(2)}$. Кількість

хромосом у диплоїдному наборі $2n=30$. Плід – стручечок, майже округлої форми [6-7].

2.2 Методика обробки рослин колхіцином

В даній роботі основним методом обробки рослин слугував метод колхіцинування насіння. Згідно даній методиці насіння лунарії білої та лунарії фіолетової було оброблено в сухому вигляді розчином колхіцину концентрацією 0,01%. Було проведене замочування насіння у кількості 30 насінин, експозиція складала 1, 3 та 6 годин. Після проходження терміну витримки проведено промивання насіння проточною та дистильованою водою і перенесення обробленого насіння до чашок Петрі з попередньо змоченим фільтрувальним папером. Дослідний матеріал був поміщений у темне місце для проростання [60-61].

2.3 Метод обробки рослин мікрохвилями

Для виконання дослідницької роботи було взято лунарію з різним забарвленням віночку – лунарію білу та лунарію фіолетову. Використано методику обробки насіння мікрохвилями з частотою 1550 МГц та експозицією 60 та 90 секунд.

Відповідно даній методиці взято по 5 насінин кожного варіанту лунарії для експозиції 60 та 90 секунд при обробці мікрохвилями. Одночасно було висаджено контроль, тобто насінини, які не піддавалися впливу мікрохвиль для порівняння. Після проходження терміну обробки, насіння помістили у

чашки Петрі на фільтрувальний папір. Провели етикетування, матеріал помістили в темне місце для подальшого проростання [44-45].

2.4 Методи вирощування рослин

Основним методом дослідження, який було використано в даній роботі, є лабораторний метод вирощування рослин. Оброблене насіння було поміщено у чашки Петрі на фільтрувальний папір, який попередньо змочений дистильованою водою. Проведено етикетування і перенесення матеріалу в темне місце для подальшого проростання. Після появи проростків було проведено їх висадку в ґрунт по 1 зразку в окрему ємність. Одночасно було висаджено контроль, тобто ті проростки, які не піддавалися впливу для порівняння. Результати проростання насіння та розвитку рослин фіксувалися протягом всього вегетаційного періоду. Полив, пересадка та внесення добрив здійснювалося за необхідністю та відповідно до агротехніки цієї культури [26].

2.5 Методи вимірювання показників

В даній роботі підрахунки велися загальноприйнятими методами вимірювання морфометричних показників. Було виміряно та зафіксовано висоту досліджуваних рослин (за допомогою лінійки), підраховано кількість квіток, бутонів та сформованих плодів (окомірний метод та метод підрахунку). Усі отримані дані було оброблено статистично.

2.6 Статистична обробка даних

Для обробки результатів даного експерименту широко застосовують математичні методи, які дозволяють точно охарактеризувати ті або інші явища і виражати за допомогою математичних формул різноманітні зв'язки і залежності між ними. При проведенні експериментів і наукових спостережень виникає необхідність у виявленні таких закономірностей, які зазвичай сховані випадковою формою свого прояву.

Для надійності наукових рекомендацій потрібно визначити вірогідність результатів тих досліджень, на основі яких даються рекомендації. Ці задачі вирішують математичний аналіз, використання досягнень сучасної біометрії – науки про способи застосування принципів й методів теорії ймовірності і математичної статистики в біології. Розуміння й облік статистичних закономірностей допомагає експериментально скласти та описати методично обґрунтований план дослідів і вірно їх провести.

Однією з основних задач статистичної обробки експериментальних даних є знаходження показників, що характеризують особливості емпіричних сукупностей (груп) і що дають можливість порівняти їх один з одним. Групові властивості є в групі, але їх немає у окремих представників. Групи, як правило, починаються вже з двох об'єктів.

Середні величини слід обчислювати таким чином, щоб сумарна дія вирівняних значень ознаки дорівнювала б сумарній дії отриманих у експерименті не усереднених значень. Дотримання принципу єдності сумарної дії свідчить про вірність вибору того чи іншого середовища. Якщо сума усереднених значень не дорівнює сумі первісних фактичних значень, то це значить, що або середня обрана невірно, або при розрахунках були допущені помилки [43].

Практично в більшості біологічних експериментів досить розрахувати середню арифметичну.

Середню арифметичну можна вирахувати у всіх випадках за формулою:

$$\bar{X} = \frac{\sum V}{N}, \quad (2.1),$$

де V – варіанти дослідів,

N – обсяг групи або числа спостережень в досліді.

Середня величина одним загальним показником характеризує всю групу в цілому і тому зовсім не враховує розмаїтість об'єктів по досліджуваній ознаці. Розходження ці іноді дуже великі, але іноді майже не помітні [44].

Основний показник розмаїтості значень ознаки у групі – середнє квадратичне відхилення σ . Сигму використовують і як самостійний показник, і як основу для утворення багатьох інших показників біометрії: коефіцієнту варіації, помилок репрезентативності, коефіцієнтів кореляції і регресії, елементів дисперсійного аналізу й інших.

Обчислюють сигму за наступною формулою:

$$\sigma^2 = \frac{\sum(X - X_{сер})^2}{n-1}, \quad (2.2),$$

де σ^2 – дисперсія,

$X_{сер}$ – групова середня,

n – обсяг групи.

Коли показники виражені у відсотках, похибка цього відсотка виражається за формулою:

$$m_p = \sqrt{\frac{p(100-p)}{N-1}} \quad (2.3),$$

де m_p – похибка, виражена у відсотках,

p – значення відсотка,

$N - 1$ – обсяг групи.

У біологічних дослідженнях із застосуванням методів статистичної обробки даних завжди застосовують поняття ймовірності і значимості.

Істотно важливі ймовірності 0,95, 0,99 та 0,999 і відповідні їм рівні значимості 0,05, 0,01 та 0,001. Ймовірності 0,95, 0,99 та 0,999 називають довірливими ймовірностями, значенням яких можна довіряти або якими можна впевнено користуватися.

