**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра генетики та рослинних ресурсів**

**Кваліфікаційна робота**

**магістра**

на тему: використання декоративних квіткових рослин для озеленення закладу освіти в межах позакласної роботи учнів

Виконала: студентка 2 курсу, 8.0149-пн групи

Спеціальності 014 середня освіта, освітньої програми середня освіта (природничі науки)

 Петрюк О. В.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Керівник к.б.н., доцент Яковлєва-Носарь С. О.

Рецензент д.фарм.н., проф. Омельянчик Л. О.

Запоріжжя – 2020

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

|  |
| --- |
| Біологічний факультет |
| Кафедра генетики та рослинних ресурсів |
| Освітній рівень магістр |
| Напрям підготовки 014 середня освіта |
| Освітня програма середня освіта (природничі науки) |

|  |
| --- |
| ЗАТВЕРДЖУЮЗав. кафедрою  В.О. Лях  « »   20\_\_ р.**ЗАВДАННЯ**НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ |
| Петрюк Оксані Валеріївна |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Тема роботи |  Використання декоративних квіткових рослин для  |
| озеленення закладу освіти в межах позакласної роботи учнів. |
|  |
| керівник роботи |  Яковлєва-Носарь Світлана Олегівна, к.б.н., доцент |
| затверджена наказом ЗНУ від | « | 13 | » |  липня | 2020р.  | № | 1027-с  |
| 2. Строк подання студентом роботи |  грудень 2020 |
| 3. Вихідні дані до роботи | експериментальні дані, отримані протягом |
| 2019–2020 року, тези. |
| 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно |
|  | 1)зясувати характеристики і форми проведення позакласної  |
| роботи; 2) ознайомитися зі шляхами надходження важких металів у довкілля та  |
| їх фітотоксичність; 3) встановити аспекти проведення лабораторного експери |
| менту в межах позакласної роботи з біології;4) інтерпретувати одержані дані та |
| та розробити практичні рекомендації |
| 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): |
| таблиці 1.1, 3.1-3.6; рисунки 3.1, 3.2 |
|  |

6. Консультанти розділів роботи

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Розділ | Консультант | Підпис, дата |
| завдання видав | завдання прийняв |
| 1-3 | Яковлєва-Носарь С.О., к.б.н., доцент  |  |  |
| 4 | Притула Н. М., к.б.н., доцент |  |  |

7. Дата видачі завдання

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №з/п | Назва етапів дипломної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітки |
| 1. | Опрацювання літератури, написання розділу 1, написання статті | жовтень 2019 -лютий 2020 | виконано |
| 2. | Ознайомлення з технікою безпеки, написання розділу 4 | березень -квітень 2020 | виконано |
|  3. | Проведення експерименту | липень -травень 2020 | виконано |
| 4. | Статистична обробка даних  | червень -серпень 2020 | виконано |
| 5. | Написання чернетки роботи | вересень 2020 | виконано |
| 6. | Написання кінцевого варіанту роботи. Написання тез | жовтень -грудень 2020 | виконано |
| 7 | Захист кваліфікаційної роботи | грудень 2020 | виконано |

Студент  Петрюк О.В.

Керівник роботи  Яковлєва-Носарь С.О.

Нормоконтроль  Притула Н. М.

пройдено

Зміст

|  |  |
| --- | --- |
| ВСТУП …………………………………………………………………………... | 7 |
| 1. Огляд науковОЇ ЛІТЕРАТУРИ …………………………………………
 | 10 |
| 1.1 Завдання та основні види організації позакласної роботи ……………….. | 10 |
| 1.2 Поняття про позакласну роботу з біології, її мета, завдання …………….. | 13 |
| 1.3 Форми та види позакласної роботи з біології …………………………….. | 17 |
| 1.4 Вимоги щодо зовнішнього озеленення шкільних закладів ………………. | 18 |
| 1.5 Створення проекту зовнішнього озеленення навчального закладу …….. | 22 |
| 1.6 Важкі метали як токсиканти ……………………………………………….. | 25 |
| 1.6.1 Важкі метали в навколишньому середовищі …………………………… | 25 |
| 1.6.2 Токсична дія важких металів на рослини ……………………………… | 32 |
| 1.6.3 Міграція важких металів у ґрунті ……………………………………….. | 34 |
| 1.6.4 Механізми формування стійкості рослин до важких металів …………. | 37 |
| 2 Матеріали та методи дослідження………………………………. | 39 |
| 2.1 Об’єкти дослідження………………………………………………………... | 39 |
| 2.2 Методи дослідження………………………………………………………… | 39 |
| 2.3 Статистична обробка одержаних результатів……………………………... | 40 |
| 3 Експериментальна частина………………………………………... | 42 |
| 4 Охорона праці ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯх ….. | 50 |
| Висновки……………………………………………………………………... | 59 |
| ПРАКТИЧНі Рекомендації……………………………………………....... | 60 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ…………………………………………………………. | 61 |

РЕФЕРАТ

Робота викладена на 65 сторінках друкованого тексту, містить 7 таблиць та 2 рисунки. Перелік посилань включає 52 джерела.

Об’єктом дослідження даної роботи є п’ять видів квіткових декоративних рослин, які є популярними в озелененні населених місць південного сходу України.

Мета роботи − підбір асортименту декоративних квіткових рослин, стійких до забруднення важкими металами, для озеленення закладу освіти в межах позакласної роботи учнів.

Предмет дослідження − оцінка стійкості декоративних квіткових рослин до впливу важких металів.

Методи дослідження: лабораторний експеримент, спостереження, аналіз, опис, математичної статистики.

Новизна роботи полягає в тому, що вперше проведено експеримент з визначення стійкості декоративних квіткових рослин до впливу важких металів на ранніх етапах онтогенезу з врахуванням особливостей позакласної роботи учнів з біології.

Значущість роботи – ознайомлює вчителів біології і учнів з методикою проведення лабораторного експерименту з вивчення впливу важких металів на ранні етапи онтогенезу декоративних квіткових рослин та дозволяє виявити серед них стійкі види.

ПОЗАКЛАСНА РОБОТА УЧНІВ З БІОЛОГІЇ, ДЕКОРАТИВНІ КВІТКОВІ РОСЛИНИ, ВАЖКІ МЕТАЛИ, СТІЙКІСТЬ, ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСІННЯ, ВЕГЕТАТИВНІ ОРГАНИ ПРОРОСТКІВ, ОЗЕЛЕНЕННЯ

ABSTRACT

The work is presented on 65 pages of printed text, contains 7 tables and 2 figures. The list of links includes 52 sources.

The object of study of this work are five species of flowering ornamental plants, which are popular in landscaping in the south-east of Ukraine.

The purpose of the work - the selection of a range of ornamental flowering plants, resistant to heavy metal pollution, for landscaping of educational institutions within the extracurricular activities of students.

The subject of the research is the assessment of the resistance of ornamental flowering plants to the influence of heavy metals.

Research methods: laboratory experiment, observation, analysis, description, mathematical statistics.

The novelty of the work is that for the first time an experiment was conducted to determine the resistance of ornamental flowering plants to the effects of heavy metals in the early stages of ontogenesis, taking into account the peculiarities of extracurricular activities of students in biology.

Significance of work - acquaints biology teachers and students with the methods of laboratory experiment to study the influence of heavy metals on the early stages of ontogenesis of ornamental flowering plants and allows to identify among them resistant species.

EXTRACURRICULAR WORK OF STUDENTS IN BIOLOGY, DECORATIVE FLOWER PLANTS, HEAVY METALS, RESISTANCE, SEED CHARACTERISTICS, VEGETATIVE OTIVATIVE

ВСТУП

Сьогодні перед педагогом стоїть питання щодо виховання творчого, працьовитого, знаючого господаря своєї держави. Трудове виховання школярів тільки тоді зможе досягнути успіху, коли високою є результативність і ефективність їх праці, в процесі якої діти набувають позитивного досвіду оволодіння вміннями і навичками, які необхідні їм в майбутньому. Досвід роботи на шкільній навчально-дослідній земельній ділянці, здобутий в школі, діти використовують на власних садибах, в особистому підсобному господарстві.

Для озеленення закладу можна застосувати клумби, квітники з українськими традиційними квітами чорнобривцями, мальвою, жоржиною, барвінком, декоративним соняшником, гацанією, настурцією тощо. Ці квіти занесені в Україну з інших країн і давно вже стали традиційними квітково-декоративними рослинами як в озелененні, так і в традиціях та обрядах українського народу. На квітниках та інших зелених насадженнях можна вести і дослідницьку роботу, як у відкритому грунті так і взакритому, шкільних приміщеннях. Це особливо актуально для навчальних закладів, які не мають відповідної структурованої навчально-дослідної земельної ділянки або розміщення якої не сприяє нормальному веденню дослідницької роботи.

Особливо гостро у нашій країні в цілому та в Запорізькому регіоні зокрема стоїть проблема забруднення довкілля, що стало причиною численних досліджень реального стану природних екосистем та реагування організмів на токсичну дію наявних у цих екотопах забруднювачів. Дані щодо джерел забруднення містять інформацію про те, що навколишнє середовище забруднене не лише одним, а переважно комплексами важких металів. Проте у більшості праць проаналізовано акумулятивні властивості поодиноких металів, та досить важливим є дослідження поведінки важкого металу із сумішшю різних катіонів, які відрізняються за фізико-хімічними властивостями, спорідненістю до сайтів зв’язування на клітинній стінці. При дослідженні комплексного впливу важких металів можна бачити чіткий антагонізм між ними. Так наприклад, високий вміст цинку у розчині гальмує поглинання кадмію рослинами. Вміст міді зменшується за наявності кадмію у розчині. Елементи поживного розчину теж можуть гальмувати надходження в рослину важких металів.

