

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

БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра садово-паркового господарства та генетики

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

магістра

(рівень вищої освіти)

на тему: Динаміка вуглеводів у підземних органах видів багаторічного

соняшника

Виконала: студентка II курсу, групи 8.0918-1Б
спеціальності 091 Біологія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Біологія

(код і назва освітньої програми)

Є.О. Груба

(ініціали та прізвище)

Керівник доц., доц., к.б.н.

О.В. Дубова

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

Рецензент доц., доц., к.б.н.

О.А. Бойка

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

Запоріжжя
2020

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

Біологічний факультет

Кафедра садово-паркового господарства та генетики

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 091 Біологія

Освітня програма Біологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.О. Лях

«__» _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Грубі Єлизаветі Олександрівні

1. Тема роботи: Динаміка вуглеводів у підземних органах видів багаторічного соняшника

керівник роботи Дубова Олена Віленівна, к.б.н., доцент

затверджена наказом ЗНУ від «11» січня 2018 року № 23-с

2. Строк подання студентом роботи січень 2019 року

3. Вихідні данні до роботи: дослідження вмісту вуглеводів у підземних органах видів багаторічного соняшника 2017-2019 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: 1) вивчити морфолого-анатомічні особливості 6 видів багаторічного соняшника; 2) визначити якісний та кількісний вміст вуглеводів у підземній частині представлених рослин роду *Helianthus*; 3) визначити загальний вміст органічної речовини у підземній частині видів; 4) дослідити динаміку інуліну та моноцукрів у підземних органах рослин багаторічного соняшника

5. Перелік графічного матеріалу (з точними зазначеннями обов'язкових креслень): таблиць – 6, рисунків – 13

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Клімова О.О., к.б.н., старший викладач		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Збір матеріалу для подальшої роботи	Жовтень 2018 року	виконано
2.	Проведення експериментальної частини роботи	Жовтень 2018- Жовтень 2019 року	виконано
3.	Поповнення джерел літератури за темою кваліфікаційної роботи	Листопад 2018 року	виконано
4.	Оформлення розділу з огляду літератури	Березень-Квітень 2019 року	виконано
5.	Формування розділу «Матеріали та методи дослідження»	Вересень 2019 року	виконано
6.	Аналіз даних та написання експериментального розділу	Жовтень- Листопад 2019 року	виконано
7.	Оформлення кваліфікаційної роботи згідно вимог	Грудень 2019 року	виконано
8.	Оформлення матеріалів до захисту, попередній захист кваліфікаційної роботи	Січень 2020 року	виконано

Студент _____

Є.О. Груба

Керівник роботи _____

О.В. Дубова

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____

О.О. Клімова

РЕФЕРАТ

Дана робота викладена на 58 сторінках друкованого тексту, містить 6 таблиць, 13 рисунків. Перелік посилань включає 50 джерел.

Об'єктом дослідження було обрано багаторічні види роду *Helianthus*: *Helianthus mollis*, *Helianthus rigidus*, *Helianthus nuttallii*, *Helianthus maximiliani*, *Helianthus salicifolius*, *Helianthus tuberosus*.

Метою роботи було вивчити динаміку інуліну та інших вуглеводів у підземній частині 6 видів багаторічного соняшника за різними сезонами 2019 року.

Методи дослідження: лабораторний метод озолення, лабораторний метод дослідження водорозчинних вуглеводів та інуліну в коренях багаторічного соняшника, гістохімічний метод виявлення крохмалю та інуліну, метод статистичної обробки даних.

Актуальність роботи полягає у тому, що інулін у рослинах багаторічного соняшника робить їх перспективними в промисловості харчових продуктів та для хворих на цукровий діабет.

У результаті дослідження: досліджено підземну частину представлених рослин роду *Helianthus*; визначено загальний вміст органічної речовини у підземній частині видів багаторічного соняшника; визначено якісний та кількісний вміст вуглеводів у підземній частині представлених рослин роду *Helianthus*; зроблено висновки щодо вмісту запасних речовин у підземних органах видів багаторічного соняшника.

Результати дослідження можуть застосовуватися для селекції нових цінних видів соняшника з високим вмістом інуліну.

СОНЯШНИК, БАГАТОРІЧНІ ВИДИ, ПІДЗЕМНІ ОРГАНИ, МОРФОЛОГІЯ, ОРГАНІЧНА РЕЧОВИНА, ЗАПАСНІ РЕЧОВИНИ, ІНУЛІН, ДИНАМІКА.

ABSTRACT

This work is set out on 58 pages of printed text, contains 6 tables, 13 figures. The list of links includes 50 sources.

The subject of the study was selected perennial species of the genus *Helianthus*: *Helianthus mollis*, *Helianthus rigidus*, *Helianthus nuttallii*, *Helianthus maximiliani*, *Helianthus salicifolius*, *Helianthus tuberosus*.

The purpose of the study was to study the dynamics of inulin and other carbohydrates in the underground part of 6 species of perennial sunflower in different seasons of 2019.

Methods of research: laboratory method of ashing, laboratory method of research of water-soluble carbohydrates and inulin in roots of perennial sunflower, histochemical method of detection of starch and inulin, method of statistical data processing.

The urgency of the work is that inulin in perennial sunflower plants makes them promising in the food industry and in patients with diabetes.

As a result of the research: the underground part of the presented plants of the genus *Helianthus* was investigated; determined the total organic matter content in the underground part of perennial sunflower species; determined the qualitative and quantitative content of carbohydrates in the underground part of the presented plants of the genus *Helianthus*; conclusions are drawn regarding the content of spare substances in underground organs of perennial sunflower species.

The results of the study can be used to select new valuable sunflower seeds with high inulin content.

SUNFLOWER, PERENNIAL SPECIES, UNDERGROUND ORGANS, MORPHOLOGY, ORGANIC SUBSTANCE , RESERVE SUBSTANCE, INULIN, DYNAMIC.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	10
1.1 Морфологічна характеристика видів багаторічного соняшника	10
1.2 Генетика та селекція соняшника	17
1.3 Біохімічний склад різних органів соняшника	23
1.4 Інулін, його значення та вміст у наземних органах складноцвітих.....	26
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	29
2.1 Матеріал досліджень.....	29
2.2 Методи досліджень	29
2.2.1 Методика озолення	29
2.2.2 Гістохімічний метод виявлення крохмалю та інуліну	30
2.2.3 Методика дослідження водорозчинних вуглеводів і інуліну в коренях багаторічного соняшника	31
2.2.4 Статистична обробка даних	34
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	36
3.1 Динаміка вмісту органічної речовини у підземних органах видів багаторічного соняшника	36
3.2 Динаміка вуглеводів у підземних органах видів багаторічного соняшника	37
3.3 Морфологічна характеристика підземної частини видів багаторічного соняшника	40
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	44
ВИСНОВКИ.....	51
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	53
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	54

ВСТУП

Рід Соняшник (*Helianthus*) відноситься до сімейства Айстрові (*Asteraceae*) і включає 110 видів однорічних і багаторічних трав'янистих рослин.

Батьківщиною соняшнику вважають південно-західну частину Північної Америки. Там і досі ростуть дикі форми. В Україну його завезли на початку XVIII ст. і довгий період часу вирощували у якості декоративної рослини та для отримання насіння, якими потім ласували замість горіхів.

Перші спроби виготовлення олії з насіння соняшника зробив Д.С. Бокар'єв. Саме з цього моменту починається історія окультурення дикого соняшника. Завдяки ученим колишнього СРСР було виведено та окультурено звичайний соняшник. Велику роль у його окультуренні зіграли Л.А. Жданов, В.С. Пустовойт, які змогли добитися підвищення відсотку олійності з 30-33 до 50-53%, та до того ж сорти, які є високоврожайними, стійкими проти шкідників та хвороб сорту. До багатьох держав світу олійний соняшник був завезений з колишнього СРСР [1].

Зараз олійний соняшник поширено на усій площі земної кулі. Світова площа його посівів становить понад 14,5 млн. га. На великих площах його висівають в Україні, США, Китаї, Туреччині та багатьох інших державах.

Посівні соняшнику в Україні займають понад 2 млн. га, що становить 96% площі всіх олійних культур. Найбільші посівні площі соняшнику в Дніпропетровській, Донецькій, Запорозькій, Кіровоградській, Луганській, Миколаївській, Одеській, Херсонській і Полтавській областях [2].

Метою роботи було вивчити динаміку інуліну та інших вуглеводів у підземній частині 6 видів багаторічного соняшника за різними сезонами 2019 року. Для вирішення мети було поставлено наступні задачі:

- 1) вивчити морфолого-анатомічні особливості та масу підземних органів 6 видів багаторічного соняшника;

- 2) визначити якісний та кількісний вміст вуглеводів у підземній частині представлених рослин роду *Helianthus*;
- 3) визначити загальний вміст органічної речовини у підземній частині видів багаторічного соняшника;
- 4) дослідити динаміку моноцукрів у рослин *Helianthus mollis*, *Helianthus rigidus*, *Helianthus nuttallii*, *Helianthus maximiliani*, *Helianthus salicifolius*, *Helianthus tuberosus* у вегетаційний період 2018-2019 років;
- 5) дослідити динаміку інуліну у представлених 6 видів багаторічного соняшнику.

Об'єктом дослідження було обрано багаторічні види роду *Helianthus*: *Helianthus mollis*, *Helianthus rigidus*, *Helianthus nuttallii*, *Helianthus maximiliani*, *Helianthus salicifolius*, *Helianthus tuberosus*.

Методи дослідження: лабораторний метод озолення, лабораторний метод дослідження водорозчинних вуглеводів та інуліну в коренях багаторічного соняшника, гістохімічний метод виявлення крохмалю та інуліну, метод статистичної обробки даних.

Актуальність роботи полягає у тому, що однією з запасних речовин у коренях видів багаторічного соняшника є інулін. Інулін має властивість запобігати різноманітним стресовим реакціям у рослині, а також він користується попитом у фармацевтичній промисловості, адже входить до складу біодобавок, дитячого харчування та багатьох косметичних засобів.

Новизна полягає в визначенні вмісту вуглеводів у підземній частині 6 різних видів багаторічного соняшника, що ніколи до цього не практикувалось для цих видів.

Практичне значення полягає у тому, що багаторічний соняшник містить у собі запасну речовину – інулін, який дає рослині стійкість до різноманітних стресових абіотичних факторів, якої не мають інші види роду *Helianthus*. Саме це є основою для створення нових цінних видів соняшника з високим рівнем стійкості.

Матеріали роботи були представлені на таких конференціях: X університетська науково-практична конференція студентів, аспірантів, докторантів та молодих учених «Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук» (грудень 2017); VII регіональна науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук» (грудень 2018); X Всеукраїнська науково-практична конференція «Біологічні дослідження – 2019» (березень 2019); Міжнародна наукова інтернет-конференція «Олійні культури: інновації та перспективи» (травень 2019).

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Морфологічна характеристика видів багаторічного соняшника

Соняшник – представник родини Айстрові, до якого входять 110 видів однорічних та багаторічних трав'янистих рослин. В залежності від виду – це трави, напівчагарники чи чагарники. Більшість з них багаторічних. Усі ці види мають прямостоячий жорсткий пагін, що вкритий волосками. Квітколоже плоске, вкрите жорсткими приквітками. Крайові квітки безстатеві, язичкові, розташовані в 1 ряд. Центральні квітки двостатеві та трубчасті. Листя у більшості представників роду Соняшник – овальної чи серцевидної форми. Суцвіття – кошик, часто великих розмірів. Плід – продовгувата чотиригранна сім'янка.

Батьківщиною всіх видів багаторічного соняшнику є повні сонця штати Центральної Америки. Вони ростуть як на багатих суглинистих ґрунтах, так і бідних суглинистих або піщаних ґрунтах; навіть в ґрунтах з низьким рН. Зростання краще всього, коли ґрунт родючий та суглинистий. Майже всі види багаторічного соняшника не мають проблем з шкідниками та хворобами листя. Найпоширенішими видами багаторічного соняшника є *Helianthus nuttallii*, *Helianthus mollis*, *Helianthus tuberosus*, *Helianthus rigidus*, *Helianthus maximiliani*, *Helianthus salicifolius*. Всі вони мають прямостояче жорстке стебло, вкрите волосками. Квітколоже плоске, вкрите жорсткими приквітками. Крайові квітки безстатеві, язичкові, розташовані в 1 ряд. Центральні квітки двостатеві і трубчасті. Листя у більшості представників овальної або серцеподібної форми. Суцвіття – кошик, часто великих розмірів. Плід – довгаста чотиригранна сім'янка. Ростуть як на багатих суглинних ґрунтах, так і бідних суглинних або піщаних ґрунтах. Можуть виростати навіть на ґрунтах з низьким рН. Майже всі види багаторічного соняшнику не мають проблем зі шкідниками та хворобами.