Вимагання надійності (ймовірності безпомилкових прогнозів) у біологічних дослідженнях відповідають ймовірності 0,95 (рівень значимості 0,05), підвищені вимоги надійності при перевірочних дослідах – ймовірності 0,99, високі вимоги надійності при вирішенні спірних питань і при дослідженні шкідливих отруйних речовин – 0,999.

Способи розрахунку помилок репрезентативності середньої арифметичної може бути вирахована за формулою:

$$M_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}, \quad (2.4),$$

де σ – дисперсія,

N – обсяг групи або числа спостережень в досліді.

Для визначення довірливих меж генеральних параметрів і вірогідності вибірових різниць користуються стандартними значеннями критерію Стьюдента:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{M_{x_1}^{-2} + M_{x_2}^{-2}}}, \quad (2.5),$$

де \bar{X}_1 , \bar{X}_2 – середні арифметичні параметрів,

$M_{x_1}^{-2}$, $M_{x_2}^{-2}$ – похибки середніх арифметичних [43-45].

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Вживаність рослин лунарії після обробки насіння колхіцином

Дослідження були проведені протягом 2019 року на базі лабораторії кабінету хімії Комиш-Зорянської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів Комиш-Зорянської селищної ради Більмацького району Запорізької області.

В ході даної практичної частини моєю основною задачею було дослідити вплив обробітку насіння рослин лунарії розчином колхіцину при різній експозиції та оцінити виживаність і розвиток рослин.

Хід роботи полягав в тому, що необхідно було відповідно до методики колхіцинування насіння провести замочування та витримку сухого насіння лунарії білої та лунарії фіолетової у колхіцині концентрацією 0,01% експозицією 1, 3 та 6 годин. Також було здійснено контрольне пророщування насіння лунарії на дистильованій воді, яке не піддавалося обробці колхіцином. Після проходження часу замочування, насіння промивалося проточною та дистильованою водою, поміщалося на вологий фільтрувальний папір у чашку Петрі для подальшого пророщування у темряві, проводилося етикетування.

Змочування фільтрувального паперу дистильованою водою здійснювали за необхідністю. Після пророщування насіння висаджувалося у кількості однієї насінини на одну ємкість, ємкості етикетувалися. Неодноразово було проведено моніторинг досліджуваних зразків. Результати дослідження стосовно впливу колхіцину на виживаність рослин лунарії представлені в таблиці 3.1.

Слід зазначити, що розвиток рослин оброблених колхіцином у порівнянні з контролем сповільнений. Особливо помітно це на прикладі лунарії фіолетової (рис. 3.1). Відмінності у строках появи листків, бутонів, початку та закінчення квітнення в середньому складали від 4 до 5 днів.



а



б



в



г

Рисунок 3.1 – Загальний вигляд рослин Лунарії фіолетової, насіння якої було оброблене колхцином протягом 1 (а), 3 (б), 6 годин (в) та контроль (г)

Таблиця 3.1 – Вживаність рослин лунарії однорічної після обробки колхцином у концентрації 0,01%

	№	Експозиція, год.	Кількість замоченого насіння	Кількість висаджених проростків	Кількість життєздатних рослин, які дійшли до цвітіння	Кількість рослин, які продукують плоди	Вживаність, %
Лунарія біла (<i>Lunaria annua</i>)	1	1	5	5	3	2	80 ± 2,0 ⁴
	2	3	5	5	3	3	100
	3	6	5	5	5	4	100
Контроль (біла)	4	-	5	5	3	3	100 ¹
Лунарія фіолетова (<i>Lunaria annua</i>)	5	1	5	5	-	-	80 ± 2,0 ^{6,7}
	6	3	5	5	-	-	60 ± 2,4 ^{5,8}
	7	6	5	5	-	-	60 ± 2,4 ^{5,8}
Контроль (фіолетова)	8	-	5	5	-	-	80 ± 2,0 ^{6,7}

Примітка: ^{1,4,5,6,7,8} – відмінності між відповідними варіантами статистично достовірні на рівні значущості 5 %

Аналізуючи отримані дані можна сказати, що вживаність рослин лунарії білої після обробки колхцином у концентрації 0,01% та при експозиції 1 година склала 80%, що знаходиться нижче рівня контролю, і є статистично достовірно відмінним результатом при рівні значущості 5% у порівнянні з контролем. Вживаність лунарії білої експозицією 3 та 6 годин знаходиться на рівні контролю. Вживаність лунарії фіолетової після обробки колхцином у концентрації 0,01% у середньому знаходиться на рівні контролю, у варіанті при експозиції 1 година та достовірно нижча при експозиції 3 та 6 годин.

3.2 Вживаність рослин лунарії після обробки насіння мікрохвилями

В ході даної практичної частини моєю основною задачею було дослідити вплив обробки насіння рослин лунарії мікрохвилями при різній експозиції та оцінити вживаність і розвиток рослин. Результати дослідження стосовно впливу обробки мікрохвиль на вживаність рослин лунарії представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вживаність рослин лунарії однорічної після обробки мікрохвилями частотою 1550 МГц

	№	Експозиція, с.	Кількість замоченого насіння	Кількість висаджених проростків	Кількість життєздатних рослин, які дійшли до цвітіння	Кількість рослин, які продукують плоди	Вживаність, %
Лунарія біла (<i>Lunaria annua</i>)	1	60	5	5	5	3	100 ^{2,3}
	2	90	5	5	3	1	60 ± 2,4 ^{1,3}
Контроль (біла)	3	-	5	5	4	2	80 ± 2,0 ^{1,2}
Лунарія фіолетова (<i>Lunaria annua</i>)	4	60	5	5	-	-	80 ± 2,0 ³
	5	90	5	5	-	-	40 ± 2,4 ^{4,6}
Контроль (фіолетова)	6	-	5	5	-	-	60 ± 2,4 ^{1,5}

Примітка: ^{1,2,3,4,5,6} – відмінності між відповідними варіантами статистично достовірні на рівні значущості 5 %

Хід роботи полягав в тому, що необхідно було відповідно до методики здійснити обробку насіння лунарії білої та фіолетової мікрохвилями з частотою 1550 МГц та експозицією 60 і 90 секунд. Одночасно було висаджено контроль.