Важкі метали можуть поступати до рослин як викиди гірничо-добувної активності; промисловості (текстильна, нафтоочисні заводи та ін.); через атмосферні опади (автомобільні вихлопні гази, згоряння викопного палива та ін.); надмірне використання (добрива і пестициди) і розміщення відходів (каналізаційні стічні води, вилуговування).

У зв’язку із цим фотосинтетичні функції рослин незмінно перебувають під впливом будь-яких важких металів, безпосередньо чи опосередковано. Важкі метали реагують з фотосинтетичним апаратом на різноманітних рівнях організації і структури. Акумуляція важких металів у листку, тобто в основному фотосинтетичному органі, відбувається в таких тканинах, як продихи, мезофіл і оболонка; метал змінює функції мембран хлоропласта, надмолекулярний рівень активності, особливо фотосистеми І та фотосистеми ІІ, мембрану ацилліпідів та ін.

Мета і задачі дослідження.

Мета роботи − підбір асортименту декоративних квіткових рослин, стійких до забруднення важкими металами, для озеленення закладу освіти в межах позакласної роботи учнів.

Об‘єкт дослідження − п’ять видів квіткових декоративних рослин, які є популярними в озелененні населених місць південного сходу України.

Предмет дослідження − оцінка стійкості декоративних квіткових рослин до впливу важких металів.

Отже, для досягнення поставленої у роботі мети необхідно розв‘язати такі задачі:

* з'ясувати поняття, характеристики і форми позакласної роботи взагалі та з біології зокрема;
* ознайомитися зі шляхами надходження важких металів у довкілля та їх фітотоксичністю;
* встановити основні аспекти проведення лабораторного експерименту в межах позакласної роботи учнів;
* інтерпретувати одержані дані та розробити практичні рекомендації.

Наукова новизна одержаних результатівполягає в наступному:

вперше проведено експеримент з визначення стійкості декоративних квіткових рослин до впливу важких металів на ранніх етапах онтогенезу з врахуванням особливостей позакласної роботи учнів з біології.

Практичне значення одержаних результатів*.*

1. Закладено лабораторний експеримент з дослідження стійкості декоративних квіткових рослин на ранніх етапах онтогенезу в межах позакласної роботи учнів.
2. Рекомендовано асортимент стійких до важких металів видів. Ці дослідження є перспективними і можуть бути проведені на більш пізніх етапах онтогенезу цих рослин.

1 Огляд науковОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Завдання та основні види організації позакласної роботи

Важлива роль у вихованні учнів, розширенні й поглибленні їхніх знань, розвиткові творчих здібностей належить спеціально організованій виховній роботі у позанавчальний час. Таку роботу називають позакласною.

Завдання позакласної роботи − закріплення, збагачення та поглиблення знань, набутих у процесі навчання, застосування їх на практиці; розширення загальноосвітнього кругозору учнів, формування в них наукового світогляду, вироблення вмінь і навичок самоосвіти; формування інтересів до різних галузей науки, техніки, мистецтва, спорту, виявлення і розвиток індивідуальних творчих здібностей та нахилів; організація дозвілля школярів, культурного відпочинку та розумних розваг; поширення виховного впливу на учнів у різних напрямах виховання [1].

Її зміст визначається загальним змістом виховання учнівської молоді, який передбачає розумове, моральне, трудове, естетичне і фізичне виховання.

Позакласна робота будується на розглянутих раніше принципах виховання, проте вона має і свої специфічні принципи:

Добровільний характер участі в ній. Сприяє тому, що учні можуть обирати профіль занять за інтересами. Педагоги за таких умов повинні ретельно продумувати зміст занять, використовуючи нові, ще не відомі учням факти, форми і методи, які б посилювали їх інтерес.

Суспільна спрямованість діяльності учнів. Цей принцип вимагає, щоб зміст роботи гуртків, клубів та інших форм діяльності, відповідав потребам розбудови української держави, відображав досягнення сучасної науки, техніки, культури і мистецтва.

Розвиток ініціативи і самодіяльності учнів. У позакласній діяльності слід ураховувати бажання школярів, їх пропозиції, щоб кожен із них виконував цікаву для себе роботу [2].

Розвиток винахідливості, дитячої технічної, юнатської та художньої творчості. Під час занять перед учнями слід ставити завдання пошукового характеру: створення нових приладів, удосконалення наявних; приділення особливої уваги творчому підходу до справи тощо.

Зв'язок з навчальною роботою. Позакласна робота повинна бути логічним продовженням навчально-виховної роботи, яка здійснюється на уроках. Так, знання з фізики можуть бути поглиблені й розширені на тематичному вечорі, а з літератури − під час обговорення кінофільму чи спектаклю за літературним твором.

Використання ігрових форм, цікавість, емоційність. Реалізація цього принципу потребує широкого використання пізнавальних ігор, ігор з комп'ютерами, демонстрування цікавих дослідів та ін.

До заключних заходів відносять: вечори, свята, ранки-зустрічі, літературні вікторини, конференції, випуск стінної газети, робота з пресою, радіо- і телепередачами.

Читацька конференція − важливий засіб пропаганди художньої та науково-популярної літератури серед учнів, який допомагає їм глибше зрозуміти зміст та поетику твору, прищеплює літературно-естетичні смаки.

Конференції проводять на матеріалі одного або кількох творів однієї теми, творчості письменника, з окремої літературної або наукової проблеми. Залежно від типу конференцій та індивідуальних особливостей читацького колективу, визначають структуру її проведення. У 5−7 класах вона наближається до бесіди, під час якої учні висловлюють своє ставлення до конкретного твору, читають напам'ять уривки з нього, ставлять інсценівки або переглядають діафільм, кінофільм. У старших класах учні виступають з доповідями, повідомленнями, в яких розмірковують про моральні риси, якості та вчинки персонажів, аналізують художні особливості творів [3].

Тематичні вечори, вечори запитань і відповідей присвячують різноманітним аспектам внутрішнього і міжнародного політичного життя, науки, техніки, культури, спорту, явищ природи тощо. На таких вечорах виступають запрошені гості, демонструють кінофільми та ін. У їх підготовці й проведенні беруть участь самі учні.

Ранки-зустрічі, літературні вікторини. Практикують у роботі з молодшими школярами.

Зустрічі з відомими людьми краю влаштовують переважно для середнього та старшого шкільного віку.

Показниками ефективності масових форм позашкільної діяльності здебільшого вважають кількісне охоплення, активність самих учнів.

Політичні інформації поділяють на оглядові й тематичні. Оглядові політінформації − короткі популярні повідомлення про найважливіші події, які хвилюють світ. Тематичні політінформації присвячуються розкриттю одного або кількох питань, органічно пов'язаних між собою. У процесі політичного інформування учнів важливо забезпечити новизну, своєчасність, оптимальний для них обсяг, якість інформації (достовірність, надійність, повнота), а також селективність їх засвоєння.

Аналізуючи ефективність політінформації, доцільно з'ясувати актуальність теми, рівень підготовленості учнів-політінформаторів, зацікавленість та активність слухачів. Учитель має звернути увагу на доступність інформації, використовувані учнями джерела, уміння узагальнювати, робити висновки. Поза його увагою не може бути й політична спрямованість інформації. Дуже важлива під час політінформації позиція й активність учителя [1].

Класна година у класного керівника − дієвий засіб формування у школярів наукового світогляду і моральної поведінки. Тематику годин розробляє класний керівник з урахуванням особливостей колективу учнів, їх проводять у формі етичної бесіди, лекції, диспуту, усного журналу, зустрічі з цікавими людьми, обговорення книг та ін.

1.2 Поняття про позакласну роботу з біології, її мета, завдання

Загальноосвітня школа покликана не тільки дати учням глибокі і міцні знання основ наук, але й має забезпечувати всебічний розвиток індивідуальності дитини на основі виявлення її задатків і здібностей, формування інтересів і потреб, сучасного світогляду, здійснювати патріотичне, естетичне, моральне виховання.

Важливе завдання школи – виховати свідоме ставлення до праці, розвинути необхідні практичні уміння і навички, прагнення до самостійного оволодіння знаннями, інтерес до дослідницької діяльності та ін.

Ці завдання реалізуються під час вивчення біології в школі. Уроки біології, лабораторні заняття, практичні роботи дозволяють сформувати в учнів глибокі та міцні знання про живу природу, про використання біологічних законів у практиці народного господарства, які перетворяться в їхні наукові погляди на природу. У процесі викладання біології в школярів виховуються патріотичні почуття, естетичні смаки, розвивається любов до сільськогосподарської праці, прагнення до охорони природи, збільшення її багатств [4].

Але обмежитись діяльністю учнів тільки на уроках не можна. Велику роль у вирішенні завдань освіти, виховання і розвитку учнів відіграють позакласні заняття.

Позакласна робота – це різноманітні освітньо-виховні заняття, що виходять за рамки обов’язкових навчальних програм і проводяться школою в позаурочний час. Термін «позакласна робота» виник історично, міцно ввійшов у термінологію, зручний у практичному застосуванні й відбиває реально існуючу в шкільній дійсності галузь педагогічної діяльності.

Методика позакласної роботи з біології – розділ методики викладання біології, який вивчає позакласну діяльність учнів з біології.

Предметом методики позакласної роботи з біології є завдання, зміст, форми і методи позакласної діяльності учнів з біології.

Пізнавальні й виховні завдання позакласної роботи з біології визначаються на основі загальнодидактичних принципів.

Мета позакласної роботи з біології – забезпечити поглиблення і розширення вивчення біології, виховання інтересу до неї.

Під змістом позакласної роботи розуміють сукупність і різноманітність пізнавальної, виховної та практичної діяльності учнів під керівництвом учителя.

Завдання методики позакласної роботи з біології полягає в тому, щоб правильно визначити мету позакласної діяльності учнів, розробити зміст позакласної роботи, організацію, методи і прийоми викладання, засоби навчання, досліджувати особливості засвоєння учнями біології в позакласній роботі, її роль у розширенні і поглибленні знань з біології.