Helianthus nuttallii. Рослина прямостояча, висотою до 4-х метрів (рис. 1.1). Стебло має дуже незначні волоски і слабкий білий восковий наліт, розгалужується. В нижній частині його діаметр сягає 1,2-1,5 см, у верхній частині

– 0,5-0,7 см. Стебло зелене. Листки в основному чергуються до повністю супротивних, від ланцетоподібних до майже овальних.

Нижнє листя сягає 3-4 см в ширину і до 20 см в довжину, а верхнє – 1-4 см в ширину і 4-15 см в довжину. Краї слабо зубчасті, а поверхня листка, особливо на краях – хвиляста, основа загострена, а кінчики – загострені або округлі.



Рисунок 1.1 – Рослина *Helianthus nuttallii*

Листя можуть мати черешки від 1,5 до 2,5 см в довжину. Верх листків має невеликі м'які волоски, а нижня частина – майже без волосків. Квітконіжки невеликі, 1-2 см в довжину, більш тонші, ніж верхня частина стебла, зелені, несуть по одному кошику. Кошиків на рослині багато, їх розмір – 1,2-2,0 см в діаметрі, а разом з язичковими (крайовими) квітками до 5 см.

Пелюсток крайових квітів багато – 11-15, яскраво-жовтого кольору, гладенькі по 2,0-2,5 см в довжину. Оцвітини багаточисленні вузьколанцетоподібні (1,5-2,0 см в ширину), по довжині майже рівні дискам кошиків, мають багато м'яких волосків. Ширина пелюсток крайових квіток – 0,6

см. Тичинки – коричневі, маточки – темно-жовті. Гаплоїдний набір хромосом для всіх підвидів $n = 17$. Цвітіння – з липня-червня по вересень [3].

Helianthus maximiliani. Рослина прямостояча, висотою від 2,5 до 2,7 метрів (рис. 1.2). Має тенденцію рости кластерами. Стебло з однієї сторони світло-зелене, з іншої – світло-фіолетове. Має дуже слабкий світлий восковий наліт. Стебло вкрите короткими жорсткими білими волосками. Стебло не розгалужується. Квітконіжки зелені, в діаметрі 0,2-0,3 см, короткі 1-2 см. Стебло в нижній частині досягає 5-6 мм.



Рисунок 1.2 – Рослина *Helianthus maximiliani*

А вже у верхній 2-3 мм. Квітконіжки несуть багато кошиків. Листя чергується, по мірі розвитку рослини відмирає в нижній частині стебла. В місці прикріплення листа до стебла відмічається наявність антоціанових плям. Листя сидячі, лінійноланцетоподібні з гладенькими краями. Листя з обох сторін вкрите короткими жорсткими волосками. Листя мають одну центральну жилку, що добре прощупується на нижній поверхні, краї листової пластинки загнуті вгору. Розмір листя: 1,9-2,0 см в ширину, 16,5-17 см в довжину. Листя зелено-сірого або зеленого кольору. Основа листя округла, верхівки – загострені. Кошиків на

рослині багато, вони компактно розташовані на верхівці стебла. Оцвітина багаточисельна, лінійноланцетоподібні, опушена мілкими білими волосками, розгалуженими по краях. Верхівки їх мають антоціанове забарвлення. Диск кошику має 1,5-1,7 см в діаметрі, має до 25 світло-жовтих пелюсток (0,3-0,4 см шириною, 1,5-1,7 см довжиною) з загостреними верхівками. Тичинки коричневі, маточки темно – жовті або оранжеві. Диск кошику зелено-сірий, матовий. Діаметр всього кошику 4,5-5,5 см. Гаплоїдний набір хромосом $n = 17$. Цвітіння з кінця жовтня до середини кінця листопада [4].

Helianthus salicifolius. Рослина прямостояча, висотою від 1,5 до 2,5 метрів. Стебло тонке, в нижній частині сягає 1,0-1,2 см в діаметрі, верхній 3-4 мм. На стеблі відсутні волоски, забарвлене в зелений колір з подовженими світлими бороздами, має слабкий світло-зелений восковий наліт. Квітконіжки зеленого кольору, в діаметрі сягають 2,5-3,0 мм, короткі (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Рослина *Helianthus salicifolius*

Не мають волосків, як і стебло. Інколи біля оцвітини вони можуть бути. Стебло майже не розгалужується. Листя майже завжди супротивні, на окремих рослинах дуже рідко чергуються, сидячі, по краях майже гладенькі. Листя

ланцетовидно з загостреною верхівкою і округленою основою. Існує одна добре розвинена жилка, що добре прощупується на нижній стороні листової пластинки. Колір листя – зелений або сіро-зелений. Розмір: 0,3-0,4 см в ширину і 15-19 см в довжину (для верхнього і нижнього листя). Дуже рідко, на окремих рослинах, листя черенкові з довжиною черенка до 1,0-1,5 см.

Листя можуть бути гладенькі або дуже слабко опушені. По мірі розвитку рослини його нижнє листя відмирає. Оцвітина багато чисельна, дуже вузька, лінійна (поверхневий шар) і більш широка і коротка (внутрішній шар), розгалужена в сторони. По краях вона слабко опушена. Кошиків на рослині багато, вони розташовані групами в верхній частині стебла. Діаметр диска 1,0-2,1 см, він має 15 світло-жовтих язичкових квіток, їх пелюстки мають ширину 0,4 см і довжину 1,5 см. Тичинки сіро-коричневого кольору, маточки – світло-жовті. Гаплоїдний набір хромосом $n = 17$. Цвітіння спостерігається з вересня до середини жовтня [5].

Helianthus tuberosus. Коренева система потужна, глибока. На підземних пагонах (столонах) утворює їстівні бульби (білі, жовті, фіолетові, червоні) за смаком схожі на капустяну кочеригу або ріпу (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Рослина *Helianthus tuberosus*

Стебло пряме, міцне, прямостояче, висотою від 40 см до 1,5 м нагорі розгалужене, опушене. Листя пильчато-зубчасті черешкові, опушені: нижні – яйцеподібні або серцеподібно-яйцеподібні, супротивні; верхні – подовжено-яйцеподібні або ланцетні, чергові.

Квітки зібрані в кошики діаметром 2-10 см. Серединні трубчасті квітки жовті, двостатеві; крайові безплідні квітки золотисто-жовті, їх від десяти до п'ятнадцяти. Цвітіння в серпні-жовтні. Плід – сім'янка, дозріває в вересні-жовтні [6-7].

Helianthus mollis. Цей багаторічник досягає 1-2 м у довжину (рис. 1.5). Рослини нерозгалужені, за винятком декількох квітконосних стебел у верхній частині. Центральне стебло товсте покрите тонкими волосками довжиною до 4,1мм. Листя має сірувато-зелений або голубувато-зелений колір. Листя супротивне, широко ланцетове, сидяче, стеблообгортне. Довжина листа досягає 9,0 см.

Ширина листа більше 5,0 см. Краї гладкі, або з невеликими тупими зубцями. Поодинокі суцвіття розвиваються на верхівці стебла. Суцвіття з численних жовтих крайових квіток. Цвітіння з кінця літа до початку осені, і триває близько 1-2 місяців [8].

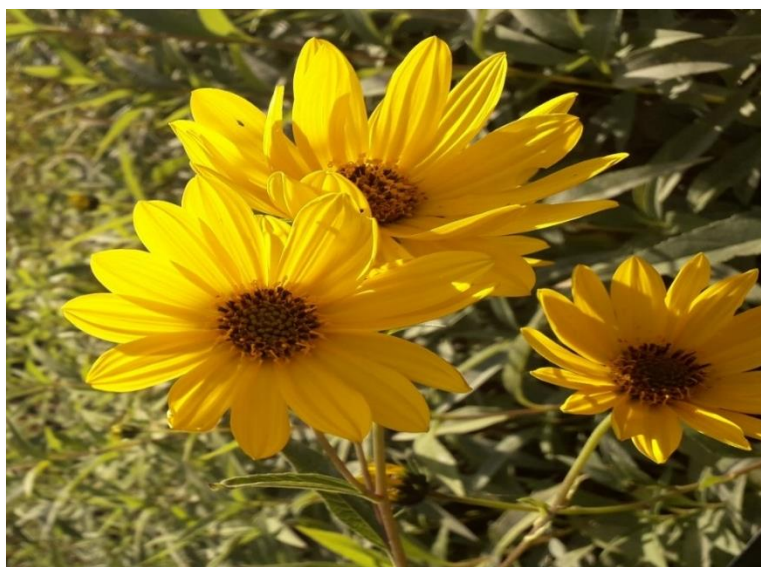


Рисунок 1.5 – Рослина *Helianthus mollis*

Helianthus rigidus. Цей багаторічник сягає 1-1,5 метри в довжину (рис. 1.6). Стебло пряме, міцне, прямостояче, нагорі розгалужене, опушене. Листя супротивне, широко ланцетоподібне, сидяче, стеблообгортне. Квітконіжки невеликі, більш тонші, ніж верхня частина стебла, зелені, несуть по одному кошику. Діаметр кошика досягає розмірів 8,0-9,0 см. Язичкових квіток нараховується до 23. Їх ширина становить 1,2 см, довжина 4,5-4,6 см. Діаметр диску 2,1-2,3 см. Цвітіння з серпня по жовтень. Плід – сім'янка, дозріває в вересні-жовтні.



Рисунок 1.6 – Рослина *Helianthus rigidus*

Цей вид соняшників здатен утворювати вегетативні колонії, завдяки розмноженню кореневищами, невибагливий до ґрунту та поливу, стійкий до абіотичних факторів [9].

1.2 Генетика та селекція соняшника

У соняшника ще дуже мало, у порівнянні з іншими культурами, ідентифіковано морфологічних, фізіологічних, біохімічних ознак. По деяких із них відомий тільки тип успадкування – домінантний, проміжний або рецесивний.

Рід *Helianthus* представлений поліплоїдною низкою з основним числом хромосом $n = 17$. Є диплоїдні ($2n = 34$), тетраплоїдні ($2n = 68$) і гексаплоїдні ($2n = 102$) види. Всі сучасні олійні сорти соняшнику відносяться до диплоїдних формам. Деякі підвиди соняшнику залучають до селекції в якості джерел цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС). Дикі види служать також джерелами стійкості до хвороб і шкідників.

У соняшнику, як і у інших культур, є тісна кореляція між врожайністю і тривалістю вегетативного періоду. Серед культурних форм соняшнику досить рідко зустрічаються такі, що не піддавалися б іржі. У дикорослому соняшнику *Helianthus ruderalis Wenzl* є форми, які дуже слабо або зовсім не пошкоджуються іржею. Щодо цього великий інтерес представляє Техаський соняшник, що відноситься до виду *Helianthus ruderalis Wenzl*, що легко схрещується з різними формами культурного соняшника. Спостереження показують, що вивчення імунітету соняшника до іржі повинно проводитися з урахуванням ступеня вразливості рослини заразиною, тому що під впливом зарази у рослин соняшнику загальний розвиток сильно послаблений, в силу чого знижується опірність до різного роду захворювань, в тому числі і до іржі. Стійкий до зарази соняшник- *Helianthus debilis Nutt* [10].

Однак низька схрещуваність видів соняшнику обмежує можливості використання гібридологічного методу для аналізу геному. результати схрещувань дали можливість показати повну репродукційну ізоляцію багаторічних видів роду *Helianthus* з геномами А і С від однорічного соняшнику, що має геном В. Встановлено ряд білкових маркерів для геномів А і В. Всім

вивченим видам, за винятком *Helianthus mollis Lam.*, властивий антиген А1. Антиген В1 специфічний для однорічних форм. Антигени А2 і В2 характеризують диференціацію геномів А і В на внутрішньовидовому рівні.