Після обробки насіння поміщалося на вологий фільтрувальний папір у чашку Петрі для подальшого пророщування у темряві, проводилося етикетування.

Змочування фільтрувального паперу дистильованою водою здійснювали за необхідністю. Після пророщування насіння висаджувалося у кількості однієї насінини на одну ємкість, ємкості етикетувалися. Неодноразово було проведено моніторинг досліджуваних зразків.

*a**б*

Рисунок 3.2 – Загальний вигляд рослин Лунарії білої (а) та фіолетової (б), насіння якої було оброблене мікрохвилями протягом 60 секунд

Слід зазначити, що розвиток рослин, оброблених мікрохвилями, у порівнянні з контролем інтенсивніший. Особливо помітно це на прикладі лунарії білої. Відмінності у строках появи листків, бутонів, початку та закінчення квітнення в середньому складала від 7 до 12 днів.

Виживаність рослин лунарії після обробки насіння мікрохвилями становить вище контролю при обробці протягом 60 секунд. Обробка мікрохвилями протягом 90 секунд виявляє пригнічуючу дію для обох видів лунарії, особливо у фіолетової лунарії, що видно на фотографіях, зроблених в один і той самий час (рис. 3.2). Тобто, з цього виходить, що при частоті 1550 МГц та експозиції 60 секунд обробка насіння сприяє розвитку рослин.

3.3 Висота рослин лунарії однорічної після обробки насіння колхіцином

Контрольні та дослідні рослини було оцінено за показником висота рослин. Результати проведених вимірів представлено у таблиці 3.3.

Аналізуючи дані отримані під час дослідів можна сказати, що обробка колхіцином в цілому виявляється у затримці розвитку рослин.

Висота рослин оброблених колхіцином є дещо меншою від контрольних рослин, особливо помітно це явище при експозиції 1 година для лунарії білої, висота рослин якої за цих умов обробітку була статистично достовірно відмінною від усіх інших варіантів. Варіанти обробки колхіцином з експозицією 3 та 6 годин за показником висота рослин не відрізняються ані від контролю, ані між собою.

Таблиця 3.3 – Вплив обробки розчином колхіцину рослин лунарії однорічної на показник – висота рослин

	№	Експозиція, год.	Висота, см
Лунарія біла (<i>Lunaria annua</i>)	1	-	15,1 ± 0,35 ²
	2	1	10,7 ± 0,45 ^{1,3,4}
	3	3	14,2 ± 0,93
	4	6	14,6 ± 0,34
Лунарія фіолетова (<i>Lunaria annua</i>)	5	-	8,9 ± 0,05 ^{6,7}
	6	1	5,6 ± 0,12 ^{5,8}
	7	3	6,1 ± 0,19 ^{5,8}
	8	6	7,8 ± 0,46

Примітка: ^{2,3,4,5,6,7,8} – відмінності між відповідними варіантами статистично достовірні на рівні значущості 5 %

Показники для лунарії фіолетової при експозиції 1 та 3 години статистично достовірно є меншими від контрольних рослин та меншими за показник висота рослин дослідних рослин за умов експозиції 6 годин.

3.4 Висота рослин лунарії однорічної після обробки мікрохвилями

Контрольні та дослідні рослини було оцінено за показником висота рослин. Результати вимірів представлено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Вплив обробки мікрохвилями насіння рослин лунарії однорічної на показник – висота рослин

	№	Експозиція, с.	Висота, см
Лунарія біла (<i>Lunaria annua</i>)	1	-	14,5 ± 0,26 ³
	2	60	13,8 ± 0,17 ³
	3	90	12,4 ± 0,22 ^{1,2}
Лунарія фіолетова (<i>Lunaria annua</i>)	4	-	9,2 ± 0,04 ^{5,6}
	5	60	6,9 ± 0,02 ^{4,6}
	6	90	5,8 ± 0,06 ^{4,5}

Примітка: ^{1,2,3,4,5,6} – відмінності між відповідними варіантами статистично достовірні на рівні значущості 5 %

Аналізуючи дані отримані під час дослідних вимірів можна сказати, що обробка мікрохвилями в цілому проявляється у зменшенні висоти рослин у порівнянні з контрольними (без обробки) рослинами.

Висота рослин оброблених мікрохвилями є дещо меншою від контрольних рослин, особливо помітно це явище при експозиції 90 секунд для лунарії фіолетової, статистично достовірними є дані для лунарії фіолетової при експозиції 60 та 90 секунд, лунарії білої при обробці 90 секунд, інші дані статистично не достовірні, тобто отримані результати не відрізнялись від контролю.

3.5 Прояв впливу обробки насіння рослин лунарії колхіцином у генеративній сфері

Проведено аналіз даних щодо впливу колхіцину на генеративну сферу, результати яких наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Вплив обробки колхіцином концентрацією 0,01% на генеративну сферу рослин лунарії

	Експозиція, год.	Кількість бутонів	Кількість квіток	Кількість стручків
Лунарія однорічна біла (<i>Lunaria annua</i>)	1	5,0 ± 1,84	4,0 ± 0,50	5,0 ± 1,00
	3	6,2 ± 1,64	5,0 ± 0,34	4,0 ± 1,34
	6	5,3 ± 2,34	4,3 ± 0,50	6,2 ± 0,92
Лунарія біла (контроль)	0	6,6 ± 2,34	5,3 ± 0,43	5,0 ± 1,00
Лунарія однорічна фіолетова (<i>Lunaria annua</i>)	1	-	-	-
	3	-	-	-
	6	-	-	-
Лунарія фіолетова (контроль)	0	-	-	-

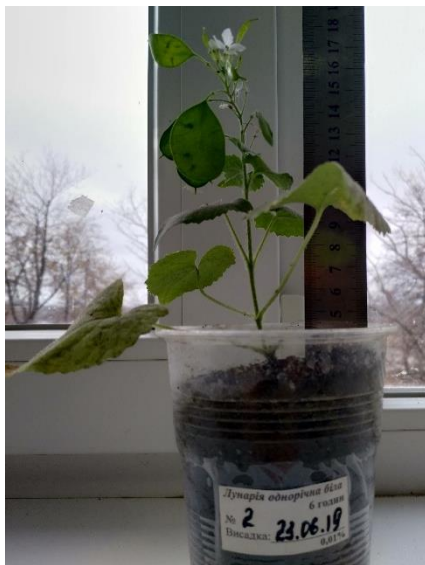
Як можна побачити із таблиці 3.5 обробка колхіцином викликала затримку розвитку рослин лунарії однорічної з фіолетовим забарвленням віночку таким чином, що ці рослини не сформували квітконосів та не вступили до генеративної фази розвитку на момент проведення дослідження.