Досліджуючи закономірні зв’язки між змістом навчального предмета, викладанням і засвоєнням, методика позакласної роботи встановлює такі принципи і правила навчання, впливаючи якими учитель може успішно реалізувати поставлені перед ним державою навчально-виховні завдання [4−7].

Що стосується змісту позакласної роботи, то це означає, що він повинен орієнтуватися саме на майбутнє з опорою на найбільш передове, яке є сьогодні. У цьому особливий зміст такої роботи зі школярами. По-друге, єдина програма не може водночас задовольнити усіх. Вона розрахована на середнього учня, а більш здібним школярам потрібен поглиблений підхід до вивчення основ наук, а це під час уроків важко реалізувати.

Якщо слабкому учневі потрібна додаткова увага вчителя, щоб він міг опанувати програмний матеріал, то сильному учневі такої уваги необхідно вдвічі більше, тому що в ній криються потенційні можливості успішного оволодіння основами біологічної науки. Позакласна робота дозволяє внести необхідні корективи у роботу з окремими учнями або їх групами, дає можливість здійснити диференційований підхід. Саме в позакласній роботі школярі випробовують себе і вибирають свій шлях у житті.

По-третє, індивідуальний підхід до навчання та виховання учнів хоча і є одним з найважливіших принципів педагогіки, проте в умовах сучасної наповнюваності класів його важко здійснити на уроках. Тільки під час позакласних занять можна успішно впливати на індивідуальні здібності кожного школяра, і це приносить значний успіх у розвитку й удосконаленні позитивних якостей особистості. Позакласні заняття допомагають учителеві краще пізнати своїх учнів, виявити серед них обдарованих, які мають підвищений інтерес до біології, і всіляко спрямовувати розвиток такого інтересу. Наприклад, захоплення акваріумними рибками можна розвинути в інтерес до проблем рибництва, охорони і збільшення рибних запасів; проведення дослідів і спостережень на навчально-дослідній ділянці – до захоплення агрономією тощо [4, 8].

Позакласні заняття забезпечують застосування знань на практиці, сприяють свідомому засвоєнню біологічних дисциплін.

Заняття з живими рослинами і тваринами захоплюють дітей, розвивають в них любов до природи, сільськогосподарської праці й дають поряд з цим корисні та необхідні практичні навички.

Позакласні заняття привчають до самостійної творчої праці, розвивають ініціативу учнів, вносять елементи дослідництва в їхню роботу. У той же час позакласні заняття допомагають проводити силами учнів заходи з охорони природи і виховувати інтерес до краєзнавства.

Виховання інтересів учнів у процесі позакласної роботи пов’язано з розв’язанням важливого завдання – вибором школярами професії й підготовкою до неї. У позакласній роботі формуються професійні інтереси, розширюється світогляд, здобуваються деякі спеціальні знання, вміння і навички; учні можуть перевірити свої сили в обраній ними галузі знань. Різні види позакласних занять (читання художньої і науково-популярної літератури, розповіді про професії, кіно, театр, практична робота) є важливим джерелом виникнення професійних інтересів і професійної поінформованості школярів. У позакласній роботі учні знайомляться з окремими професіями та спеціальностями, з якостями особистості й необхідними знаннями, яких вимагає та чи інша професія. З цією метою в школах проводять лекції, доповіді, бесіди, диспути, влаштовують зустрічі з представниками різних професій, студентами, екскурсії, організовують ознайомлення з відповідною літературою, заняття суспільно корисною працею, гурткову роботу тощо.

Поглиблюючи й розширюючи знання й уміння дітей, формуючи їх різноманітні інтереси, позакласна робота разом з тим створює особливо сприятливі умови для формування учнівського колективу, розвитку особистості учня як члена колективу, виховання почуття відповідальності за доручену справу, дає простір для прояву самостійності, розвитку суспільної і пізнавальної активності, виховання свідомих і активних учасників громадського життя.

Загальновизнана роль позакласної і позашкільної роботи в організації культурного дозвілля учнів, їх здорового відпочинку. Корисні і цікаві заняття роблять життя дітей більш повним, багатим враженнями, яскравим й осмисленим, попереджають бездоглядність і пов’язані з нею порушення громадського порядку. Завдяки позакласній роботі подовжується час організованого й цілеспрямованого виховного впливу на дітей.

Позакласна робота при правильному її поєднанні з навчальною надає великої гнучкості та рухливості всій системі навчально-виховної роботи в цілому. Позакласні заняття доповнюють навчальний план, ніби врівноважуючи його, певною мірою компенсуючи вразливі місця. У більшості випадків саме під час позакласної діяльності формується стійкий інтерес до біологічної науки.

Відзначимо ще одну важливу сторону позакласної роботи. У неофіційній обстановці, в умовах, коли є можливість вільного вибору діяльності, діти повніше розкривають свої риси характеру, нахили та здібності. Наприклад, учні, які відстають у навчанні, можуть виявитися найспритнішими і найбільш вмілими в праці, в подоланні перешкод, здібними організаторами.

Крім названого, позакласна робота є засобом творчого зростання вчителя.

Таким чином, позакласні заняття допомагають поєднувати завдання загального і політехнічного навчання, розумового й фізичного розвитку учнів, екологічного, естетичного, морального, патріотичного виховання тощо. Тому позакласна робота з біології повинна зайняти важливе місце в діяльності кожного вчителя біології [4, 5].

1.3 Форми та види позакласної роботи з біології

У педагогічній теорії та практиці роботи закладів позашкільної освіти та шкіл виокремлюють три форми позакласної роботи з біології: індивідуальну, групову та масову.

Індивідуальна форма передбачає такі види позакласної роботи: робота з науково-популярною літературою, довідниками, словниками; підготовка доповідей, рефератів; досліди й спостереження в природі, теплиці, куточку живої природи; виготовлення годівниць для птахів; шефство над сільськогосподарськими тваринами; проведення фенологічних спостережень; самоспостереження; виготовлення таблиць, моделей, обладнання для навчальних занять, кабінету біології.

До групової форми належать: робота в гуртках, учнівських об'єднаннях (товариствах, клубах), випуск біологічного бюлетеня, стендів рослин Червоної книги тощо.

До масової форми позакласної роботи відносять біологічні вечори, олімпіади, тижні біології, декади, місячники, вікторини, конференції, лекції, біологічні товариства, учнівські лісництва, екскурсії та ін.

Поділ позакласної роботи на окремі форми та види є умовним: окремі їхні елементи тісно пов'язані між собою, взаємно інтегруються. Наприклад, готуючись до біологічного вечора, учні / вихованці виконують індивідуальні, групові та масові завдання [9, 10].

Зокрема, О.В. Казакова виділяє такі форми організації позакласних занять [11]:

- групові (гурток юннатів, робота з обладнання кабінету біології);

- масові (лекції, демонстрації фільмів, екскурсії і походи в природу, наукові зібрання, конференції і вечори, виставки робіт учнів, видавання журналів, стінгазет, бюлетенів, альбомів);

- суспільно корисна праця (кампанії: День врожаю, Тиждень саду, День птахів, допомога у висіванні і збиранні врожаю, проведення масових заходів у школі);

- індивідуальні заняття (робота в кутку живої природи, на шкільній навчально-дослідній земельній ділянці, в природі, позакласне читання).

1.4 Вимоги щодо зовнішнього озеленення шкільних закладів

Зелені насадженя в житті людини в сучасному урбанізованому середовищі відіграють важливу роль. Очищення повітря, захист від шуму − перелік основних функцій зелених насаджень, що доповнюються їх рекреаційною та естетичною роллю. При цьому, значення озеленення у вихованні підростаючого покоління є гарантією нормального фізичного та психічного розвитку дітей. Тому благоустрій територій шкільних закладів, де тривалий час перебуватимуть учні, вимагає особливої уваги, підвищених вимог та повинен турбувати свідомість не окремих людей чи колективів, а всього суспільства [12].

Питання благоустрою і озеленення є особливо актуальним для шкільних навчальних закладів, які в сучасних умовах надають не тільки послуги навчання, але й виховання, складовою якого є екологічне виховання. Багато вчених у своїх працях описують способи озеленення шкільної території, рослини, які можна використати для цього, способи їх вирощування та догляду. Вивченням зелених насаджень в цілому та озелененням дитячих шкільних установ зокрема останнім часом займалась ціла низка вітчизняних та радянських вчених.

Згідно державних будівельних норм, розмiщення та розмiри земельних дiлянок навчальних закладiв належить приймати вiдповiдно до мiстобудiвних норм. Будинки загальноосвiтнiх шкiл розмiщуються не ближче 25 м вiд червоної лiнiї. При розташуваннi будинкiв шкiл у громадському центрi села цю вiдстань допускається зменшувати до 10 м за умови забезпечення нормативних санiтарно-гiгiєнiчних вимог. Вiдстань вiд межi дiлянок навчальних закладiв до стiн житлових будинкiв iз входами та вiкнами приймається не менше 10 м, вiд будинкiв навчальних закладiв до житлових та громадських будинкiв та споруд згiдно з нормами iнсоляцiї, природного освiтлення та шумозахисту. В умовах реконструкцiї допускається зменшення вiдстанi вiд проїзної частини вулиць при використаннi шумозахисних заходiв.

По периметру земельної дiлянки навчального закладу слiд передбачати захисну зелену смугу (дерева, кущi, газон) завширшки не менше 1,5 м, а з боку вулиць − не менше 3 м. Земельнi дiлянки загальноосвiтнiх шкiл повиннi мати огорожу заввишки не менше 1,2 м. При розмiщеннi шкiл всерединi житлових кварталiв допускається застосування живої огорожi з чагарникiв заввишки не менше 1,0 м [13]. На земельних дiлянках необхiдно передбачати пiд'їзди для пожежних машин до будинкiв, можливiсть об'їзду навколо будинку, а також вiдкритi дiлянки для стоянки автомобiлiв та iншого транспорту, враховуючи стоянки спецiалiзованого транспорту для учнiв-iнвалiдiв згiдно з дiючими нормами. Пiд'їзди до будинкiв повиннi мати тверде покриття. Слiд роздiляти пiшохiднi потоки та автотранспортнi шляхи [14].