При міжвидовий гібридизації часті випадки повної відсутності різноманітності в F2 за морфологічною ознакою і по імунітету до заразики [11].

Найбільш відомою ознакою соняшнику, як і багатьох інших рослин, є антоціанові забарвлення всього пагону, або його частин. Ця ознака обумовлена декількома генами. Антоціанове забарвлення є домінантною ознакою і контролюється великою кількістю генів. Домінантний ген Т, обумовлює антоціанове забарвлення всіх вегетативних органів рослини, приквітків і рильця. Алель цього гена викликає антоціанове забарвлення тільки в листі гіпокотилля.

Гени А, В, С – успадковуються не зчеплено і надають антоціанове забарвлення рильцю рослини, А + В або С також відповідають за забарвлення рильця. Антоціанове забарвлення стебла контролюється одним геном, але ступінь прояву, ймовірно, визначається ще декількома. Антоціанове забарвлення черешка контролюється трьома домінантними генами. Генетичний контроль антоціанового забарвлення крайових квіток визначається двома комплементарними домінантними генами. Ген G, який контролює антоціанове забарвлення крайових квіток, має моногенний тип спадкування з домінантним проявом [12].

При використанні антоціанового забарвлення як маркерної ознаки є недоліки. До них відносяться домінантність антоціанового забарвлення і різний ступінь прояву на органах, що обумовлений додатковими генами, які відповідають за розподіл антоціану. Тому перед селекціонерами стоїть завдання пошуку інших маркерних ознак, які можна було б використовувати в селекції багаторічного соняшнику.

Відомий рецесивний ген у, під впливом якого верхівка пагону соняшника набуває жовтого забарвлення, що зручно використовувати в якості морфологічної маркерної ознаки.

Як морфологічний маркер добре підходить світло-коричневе забарвлення листя. Ця ознака комплексного прояву і вона обумовлена рецесивним геном lb (від англійського light brown – світло-коричневий). Пігментація викликана посиленням виробленням флавоноїдів морквяного кольору в багатьох клітинах рослини. Забарвлення добре помітне на сім'ядолях та листах [13].

Існує ознака вигнутого або зигзагоподібного стебла. Результати генетичного аналізу доводять дигенний рецесивний контроль цієї ознаки. Форма пагону соняшника може відрізнятися в основному тільки наявністю або відсутністю різних типів розгалуження. Розгалуження раціонально класифікувати як апікальне, медіальне і базальне. Крім перерахованих вище, існують відомості про особливі типи розгалуження. Так розгалуження по всьому стеблу пов'язано з рецесивним алелем гена b, рецесивний алель b1 – верхнє розгалуження, а b2 – нижнє розгалуження; b2 і b3 в рецесивному гомозиготному стані також дають розгалуження по всьому стеблу [14].

Передбачається наявність семи різних типів, контрольованих серією з 7 генів b1-b7. Система генів Br визначає розгалуження при домінантному стані алелей: Br1 – розгалуження по всьому стеблу, Br2 – верхнє розгалуження, комплементарна взаємодія генів Br2 і Br3 – розгалуження всього стебла кущоподібне [15].

Фасція або поділ стебла контролюється геном f. У рослин спостерігається не тільки поділ стебла, а й поділ кошику. Забарвлення стебла є слабкомінливою ознакою. Відома лише жовте забарвлення стебла, обумовлене рецесивним геном us. Жовте забарвлення стебла проявляється перед цвітінням, тоді як стебла культурних сортів соняшнику в цю фазу мають зелене забарвлення.

За морфологію листа відповідають такі гени: дублікатні гени vd1 і vd2 контролюють жилкування; vs – віялоподібне жилкування листа. Нормальна форма листа обумовлена наявністю двох генів – As1, As2, відсутність одного з них або обох – лист буде асиметричним. Горбкувата форма листа обумовлена наявністю двох домінантних генів Wr.

Ознаки еректоїдності паростка мають велику селекційну цінність, оскільки служать для створення селекційного матеріалу, пристосованого до загущених посівів. Еректоїдний черешок відрізняється від звичайного тим, що він є більш притиснутим до стебла, тобто відходить від нього під гострим кутом. Забе еректоїдний тип листя відповідає один рецесивний ген, позначений як *er*, а ознака короткого черешка контролюється двома комплементарними генами. Виявлено три генетичні системи, які контролюють різний тип еректоїдності листя. Еректоїдність в нижньому, середньому і верхньому ярусах листя контролюється різними системами генів з адитивними або епістатичними ефектами [16].

Поряд зі звичайним жовтим забарвленням язичкових пелюсток, існує мінливість від червоного до майже білого забарвлення. Жовте забарвлення крайових квіток домінує над палевим; червоне (каштанове) забарвлення також домінують по відношенню до палевого. Червоне (каштанове) забарвлення квіток обумовлене дією двох домінують генів, один з яких контролює утворення флавону, інший – антоціану. Палеве забарвлення проявляється у подвійних рецесивних гомозигот.

Ще однією маркерною ознакою у соняшнику є форма язичкових квіток. Виявлено чотири нових гена *fs*, *fm*, *ft* і *ftw*, контролюючі відповідно короткі, середні, короткі трубкоподібні і скручені язичкові квітки. Ці гени не роблять негативного впливу на врожайність і якість насіння у соняшнику [17].

Опушення верхівки стебла – домінують ознака, яка пов'язана з посухостійкістю та перешкоджає проникненню збудників інфекції.

Ознаку «висота рослини» може контролювати досить велика кількість рецесивних генів. Вважається, що чим їх більше в генотипі, тим менше висота. Селекціонерами створені сорти, лінії та гібриди з різною висотою рослини: дуже низька (< 60 см), низька (60-100), середня (101-140), висока (141-180), дуже висока (>180 см). Розрізняють 6 форм кошика від дуже увігнутої, плескатої, дуже опуклої до деформованої. Кращою визнається плеската форма, яка притаманна більшості селекційних форм.

Численні види соняшнику мають велике різноманіття що до розміру, форми, кольору сім'янки. Товщина, ширина та довжина сім'янки – це кількісні ознаки рослини, які впливають на продуктивність рослини. Сім'янки має генетичне варіювання по довжині від 0,5 до 2,5 см. При створенні олійних сортів та гібридів перевага надається селекційним зразкам, у яких товщина та ширина сім'янки однакові.

Забарвлення сім'янки визначається наявністю розчинного пігменту фітомеланіну, який знаходиться у клітинах епідерми, гіподерми та панцирного шару – останній являє собою захисну зону, що не дозволяє гусеницям соняшникової вогнівки (*Homoesoma nebulella* Hb.) пошкоджувати сім'янку.

Забарвлення сім'янки варіює від білого до чорного через сірий або коричневі відтінки та смугасті форми. Білий колір вказує на відсутність фітомеланіну, сірий – на сполучення білого кольору з фітомеланіном. Поєднання фітомеланіну з чорним кольором посилює чорний колір, у разі наявності антоціану утворюється вугільно-чорний колір із чорним відливом.

Білий колір домінує по відношенню до усіх інших, а чорний домінує над коричневим, коричневий над сірим. У селекції олійного соняшнику недоцільно використовувати лінії, що мають вугільно-чорний забарвлення, бо антоціан погіршує колір олії. Промислові сорти та гібриди зазвичай мають темно-сірий колір з світло-сірими або більш темними смужками, або чорний без смужок. Епідерма оплодню може бути повністю пігментована, може мати темні (пігментовані) смужки, що чергуються зі світлими (не пігментованими) смужками або бути повністю світлою. Ці ознаки контролюються трьома алелями одного гена [18].

Проблеми селекції соняшнику обумовлювалися, з одного боку, високою економічною ефективністю його виробництва, а з іншого, – надзвичайною сприйнятливістю культури до ураження різними хворобами та шкідниками.

Справжнім батьком наукової селекції соняшника вважається великий селекціонер Василь Степанович Пустовойт, який почав селекцію соняшника в 1912 р. на дослідній станції «Круглик» на Кубані. Олійність соняшника була

підвищена з 20 до 50% і більше. Тому, СРСР вважається батьківщиною олійного соняшника, а найвищою нагородою учених, зайнятих дослідженнями цієї культури є медаль ім. В.С. Пустовойта, призначена Міжнародною Асоціацією Соняшнику [19].

Відкриття наприкінці 60-х років ХХ ст. явище цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС) та відновлення фертильності пилку зробило можливим використання генетично регульованого гетерозису на міжлінійному рівні. Тому, починаючи з 70-х років минулого сторіччя, в селекційних програмах усіх економічно розвинутих країн центральне місце посідає проблема використання міжлінійної гібридизації. На початку тих же 70-х років у США, Румунії, Югославії вже були отримані та впроваджені у виробництво прості гібриди на базі ЦЧС з повним відновленням фертильності пилку. І вже в нових умовах, завдяки створенню та використанню у виробництві гібридів, протягом останніх років посіви соняшнику в світі розширилися з 8,4 до 17 млн. га [20].

Відкриття надійного джерела ЦЧС дозволило вирішити проблему використання ефекту гетерозису шляхом включення «стерильної» цитоплазми дикорослого однорічного виду *H.petiolaris* в місцеві форми культурного соняшнику.

Використання гетерозису було реалізоване в створенні простих і пізніше потрібних гібридів, які, на відміну від сортів-популяцій, вирізняються більш звуженою генетичною основою і тому призначені для виробництва в конкретних агроекологічних регіонах [21].

Формування самозапильних ліній (СЗЛ) для гетерозисної селекції було засновано на використанні кращих сортів вітчизняної та іноземної селекції, а також гібридів, які були на той час (60-70-ті роки ХХ ст.) виведені в Угорщині, Югославії, США. Джерела ЦЧС створювали на базі «стерильної» цитоплазми дикорослого однорічного підвиду соняшника *H.petiolaris*.

У селекції СЗЛ перевагу віддавали тим рослинам, які під ізоляторами без штучного дозапилення зав'язували максимальну кількість насіння. Паралельно одержували їх стерильні аналоги шляхом схрещування із стерильними формами

кращих за комбінаційною здатністю ліній. У процесі інбридингу проводили жорстке вибракуння за стійкістю до вовчку, олійністю насіння і його лузжистістю [22].

Ведуться інтенсивні дослідження по підвищенню стійкості соняшника до заразики, несправжньої борошнистої роси, білої та сірої гнилі, фомопсису, фомозу та ін. шляхом включення в гібридизацію дикорослих видів: *H. tuberosus*, *H. lenticularis*, *H. nuttallii* та ін., особливо першого з них. У міжвидових гібридів у F1 спостерігається домінантний тип успадкування за ознаками багаторічності, стійкості до білої гнилі і вовчку. Решта ознак успадковувалася проміжно. Для отримання якісного селекційного матеріалу проводили 3-4 беккроси і подальші парні схрещування з багатократним індивідуальним доббором на жорсткому інфекційному полі рослин із високими показниками по господарсько корисним ознакам.

Добір стійких до хвороб елітних рослин із цих МВГ і подальшого десятиразового самозапилення дозволили створити абсолютно вирівняні лінії, відносно стійкі до комплексу місцевих рас вовчка і толерантні до сірої гнилі [23].

1.3 Біохімічний склад різних органів соняшника

Вид Соняшник багатий на різноманітні органічні та мінеральні речовини. Вміст цих речовин залежить від органів рослини. У насінні багаторічного соняшнику міститься до 12% жирної олії (у однорічного – 35%), багато вуглеводів (24-27%), білкових речовин (13-20%); присутні фітин (близько 2%), хлорогенова кислота (близько 2%), трохи дубильних речовин і органічних кислот. У листі міститься до 11 мг / 100 г каротину.

Каротин – жовто-оранжевий пігмент, неграничний вуглеводень з групи каротиноїдів (рис. 1.7). Емпірична формула $C_{40}H_{56}$. Не розчиняється в воді, але розчиняється в органічних розчинниках. Міститься в листках всіх рослин, а

також в корені моркви, плодах шипшини та ін. Є провітаміном вітаміну А [24].

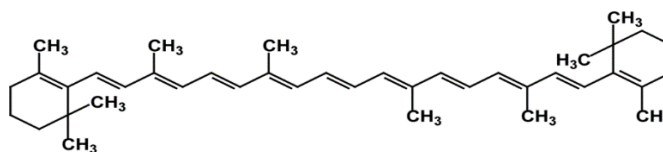


Рисунок 1.7 – Формула каротину [24].