а



б



в



г

Рисунок 3.3 – Загальний вигляд рослин Лунарії однорічної білої, насіння якої було оброблене колхцином протягом 1 (а), 3 (б), 6 годин (в) та контроль (г)

Після аналізу даних ми бачимо, що для лунарії однорічної білої (рис. 3.3) найкраща та найбільш перспективна виявилась експозиція 6 годин при

концентрації колхіцину 0,01%, на відміну від лунарії однорічної фіолетової та у порівнянні з контролем.

За показником кількості бутонів, квіток та стручків статистично достовірної відмінності від контрольних рослин зафіксовано не було (таблиця 3.5.1-3.5.3).

Таблиця 3.5.1 – Визначення статистичної достовірності кількості квіток лунарії однорічної білої за критерієм Стьюдента (рівень значущості 5%)

	1	3	6	Контроль
1		0,48	0,10	0,53
3	-		0,31	0,14
6	-	-		0,39

Таблиця 3.5.2 – Визначення статистичної достовірності кількості бутонів лунарії однорічної білої за критерієм Стьюдента (рівень значущості 5%)

	1	3	6	Контроль
1		1,60	0,42	2,00
3	-		1,16	0,56
6	-	-		1,53

Таблиця 3.5.3 – Визначення статистичної достовірності кількості стручків лунарії однорічної білої за критерієм Стьюдента (рівень значущості 5%)

	1	3	6	Контроль
1		0,60	0,88	0
3	-		1,35	0,59
6	-	-		0,88

Можна сказати, що колхіцин викликає затримку розвитку рослин лунарії та впливає на деякі показники у бік збільшення чи зменшення. Ймовірно, що такий вплив пов'язаний з вихідною великою ($2n=32$) кількістю хромосом у лунарії, зважаючи на те, що більшість представників родини Капустяні мають від 8 до 28 хромосом.

3.6 Прояв впливу обробки насіння рослин лунарії мікрохвилями у генеративній сфері

Проведено аналіз даних щодо впливу обробки мікрохвилями на генеративну сферу, результати яких наведено у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Вплив обробки мікрохвилями на генеративну сферу рослин лунарії

	Експозиція, с.	Кількість бутонів	Кількість квіток	Кількість стручків
Лунарія однорічна біла (<i>Lunaria annua</i>)	60	$3,3 \pm 1,44$	$2,0 \pm 1,00$	$6,5 \pm 0,25$
	90	$2,6 \pm 0,78$	$3,6 \pm 0,12$	$3,0 \pm 0,50$
Лунарія біла (контроль)	0	$6,6 \pm 2,34$	$5,3 \pm 0,43$	$5,0 \pm 2,00$
Лунарія однорічна фіолетова (<i>Lunaria annua</i>)	60	-	-	-
	90	-	-	-
Лунарія фіолетова (контроль)	0	-	-	-

Після аналізу даних ми бачимо, що для лунарії однорічної білої найкраща та найбільш перспективною виявилась експозиція 60 секунд при

частоті 1550 МГц, на відміну від лунарії однорічної фіолетової та у порівнянні з контролем.

За показником кількості бутонів та стручків статистично достовірної відмінності від контрольних рослин зафіксовано не було, окрім достовірно підтвердженої кількості квіток (табл. 3.6.1-3.6.3).

Таблиця 3.6.1 – Визначення статистичної достовірності кількості квіток лунарії однорічної білої за критерієм Стьюдента (рівень значущості 5%)

	60	90	Контроль
60		1,6	3,05
90	-		3,87

Таблиця 3.6.2 – Визначення статистичної достовірності кількості бутонів лунарії однорічної білої за критерієм Стьюдента (рівень значущості 5%)

	60	90	Контроль
60		0,42	1,2
90	-		1,62

Таблиця 3.6.3 – Визначення статистичної достовірності кількості стручків лунарії однорічної білої за критерієм Стьюдента (рівень значущості 5%)

	60	90	Контроль
60		6,25	0,75
90	-		0,97

Як видно з представлених таблиць вплив обробки мікрохвилями виявився у зменшенні кількості бутонів та квіток та стручків у порівнянні з контрольними необробленими рослинами. Окрім цього слід зазначити, що

обробка насіння лунарії однорічної з фіолетовим забарвленням віночку викликала затримку розвитку цих рослин, і, на момент досліду вони ще не вступили до генеративної фази.

Можливо, що такий вплив обумовлений різними генотипами рослин лунарії однорічної з різним забарвленням віночку, тобто відмінності між ними полягають не лише у алелях, які контролюють забарвлення пелюсток. І, тому, мутагени дещо по різному впливають на них.

3.7 Порівняння впливу мутагенів

Таким чином, якщо аналізувати та порівнювати між собою впливи різних типів мутагенів на виживаність та розвиток рослин лунарії слід зазначити, що обробка хімічними мутагенами (колхіцином) знизила виживаність рослин лунарії, а обробка фізичними мутагенами (мікрохвилі) при малій експозиції збільшила відсоток виживаності рослин після обробітку. Але розвиток рослин був пригнічений за умов впливу будь-якого мутагену.