 На дiлянках шкільного закладу слiд врахувати такi функцiональнi зони: навчальну, навчально-виробничу, навчально-дослiдну, фiзкультурно-спортивну, вiдпочинку, господарську, житлову. Навчальна зона включає навчальнi корпуси та територiю, що прилягає до них. Навчально-виробнича зона охоплює будинки з навчально-виробничими майстернями i лабораторiями, навчальнi полiгони, дослiднi дiлянки i т. iн. Виробничi та iншi будинки обслуговуючого призначення належить розмiщувати з врахуванням вимог нормативних документiв для вiдповiдних типiв будинкiв. Навчальнi полiгони та дослiднi господарства допускається розмiщувати поза територiєю навчального закладу, кооперуючи їх, по можливостi, з вiдповiдними виробництвами. Фiзкультурно-спортивна зона включає критi та вiдкритi спортивнi споруди та майданчики. Типи та кiлькiсть спортивних споруд визначаються завданням на проектування у вiдповiдність з нормативними вимогами до спортивних споруд. Фiзкультурно-спортивну зону належить розмiщувати сумiжно з навчальною зоною, але не з боку вiкон примiщень, початкових класiв будинкiв шкiл. Зона вiдпочинку мiстить майданчики активного та тихого вiдпочинку. Майданчики активного відпочинку можуть прилягати до фізкультурно-спортивної зони, розміщуватись біля входів та виходів з дiлянки на вулицю. Майданчики для тихого вiдпочинку доцiльно розмiщувати у комплексі з озелененням. Площа озеленення земельних дiлянок повинна складати 45-50% загальної площі дiлянки (включаючи озелененi мiсця вiдпочинку, дiлянки для вирощування овочевих та ягідних культур, захисні смуги та посадки з чагарникiв по периметру дiлянки).

Озеленення ділянки шкільного закладу має бути різноманітним і естетично красивим, що створює сприятливе візуальне середовище. На ньому мають рости не тільки береза й тополя, а й інші дерева, такі як липа, горобина, верба, каштан, дуб, ясен. Якщо територія велика, то на ній або віддаленій ділянці може бути закладений невеликий хвойний лісок: посадки ялини, сосни, ялиці цікаві в пізнавальному відношенні і корисні для оздоровлення. Всі ці дерева виділяють фітонциди, які знищують хвороботворні мікроби. Гуляючи в такому лісі, легко проводити різні заходи: спостереження за ялиною, порівняння її з іншими деревами, свято навколо живої ялинки [15].

На такій ділянці повинно бути багато квітів − шкільний сад повинен стати дійсно квітучим садом. Квіткове оформлення повинне концентруватися біля входу на ділянку перед фасадом будівлі, в місцях очікування батьками учнів. Квітники з однорічних рослин зазвичай розбивають вздовж доріжок для того, щоб діти мали змогу поливати та спостерігати за ними. Багаторічні рослини розміщуються далі від доріжок на газонах у вигляді вільних біогруп. Квітники можуть займати до 2% всієї площі ділянки. На квітниках необхідно висаджувати такий асортимент квітів, щоб вони квітували на протязі усього вегетаційного періоду, були невибагливі у вирощуванні та догляді. У різних місцях ділянки можуть рости і багаторічники, і однорічники. Біля центрального входу, під'їздів, уздовж основних доріжок краще посадити легкоростучі багаторічники − іриси, лілії, півонії, флокси. Однорічники доцільність окремо саджати на групових ділянках − вчитель з учнями буде вирощувати розсаду, висаджувати її в грунт, а потім разом простежувати розвиток рослин до дозрівання та збору насіння. Рослини повинні бути простими у догляді, довгоквітучими: чорнобривці, космея [16].

Не слід забувати про вертикальне озеленення: чудово виглядають стіни і паркани, повиті диким виноградом, хмелем, а альтанки на ігрових майданчиках − запашним горошком, декоративної квасолею. При наявності хорошої ділянки шкільний сад може створити «екологічний простір» нового типу. Майданчик природи за своїм функціональним значенням протилежний фізкультурному майданчику школи: діти можуть приходити невеликими групами, по одному, по двоє, щоб в тиші і спокої поспілкуватися з підопічними тваринами, поспостерігати за комахами, насолодитися ароматом рослин. На території школи для майданчика природи вибирають спокійне місце, далеко від групових ділянок. У центрі майданчика можна встановити пташиний стовп, який цілий рік буде залучати пернатих: взимку в його годівниці діти покладуть корм, влітку у водопійний жолобок наллють води [16].

На ділянці школи майданчики розташовують, враховуючи вік дітей. Зона зелених насаджень, що займає 60% території ділянки, спеціально не відокремлюється. Це зелена огорожа, що відділяє майданчики, дерева за периметром ділянки, квітники. Господарський двір максимально ізолюють від дитячих майданчиків і примикають до одного з проїздів кварталу. Озеленення слід вирішувати так, щоб майданчики добре освітлювались сонцем у ранково-вечірні години та були захищені від пекучих променів на протязі дня.

Для оздоблювача важливим є взаємозв`язок внутрішнього і зовнішнього простору, який проявляється у влаштуванні внутрішніх двориків, що використовуються для освітлення приміщень, а також як ігрові майданчики. При цьому організація зовнішнього простору є продовженням внутрішнього. Важливого значення набувають території для поглиблення пізнання при безпосередньому спілкуванні учнів з природним середовищем, зміцнення здоров`я та інтелектуального розвитку. Це має стати основною метою при організації благоустрою територій шкільних навчальних закладів. Озеленення даних територій повинно втілювати гармонійне співвідношення як краси, так і користі. Ці два фактори спільно уособлюють органічне поєднання − цілісність, взаємозв’язок краси і користі. Під час планування і проведення озеленення шкільного навчального закладу також використовуються: малі архітектурні форми, живоплоти, доріжки та ін. При цьому потрібно завжди пам’ятати, що метою є створення безпечного та сприятливого для учнів середовища. Надмірне переповнення території архітектурно-ландшафтними об’єктами може бути не сумісним із великою активністю учнів [17].

1.5 Створення проекту зовнішнього озеленення навчального закладу

Для створення зелених насадженнь на території, відведеній для садиби освітнього закладу, слід враховувати те, що вона закладається на досить тривалий час.

 Плануючи озеленення сучасної школи архітектори, педагоги повинні враховувати найновіші досягнення науковців та фахівців у зеленій архітектурі, фітодизайну, квітникарстві. Успішне озеленення садиби залежить від підготовки території, планування розміщення рослин та їх угрупувань, догляду за насадженнями, охорона їх від шкідників і хвороб та різних пошкоджень. Отже, дотримуючись вимог агротехніки вирощування декоративних культур, знаючи біологічні особливості окремих видів, слід озеленити садибу так, щоб вона мала привабливий вигляд.

 Необхідно, щоб роботи по озелененню освітнього закладу проводилися відповідно складеного заздалегідь проекту та рекомендацій фахівців.

Щоб скласти проект озеленення садиби освітнього закладу вчителі, керівники гуртків повинні залучити якомога більше учнів різного віку, щоб кожний міг висловити свою думку, мрію, фантазію: «Яким би ви хотіли бачити шкільне подвір'я?».

Можна також доручити учням розробити проекти декоративних елементів оформлення − лав, альтанок, «зелених класів», «зелених воріт», «лісових меблів», декоративного коріння, пеньків та ін., запропонувати конкурс на кращий проект куточка, зеленого інтер'єру класу, зимового саду. В таких конкурсах можуть приймати участь учні, вчителі, а також батьки.

Зелені насадження повинні займати на території освітнього закладу 45-50%, поліпшувати санітарно-гігієнічні умови, бути місцем організації відпочинку, створювати базу для практичних занять. їм належить основна роль в архітектурно-художньому вирішенні садиби.

 Озеленення садиби освітнього закладу потрібно розпочинати з планування території; перекопування та підживлення ґрунту, підбору рослин відповідно до певної фунтово-кліматичної зони. Існуючі зелені насадження на території садиб освітніх закладів підлягають ретельному обстеженню та упорядкуванню.

Добираючи асортимент дерев і кущів для висаджування, необхідно враховувати їх біологічні особливості. Краще використовувати рослини місцевої флори. З деревних порід особливо придатні для озеленення липа серцелиста, каштан кінський, клени (к. гостролистий, к. сріблястий, к. польовий), береза бородавчаста, дуб звичайний.

При плануванні посадки зелених насаджень 40% від загальної кількості деревних порід і кущів рекомендують відвести різним видам хвойних, а саме: ялині колючій, я. європейській (смереці), сосні Веймутова, модрині європейській, ялівцям (я. козацькому, я. звичайному та я. віргінському) та ін.

Бажано вирішити паркову частину садиби у вигляді дендрарію, в якому учні можуть знайомитися з породами декоративної та місцевої дендрофлори.

Бажано, щоб на території садиби освітнього закладу були посаджені лікарські дерева і кущі − горіх волоський, обліпиха крушиновидна, калина звичайна, горобина звичайна та горобина чорноплідна.

Живоплотом необхідно обгородити освітній заклад з боку проїжджої частини вулиці, а також спортивний майданчик і навчально-дослідну земельну ділянку. Для цього слід використовувати такі кущі як бузок звичайний, бузок угорський, садовий жасмин (чубушник), різні види спірей (с. японську, с. Вангутта, с. верболисту) тощо.

Для вертикального оформлення будинку освітнього закладу, альтанок, парканів та ін. слід використовувати рослини з виткими стеблами, які мають декоративне листя і красиві квіти: різні види декоративних виноградів, хміль, лобелію, декоративну квасолю.