У листі і квітках виявлено флавоноїди (кверцімерітрін), кумариновий глікозид скополін, тритерпенові сапоніди, стерини (глікозид сітостеролін), каротиноїди (β -каротин, криптоксантин, тараксантин), фенолокіслоти (хлорогенова, неохлорогенова, кавова), антоціани.

Фенолокіслоти – похідні ароматичних вуглеводнів, у молекулах яких атоми гідрогену бензольного ядра заміщені на карбоксильні ($-\text{COOH}$) і гідроксильні ($-\text{OH}$) групи. Фенолокіслоти одночасно мають властивості карбонових кислот і фенолів. Фенолокіслоти дуже поширені у природі, тому їх можна добути з природної сировини такі як глід криваво-червоний, горобина чорноплідна, прополіс, соняшник.

Антоціани – забарвлені рослинні глікозиди (рис. 1.8). Вони знаходяться в рослинах, зумовлюючи червоне, фіолетове і синє забарвлення плодів і листя. Це забарвлення залежить від рН клітинного вмісту. Розчин антоціанів в кислому середовищі має червоний колір, в нейтральній - синьо-фіолетовий, а в лужному – жовто-зелений [25].

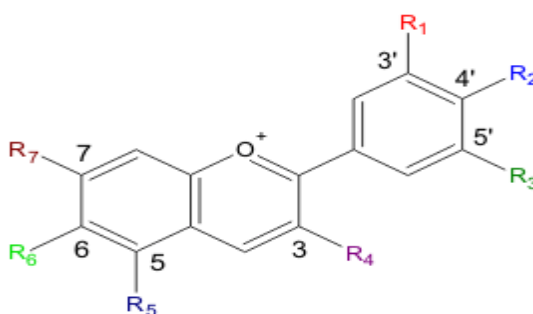


Рисунок 1.8 – Загальна формула антоціанів [25].

Багаторічні види соняшнику дуже багаті на такі речовини, як цинк, марганець, кальцій, магній, фосфор, хлор та натрій (рис. 1.9). Цей склад було

виявлено завдяки зольності кореневищ.

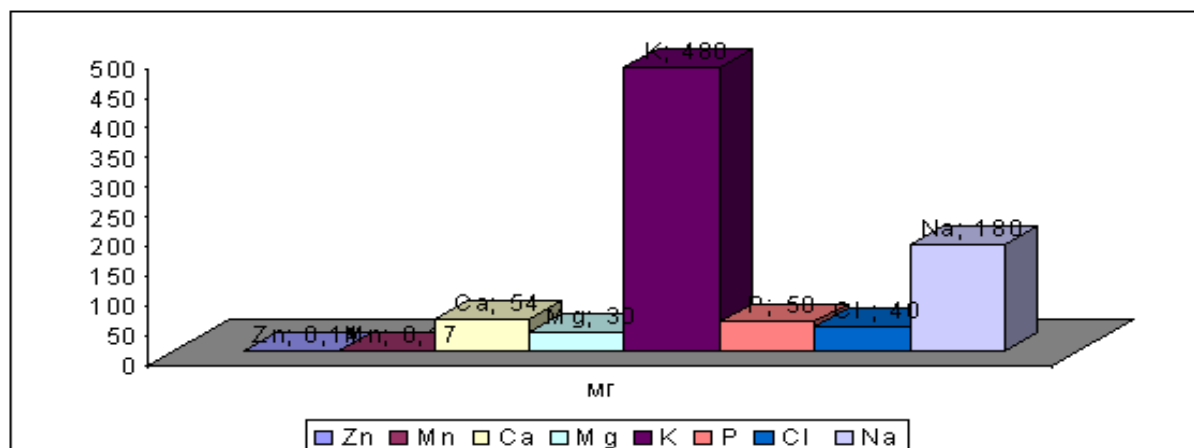


Рисунок 1.9 – Макро- та мікроелементний склад у мг коренів багаторічного соняшника

А ось корені однорічного виду соняшника містять у собі багатий спектр органічних речовин. Дані наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад коренів однорічного соняшника [26].

Речовини	Відсотки
Амінокислоти	0,7%
Білок	2,0 %
Терпеноїди	10,8 %
Флавоноїди	1,4 %
Вуглеводи	3,0 %
Органічні кислоти	1,6 %
Аскорбінова кислота	0,73%
Дубільні речовини	1,66%
Екстрактивність	30,5%
Зольність	5,99%

Продовження таблиці 1.1

Вологість	10,3%
Інулін	6,17%
Геміцелюлоза А	5,13%
Геміцелюлоза Б	1,61%
Пектинові речовини	2,5%

Багатий склад речовин у рослинах соняшник робить цю рослину дуже перспективною в дієтичному харчуванні, харчовій промисловості та як вихідну сировину для створення високоефективних лікувально-профілактичних засобів [26].

1.4 Інулін, його значення та вміст у наземних органах складноцвітих

Інулін ($C_6H_{10}O_5$)_n – органічна речовина з групи полісахаридів, полімер D-фруктози (рис. 1.9). Інулін – поліфруктозан, який може бути отриманий у вигляді аморфного порошку і у вигляді кристалів, легко розчинний в гарячій воді і важко в холодній. Молекулярна маса 5000-6000. Має солодкий смак. При гідролізі під дією кислот і ферменту інулінази утворює D-фруктозу і невелику кількість глюкози. Інулін, як і проміжні продукти його ферментативного розщеплення – інуліді, не володіє властивостями, що відновлюють. Подібно до крохмалю, інулін служить запасним вуглеводом, зустрічається в багатьох рослинах, головним чином сімейства складноцвітих, а також дзвоникових, лілійних, лобелій і фіалкових. Інулін використовується для регулювання холодостійкості [27].

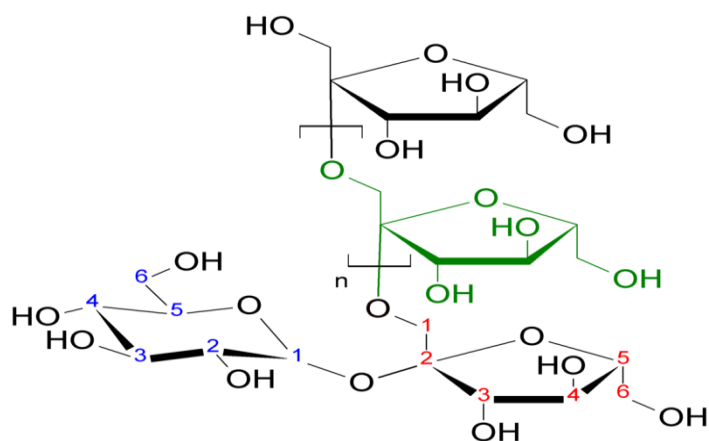


Рисунок 1.9 – Формула інуліну [27].

Оскільки він розчинний у воді, він осмотично активний. Рослини можуть змінювати осмотичний потенціал клітин, змінюючи ступінь полімеризації молекул інуліну з гідролізом. Змінюючи осмотичний потенціал без зміни загальної кількості вуглеводів, рослини можуть витримати холод і посуху в зимові періоди. У бульбах і коренях жоржини, нарциса, гіацинта, туберози, кульбаби, цикорію і земляний груші (топінамбура), скорцонери і вівсяного кореня зміст інуліну досягає 10-12%. Данні наведені в таблиці 1.2. Тваринні організми полісахарид не виробляють. Синтезувати в лабораторних умовах його теж поки не навчилися [28].

Таблиця 1.2 – Вміст інуліну в різноманітних рослинах [29].

Назва рослини	Орган рослини	Вміст інуліну
Лопух великий (<i>Arctium lappa L.</i>)	Сухе коріння	до 37-45%
Кульбаба лікарська (<i>Taraxacum officinale</i>)	корінь	до 40%
Дивосил високий (<i>Inula helenium L.</i>)	корінь	до 44%
Цикорій звичайний (<i>Cichorium intybus</i>)	корінь	до 60%
Цибуля ріпчаста (<i>Allium cepa L.</i>)	цибулина	до 2,5%
Банан (<i>Musa acuminata</i>)	плід	0,3-0,7%

Інулін застосовують як замітник крохмалю і цукру при цукровому діабеті, в промисловості – для одержання фруктози. Похідні інуліну (естери, сульфати, продукти окиснення) застосовуються для лікування туберкульозу, гіпертонії, ліпемії. Багато публікацій, які підтверджують пробіотичну активність інуліну та олігофруктоз стосовно майже всіх видів пробіотичної мікрофлори за винятком *Eubacteria*. Внаслідок його гідролізу утворюється фруктоза, яка, крім стимулювання росту та активності біфідо-лактофлори, підвищує всмоктування кальцію в товстому кишечнику, впливає на метаболізм ліпідів, зменшує ризик атеросклеротичних змін у серцево-судинній системі та попереджує розвиток цукрового діабету [30].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Матеріал досліджень

Царство *Plantae* – Рослини.

Підцарство *Tracheobionta* – Судинні рослини.

Відділ *Magnoliophyta* – Квітучі рослини.

Клас *Magnoliopsida, Dicotyledones* – Дводольні.

Родина *Asteraceae* – Айстрові.

Рід *Helianthus* – Соняшник.

Вид *H. nuttallii*, *H. mollis*, *H. tuberosus*, *H. maximiliani*, *H. salicifolius*, *H. rigidus*.

Об'єктом наших досліджень стали підземні органи 6 видів багаторічного соняшника, що ростуть на ділянці кафедри генетики в Запорізькому обласному центрі еколого-натуралістичної творчості учнівської молоді Запорізької обласної ради. Щоб дослідити особливості підземної частини багаторічного соняшника на периметрі прямокутної форми розміром 10 x 5 м були викопані досліджувані зразки родини *Helianthus*. Ділянка ґрунту, що обрана, відкрита, рівна, з однорідним ґрунтом, розташована на деякій відстані від споруд, заборів, канав. Польові дослідження за темою дипломної роботи магістра проводилися з жовтня 2018 року по жовтень 2019 року. Отримані результати статистично обраховані.

2.2 Методи досліджень

2.2.1 Методика озолення

Рослини містять в собі як органічні, так і мінеральні сполуки. Після спалювання рослинного матеріалу залишається зола сухої речовини рослин. Зміст золи залежить від виду рослини, фази розвитку і органу рослини.

Хід аналізу. Аналітичну пробу речовини розподіляють тонким шаром на аркуші глянцевого паперу. Потім шпателем з різних місць розподіленої на аркуші речовини беруть невелику кількість його в попередньо висушений до постійної ваги фарфоровий бюкс. Наважка повинна складати приблизно 2 г. Бюкс разом з наважкою зважують на аналітичних вагах і поміщають в термостат, температуру всередині якого підтримують на рівні 100-105 °С.

Перший раз в термостаті відкритий бюкс з наважкою тримають протягом 4-6 годин. Після закінчення цього часу бюкс з термостата переносять в ексікатор для охолодження, через 20-30 хвилин бюкс зважують. Після цього бюкс відкривають і знову поміщають в термостат (при тій же температурі) на 2 години. Висушування, охолодження і зважування повторюють до тих пір, поки бюкс з наважкою не досягне постійної ваги (різниця між двома останніми зважуваннями повинна бути менше 0,0003 г).

Обчислення відсотка органічної речовини роблять за формулою:

$$X = \frac{(a-a_1)}{a} \times 100 \quad (2.1)$$

де X – відсоток органічної речовини;

a – навішування рослинного матеріалу до висушування, г;

a_1 – навішування рослинного матеріалу після висушування [31].

2.2.2 Гістохімічний метод виявлення крохмалю та інуліну

Для вивчення анатомічної будови вегетативних органів виготовляли тимчасові препарати із живого матеріалу. При виготовленні зрізів бритвою від руки поверхню матеріалу вирівнювали гострим ножом. Корені затискали між

шматочками серцевини бузини. Зрізи знімали з леза бритви препарувальною голкою, розглядали в 70%-му розчині гліцерину.

На поперечний зріз кореня соняшника наносили піпеткою 1 краплю 20%-вого спиртового розчину α -нафтолу і краплю концентрованої сульфатної кислоти. Спостерігали появу фіолетового забарвлення. Фотографії зрізів соняшника були зроблені на USB Sigeta CAM-07 при збільшені 20 \times -200 \times .