Тому, на нашу думку, при роботі з лунарією для більш ефективного отримання ймовірних мутантних рослин слід спробувати використовувати саме фізичні мутагени.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Перед початком роботи над дипломом, зі мною був проведений інструктаж з охорони праці №60, та інструктаж з пожежної безпеки №62 науковим керівником; також застереження щодо роботи з коліцином.

Для попередження негативних наслідків та виникнення травм під час виконання експерименту, я вивчив нормативні документи. Тема моєї роботи: «Вплив обробки насіння різними мутагенними факторами на їх проростання та виживаність рослин лунарії». При лабораторній обробці одержаних даних факторами, які негативно впливають на здоров'я, можуть бути: недостатнє освітлення, погане провітрювання приміщень, вплив випромінювань комп'ютера.

Перед початком роботи в лабораторії були створені оптимальні норми мікроклімату, згідно ДСТ 12.1.005-88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони», так як параметри окремих показників мікроклімату можуть значно впливати на здоров'я, працездатність і продуктивність праці. Встановлено, що відхилення температури повітря від нормативних значень на 1°C може знижувати продуктивність праці на 1%. Переохолодженню організму може сприяти надмірна вологість і швидкість повітря понад 0,5-0,8 м/с [46-47].

Освітлення об'єктів роботи має велике практичне значення. Освітлення повинно забезпечувати високу продуктивність праці, високу якість продукції, бути безпечним, викликати найменше загальне і зорове стомлення. Світло на робочих місцях повинно падати згори та зліва (СНіП П-4-79 «Природне штучне освітлення. Норми проектування»). Місцеве освітлення має забезпечувати потрібну освітленість на окремих робочих місцях. Величина освітленості відповідно до санітарних норм СНіП П-А 9-71 нормується залежно від точності роботи, яку виконують, типу ламп, що застосовується і виду освітлення [48].

Санітарними і гігієнічними нормами (СН 245-71; СН П-02-73; ГН 1004-73Х), а також ДОСТ 12.1.005-76 встановлено гранично допустимий рівень звукового тиску при середньо геометричних частотах октавних смуг.

Гранично допустимі концентрації пилу і мікроорганізмів у зоні дихання працюючих встановлено ДОСТ 12.1.005-76. Пристрої для видалення надлишків теплоти, вологи, пилу, шкідливих парів та газів з приміщення відповідно до ДОСТ 12.1.005-88 утворюють систему вентиляції, яка забезпечує необхідний повітрообмін у лабораторії. Згідно СНіП 2.04.85-86 «Опалення, вентиляція, кондиціонування» і ДОСТ 12.04.021-75 «Системи вентиляційні. Загальні вимоги безпеки» повинні бути раціонально спроектовані, механічно і правильні експлуатовані природні вентиляційні системи [49].

Працюючи за комп'ютером потрібно дотримуватися певних правил роботи, а інакше можуть виникнути такі розлади здоров'я:

1. зоровий дискомфорт;
2. перенапруження скелетно-м'язової системи;
3. ураження шкіри;
4. розлади центральної нервової системи.

На користувача комп'ютера впливають наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори [50]:

1. фізичні: підвищений рівень шуму на робочому місці (від вентилятора блоку живлення та материнської плати); підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини; підвищений рівень статичної електрики; недостатня концентрація негативних іонів у повітрі робочої зони; підвищений рівень електромагнітного випромінювання; підвищена напруженість електричного поля; прямий та відбитий від екрану блиск; несприятливий розподіл яскравості у полі зору; недостатня освітленість на робочому місці [51];

2. хімічні: підвищений вміст в повітрі робочої зони пилу, озону, оксидів азоту;

3. психо-фізіологічні: фізичні перевантаження статичної (опорно-м'язова система) та динамічної (кисті рук) дії; нервово-психічні перевантаження, перенапруження зорового аналізатора, розумове перенапруження, монотонність праці, емоційні перевантаження.

В зоні робочого місця за комп'ютером суттєво змінюється іонний склад повітря. Це несприятливо впливає на здоров'я користувача комп'ютера. Тому, для підтримання оптимальної концентрації негативних та позитивних іонів в повітрі робочої зони було використане природне провітрювання, кондиціонер, штучне зволоження побутовим зволожувачем [48].

В робочій зоні під час роботи комп'ютера змінюється також і хімічний склад повітря. В кінці робочого дня в повітрі робочої зони відбувається зростання концентрації вуглекислого газу, озону, оксиду азоту і пилу. Найбільшу небезпеку становить озон (основним джерелом озону на комп'ютеризованих місцях є електронно-плазмова трубка). Основним заходом щодо запобігання несприятливого впливу цих шкідливих речовин на здоров'я користувача комп'ютера було забезпечення функціонування природної вентиляції.

Для зниження вібрації працюючих елементів комп'ютера обладнання було встановлене на спеціальні амортизаційні прокладки.

Робота користувачів комп'ютерів характеризується значним напруженням зорового аналізатора, тому виключно важливе значення мало забезпечення раціонального освітлення робочого місця. Природне освітлення з погляду гігієни найоптимальніше. У тих випадках, коли в зоні зниженої освітленості не було забезпечено достатній рівень освітленості відповідно до гігієнічних норм, було організоване поєднане освітлення (природне освітлення було доповнене за рахунок штучних джерел світла) [52-53].

Екран монітора та клавіатура розташовувалися на оптимальній відстані від очей користувача, але не ближче 600 мм. У моєму випадку розмір екрана по діагоналі 43 см (17") – відстань від екрана до очей становила 700 мм.

Для клавіатури була передбачена можливість її переміщення та поворотів. Кут нахилу клавіатури становив приблизно 7 градусів. Робоче місце було оснащено тримачем для документів.

Комп'ютер, його периферійні системи, електропроводи та кабелі, електричне освітлення за виконанням та ступенем захисту відповідають діючим стандартам України, мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.