Альтанки – «Зелені класи» можуть бути круглими, прямокутними. По периферії їх обсаджують виткими багаторічниками: дикий та культурний виноград, клематис, актинідія, жимолость, каприфолій, виткі троянди.

Трельяж - декоративна решітка із закріпленими на ній стеблами витких рослин. Створюється, насамперед, як прикраса території. Він придатний також для захисту від вітру. Трельяж можна досить успішно використовувати для показу найцікавіших видів та сортів витких троянд, клематисів, іпомеї, настурції, квасолі декоративної, квамокліту та інших.

Над доріжками ставлять перголи - арочні кріплення для витких рослин (троянд, клематисів). Перголу роблять з металевих прутів або з дерева, що має декоративніший вигляд.

Кам’яну стінку часто використовують як огорожу, опорну стіну для закріплення ґрунту. За терасного планування території кам’яні стінки використовують у вигляді підпор. У всіх випадках їх декорують посухостійкими виткими рослинами, що надає неабиякої привабливості. Для «декору» використовують такі рослини: різні сорти молодила, флоксу шилоподібного, іберійку, алісум скельний, седуми тощо. Утворені між камінням ніші заповнюють важким, не дуже поживним фунтом, у який висаджують рослини.

Особливу увагу слід приділяти оформленню вхідної частини - це свого роду обличчя освітнього закладу. Хоч як би не була розташована будівля, треба максимально «розкрити» фасад, підкреслити напрям руху до основного входу. Перед спорудою слід залишити відкритий майданчик для святкових зборів учнів [18].

1.6 Важкі метали як токсиканти

1.6.1 Важкі метали в навколишньому середовищі

Важкі метали − це метали з щільністю, яка перевищує 5 г/см3, або з атомним номером більше 20. Серед усіх хімічних елементів важкі метали найбільш токсичні і поступаються по рівню своєї шкідливості тільки пестицидам. Фітотоксичність важких металів залежить від їх хімічних властивостей: валентності, іонного радіуса і здатності до комплексоутворення. Більшість випадків елементи по степені токсичності розташовані в послідовності Cu>Ni>Cd>Zn>Pb>Hd>Fe>Mo>Mn, але цей ряд може дещо змінюватись у зв’язку з неоднаковим осадженням елементів в ґрунті [19].

Джерела емісії важких металів (ВМ) та шляхи їх проникнення в навколишнє середовище дуже різноманітні. Головними антропогенними джерелами надходження ВМ в біосферу є підприємства з видобування і переробки чорних та кольорових металів, теплові електростанції і теплоцентралі, транспорт, машинобудівна та хімічна промисловість, сільськогосподарське виробництво, житлово-комунальні комплекси. Природними джерелами є пил, лісові пожежі, вулканічна діяльність, рослинність, морські солі та ін. Так, техногенна частка міді і цинку в атмосфері становить приблизно 75%, кадмію та ртуті – 50%, нікелю – 30%, кобальту – 10% , свинцю – 50-80%. Еродовані вітром частинки ґрунту можуть містити до 58% цинку, що має природне походження.

В результаті антропогенної емісії металів їх концентрації в промислово розвинених районах перевищують фонові в десятки разів, а поблизу потужних джерел викидів вони можуть збільшуватися в сотні і тисячі разів. Слід зазначити, що найбільш забрудненими виявляються ґрунти в радіусі 2-5 км від металургійних комбінатів, в 1-2 км від ТЕС і рудників та на відстані до 50-100 м від автомагістралей.

Також суттєвим нестаціонарним джерелом забруднення навколишнього середовища важкими металами, крім автотранспорту, є авіація, що використовує свинцевовмісне пальне, і ракетно-космічна техніка, що викидає в атмосферу приблизно 400 т свинцю щорічно.

Основний внесок у забруднення природного середовища стаціонарними джерелами вносять підприємства кольорової металургії – 660 т/рік або близько 87% реєстрованих свинцевих викидів всіх галузей промисловості. При спалюванні палива (вугілля, нафти і газу) для загальних енергетичних потреб в атмосферу викидається приблизно 400 т свинцю на рік.

До інших стаціонарних джерел викидів свинцю відносяться підприємства скляної промисловості (100-200 т/рік), лакофарбової та оборонної промисловості. Стаціонарні джерела відповідальні за скид 50 т елементу у вигляді різних сполук у водні об'єкти. Дуже гостро нині стоїть проблема утилізації твердих побутових відходів, що містять свинець. Антропогенний внесок у міграційні процеси найбільш помітний для Co, Рb, Zn, Ni, Сu і Мn.

Рівень забруднення екосистем ВМ формується під дією місцевих локальних джерел при накладенні транскордонних опадів. Випадання забруднювальних речовин в результаті транскордонного переносу відносно невеликі і, за сучасними уявленнями, не викликають помітних негативних екологічних ефектів в регіонах, що не зазнають впливу локальних джерел. Однак поблизу потужних антропогенних джерел емісії ВМ або в районах з особливо чутливими екосистемами відбувається посилення деградаційних процесів [19].

 Антропогенний внесок у міграційні процеси найбільш помітний для Co, Рb, Zn, Ni, Сu і Мn.

Рівень забруднення екосистем ВМ формується під дією місцевих локальних джерел при накладенні транскордонних опадів. Випадання забруднювальних речовин в результаті транскордонного переносу відносно невеликі і, за сучасними уявленнями, не викликають помітних негативних екологічних ефектів в регіонах, що не зазнають впливу локальних джерел. Однак поблизу потужних антропогенних джерел емісії ВМ або в районах з особливо чутливими екосистемами відбувається посилення деградаційних процесів [33].

Деякі з джерел надходження важких металів наведені у таблиці 1.1.

Джерела забруднення навколишнього середовища можна поділити на природні та антропогенні. До природніх джерел належать такі, як вивітрювання гірських порід, морські аерозолі, вибухи вулканів, пожежі лісів становлять близько 4% від загального забруднення [11]. Наприклад, домінуючим джерелом свинцю є викиди гірничовидобувної, хімічної промисловості, металургії, електроенергетики, викиди важких металів, які залежать від їх вмісту у корисних копалинах. Джерелом забруднення є сміттєзвалища, побутові та промислові стічні води, добрива та засоби захисту рослин.

Таблиця 1.1 − Джерела надходження важких металів у довкілля



Цинк – Zn. У гірських породах він знаходиться у формі тонко розсіяного сульфіду. Відомо 66 мінералів цинку, найважливішим з них є сфалерит (ZnS). Цинк енергійно мігрує в гідротермах, в яких він утворює різноманітні комплекси і осаджується разом із свинцем, кадмієм та іншими халькофілами. Біофільність цинку найвища серед халькофільних металів, за цим показником він лише трохи поступається калію і кальцію [21].

Антропогенні джерела цинку – це в першу чергу підприємства кольорової металургії, агротехнічна діяльність [22]. В організмі рослин цинк бере участь у вуглеводному і білковому обміні, впливає на ріст насіння та фотосинтез [23]. При розчиненні мінералів цинку в процесі вивітрювання утворюється йон Zn2+. Але цинк легко адсорбується як мінералами, так і органічними компонентами, тому в більшості типів ґрунту спостерігається його акумуляція в поверхневих горизонтах. Цинк найбільш рухливий і біологічно доступний в кислих легких мінеральних ґрунтах [24]. У біосфері цинк енергійно мігрує з поверхневими і підземними водами, багато його сполук, особливо сульфат, добре розчинні. Розчинні форми цинку доступні для рослин. Швидливе поглинання цинку сильно коливається у залежності від виду рослини. Велике значення має склад поживного розчину, особливо наявність кальцію [25]. Додавання у поживний розчин цинку чи кальцію гальмує просування кадмію в рослини [27]. Зв’язування цинку низькомолекулярними органічними сполуками в соках ксилеми і в екстрактах із інших рослинних тканин може означати, що він дуже рухливий у рослинах. Кореневі системи містять значно більше цинку, ніж надземні частини. Цинк виконує важливі функції в метаболізмі рослин. Найбільш важливі із них – це входження до складу різних ензимів, таких як дегідрогенази, протеїнази, пептидази і фосфогідролази [28].

Свинець – Pb. В межах вологого клімату інтенсивність міграції свинцю середня, приблизно така, як у міді і цинку. Йони свинцю широко поширені у повітрі, воді, ґрунті. Цей токсикант поглинається цілим організмом рослини. Частка свинцю атмосферного походження, що осаджується на поверхні рослин, становить понад 73-93% [29], однак листки поглинають тільки невелику його частину. Свинець отруйний для більшості живих організмів. Із ґрунту свинець виноситься гірше як мідь чи цинк. Так наприклад, у кислих серіях магматичних порід і глинистих осадах звичайні концентрації свинцю коливаються в межах 10-40 мг/кг. Водночас в ультраосновних породах і вапнякових осадах його вміст становить 0,1-10 мг/кг. Природні концентрації свинцю у верхніх горизонтах різних ґрунтів коливаються в межах 3-189 мг/кг. При цьому середні значення за типами ґрунтів становить 10-67 мг/кг [15]. На рудних полях свинцевих місць виникнення багаточисельні вторинні його мінерали – сульфати, карбонати, фосфати, оксиди [30]. Завдяки хімічним і фізичним властивостям ґрунту лише невелика частина свинцю є доступна для рослин. Мобільність свинцю залежить від pH, окисно-відновних властивостей, вмісту органічних речовин, гранулометричної структури ґрунту, вмісту фосфору і заліза [13]. Поглинання свинцю в верхівці кореня проходить шляхом пасивної абсорбції. У корені свинець рухається переважно по апопласту, доходячи до поясків Каспарі, які гальмують міграцію йонів, внаслідок чого тільки незначна частина йонів свинцю може проникнути в стелу центрального циліндра. Ендодерма не є щільною в апікальній зоні, а також місцях розвитку бічних коренів. Бічні корені переривають ендодерму і відкривають дорогу проникнення до серцевини. Для рослин кукурудзи, вирощених на забрудненому свинцем ґрунті, акумулятивна здатність органів зменшується у ряді: корінь – листки – стебло – насіння [31]. Низький вміст свинцю в генеративних органах рослин зумовлений наявністю захисних бар’єрів. Іони свинцю стимулюють розвиток бічних коренів [32].