2.2.3 Методика дослідження водорозчинних вуглеводів і інуліну в коренях багаторічного соняшника

Для визначення водорозчинних вуглеводів та інуліну із підготовленої м'язги беруть дві наважки по 3-5 г (залежно від вмісту інуліну в коренеплодах) на вагах типу ВЛТК-500-М і кладуть на кружечки із пергаментного паперу. М'язгу з цих кружечків змивають дистильованою водою в колби Ерменмейера об'ємом 250-300 мл. При цьому слід пам'ятати, якщо в подальшому в цих фільтратах буде проводитись визначення натрію, то наважки слід забрали на годинникові скельця, або спеціальні човники, так як пергаментний папір у своєму складі має цей елемент, а це призводить до зниження об'єктивності визначення.

Загальний об'єм води, що використовується для змивання м'язги з кружечків, повинен бути не більший 75-80 мл. Із цієї ж м'язги беруть також по дві наважки з кожного варіанту (10 г кожна) в алюмінієві бюкси для визначення сухої речовини, щоб за необхідності, вміст вільних моноцукрів та інуліну можна було перерахувати на суху речовину.

Колби Ерменмейера із зворотним холодильником або лійкою ставлять на водяну баню на дві години для екстрагування водорозчинних вуглеводів і інуліну. Температура води підтримують на рівні 100 $^{\circ}$ C (слабке кипіння). Після цього колби виймають і охолоджують до кімнатної температури. Елюат з колб

переносять у мірні колби на 100 мл, ополіскують 2-3 рази невеликою кількістю дистильованої води і доводять до мітки 100 мл, добре перемішуючи і фільтрують, використовуючи для цього сухі колби і швидкофільтруючі фільтри. У випадках, коли цей фільтрат має незначне помутніння, в ньому без освітлення можна за методом Бертрана визначити вільні моноцукри. Для цього беруть по 5 мл цього фільтрату.

У випадках же значного помутніння фільтрату або наявності забарвлення (це особливо має місце при аналізі молодих коренів, черешків, листкових пластинок диких видів соняшнику), необхідно проводити освітлення фільтрату. При цьому використовують 10%-ий розчин оцтовокислого свинцю (при аналізі сухого матеріалу беруть 2-3 мл, а сирого – 7-8 мл). Потім у колби доливають дистильовану воду до мітки, ретельно перемішують і фільтрують у сухі колби через сухий складчастий фільтр. З фільтрату беруть 75 мл у мірну колбу на 100 мл, додають 2-3 мл 10%-го розчину Na_2HPO_4 для видалення залишку свинцю, доводять водою до мітки і фільтрують через сухий фільтр. Перші порції фільтрату повертають на фільтр у суху колбу. У цьому фільтраті, після проведення гідролізу інуліну, визначають водорозчинні цукри (5 мл фільтрату) і суму водорозчинних вуглеводів. Для гідролізу інуліну в мірну колбу на 50 мл беруть 20-40 мл фільтрату (залежно від вмісту в коренеплоді інуліну), додають 2,2 мл концентрованої соляної кислоти HCl і ставлять на водяну баню, або в шафу при 100° на 3 години. Після цього колби виймають, охолоджують, а вміст нейтралізують 30%-вим NaOH у присутності однієї краплі метилрот, доводять до мітки і перемішують. Потім беруть 1 мл для визначення суми водорозчинних вуглеводів-моноцукрів. Визначення проводиться за методом Бертрана [32].

У пробірки на 20 мл піпеткою почергово вливають по 3 мл реактиву Фелінгів 1 та 2, старанно перемішують (колір розчину повинен бути однорідно голубий). Для визначення вільних моноцукрів у підготовлені пробірки беруть по 5мл фільтрату з варіантів, які аналізують, а для суми вуглеводів після гідролізу – 1 мл фільтрату.

Вміст пробірок добре перемішують і ставлять на водяну баню при її кипінні на 10 хвилин. Потім переносять у холодну воду кімнатної температури. Коли з'явиться на дні пробірок червоний осад окису міді (Cu_2O), його фільтрують через азбестовий фільтр в трубці Алліна, або на скляному фільтрі, на дно якого також кладуть тонкий шар добре промитого дистильованою водою азбесту. Вміст пробірок переносять на фільтр, а самі пробірки і фільтри промивають дистильованою водою до повного зникнення міді. При фільтруванні використовують вакуумний насос. Опісля осад на фільтрі розчиняють залізо-аміачними квасцями (5 мл). При цьому ними спочатку ополіскують пробірку і в подальшому їх переносять на фільтр для повного розчинення закису міді. Пробірки і фільтр 3-5 разів промивають дистильованою водою. Одержаний фільтрат у тій же колбі титрують 0,01н KMnO_4 .

Результат титрування (в мл 0,01н KMnO_4) множать на коефіцієнт у випадку, якщо KMnO_4 не точно 0,01н. Отриманий результат множать на 0,625 (1 мл $\text{KMnO}_4 = 0,625$ мг Cu). За кількістю міді знаходять на графіку або за таблицею 2.1 кількість глюкози (у мг). У подальших розрахунках враховується розбавлення фільтрату під час аналізу, що проводили при освітленні та без нього.

Таблиця 2.1 – Вміст інвертованого цукру (глюкози), у мг по міді за методом Бертрана [33].

Цукор	Мідь	Цукор	Мідь	Цукор	Мідь	Цукор	Мідь
0,10	0,55	1,00	2,40	1,90	4,15	5,00	9,95
0,20	0,80	1,10	2,60	2,00	4,30	5,50	10,80
0,30	1,00	1,20	2,80	2,25	5,00	6,00	11,90
0,40	1,15	1,30	3,00	2,50	5,30	6,50	12,80
0,50	1,35	1,40	3,20	2,75	5,95	7,00	13,90
0,60	1,60	1,50	3,40	3,00	6,20	7,50	14,90
0,70	1,80	1,60	3,60	3,50	7,10	8,00	15,90
0,80	2,00	1,70	3,80	4,00	8,00	8,50	16,90
0,90	2,20	1,80	4,00	4,50	9,00	9,00	17,80

Для розрахунку вмісту інуліну необхідно від суми моноцукрів після гідролізу відняти значення вільних моноцукрів і результат помножити на 0,9. Цей коефіцієнт є поправкою для переводу фруктози в інулін [33].

2.2.4 Статистична обробка даних

Статистична обробка виконувалась згідно загальноприйнятих методів. Також були використані комп'ютерні пакети прикладних програм MS OFFICE: Microsoft Exel, Microsoft World.

Для проведення первинної статистичної обробки отриманих даних було розраховано наступні показники:

1. Середнє арифметичне:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2.2)$$

де \bar{x} – середнє арифметичне;

X_1, X_n – проява кількісної ознаки в різних варіантах.

2. Середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2.3)$$

де σ – середнє квадратичне відхилення;

$\sum (x_1 - \bar{x})$ – сума різниці між варіантою та середнім;

n – кількість варіант.

3. Помилка середнього арифметичного:

$$m_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n-1}} \quad (2.4)$$

де σ – середнє квадратичне відхилення;

n – кількість варіант.

4. Критерій Стьюдента:

$$T = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \quad (2.5)$$

де T – критерій Стьюдента;

M_1 та M_2 – середні показники вимірювань;

m_1 та m_2 – помилки середніх [34].

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Динаміка вмісту органічної речовини у підземних органах видів багаторічного соняшника

Нами було досліджено загальну кількість органічних речовин у підземних органах видів багаторічного соняшника завдяки методиці озолення. Ці дослідження проводилися наприкінці жовтню. Результати наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вміст органічних речовин у підземних органах досліджуваних рослин роду *Helianthus*

Вид	Відсоток озоленої речовини Жовтень 2018 (%) M±m	Відсоток озоленої речовини Жовтень 2019 (%) M±m	t _d	Відсоток органічної речовини Жовтень 2018 (%) M±m	Відсоток органічної речовини Жовтень 2019 (%) M±m	t _d
<i>H. rigidus</i>	36,33 ± 1,589	44,27 ± 1,932	3,176	63,67 ± 1,589	55,73 ± 1,932	3,176
<i>H. nuttallii</i>	33,57 ± 0,666	27,59 ± 0,584	4,522	66,43 ± 0,666	69,41 ± 0,584	4,522
<i>H. mollis</i>	41,54 ± 1,041	48,25 ± 1,196	4,233	58,45 ± 1,041	51,75 ± 1,196	4,233
<i>H. tuberosus</i>	22,51 ± 0,735	29,11 ± 1,864	3,295	77,50 ± 0,735	70,89 ± 1,864	3,295
<i>H. maximiliani</i>	46,33 ± 1,092	51,57 ± 1,326	4,487	54,67 ± 1,092	49,43 ± 1,326	4,487
<i>H. salicifolius</i>	48,84 ± 1,589	56,82 ± 2,216	2,926	51,16 ± 1,589	43,18 ± 2,216	2,926

Встановлено, що найбільший відсоток органічної речовини міститься у підземних органах рослин виду *H. tuberosus*, тоді як найменший відсоток органічної речовини міститься у *H. salicifolius*. Різниця між вимірюваннями відсотку органічної та мінеральної речовини, проведеними у жовтні 2018 та жовтні 2019, є достовірною для усіх видів.

3.2 Динаміка вуглеводів у підземних органах видів багаторічного соняшника

Нами було проведено дослідження водорозчинних вуглеводів і інуліну в коренях багаторічного соняшника та виявлено моноцукри за мікро-Бертраном. Вимірювання кількості вільних моноцукрів та вільних моноцукрів проводилися у жовтні 2018 та у жовтні 2019 року. Результати наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.2 – Вміст вуглеводів у підземній частині видів багаторічного соняшника.

Вид	Вільні моноцукри Жовтень 2018 (мг)	Вільні моноцукри Жовтень 2019 (мг)	t_d	Моноцукри Жовтень 2018 (мг)	Моноцукри Жовтень 2019 (мг)	t_d
<i>H. salicifolius</i>	41,5 ± 1,61	47,6 ± 1,32	2,932	270,4 ± 10,11	230,4 ± 9,28	2,915
<i>H. mollis</i>	46,5 ± 2,35	54,2 ± 1,59	2,886	236,7 ± 8,09	280,9 ± 9,66	3,502
<i>H. rigidus</i>	82,4 ± 3,75	70,9 ± 1,68	2,897	406,5 ± 20,41	343,2 ± 11,55	2,887

Продовження таблиці 3.2

<i>H. nuttallii</i>	46,2 ± 3,05	57,4 ± 2,27	2,941	460,6 ± 20,81	403,5 ± 10,55	2,891
<i>H. tuberosus</i>	11,6 ± 0,72	19,8 ± 1,82	4,205	493,8 ± 21,31	410,2 ± 10,02	3,585
<i>H. maximiliani</i>	14,8 ± 2,12	23,2 ± 1,18	3,362	220,9 ± 10,01	260,7 ± 10,17	3,391

Встановлено, що найбільший вміст вільних моноцукрів є в рослині виду *H. rigidus*, тоді як найменший вміст вільних моноцукрів є в *H. tuberosus*. Найбільша кількість моноцукрів міститься у рослинах виду *H. tuberosus*, а найменша кількість моноцукрів міститься у рослинах виду *H. maximiliani*. Різниця між вимірюваннями кількісного вмісту моноцукрів та вільних моноцукрів, проведеними у жовтні 2018 та жовтні 2019, є достовірною для усіх видів.

Нами було проведено дослідження вмісту інуліну у підземних органах видів багаторічного соняшника за трьома сезонами, а саме жовтень 2018, травень 2019 та жовтень 2019. Результати представлені у рисунку 3.1.

За результатами досліджень спостерігається наступна динаміка вмісту інуліну. Цей вуглевод накопичується восени, зберігається його вміст взимку та відбувається його гідроліз навесні. Найменший вміст інуліну спостерігається у травні 2019. Різниця між результатами жовтня та травня 2019 є достовірною для усіх видів рослин роду *Helianthus*. Найбільший вміст інуліну спостерігається у *Helianthus tuberosus* у жовтні 2018 року. За вмістом цього вуглеводу всі види соняшнику можна розмістити у такий ряд:

H. tuberosus > *H. nuttallii* > *H. rigidus* > *H. salicifolius* > *H. maximiliani* > *H. mollis*.

Різниця між даними жовтня 2018 та жовтня 2019 не є достовірною.