Лінія електромережі для живлення комп'ютера та периферійних пристроїв виконана як окрема трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використаний для заземлення (занулення) електроприймача і прокладений від стійки групового розподільного щита до розетки живлення. Корпуси системного блоку та монітору також заземлені (занурені) [52].

Комп'ютер підключений до електромережі тільки за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення. Індивідуальні штепсельні з'єднання та електророзетки змонтовані на негорючих пластинах з урахуванням вимог «Правил влаштування електроустановок» та «Правил пожежної безпеки в Україні».

Для підключення переносної електроапаратури застосовані гнучкі проводи в надійній ізоляції.

Пожежа у робочій зоні комп'ютера може виникнути під час короткого замикання, перевантаження освітлювальних тасилових мереж внаслідок великих місцевих опорів, внаслідок роботи несправних або залишених без нагляду електроприладів. В робочій зоні при замиканні в мережі комп'ютера може виникнути пожежа через займання на столі лежачого паперу, дискет, сам дерев'яний стіл та розташовані поряд стілець, фіранок на вікні та інше.

Тому для запобігання виникненню пожеж ми користувалися лише справним електрообладнанням (комп'ютером) та правильно його експлуатували. Стан світильника та електромережі систематично перевірявся.

Якщо виникне пожежа у робочій зоні комп'ютера, то її гасіння я буду виконувати за допомогою первинних засобів пожежогасіння до прибуття пожежної команди. Це ручний вогнегасник (вуглекислотний), пісок, азбестове покривало, кошма [53].

Таким чином, охорона праці під час виконання дипломної роботи включала правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні засоби та заходи, спрямовані на збереження здоров'я та працездатності. Дотримання встановлених вимог з охорони праці забезпечило створення безпечних умов при обробці отриманої інформації в лабораторії в результаті чого я не отримав жодного травматизму.

Отже, ретельне виконання усіх правил безпеки дозволило мені уникнути надзвичайних та травматичних ситуацій під час виконання та написання кваліфікаційної роботи магістра.

ВИСНОВКИ

1. Вживаність рослин лунарії білої після обробки колхіцином у концентрації 0,01% нижче рівня контролю, і є статистично достовірно відмінним результатом при рівні значущості 5%. Вживаність лунарії білої при експозиції 3 та 6 годин знаходиться на рівні контролю.
2. Вживаність лунарії фіолетової після обробки колхіцином у концентрації 0,01% знаходиться на рівні контролю, у варіанті при експозиції 1 година та достовірно нижча при експозиції 3 та 6 годин.
3. Вживаність рослин лунарії після обробки насіння мікрохвилями становить вище контролю при обробці протягом 60 секунд. Обробка мікрохвилями протягом 90 секунд виявляє пригнічуючу дію для обох лунарій.
4. Висота рослин оброблених колхіцином є дещо меншою від контрольних рослин, особливо помітно це явище при експозиції 1 година для лунарії білої, висота рослин якої за цих умов обробітку була статистично достовірно відмінною від усіх інших варіантів. Варіанти обробки колхіцином з експозицією 3 та 6 годин за показником висота рослин не відрізняються ані від контролю, ані між собою. Показники для лунарії фіолетової при експозиції 1 та 3 години статистично достовірно є меншими від контрольних рослин та меншими за показник висота рослин дослідних рослин за умов експозиції 6 годин.
5. Висота рослин оброблених мікрохвилями є дещо меншою від контрольних рослин, особливо помітно це явище при експозиції 90 секунд.
6. Обробка колхіцином викликала затримку розвитку рослин лунарії однорічної з фіолетовим забарвленням віночку таким чином, що ці рослини не сформували квітконосів та не вступили до генеративної фази розвитку на момент проведення дослідження.

7. Розвиток генеративної сфери лунарії однорічної білої під впливом колхіцину виявив, що кількість квіток бутонів, квіток та стручків у рослин знаходиться на рівні контролю.
8. Обробка насіння лунарії однорічної з фіолетовим забарвленням віночку мікрохвилями викликала затримку розвитку цих рослин, і, на момент досліду вони ще не вступили до генеративної фази.
9. Обробка мікрохвилями лунарії однорічної білої викликала зменшення кількості квіток. Кількість бутонів та стручків залишилась на рівні контролю.
10. Якщо аналізувати та порівнювати між собою впливи різних типів мутагенів на виживаність та розвиток рослин лунарії слід зазначити, що обробка хімічними мутагенами (колхіцином) знизила виживаність рослин лунарії, а обробка фізичними мутагенами (мікрохвилі) при малій експозиції збільшила відсоток виживаності рослин після обробітку. Але розвиток рослин був пригнічений за умов впливу будь-якого мутагену.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Після виконання роботи можна засвідчити, що рослини роду лунарія мають широке використання у декоративній сфері, промисловості та фармацевтичній сфері. При селекційній роботі з рослинами роду лунарія ми рекомендуємо використовувати експозицію 3 та 6 годин при концентрації колхіцину 0,01% для лунарії білої, та експозицію 1 година при концентрації колхіцину 0,01% для лунарії фіолетової. При обробці рослин мікрохвилями з частотою 1550 МГц рекомендуємо використовувати експозицію 60 секунд для лунарії білої та фіолетової, оскільки проявляється стимулююча дія.

Обробка хімічними мутагенами (колхіцином) знизилася виживаність рослин лунарії, а обробка фізичними мутагенами (мікрохвилі) при малій експозиції збільшила відсоток виживаності рослин після обробки. Але розвиток рослин був пригнічений за умов впливу будь-якого мутагену.

Тому, на нашу думку, при роботі з лунарією для більш ефективного отримання ймовірних мутантних рослин слід спробувати використовувати саме фізичні мутагени.