Кадмій – Cd. У вивержених породах він розсіяний, але слабо концентрується в гідротермальних системах, де є аналогом цинку [20]. При вивітрюванні кадмій легко переходить в розчин, де присутній у вигляді іонів Cd2+. Він може утворювати також комплексні іони (CdCl+, CdOH+, CdHCO3 +, CdCl3– та інші). Головна валентність кадмію в природному середовищі +2, і найбільш важливий фактор, який контролює рухливість іонів кадмію – це pH і окислювано-відновний потенціал [11]. Джерелом надходження кадмію можуть бути добрива, зокрема суперфосфат. Фосфорити містять кадмій в межах 5 – 100 мг/кг, при цьому більша частина його переходить в добрива. Надходження кадмію збільшується з підвищенням його концентрації в ґрунті чи поживному розчині. У кукурудзи при збільшенні кількості кадмію до 5 мг/л вміст його в рослинах збільшується, а суха маса зменшується. Критичний вміст кадмію, при підвищенні якого рослина гинула – 20 мг/кг сухої маси. Ряд катіонів може знижувати поглинання кадмію. У проростках кукурудзи кальцій пригнічував надходження кадмію головним чином за рахунок зменшення його адсорбції коренями. Поглинання і транспорт кадмію в надземні частини інгібується високими концентраціями цинку. Так само поглинання кадмію рослинами кукурудзи знижується в присутності феруму. Особливо сильний антагонізм спостерігається між кадмієм та свинцем [33]. Кадмій не належить до необхідних рослині елементів і при попаданні в рослинний організм проявляє сильний токсичний ефект [16]. Він ефективно поглинається як кореневою системою, так і листям. Локалізується кадмій головним чином в коренях і в меншій кількості – у вузлах стебла і головних жилках листків. Відомо, що більша частина кадмію акумулюється в тканинах коренів, навіть якщо він попадає в рослину через листя. Кадмій легко захоплює більшість обмінних позицій в активних речовинах, розміщених на клітинних стінках. Є дані, що кадмій специфічно викликає синтез цистеїну і метіоніну, цей ефект залежить від степені стійкості рослин до збільшення рівня вмісту кадмію. Основна причина токсичності пов’язана з порушенням ензиматичної активності, що проявляється у пригніченні утворення антоціаніну і хлорофілових пігментів у рослин. Видимі симптоми, викликані підвищеним вмістом кадмію в рослинах – це затримка росту, пошкодження кореневої системи, хлороз листків. Здійснюючи перешкоди нормальному метаболізму ряду мікрокомпонентів живлення, фітотоксичність кадмію проявляється в гальмівній дії на фотосинтез, порушення транспірації і фіксації CO2, зміна проникності клітинної мембрани [11,13]. Кадмій може пригнічувати поглинання деяких елементів, наприклад Mg, Cu, Ca у листках квасолі, Fe в листках капусти, цинку у проростків кукурудзи.

Особливо суттєво інтенсивність поглинання йонів важких металів зменшується у випадку внесення у поживне середовище суміші трьох металів – кадмію, свинцю та міді. У цьому разі вміст кадмію у рослинному матеріалі зменшується на 31%, вміст міді – на 16%, а вміст свинцю – на 19%. Такий антагонізм можна пояснити тим, що у цьому випадку відбувається взаємодія іонів з хімічними властивостями, досить близькими до того, щоб конкурувати за місця адсорбції. За наявності у ґрунті високих концентрацій цинку (>100мг/кг) поглинання кадмію рослинами знижується. Кальцій і високі концентрації цинку (Zn:Cd – 10:1) інгібують поглинання і транспорт кадмію в надземну частину рослин.

Мідь – Сu.Серед порід земної кори підвищений вміст міді властивий основним і середнім гірським породам. Мідь утворює більше число мінералів, із яких найбільше розповсюджені первинні мінерали – прості і складні сульфіди вони досить легко розчиняються при вивітрюванні і звільняють йони міді. Особливо характерно це для кислого середовища. Тому мідь вважається одним із найбільш рухливим важких металів. Проте катіони міді володіють різноманітними властивостями і в ґрунтах та осадах проявляють велику схильність до хімічної взаємодії з мінеральними і органічними компонентами. Іони міді можуть легко осаджуватись аніонами як сульфід, карбонат і гідроксид. Багато органічних сполук утворюють розчинні і не розчинні комплекси з міддю, тому здатність ґрунту зв’язувати мідь або містити її в розчинному вигляді дуже залежить від характеру і кількості органічної речовини в ґрунтах [20, 21].

Як зазначається в літературі, внаслідок внесення кадмію в комплексі зі свинцем чи міддю його рівень нагромадження у рослинному матеріалі зменшується на 12% та 9%. Вміст свинцю суттєво не змінюється, а вміст міді зменшується за наявності кадмію на 8 %. Показано, що у всіх органах рослин, які вивчали, спостерігали збільшення вмісту міді із збільшенням концентрації цинку. Поглинання важких металів рослинами залежить від їх фізіологічних особливостей. Рослини володіють деякими захисними властивостями при забрудненні ґрунту. Більша частина металів затримується на периферії коренів в зоні поясків Каспарі.

1.6.2 Токсична дія важких металів на рослини

Наведені дані свідчать про те, що мембрани в якості першого бар’єру на шляху важких металів в клітину піддаються їх сильному впливу, який може бути обумовлений взаємодією з сульфгідрильними групами, АТФ-азами, впливом на стероїдний та фосфоліпідний склад мембран, участю в вільнорадикальних та інших реакціях. Зміна проникності мембран за впливу важких металів може приводити до порушення йонного балансу, водного режиму, активності ферментів, фотосинтезу та інших процесів у рослині.

Більшість металів сприяють утворенню активних форм кисню за допомогою індукції ліпоксигенази чи опосередковану участь в інших хімічних реакціях. Активні форми кисню токсичні і можуть пошкоджувати різноманітні компоненти клітин. Вони індукують перекисне окислення ліпідів біологічних мембран [19].

Багато рослин промислових районів характеризуються меншою оводненістю тканин. Зниження інтенсивності транспірації, спостерігається в умовах забрудненого середовища, призводить не тільки до змін температурного режиму, але також змінює акумуляцію токсикантів в рослинах.

Значне підвищення рівня важких металів у навколишньому середовищі призводить до зниження інтенсивності клітинних поділів в коренях, а також до збільшення відносної кількості профаз [19].

Вплив важких металів на фотосинтетичні процеси.

Важкі метали транспортуючись у органи рослин, особливо у листки, перешкоджають біосинтезу в хлоропластах, особливо інгібують δ-амінолевулін­­ациддегідрогеназу і фотохлорофіл редуктазу. Зниження концентрації хлорофілу в листках рослин може служити біоіндикаторною ознакою забруднення навколишнього середовища, що відмічене в цілому ряді випадків за дії різних важких металів та інших сполук. Для ряду культур показано, що кадмій при концентрації його в тканинах 29 мкМ обумовлює 50 % зниження рівня фотосинтезу. Зниження фіксації вуглекислого газу під впливом важких металів може бути зумовлене багатьма причинами, такими, як індуковане важкими металами закривання продихів та зменшення вмісту хлорофілу [34].

Мідь може вступати в антагонізм з ферумом і викликати хлороз, індукуючи дефіцит феруму. Надлишок міді модифікує морфологію і структуру первинних листків та їх ультраструктуру хлоропластів в паростках. Мідь змінює листкову ультраструктуру і фотосинтез. Критично токсичний рівень міді в листках усіх видів рослин є біля 20−30 мг/г сухої маси [15].

 Під впливом важких металів змінюється вміст і співвідношення пігментів фотосинтезу. Найбільше знижується вміст хлорофілу *а* та *b*. Пігментний апарат уражається менш суттєво, аніж ферментативні реакції фотосинтезу. Дослідження показують [33], що основним органом нагромадження свинцю є корені. Завдяки наявності фізіологічного бар’єру на межі корінь-пагін йони свинцю слабо переміщуються у надземні органи. Цим можна пояснити невелике зниження вмісту хлорофілів під дією іонів свинцю, ніж зниження під впливом йонів кадмію [19].

Зниження концентрації хлорофілу в рослинах під впливом важких металів може бути наслідком як інгібування процесів біосинтезу ферментів, так і їх руйнуванням.

1.6.3 Міграція важких металів у ґрунті

Контроль за зміною вмісту ВМ у природних середовищах, а також вивчення закономірностей розподілу їх сполук неможливі без знання факторів, що визначають рухливість даних елементів. При цьому поведінка металів в екосистемах багато в чому залежить від специфічності міграційних форм і вкладу кожної з них в загальну концентрацію елементів. Для розуміння міграційних процесів та оцінки токсичності ВМ недостатньо визначити тільки їх валовий вміст. Необхідно диференціювати форми металів в залежності від хімічного складу і фізичної структури: окислені, відновлені, метилуванніта ін. Найбільшу небезпеку становлять лабільні форми, які характеризуються високою біохімічною активністю та інтенсивно накопичуються в біологічних середовищах [24].