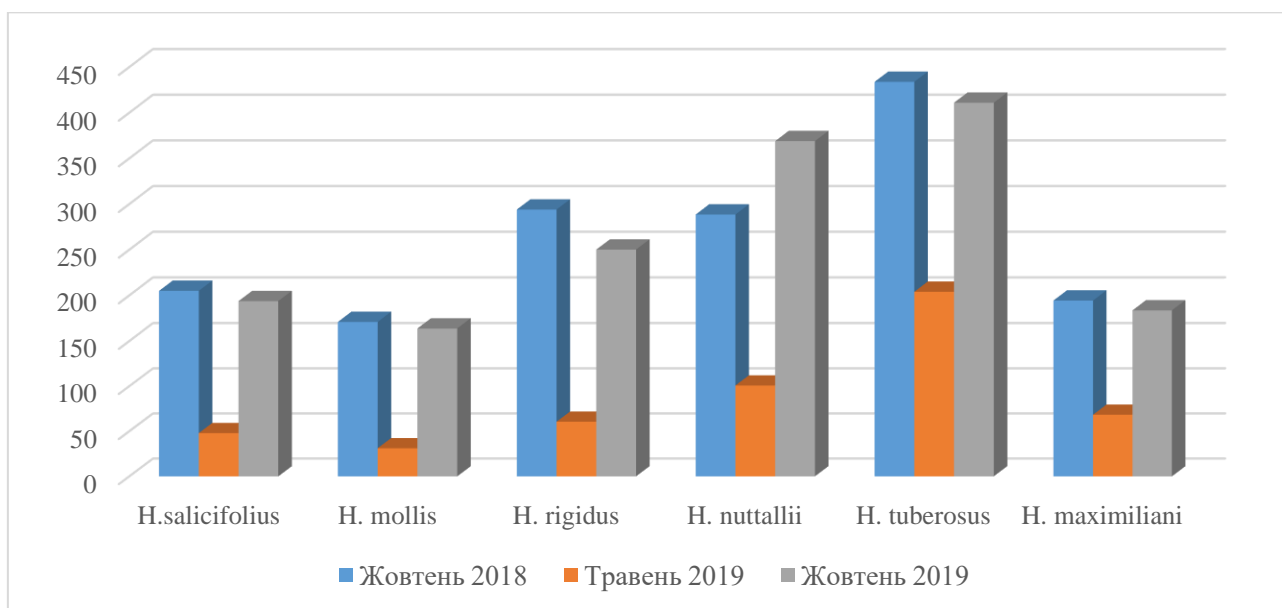


Рисунок 3.1 – Динаміка інуліну за сезонами в підземних органах видів багаторічного соняшника

Нами були зроблені зрізи підземних органів 6 видів соняшнику, зібраних наприкінці вегетації у жовтні 2019 року. Кореневище соняшника має вторинну будову, подібну до будови його стебла. Воно вкрите перидермою, на зміну якої виникає кірка. У соняшника в анатомічній будові відбувається перехід від пучкової будови до непучкової. Провідні пучки відкриті колатеральні. Між флоемою та ксилемою є шар дрібних тонкостінних клітин з густою цитоплазмою – камбій. Завдяки поділу клітин камбію до центру кореня утворюються нові елементи ксилеми, а до поверхні кореня – елементи флоеми. Кореневища можуть перетворюватися в товсті м'ясисті вмістилища із запасними поживними речовинами, у соняшника це інулін.

У різних видів соняшнику підземні органи мають різну ступінь здерев'яніння. Для виявлення лігніфікації зрізи пофарбовані флороглюциновим реактивом (рис. 3.2).

На рисунку 3.2 у *H. mollis* ми бачимо провідні пучки з високим ступенем лігніфікації. Нами була проведена якісна реакція на крохмаль розчином Люголю. У видів *H. maximiliani*, *H. nuttallii*, *H. rigidus* не виявлено пофарбування у фіолетовий колір, що свідчить про відсутність крохмалю.

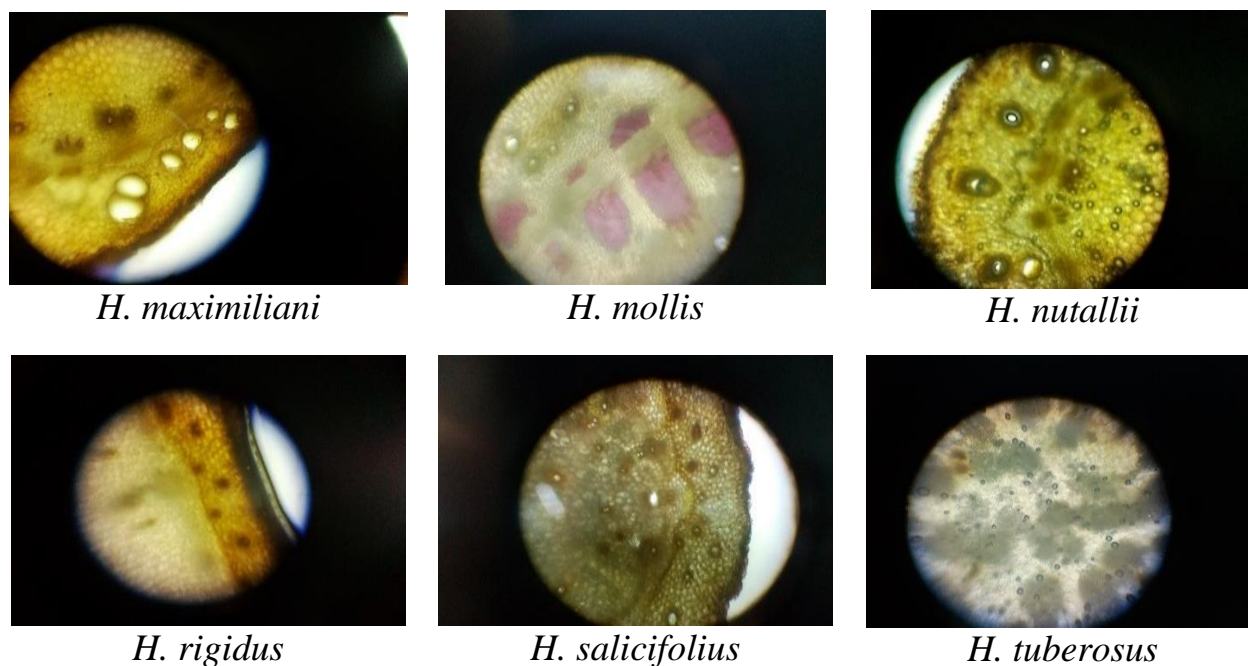


Рисунок 3.2 – Анатомічна будова кореневищ 6 видів соняшнику багаторічного

Тому надалі була проведена якісна реакція на інулін. У видів *H. salicifolius* та *H. tuberosus* виявлені сферокристали інуліну. У *H. salicifolius* усі кристали дрібні, а у *H. tuberosus* більші за розміром, вони займають усю центральну паренхіму кореневища.

Таким чином виявлено, що поживною речовиною усіх 6 досліджених видів багаторічного соняшника є інулін, найбільша кількість якого виявлена у *H. tuberosus*, як гістохімічним методом, так і кількісним.

3.3 Морфологічна характеристика підземної частини видів багаторічного соняшника

В якості вихідного матеріалу були взяті такі види багаторічного соняшника: *H. salicifolius*, *H. mollis*, *H. rigidus*, *H. nuttallii*, *H. tuberosus*,

H. maximiliani. Нами було досліджено морфологічні особливості підземної частини вихідного матеріалу (рис. 3.1).

У рослин *H. salicifolius* багаторічне одерев'яніле кореневище. Є товстий та міцний головний корінь. Коренева система має велику кількість вторинних коренів і корінців. Частина бічних коренів спочатку розташовується майже паралельно поверхні ґрунту, а на відстані від головного кореня заглиблюється і йде перпендикулярно ґрунту, даючи відгалуження від коренів наступних порядків.

У рослин *H. mollis* багаторічне галузисте кореневище. Є невелика кількість вторинних коренів та корінців. Майже усі бічні корені розташовуються паралельно поверхні ґрунту.

У рослин *H. rigidus* багаторічне галузисте кореневище з товстими коренями. Наявна велика кількість бічних коренів та корінців. Частина бічних коренів поширюється в шарі ґрунту з загином вглиб, гілляста, утворює густу сітку дрібних корінців.

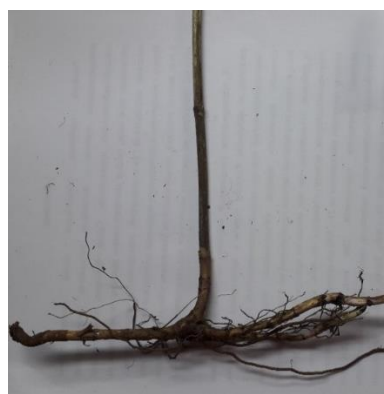
У рослин *H. nuttallii* багаторічне галузисте здерев'яніле кореневище з невеликою кількістю бічних коренів та корінців. Є товстий та міцний головний корінь. Майже усі бічні корені розташовуються перпендикулярно ґрунту.

У рослин *H. tuberosus* багаторічне галузисте кореневище. Коренева система потужна, коріння глибоко проникають в землю, що сприяє його посухостійкості. Основна частина підземних стебел (столонів) знаходиться на глибині 20-25 см. На цих столонах утворюються численні бульби з опуклими бруньками.

У рослин *H. maximiliani* багаторічне одерев'яніле кореневище. Є товстий та міцний головний корінь. Коренева система має велику кількість вторинних коренів і корінців. Частина бічних коренів поширюється в шарі ґрунту та утворює густу сітку дрібних корінців.



H. salicifolius



H. mollis



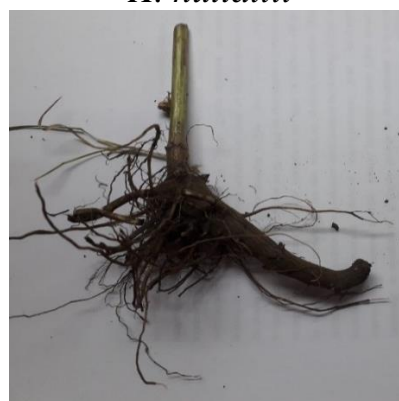
H. rigidus



H. nuttallii



H. tuberosus



H. maximiliani

Рисунок 3.3 – Морфологія підземної частини видів багаторічного соняшника

Нами були проведені виміри підземної частини досліджуваних рослин. Результати наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Маса підземної частини досліджуваних рослин роду *Helianthus*

Показник	<i>Helianthus salicifolius</i>	<i>Helianthus mollis</i>	<i>Helianthus rigidus</i>	<i>Helianthus nuttallii</i>	<i>Helianthus tuberosus</i>	<i>Helianthus maximiliani</i>
M±m (г)	27,71 ± 0,39	6,67 ± 0,41	19,83 ± 0,66	7,93 ± 0,20	23,53 ± 0,40	27,03 ± 0,14

Встановлено, що найбільшу масу має *Helianthus salicifolius* (27,71 г). Тоді як найменшу масу має *Helianthus mollis* (6,67 г).

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Перед початком роботи зі мною був проведений інструктаж з охорони праці науковим керівником за інструкцією № 113 з Охорони праці та інструкцією № 62 Пожежної безпеки.

Знання, отримані з курсу „Охорона праці” я застосовувала при виконанні експериментальної частини моєї кваліфікаційної роботи, яка проводилась в лабораторії №207 на кафедрі садово-паркового господарства та генетики біологічного факультету Запорізького національного університету. Рослинний матеріал для виконання експериментальної частини моєї кваліфікаційної роботи було зібрано мною на території Запорізького обласного центру еколого-натуралістичної творчості учнівської молоді Запорізької обласної ради.

Оскільки практичне виконання моєї кваліфікаційної роботи потребувало роботи в лабораторії, а статистична обробка отриманих результатів вимагала роботи з комп'ютерною технікою, то питанням безпечного виконання зазначених робіт я присвятила даний розділ.

Під час виконання моєї кваліфікаційної роботи освітлення в лабораторії було достатнім (300-400 люкс), що відповідає вимогам СНіП 11-4-79 „Природне та штучне освітлення. Норми проектування”.