Дані, отримані під час виконання роботи можуть бути використані у якості яскравого прикладу для пояснення окремих розділів біології, а саме впливу фізичних та хімічних мутагенних факторів на живі організми у закладах освіти різного рівня.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Морозюк С. С., Протопопова В. В. Трав'янисті рослини України : навч. посіб. Тернопіль, 2007. 221 с.
2. Марков М. В. Популяционная биология растений. Москва : КМК, 2015. 392 с.
3. Комендар В. І., Скунець П. М., Гнатюк М. Ю. Зелені перлини Карпат. Ужгород, 1985. 88 с.
4. Чеботарь А. А. Лесные растения (Сосудистые). Кишинев, 1986. с. 147
5. Полезная трава. [URL : <http://poleznaya-trava.ru/458-lunnik-lunariya-vyrasch>]
6. Доброчаева Д. Н., Котов М. И., Прокудин Ю. Н. Определитель высших растений Украины. Київ, 1987. 548 с.
7. Иконников С. С. Определитель высших растений Бадахшана. Москва, 2012. 401 с.
8. Губанов И. А., Киселева К. В., Новиков В. С., Тихомиров В. Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Москва : КМК, 2004. Т. 2. 680 с.
9. Лотова Л. И. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений. Москва, 2014. 512 с.
10. Коровкин О. А. Анатомия и морфология высших растений. Словарь терминов. Москва, 2007. 125 с.
11. Родионова А. С., Скупченко В. Б., Малышева О. Н., Джикович Ю. В. Ботаника : учебн. пособ. Москва, 2015. 288 с.
12. Барабанов Е. И., Зайчикова С. Г. Атлас по ботанике. Анатомия, морфология и систематика высших растений. Москва, 2013. с. 168.
13. Коровкин О. А. Ботаника : учебник. Москва : КноРус, 2016. 434 с.

14. Губанов И. А. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Москва : КМК, 2016. Т. 2. 305 с.
15. Захарова О. А. Словарь Ботанических Терминов и Определений. Москва, 2015. 305 с.
16. Бойкая Е. А., Лях В. А. Сравнение лунарии оживающей и однолетней по некоторым морфологическим и физиологическим показателям. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. № 2. С. 169-173. (рос.)
17. Лях В. А. Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку : в 2 т. Київ : Логос, 2009. Т. 2 : Некоторые физиологические характеристики видов рода *Lunaria* L. 397-402 с.
18. Sargent J. R., Coupland K., Wilson R. Nervonic acid and demyelinating disease. *Med. Hypoth.*, 1994. P. 237-242.
19. Cook C., Barnett J., Coupland K., Sargent J. Effects of Feeding *Lunaria* Oil Rich in Nervonic and Erucic Acids on the Fatty Acid Compositions of Sphingomyelins from Erythrocytes, Liver, and Brain of the Quaking Mouse Mutant. 2015. Vol. 33. № 10. P. 993-1000.
20. Лазаревич С. В. Ботаника и физиология растений : учеб. пособ. Ростов-на-Дону, 2015. 432 с.
21. Коровкин О. А. Анатомия и морфология высших растений : словарь терминов. Москва : Дрофа, 2015. с. 125.
22. Числа хромосом цветковых растений СССР : Семейства Aceraceae – Menyanthaceae / під заг.ред. акад. А. Л. Тахтаджяна. Ленинград : Наука, 1990. 509 с. (рос.)
23. Mastebroek H. D., Marvin H. J. P. Breeding prospects of *Lunaria annua* L. *Ind. Crops Prod.* 2016. Vol. 11, No 2-3. P. 139-143.
24. Марков М. В. Мониторинг популяций лунника оживающего. *Вестник ТвГУ*. 2015. № 1(9). с. 68-89.
25. Романова В. А. Лунник оживающий. Биологическая флора Московской области. Москва : изд-во Московского университета. 1983. № 7. с. 98-110.

26. Шигаева А. Ю., Большаков С. Ю., Силаева Т. Б., Чугунов Г. Г. О популяциях володушки золотистой (*Vupleurum aureum*) и лунника оживающего (*Lunaria rediviva*) в национальном парке «Смольный» (Республика Мордовия). *Вестник Мордовского университета*. 2009. № 1. с. 213-217.
27. Ефремов А. П. Лекарственные растения и грибы средней полосы России. Полный атлас-определитель. Москва, 2014. 504 с.
28. Карпинослова Р. А. Садовые цветы от А до Я. Москва, 2005. 319 с.
29. Світ кімнатних рослин : лунарія оживаюча. [URL : <http://my-flowers.com.ua/medicinal-plants/686-lunaria>]
30. Ильина Т. А. Лекарственные растения. Большая иллюстрированная энциклопедия. Москва, 2015. 304 с.
31. Effects of Feeding Lunaria Oil Rich in Nervonic and Erucic Acids on the Fatty Acid Compositions of Sphingomyelins from Erythrocytes, Liver, and Brain of the Quaking Mouse Mutant / Claire Cook, Joan Barnett, Keith Coupland, John Sargent // *Lipids*. 1998. Vol. 33, № 10. P. 993-1000
32. Бойкая Е. А. Сравнение лунарий оживающей и однолетней по некоторым морфологическим и физиологическим показателям. *Физиология и биохимия культурных растений*, 2010. Т. 42, № 2. с. 169-173.
33. Производство лекарственных трав : Лунник оживающий (*Lunaria rediviva*). [URL : <http://lektrava.ru/encyclopedia/lunnik-ozhivayushchiy/>]
34. Горницкая И. П. Каталог растений для работ по фитодизайну / Донец. ботан. сад НАН Украины. Донецк : Лебедь, 2005. 228 с.
35. «Екологія» В. І. Коробкін, Л. В. Передільське. Ростов-на-Дону, Вид. «Фенікс» 2001. с. 575.
36. Гершензон С. М. Мутації. Київ : Наук. Думка, 1991. 67 с.
37. Стрельчук С. І. Основи експериментального мутагенезу. Київ : Вища школа, 1981. с. 450.
38. Бочков Н. П., Захаров А. Ф. і Іванов В. І. Медична генетика, Москва, 1984. с. 350.