В атмосферному повітрі ВМ присутні у формі органічних і неорганічних сполук у вигляді пилу і аерозолів, а також в газоподібній формі (ртуть). Основними механізмами надходження металів з атмосфери на поверхню ґрунту є осадження з атмосферними опадами і сухі опади. Слід зазначити, що в атмосферних опадах, як правило, переважають водорозчинні форми ВМ, що, ймовірно, обумовлено наявністю в атмосфері оксидів сірки і азоту, що сприяють утворенню розчинних солей даних металів (головним чином сульфатів і нітратів). Ртуть представлена в атмосферних опадах елементною формою, органічними сполуками і неорганічними похідними. Найбільша кількість ртуті в опадах міститься у вигляді металоорганічних сполук

 У водних середовищах ВМ присутні у трьох формах: зваженій, колоїдній та розчиненій, остання з яких представлена вільними іонами і розчинними комплексними сполуками з органічними і неорганічними лігандами. Перенесення ВМ з поверхневими водами відбувається в основному у зваженому стані, причому зростання ролі зважених форм в міграції даних елементів спостерігається при переході від рівнинних річок до гірських.

Необхідно відзначити, що в кінцевому підсумку ВМ у водних екосистемах концентруються в придонних відкладеннях і біоті, тоді як у самій воді вони залишаються в порівняно невеликих концентраціях. Так, за сучасними даними, планктон концентрує свинець в 12000 разів, кобальт – в 16000 разів, мідь – в 90000 разів.

Міграційні процеси ВМ в ґрунтах обумовлені низкою факторів, найважливішими з яких є окислювально-відновні та кислотно-основні властивості ґрунтів, вміст у них органічної речовини, гранулометричний склад, а також водно-тепловий режим і геохімічний фон регіону. Рух сполук ВМ в ґрунтах може відбуватися з рідиною і суспензією, за допомогою коренів рослин або ґрунтових мікроорганізмів. Адсорбція металів корінням рослин призводить до збіднення нижньої частини горизонту ґрунту даними елементами і збагаченню верхньої його частини внаслідок розкладання рослинних залишків. Перерозподілу вмісту металів за профілем сприяє і активність ґрунтової біоти. Однак однією з найбільш важливих форм є міграція в рідкій фазі, так як більшість металів потрапляє у ґрунт у формі розчинних сполук або у вигляді суспензій, і фактично всі взаємодії між металами і компонентами ґрунту відбуваються на межі рідкої і твердої фаз. За ступенем рухливості в рідкій фазі ґрунту виділяють три основні форми: передколоїдну нерозчинну, колоїдну і частково розчинну. ВМ у зваженій формі можуть бути у складі алюмосилікатного матеріалу (акцесорні і адсорбовані), у формі мінеральних сполук (гідрооксидів), у складі органо-мінеральних ДК- і ФК-комплексів, а також у формі складних комплексів змінного складу, що утворюються в результаті сорбції глинистими мінералами і гідрооксидами гумусових і металоорганічних сполук. Можливими сполуками колоїдної групи ВМ можуть бути мінеральні, органічні та органо-мінеральні форми. У складі органо-мінеральних сполук метали можуть бути присутні у формі комплексних хелатних сполук або складних металоорганічних комплексів змінного складу, що утворюються в результаті сорбції металів колоїдними органічними сполуками, а також утворених гідрооксидами заліза, марганцю, алюмінію і сорбованих на них молекулами ГК (гіалуронова кислота) і ФК (фульвокислоти). Враховуючи переважно фульватний склад ґрунтових вод і стійкість ФК-сполук до біологічного і хімічного руйнування, найбільш ймовірно, що органо-мінеральні комплекси ВМ здебільшого представлені ФК-комплексами.

Так як рухливість металів в ґрунтах значною мірою обумовлена кількістю і складом органічних сполук, то велике значення в розумінні механізмів і спрямованості міграційних процесів має вивчення розподілу ВМ по окремих фракціях органічної речовини. При цьому слід зазначити, що комплекси металів з гуміновими кислотами більш стійкі, ніж комплекси з фульвокислот, тому останні краще розчинні і більш рухливі. Завдяки відносно поганій розчинності комплексів гумінових кислот з ВМ, ці комплекси можна розглядати як органічний запас металів у ґрунті.

Інтенсивне ведення сільського господарства призводить до підвищення вмісту металів в органічній речовині ґрунтів, проте їх вміст у кислому фільтраті змінюється в меншій мірі, ніж в гумінових кислотах.

Виходячи з наведеного вище матеріалу, необхідно підкреслити, що для отримання достовірної оцінки міграційної здатності елементів необхідний комплексний аналіз ґрунтово-хімічної та ландшафтно-геохімічної обстановки. Якщо сукупність хімічних властивостей така, що вони забезпечують високу рухливість забруднювальних речовин, то при низькій водоутримуючій здатності ґрунтів, при промивному водному режимі і елювіальному ландшафті рухливі сполуки цих речовин можуть бути винесені за межі ґрунтового профілю. У ґрунтах, що характеризуються подібними рівнями рухливості забруднювальних речовин, але займають акумулятивні елементи ландшафту при обмежено промивному режимі, вміст їх рухомих сполук може залишатися високим [19].

1.6.4 Механізми формування стійкості рослин до важких металів

Стійкість рослин до важких металів забезпечується молекулярними та фізіологічними механізмами, які можуть бути специфічними як для будь-якого одного виду рослин, так і для цілої таксономічної групи. Вважають, що запуск механізмів формування у рослин стійкості до важких металів залежить від природи металу та видових особливостей організму.

Відомо, що толерантність до важких металів природних популяцій рослин є переважно високоспецифічною та наслідується генетично. На сучасному етапі розвитку науки вважається, що стійкість вищих рослин до цієї групи токсикантів досягається двома шляхами: 1) виключенням надходження металів до клітини та 2) запуском внутрішньоклітинних механізмів детоксикації [35].

За допомогою запобігання проникнення важких металів до клітини рослина уникає накопичення токсичних йонів. Низка робіт вказує на значне накопичення важких металів у клітинній стінці. Виділяють два типи іммобілізації важких металів у клітинній стінці: накопичення йонів у вільному просторі та зв’язування металів специфічними сайтами у позаклітинному матриксі. Звідси випливає важлива роль у цих процесах пектинових речовин. Крім того, у літературі існують дані щодо ролі плазмалеми у розвитку толерантності рослин до важких металів, бо вона виступає селективним бар’єром на шляху надходження іонів до клітини [36].

Рослини ж здатні виділяти у довкілля різні металхелатуючі речовини: органічні кислоти, цукри, амінокислоти, пептиди, феноли тощо. На наявність металозв’язуючих фітохелатинів у коренях рослин, які зазнали дії важких металів, вказують багато авторів: у *Acer pseudoplatanus* [37], *Morus nigra* [38] та ін. Як зазначають Дж.Н. Редді та М.Н. Прасад [39], фітохелатини – це пептиди, до складу яких входять цистеїн, глутамінова кислота та гліцин.

Внутрішньоклітинні механізми формування стійкості рослин до важких металів є також багатогранними. Так, виходячи із хімічних властивостей органічних кислот (яблучна, лимонна), можна припустити, що вони здатні утворювати міцні зв’язки з йонами важких металів. Була запропонована гіпетоза, згідно з якою при потраплянні у цитозоль йонів Zn утворюються Zn-малатні комплекси. Вони виносяться потім у вакуоль, де малат може замінятися оксалатом або іншою органічною кислотою з утворенням більш стабільного хелатного комплексу з Zn. Малат же у вільному стані дифундує знову до цитозолю [40].

Дж. Тейлор [41] підкреслює, що у багатьох випадках стійкість рослин до важких металів досягається внутрішніми механізмами – хелатуванням у цитоплазмі не тільки з органічними кислотами, а й з білками, компартментацією у вакуолях, посиленням активності ферментів.

Проте деякі автори вважають, що ціна стійкості рослин за рахунокспрацьовування внутрішньоклітинних механізмів є занадто високою: вона супроводжується слабкою швидкістю росту та невисокою врожайністю. Тому можливість формування механізмів уникання стресів забруднення важкими металами виявляється більш вигідною для рослин [42].

2 Матеріали та методи дослідження

2.1 Об’єкти дослідження

Об’єктами вивчення були п’ять видів квіткових декоративних рослин, які є популярними в озелененні населених місць південного сходу України: гвоздика китайська (*Dianthus chinensis* L.), родина *Caryophyllaceae* Juss.; амарант хвостатий (*Amaranthus caudatus* L.), родина *Amaranthaceae* Juss.; нагідки лікарські (*Calendula officinalis* L.), майорці стрункі (*Zinnia elegans* Jacq.), чорнобривці розлогі (*Tagetes patula* L.), родина *Asteraceae* Dumort.

Всі ці рослини є однорічними або такими, що використовуються за умов південного сходу України як літники (*Dianthus chinensis*), світлолюбними, досить посухостійкими; але для кращого прояву своїх декоративних якостей *Calendula officinalis* та *Zinnia elegans* потребують помірного поливу [43, 44].

2.2 Методи дослідження

Для дослідження реакції декоративних квіткових рослин на дію важких металів попередньо проводили рекогносцирувальний експеримент, який мав на меті підбір такої концентрації, яка викликає інгібування ростових процесів, але не викликає загибелі проростків. При цьому слід брати до уваги, що всі концентрації важких металів фактично реєструються у ґрунтах Запорізького регіону.

Випробовували різні концентрації важких металів:

а) Fe2+ (FeSO4) – 25, 30, 50 і 100 мг/л;

б) Cd2+ (CdSO4∙8H2O) – 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30 мг/л у перерахунку на діючий елемент.

У подальшому для порівняльного аналізу впливу фітотоксикантів використовували концентрацію Fe2+ 50 мг/л, а Cd2+ – 10 мг/л.

Для контрольних варіантів використовували дистильовану воду, у дослідних – до неї додавали вказані солі металів. Кожний варіант закладали у триразовому повторенні. Насіння пророщували у чашках Петрі, на дно яких поміщали фільтрувальний папір. У всі чашки поміщали однакову кількість насінин – по 15 штук, незалежно від виду. Пророщування проводили без доступу світла при температурі 25±2 °С, з регулярним провітрюванням. Експеримент тривав 12 діб, протягом якого у динаміці визначали схожість насіння, аналізували морфометричні показники проростків (довжина кореня і гіпокотилю, кореневий індекс, об’єм коренів, площа сім’ядольних листків).