Температура у приміщенні у осінній період була відносно постійною під час опалювального сезону, але завжди залишалася у комфортних межах (20-25°C). Вологість повітря коливалася у межах 40-75% і залежала від вологості повітря зовнішнього середовища. Швидкість переміщення повітря була у комфортних межах (0,25-3 м/с).

При роботі в лабораторії я керувалася інструкцією з охорони праці при роботі студентів в лабораторіях кафедри садово-паркового господарства та генетики рослин та ДНАОП 9.2.301.06-98 «Правила безпеки при проведенні учбово-виховного процесу в кабінетах (лабораторіях) хімії загальноосвітніх учбових закладів, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці України від

16.11.98 № 222», згідно якої я ніколи не працювала сама в лабораторії, завжди одягала спеціальний захисний одяг: халат, перчатки, виконувала усі експерименти згідно методик та інструкцій, завжди ретельно перевіряла прилади перед початком роботи та використовувала лише безпечні засоби для виконання зрізів та потрібну мікроскопіювальну техніку .

Так як частина роботи відбувалася у польових умовах, необхідно було знати та дотримуватись основних вимог правил безпеки. При проведенні польових досліджень ймовірними є такі небезпечні випадки: пошкодження зв'язок, вивихи, тепловий удар, сонячні опіки, порізи шкіри. Для запобігання їх небезпечної дії слід дотримуватися наступних правил у виборі робочого одягу, часу проведення робіт:

1) одяг повинен бути щільним і зручним, бажано нейтрального відтінку; обов'язкова наявність головного убору (світлого кольору з полями); рекомендовано штани заправляти у взуття для зменшення вірогідності укусу комах, мати високе взуття на низьких підборах, належного розміру, спортивного типу (для запобігання вивихів, появи мозолів); одяг повинен повністю прикривати ноги, тулуб, бути належного розміру і час від часу має перевірятися;

2) мати при собі аптечку: бинт, вата, розчин йоду, перманганат калію, стрептоцид, валідол, аспірин, знеболюючий засіб (темпалгін, но-шпа), пінцет, рослинна олія та інші препарати (за необхідністю), також питну воду та хустинки [35].

При роботі у лабораторії зі скляним посудом я керувалася насамперед інструкцією з охорони праці кафедри садова-паркового господарства та генетики рослин при роботі зі скляним посудом. Перед початком роботи я завжди перевіряла непошкодженість скляного посуду та його придатність для виконання даної роботи: якщо дослідження потребувало нагрівання, то я використовувала тільки посуд з термостійкого скла. Посуд, в якому проводилася робота, завжди був підписаний. Після закінчення роботи посуд споліскувався проточною водою та складався у відповідну ємність для миття посуду. Посуд з нетермостійкого скла використовується переважно для робіт, що не потребують нагрівання [36].

При виконанні моєї роботи мені довелося працювати у лабораторії із електроприладами: сушильною шафою, водяною лазнею. Усі мої дії підпорядковувалися вимогам ДНАОП 1.1.10-01.97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», ДСТУ 12.1.019-79 „Електробезпека. Загальні вимоги й номенклатура видів захисту”. Перед початком роботи прилади перевірялися на справність, перевірялась цілісність дротів. З усіма приладами я працювала у присутності лаборанта або наукового керівника та чітко дотримувалась їх інструкцій та паспортів заводу-виробника. Після закінчення дослідів, а також коли прилад був тимчасово не потрібен, він був відключений від електромережі. Використовувалися лише діючі прилади, що пройшли обов’язковий профілактичний огляд та перевірку.

Перед початком роботи був проведений протипожежний інструктаж і зафіксований в журналі періодичного інструктажу. Під час роботи з легкозаймистими та горючими речовинами треба дотримуватися вимог норм роботи з ними. Усі роботи, пов’язані з виділенням токсичних або пожежо-вибухонебезпечних газів і парів, слід виконувати у витяжних шафах із справною вентиляцією. Всі електроустановки повинні мати захист від короткого замикання та інших відхилень від нормальних режимів роботи, що можуть привести до виникнення пожежі. Усі, хто знаходиться в лабораторії, повинні знати пожежну небезпеку застосованих хімічних реактивів і речовин, засоби їх гасіння та дотримуватися заходів безпеки під час роботи з ними [37].

У приміщеннях лабораторій забороняється:

- 1) застосовувати для миття підлоги та обладнання легкозаймисті та горючі речовини (бензин, ацетон тощо);
- 2) користуватися електронагрівачами;
- 3) залишати без нагляду робоче місце, запалені пальники та інші нагрівальні прилади;
- 4) сушити предмети, що можуть горіти, на опалювальних приладах;
- 5) зберігати будь-які речовини, пожежо-небезпечні властивості яких не досліджені;

б) тримати легкозаймисті та горючі речовини біля відкритого вогню, нагрівальних приладів, паяльників тощо;

7) виливати відпрацьовані легкозаймисті та горючі рідини в каналізацію.

Так як основна робота відбувається за комп'ютером, необхідно знати та дотримуватися вимог при роботі з комп'ютером. Проведення експерименту супроводжувалось одержанням великої кількості інформації, обробити яку швидко можливо тільки з використанням комп'ютерної техніки [38].

Враховуючи, що тривала робота з комп'ютером призводить до іонізації приміщення «+» та «-» іонами (аеронами), з котрих негативно на стан здоров'я впливають «+» аерони, я через кожні півтори години робила перерву. В цей час вмикалась примусова вентиляція, яка виносила аеронізоване повітря з приміщення, а замість нього заходило свіже. Норма: min аеронів 160, не більше 5 000 в 1 см^3 . Враховуючи, що робота з комп'ютером є роботою з тривалим перебуванням в фіксованій позі, я виконувала під час перерви фізичні вправи та вправи для очей.

Площа, що припадає на одного працюючого з дисплеєм, повинна бути не менше $6,0 \text{ м}^2$. Відстань між робочими місцями повинна бути не менше 1,5м в ряду і не менше 1,25м між рядками. Допустимі рівні температури повітря в дисплейних залах $+22... + 24^\circ\text{C}$ і швидкості руху повітря не менше $0,2 \text{ м/с}$ [39].

Освітлення робочих місць в горизонтальній площині на рівні 0,8 м від підлоги повинно бути не менше 400лк. Для штучного освітлення в дисплейних залах застосовують люмінесцентні лампи типу ЛБ. В приміщеннях з дисплеями слід проводити вологе прибирання і регулярне провітрювання протягом робочої зміни. Перед початком роботи треба видалити пил з екрану, перевірити дроти, упевнитись у наявності засобів гасіння вогню [40].

Відстань від очей користувача до екрану дисплея повинна становити 50-70 см, кут зору $10-20^\circ$, але не більше 40° . Переважним є розташування площі екрану перпендикулярно до лінії зору користувача. Руки користувача повинні розташовуватися на робочому столі в горизонтальному положенні, або злегка нахилені, кут ліктя повинен складати $70-90^\circ$. Необхідна гарна опора для спини

та сідниць. Стегна розташовують паралельно підлозі або підставці. Необхідно передбачити дотримання регламентованих перерв, активне їх проведення, регулярне заняття виробничою гімнастикою, рівномірне розподілення завдань. Після закінчення робіт необхідно від'єднати апаратуру від електромережі [41].

Пожежна безпека об'єкту регламентується Законом України «Про пожежну безпеку» від 17.12.93 року Правилами пожежної безпеки України, затвердженими 13.06.95 року наказом № 400 МВС України та інструкціями. Пожежна безпека повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі та системою пожежного захисту [42].

В лабораторії повинні бути справні первинні засоби пожежогасіння: вогнегасники вуглекислотні, пінні або порошкові, які розміщують безпосередньо в лабораторії; ящик або відро з піском (об'ємом близько 0,01 м³) і совком; покривало з вогнетривкого матеріалу. До них обов'язково необхідно забезпечити вільний доступ. Загоряння у приміщенні слід відразу ліквідувати [43].

У разі виникнення пожежі необхідно: повідомити пожежну охорону; вжити заходів щодо евакуації людей з приміщення; вимкнути електромережу. Легкозаймісті та горючі рідини і електропроводку необхідно гасити піском, вогнетривким покривалом, порошковими вогнегасниками; знеструмлену електропроводку можна гасити будь-якими наявними вогнегасниками. Загоряння у витяжній шафі ліквідується вогнегасниками після вимкнення вентилятора [44].

Перша допомога починається з того, що потерпілого необхідно винести на свіже повітря. Якщо є кисневий апарат або балон з киснем, то потрібно забезпечити потерпілому дихання чистим киснем. Якщо він не дихає самостійно, починають штучне дихання, у разі зупинки кровообігу і непрямий масаж серця. Але головне – це швидше доставити потерпілого в реанімаційне відділення [45].

Під час проведення дослідження трапляються нещасні випадки. Це передусім пов'язано з недотриманням правил техніки безпеки при використанні реактивів для визначення біохімічних показників, при використанні апаратів і при роботі з комп'ютером.

До нещасних випадків, які можуть статися при виконанні даної роботи, відносяться термічні і хімічні опіки, електротравми, потрапляння біологічних рідин на одяг, шкіру і слизові оболонки, а також виникнення ядухи при роботі у лабораторії з неполадженими витяжками. Тому важливим є знання долікарняної допомоги при цих випадках, щоб зарадити їм і їхнім наслідкам [46].

Електротравми можуть виникати при доторканні за провід, який знаходиться під напругою. Надання першої медичної допомоги потерпілому у разі електротравми повинно починатися з звільнення його від джерела струму. Для зупинення дії струму краще всього повернути вимикач, вимкнути рубильник, вивернути пробки на щітку. Якщо це з якихось причин не можливо, треба звільнити потерпілого від електропроводу. Для цього потрібно одягти гумові рукавички або обмотати руки шматком шовкової тканини та користуватися сухою дерев'яною палкою [47].

Ні в якому разі не можна доторкатися до потерпілого голими руками. При відсутності ознак життя після звільнення потерпілого від дії електричного струму потрібно почати проведення реанімаційних заходів. Якщо дії виявилися успішними і потерпілий прийшов до тями, потрібно, не втрачаючи часу, накласти асептичні пов'язки на «мітки струму», які є опіками, і відвезти потерпілого в лікарню [48].

Термічні опіки виникають при дії високої температури. Перша допомога при термічних опіках полягає в швидкому припиненні дії високої температури. Для цього потрібно відразу після евакуації потерпілого із зони ураження облисти місце опіку холодною водою. Якщо на потерпілому горить одяг, його потрібно повалити на землю і накрити ковдрою, брезентом, пальтом, щоб припинити доступ повітря до полум'я, а потім облисти водою тлінний одяг. Після зняття одягу шкіра навколо опіку обережно очищається теплою водою з милом, чистим бензином або спиртом, а уражені ділянки шкіри оброблюють аерозольним засобом проти опіків (пантенол), потім накладають асептичну пов'язку, змочену розчином марганцівки. Для знеболювання дають 1-2 таблетки кетанолу, а пов'язку змочують розчином місцевого анестетику. Самостійно

розкривати чи зрізати пухирі не можна. Після цього потерпілого необхідно доставити в опікове відділення [49].

Хімічні опіки виникають при потраплянні на шкіру розчинів сильних кислот (соляної, азотної, сірчаної), лугів і солей деяких важких металів. У разі виникнення такої ситуації потрібно, по-перше, одяг, промочений хімічною речовиною, негайно видалити, при цьому рятувальник повинен працювати в гумових рукавицях. По-друге, уражену ділянку поливають великою кількістю проточної води протягом 10-15 хвилин, а якщо допомога розпочата пізно, то впродовж 30-60 хвилин. По-третє, обмив уражену ділянку шкіри, приступають до нейтралізації: при опіках кислотою використовують 4%-вий розчин соди, а при опіках лугом – слабкий розчин оцтової або лимонної кислоти, котрими змочують серветки, які накладають на опікову поверхню [50].

Таким чином, знаючи основні заходи безпеки при роботі в лабораторії і при використанні комп'ютерної техніки, я звела до мінімуму ризик появи будь-якого виду травм при проведенні досліджень, що необхідні для виконання моєї кваліфікаційної роботи.