39. Бочков И. П. і Чеботарьов О. М. Спадковість людини і мутагени зовнішнього середовища, Москва, 1989. 189 с.
40. Дубров А. П. Генетичні і фізіологічні ефекти дії ультрафіолетової радіації на вищі рослини, Москва, 1968. с.74-75.
41. Лазарєв Д. М., Ультрафіолетова радіація та її застосування, Ленинград-Москва, 1950. с. 174-275.
42. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа, 1968, 288 с.
43. Fesenko E. E. Geletyuk V.I., Kazsachenko V.N., Chemeris N.K. Preliminary microwave irradiation of water solutions changes their channel-modifying activity. *FEBS Letters*, 1995, v.366, N 1, p. 49-52.
44. Ковалев В. М., Курапов П. Г., Скоробогатов И. В., Бойценюк Л. И. Влияние электромагнитных излучений на гормональный баланс, ростовые процессы и продуктивность растений и грибов. *Тез. Докл.3-ей Межд.конф. «Регуляторы роста и развития растений»*. Москва, 1995, с.74-75.
45. Volelhut P. O. Proc.Symp. «Biological effects and Health Implication of Microwave», 1969, p. 98.
46. Катаев А. А., Александров А. А. Тихонова Л. И., Берестовский Г. Н., Частота и зависимое влияние миллиметровых электромагнитных волн на ионные токи водоросли *Nitellopsis*. Нетепловые эффекты. *Биофизика*, 1993, т. 38, Т 3, с. 446-461.
47. Петров И. Ю., Бецкий О. В. Миллиметровые волны в медицине и биологии. Москва, ИРЭ АН ССС, 1989, с. 242-248.
48. Новскова Т. А., Гайдук В. И. Связь спектров поглощения с вращательным движением молекул жидкой и связанной воды. *Биофизика*, 1996, т.41, N 3, с. 565-582.
49. Киселев В. Ф., Салецкий А. М., Семихина Л. П. О влиянии слабых магнитных полей на некоторые диэлектрические и оптические свойства воды и водных растворов. *Теор. и exper. химия*, 1988, N 3, с. 330-334.

50. Adams K. L., Wendel J. F. Polyploidy and genome evolution in plants. *Current opinion in Plant Biology*. 2015. Vol. 8(2). P. 135-141.
51. Garland D., Teller D. Mechanism of colchicine binding. *Cell Biology*. 1973. No. 59. P. 107-112.
52. Derman H. Colchicine polyploidy and technique. *Bot Rev*. 2016. No. 6. P: 599-635.
53. Yemets A. I., Blume Y. B. Progress in plant polyploidization based on antimicrotubular drugs. *The Open Horticulture J*. 2018. No. 1. P. 15-20.
54. Soltis D. E., Soltis P. S., Tate J. A. Advances in the study of polyploidy since plant speciation. *New Phytol.*, 2003. P. 173-191.
55. Lewis W. H. Polyploidy in species populations. In: Lewis WH (ed) *Polyploidy: biological relevance*. New York : Plenum Press, 2016. P. 103-144
56. Stebbins G. L. Polyploidy in plants : unsolved problems and prospects. *Polyploidy : Biological Relevance*. New-York : Plenum Press, 1980. P. 495-520.
57. Kumar H. H., Dwivedi G. B. Induced autotetraploidy in *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague (Apiaceae). *Cytology and Genetics*. 2017. Vol. 51, No 5. P. 391-400.
58. Лищенко І. Д. Генетика з основами селекції. Київ, 1994. с. 248-261.
59. Абрамова З. В., Карлинский О. А. Практикум по генетике : учеб. пособ. Ленинград : Колос. Ленингр. отд-ние, 1979. 192 с.
60. Инге-Вечтомов С. Г. Генетика с основами селекции. Москва, 1989. с. 347-360.
61. Мармоза А. Т. Практикум по математической статистике : учебное пособие. Київ : Кондор, 2017. 264 с.
62. Лакин Ф. Ф. Биометрия : учеб. пособ. Москва : Высшая школа, 1990. 352 с.
63. Савчук О. Основи охорони праці : конспект лекцій. Запоріжжя : Просвіта, 2000. 124 с.
64. Коржик Б. М. Основи охорони праці : навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України. Харків : ХДАМГ, 2002. 105 с.

65. Природне і штучне освітлення. Зміна : СНіП 11-4-79. БСТ № 8, 10, 1986 р. 128 с.
66. Ткачук К. Н., Халімовський М. О. Охорона праці та промислова безпека : навч. посіб. Київ : Основа, 2016. 448 с.
67. Правила безпеки експлуатації електроустановок споживачів : ДНАОП 0.00-1.21-98. Затверджено наказом держнадзорохоронпраці 1998 р. 20 с.
68. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Затверджено МОЗ України. 24 с.
69. Кодекс законів про працю України : застаном на 22 квіт. 2008 р. Верховна Рада України. Офіц. вид. Київ : Парлам. вид-во, 2008 р. 75 с.
70. Кузнєцов В. А. Пожежна безпека. Харків : Фактор, 2017. 575 с.

Декларація
академічної доброчесності
здобувача ступеня вищої освіти ЗНУ

Я, Фалдін Артур Євгенович, студент 2 курсу, форми навчання денної, факультету біологічного, спеціальність 091 Біологія, освітня програма Генетика, адреса електронної пошти faldinartur123@gmail.com,

- підтверджую, що написана мною кваліфікаційна робота магістра на тему «Вплив обробки насіння різними мутагенними факторами на їх проростання та виживаність рослин лунарії». «Influence of seed treatment over with different mutagenic factors of their germination and plant survival rate in *Lunaria*» відповідає вимогам академічної доброчесності та не містить порушень, що визначені у ст. 42 Закону України «Про освіту», зі змістом яких ознайомлений;
- заявляю, що надана мною для перевірки електронна версія роботи є ідентичною її друкованій версії;
- згоден на перевірку моєї роботи на відповідність критеріям академічної доброчесності у будь-який спосіб, у тому числі за допомогою інтернет-системи, а також архівування моєї роботи в базі даних цієї системи.

09.01.2020

А.Є. Фалдін

09.01.2020

О.А. Бойка