ВИСНОВКИ

1. Визначено загальний вміст органічної речовини у підземній частині видів багаторічного соняшника. Встановлено, що найбільший відсоток органічної речовини міститься у підземних органах рослин виду *H. tuberosus*, тоді як найменший відсоток органічної речовини міститься у *H. salicifolius*. При дослідженні вмісту органічних речовин спостерігається достовірна різниця між даними жовтня 2018 та жовтня 2019.

2. Виявлено, що поживною речовиною усіх 6 досліджених видів багаторічного соняшника є інουλін, найбільша кількість якого знайдена у *H. tuberosus*, як гістохімічним методом, так і кількісним. Визначено якісний та кількісний вміст запасних речовин у підземній частині представлених рослин роду *Helianthus*. Встановлено найбільший вміст інуліну у рослини виду *H. tuberosus* та найменший вміст інуліну в рослині виду *H. mollis*.

3. При дослідженні динаміки моноцукрів найбільша кількість містилася на підземних органах *H. tuberosus* і *H. nuttallii*. У *H. salicifolius*, *H. maximiliani* і *H. mollis* їх було майже вдвічі менше. Кожен вид характеризувався і різною часткою вільних цукрів. Найбільша кількість вільних моноцукрів виявлена у *H. rigidus*, а найменшу кількість – у *H. tuberosus* і *H. maximiliani*, в 6-7 разів поступається *H. rigidus*.

4. За результатами досліджень найменший вміст інуліну спостерігається у травні 2019. Різниця між результатами жовтня та травня 2019 є достовірною для усіх видів рослин роду *Helianthus*. Найбільший вміст інуліну спостерігається у *Helianthus tuberosus* у жовтні 2018 року. За вмістом цього вуглеводу всі види соняшнику можна розмістити у такий ряд:

H. tuberosus > *H. nuttallii* > *H. rigidus* > *H. salicifolius* > *H. maximiliani* > *H. mollis*.

Різниця між даними жовтня 2018 та жовтня 2019 не є достовірною.

5. В результаті роботи описані морфолого-анатомічні особливості підземних органів 6 видів багаторічного соняшника. Вони представлені видовженими підземними кореневищами різної форми та ступеню галуження. Враховано масу підземних органів представлених рослин роду *Helianthus*. Виявлено різницю між видами. Найбільшу масу має *H.salicifolius* (27,71 г), тоді як найменшу масу має *H.mollis* (7,93 г).

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

За результатами виконаної роботи можна засвідчити, що рослини роду *Helianthus* широко використовуються у промисловій та фармацевтичній сфері, адже інулін у рослинах багаторічного соняшника робить їх перспективними в промисловості харчових продуктів та для хворих на цукровий діабет.

На нашу думку, рослини багаторічного соняшника є перспективним селекційним об'єктом, адже у подальших дослідженнях можна використовувати їх запасну речовину – інулін, який дає рослині стійкість до різноманітних стресових абіотичних факторів, якої не мають інші види роду *Helianthus*. Саме це є основою для створення нових цінних видів соняшника з високим рівнем стійкості.

Дані, що були отримані під час виконання роботи, можуть використовуватися у якості прикладу для пояснення певних біологічних дисциплінах, а саме у курсі «Ботаніка», «Анатомія та морфологія рослин» у закладах освіти різного рівня.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кириченко В.В. Селекція і насінництво перехреснозапильних культур в Україні. Київ : Аграрна наука, 2000. С. 42.
2. Кириченко В.В. Стан та перспективи розвитку селекції і насінництва соняшнику в Україні. Київ : Агропромиздат, 2000. С. 19.
3. Фурсова Г.К. Соняшник: систематика, морфологія, біологія. Харків, 1997. 120 с.
4. Дубова О.В. Біологічні особливості видів соняшника багаторічного в умовах міста Запоріжжя. *Перспективи розвитку лісового та садово-паркового господарства* : зб. тез міжнар. конф. м. Умань, 5-6 лют. 2011 р. Умань, 2011. С. 50-51.
5. Груба Є.О., Дубова О.В. Будова та вміст органічних речовин підземних органів видів багаторічного соняшника. *Біологічні дослідження 2019* : матеріали Х всеукр. наук.-практ. конф., м. Житомир, 16-18 березня 2019 р. Житомир, 2019. С. 45-46.
6. Лебедь З.И. Описание диких видов подсолнечника – *HELIANTHUS*. *Масличные культуры* : науч.-тех. бюл. Института масличных культур НААНУ. 2015. № 11. С. 22.
7. Xiao Yong Ma, Li Hua Zhang Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) a medicinal salt-resistant plant has high adaptability and multiple use values. *Journal of Medicinal*. 2017. № 79. P. 132-133. DOI: https://www.academia.edu/3345802/Jerusalem_artichoke_Helianthus_tuberosus_a_medicinal_salt-resistant_plant_has_high_adaptability_and_multiple-use_values
8. Груба Є.О., Дубова О.В. Запасні речовини підземних органів різних видів багаторічного соняшника. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук* : матеріали VII регіон. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 1 грудня 2018 р. Запоріжжя, 2018. С. 59-60.

9. Velasco L., Perez-Vich B., Fernandez-Martinez J.M. Evaluation of wild sunflower species for tocopherol content. *Journal of the Spain Society for Horticultural Science*. 2015. No 79. Is. 2. P. 171-172. DOI: <https://doi.org/10.2503/jjshs1.79.179>.

10. Міщук А.О., Дубова О.В., Лях В.О. Різноманіття морфологічних ознак вегетативних органів ліній соняшника. *Науковий вісник національного лісотехнічного університету України*. Львів : РВВ НЛТУ України, 2015. Вид. 23. С. 127.

11. Погорецкий Б.К. Устойчивость подсолнечника к основным заболеваниям. *Масличные культуры* : научно-тех. бюл. Института масличных культур НААНУ. 2015. № 14. С. 97.

12. Дубова О.В., Рибальченко Н.В. Оцінка морфологічних ознак міжвидових гібридів соняшнику покоління f_1 і f_2 . *Олійні культури. Тенденції та перспективи* : зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 17-18 бер. 2016 р. Запоріжжя, 2016. С. 166-167.

13. Груба Є.О., Дубова О.В. Морфолого-анатомічні особливості наземних та підземних органів і речовини запасу видів соняшнику багаторічного. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук* : матеріали X регіон. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 9 грудня 2017 р. Запоріжжя, 2017. С. 46-47.

14. Пустовойт В.С. Селекція подсолнечника. Москва : Агропромиздат, 1970. 367 с.

15. Кириченко В.В., Попов В.Н. Генетика ізоферментів та морфологічні особливості локусів у соняшника. Київ : Аграрна наука, 2001. № 33. С. 65.

16. Бурлов В.В. Успадкування стійкості нових ліній соняшнику до несправжньої борошністої роси (*Plasmopara helianthi* Novat.) та вплив гена Р6 на основні господарські ознаки гібридів соняшнику. *Досягнення та проблеми генетики, селекції та біотехнології* : зб. тез наук.-практ. конф. м. Київ, 9-10 жовт. 2007 р. Київ, 2007. С. 142.

17. Яценко В.В., Лях В.А. Наследование некоторых морфологических признаков у гибридов между многолетними разноплоидными видами

подсолнечника. *Досягнення та проблеми генетики та біотехнологіх соняшника* : сборн. науч. труд. ИМК НААНУ. Запоріжжя, 1999. № 4. С. 82-88.

18. Кириченко В.В. Селекція та насінництво соняшника. Київ : Аграрна наука, 2005. С. 32.

19. Молоцький М.Я., Васильківський С.П., Князюк В.І. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин. Київ : Вища школа, 2016. 343 с.

20. Nakamura K., Fukumoto K., Akashi R. Genetic variability of morphological and cultural characteristics wild sunflower. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 2010. Vol. 79. Is. 2. P. 179-191. DOI: <https://doi.org/10.2503/jjshs1.79.179>.

21. Перестова Т.А. Проблемы селекции и семеноводства подсолнечника. Одесса : ВСГИ, 1985. С. 23.

22. Interspecific hybridization between *Helianthus annuus* / K.R.W. Hammett et al. *International Journal of Plant Sciences*. 2016. No 6. P. 763-771. DOI: <https://doi.org/10.1086/297216>.

23. Сытник М.С. Перспективы селекции подсолнечника на раннеспелость, продуктивность и устойчивость против болезней. *Селекция и семеноводство*. Киев : Урожай, 1982. Вып. 52. С. 17.

24. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. Київ : Наука, 2005. 339 с.

25. Лебедев С.І. Фізіологія рослин. Київ : Наука, 2007. С. 379-380.

26. Груба Е.А., Дубовая Е.В., Лях В.А. Содержание инулина в подземных органах многолетних видов подсолнечника. *Олійні культури: інновації та перспективи* : зб. тез міжнар. інтер.-конф., м. Запоріжжя, 14 травня 2019 р. Запоріжжя, 2019. С. 8-9.

27. Леонтьев В.Н., Дубарь Д.А. Биологический потенциал топинамбура как исходного сырья для пищевой и фармацевтической промышленности. *Биотехнология*. Москва : КМК, 2016. Вып. 24. С. 33-37

28. Артамонов В.И. Зеленая лаборатория планеты. Москва : Агропромиздат, 1987. 143 с.

29. Бойко П.Г. Вирощування соняшнику в сівозмінах. Київ : Пропозиція 2000, № 4. С. 8-9.
30. Безусов А.Т., Пилипенко І.В., Средницька З.Ю. Вивчення ферментативних систем соняшника для отримання інуліноподібних речовин. *Цукрові буряки*. 2015. №12. С. 5-7.
31. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. Москва : Высшая школа, 1975. С. 126.
32. Борисюк В.О., Маковецький К.А., Бойко І.І. Визначення водорозчинних вуглеводів в коренеплодах цикорію коренеплідного. *Цукрові буряки*. 2015. №5. С. 16-17.
33. Суспенникова В.М., Киселева Е.К. Полумикрометод определения сахаров. Киев : Наука, 2017. С. 17-18.
34. Лакин Д. Ф. Биометрия. Москва : Высшая школа, 1990. 352 с.
35. Черевець М. О. Основи охорони праці : навч. пос. для студ. вищ. навч. заклад. Харків : ХДАМГ, 2014. 105 с.
36. Трахтенберг І. М., Корщун М. М., Чебанова О. В. Гігієна праці та виробнича санітарія. Київ : Талком, 1997. 462 с.
37. Збірник нормативних актів з охорони праці. Київ : Колос, 1996. 89 с.
38. Гусева Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. Москва : Книга, 2000. 146 с.
39. Мягченко О.П. Безпека життєдіяльності людини та суспільства : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 384 с.
40. Готовский Ю. В., Перов Ю. Ф. Электромагнитная безопасность в офисе и дома. Москва : ИМЕДИС, 1998. 174 с.
41. Шарипова М.Ю. Полевая практика по ботанике : метод. указ. для студ. биолог. ф-та. Уфа : РИЦ БашГУ, 2008. 85с.
42. Витяг з нормативно-правових актів у сфері поводження з пестицидами та агрохімікатами щодо забезпечення організації дотримання основних вимог санітарного законодавства під час проведення робіт. Київ : Управління Держпродспоживслужби від 18.12.2017. 10 с.

43. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні : постанова Кабінету Міністрів України від 21.11.2007 № 1328 (доповнення з 01.01.2017 згідно вимог). *Офіційний вісник України*. 2017. № 2. С. 235-250.

44. Правила пожежної безпеки в Україні. Державний реєстр нормативних актів з питань пожежної безпеки (Реєстр НАПБ). Київ : Пожежінформтехніка, 2001. 238 с.

45. Каталог основних засобів забезпечення пожежної безпеки. Київ : 1997. 259 с.

46. Правила пожежної безпеки в Україні. Київ, 1998. 206 с.

47. Пиріг Л.Г. Здоров'я населення України та його охорона. Київ : Друкар, 2006. 410 с.

48. Правила безпеки при проведенні учбово-виховного процесу в кабінетах (лабораторіях) хімії загальноосвітніх учбових закладів, затверджені наказом Держнаглядаміністрації України від 16.11.98. № 222.

49. Каталог основних засобів забезпечення пожежної безпеки. Київ, 1997. 259 с.

50. Закон України про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення : Відомості Верховної Ради України. 1994. № 27. 218 с.