* 1. Статистична обробка одержаних результатів

Одержані результати опрацьовані методами математичної статистики [45]. Для розрахунку середнього арифметичного використовували формулу:

, (2.1)

де *Хk* – сума окремих визначень Хі;

*n* – число визначень.

Однією з кількісних характеристик похибок є середній квадрат абсолютних похибок. Цю величину розраховують за наступною формулою :

, (2.2)

Величина σ2 називається дисперсією і характеризує розсіювання, відхилення одержаних даних. Корінь квадратний із величини дисперсії називається середньою квадратичною похибкою окремого вимірювання. Середню квадратичну похибку середнього арифметичного розраховували за формулою:

, (2.3)

де Х – середнє арифметичне;

Хі – окреме визначення;

n – число визначень.

Розрахунки помилок репрезентативності середньої арифметичної можуть бути проведені за формулою:

 , (2.4)

де σ – дисперсія; N – чисельність вибірки.

3 Експериментальна частина

Декоративні рослини – численна група культурних і дикорослих рослин, в яку входять представники різних ботанічних родин. Їх вирощують для озеленення міст і населених пунктів, оформлення садів, парків, громадських будівель і житлових приміщень [46]. До декоративних відносять також однорічні та дворічні травяні рослини, які за наших кліматичних умов вирощуються як літники.

Дослідження впливу надлишку важких металів, зокрема заліза і кадмію, на проростання насіння декоративних квіткових рослин має важливе значення для практики озеленення підприємств і територій, які зазнають забруднення цими елементами. Це пов’язано з більшою екологічною пластичністю екземплярів, що розвилися з насіння порівняно з висадженими розсадним способом.

Учні мають розуміти, що завдяки перехресному запиленню на одній рослини формується різноякісне насіння, при проростанні якого виживають найкраще пристосовані до даних екологічних умов екземпляри рослин. Рослини, посаджені розсадним способом, були вирощені у теплицях або розсадниках, де негативний вплив багатьох екологічних факторів (нестача освітлення, дефіцит вологи, бідний грунт тощо) був зведений до мінімуму. Такі рослини не пройшли жорсткий відбір, тому мають меншу пластичність. При садінні розсади навіть за умови відсутності забруднення довкілля, без належного догляду відзначається певний відсоток відпаду.

Перший показник, який варто проаналізувати при проведенні подібного роду роботи, є схожість насіння. Це здатність насіння утворювати нормально розвинуті проростки. Даний показник виражається у відсотках до загальної кількості насіння, взятого для пророщування. Пророслим вважають насіння, в якого довжина корінця дорівнює або більша половини діаметра насіння.

Учні мають запам’ятати, що першим вегетативним органом проростка є корінець, а пусковим фактором процесу проростання є рівень зволоження, тобто саме наявність достатньої кількості води запускає метаболічні процеси, результатом яких є проростання насіння. При цьому важливо не створити анаеробні умови, коли насіння повністю занурене у воду або розчин з додаванням солі важкого металу, оскільки таке насіння швидко поросте міцелієм пліснявих грибів та згніє.

Аналіз схожості насіння декоративних квіткових рослин за дії токсикантів свідчить про інгібування його проростання (рис. 3.1) та пролонгацію процесу у часі (на 1–2 доби) відносно контрольних рослин.

Рисунок 3.1 − Вплив важких металів на схожість насіння декоративних квіткових рослин, % від контролю (12-а доба)

Варто зазначити, що у видів із дрібнішим насінням (*D. сhinensis* і *A. caudatus*) більш виражена гальмівна дія йонів Cd2+ на процеси його проростання порівняно із впливом йонів Fe2+. У решти досліджених видів, навпаки, дещо сильніше проявляється дія йонів Fe2+. Такі якості, як більший розмір насіння, його площа та особливості конфігурації можуть істотно подовжувати термін підвищення концентрації металу в тканинах до токсичного рівня. Ця обставина ускладнює використання показника «схожість насіння» як надійного параметра для оцінки стійкості рослин до дії цих токсикантів, особливо за умов такого порівняно нетривалого експерименту.

Вважається, що показником, який відображає біохімічні адаптаційні процеси до металевого стресу, є кореневий індекс, а інтенсивність росту коренів рослин виявляється найбільш раннім морфологічним індикатором фітотоксичного ефекту [46]. На думку багатьох авторів, протекторний захист рослин локалізується у меристемній зоні кореня і проявляється в індукованому синтезі особливих білків – фітохелатинів, що містять сірковмісні амінокислоти [47, 48].

Для розрахунку кореневого індексу необхідні дані щодо інтенсивності ростових процесів кореня досліджених рослин (табл. 3.1, 3.2).

Таблиця 3.1 − Вплив надлишку заліза на довжину кореня декоративних квіткових рослин, см

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид | Доба | Контроль | Fe2+, 50 мг/л |
| *D. chinensis* | 8 | 0,59±0,075 | 0,23±0,062 |
| 12 | 1,00±0,069 | 0,32±0,074 |
| *A. caudatus* | 8 | 1,90±0,016 | 0,47±0,025 |
| 12 | 2,20±0,024 | 0,97±0,017 |
| *C. officinalis* | 8 | 2,30±0,020 | 1,04±0,015 |
| 12 | 3,86±0,010 | 1,99±0,018 |
| *T. patula* | 8 | 1,76±0,020 | 1,23±0,015 |
| 12 | 3,25±0,016 | 2,41±0,018 |
| *Z. elegans* | 8 | 1,50±0,020 | 1,13±0,024 |
| 12 | 2,18±0,015 | 1,89±0,016 |

Таблиця 3.2 − Вплив надлишку кадмію на довжину кореня декоративних квіткових рослин, см

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид | Доба | Контроль | Fe2+, 50 мг/л |
| *D. chinensis* | 8 | 0,70±0,004 | 0,46±0,020 |
| 12 | 0,75±0,030 | 0,53±0,020 |
| *A. caudatus* | 8 | 0,51±0,070 | 0,36±0,020 |
| 12 | 0,67±0,090 | 0,44±0,020 |
| *C. officinalis* | 8 | 0,60±0,010 | 0,50±0,030 |
| 12 | 0,63±0,090 | 0,51±0,020 |
| *T. patula* | 8 | 0,82±0,030 | 0,70±0,060 |
| 12 | 0,94±0,010 | 0,89±0,018 |
| *Z. elegans* | 8 | 1,20±0,030 | 0,70±0,060 |
| 12 | 1,10±0,010 | 1,00±0,020 |

У таблиці 3.3 наведено результати розрахунків відносно контрольних величин, тобто відсоток від контролю.

Таблиця 3.3 − Вплив важких металів на біометричні параметри проростків декоративних квіткових рослин, % від контролю (12-а доба)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид | Довжина кореня | Довжина гіпокотилю | Площа сім’ядольних листків |
| Fe2+ | Cd2+ | Fe2+ | Cd2+ | Fe2+ | Cd2+ |
| *D. chinensis* | 32,1 | 70,7 | 20,9 | 81,3 | 51,1 | 60,3 |
| *A. caudatus* | 44,2 | 66,1 | 46,7 | 84,2 | 70,8 | 80,2 |
| *C. officinalis* | 51,8 | 69,2 | 48,9 | 45,7 | 77,4 | 63,7 |
| *T. patula* | 74,2 | 78,5 | 89,2 | 69,4 | 90,2 | 67,4 |
| *Z. elegans* | 86,7 | 85,4 | 90,8 | 70,1 | 90,8 | 75,7 |

Аналіз величини кореневого індексу та інтенсивності ростових процесів кореня дослідних проростків свідчить про сильно виражену токсичність йонів Fe2+ у концентрації 50 мг/л для *D. сhinensis, A. caudatus, C. officinalis* (табл. 3.3) не тільки відносно контрольних значень, але й порівняно з дією на ці параметри йонів Cd2+.

Подібний напрямок змін зафіксовано й при оцінці величини об’єму кореневої системи усіх видів експериментальних рослин (рис. 3.2), а також для *D. сhinensis* і *A. caudatus* – довжини гіпокотилю (табл. 3.4, 3.5) і площі сім’ядолей.

Рисунок 3.2 − Об’єм кореневої системи проростків декоративних квіткових рослин за дії важких металів, % від контролю (12-а доба)

Наступним параметром, який ми аналізували, був обєм кореня декоративних квіткових рослин. За свідченням М. Фішера [50], об’єм кореня характеризує рівень насичення водою і мінеральними речовинами. Отже, об’єм

Таблиця 3.4 − Вплив надлишку заліза на довжину гіпокотилю декоративних квіткових рослин, см

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид | Доба | Контроль | Fe2+, 50 мг/л |
| *D. chinensis* | 8 | 0,48±0,020 | 0,20±0,021 |
| 12 | 1,10±0,016 | 0,23±0,024 |
| *A. caudatus* | 8 | 1,00±0,018 | 0,47±0,020 |
| 12 | 2,46±0,010 | 1,15±0,018 |
| *C. officinalis* | 8 | 2,70±0,013 | 1,30±0,019 |
| 12 | 4,40±0,011 | 2,15±0,016 |
| *T. patula* | 8 | 2,70±0,011 | 2,20±0,020 |
| 12 | 3,00±0,013 | 2,70±0,015 |
| *Z. elegans* | 8 | 1,10±0,018 | 0,90±0,020 |
| 12 | 2,55±0,010 | 2,30±0,014 |

Таблиця 3.5 − Вплив надлишку заліза на довжину гіпокотилю декоративних квіткових рослин, см

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид | Доба | Контроль | Fe2+, 50 мг/л |
| *D. chinensis* | 8 | 0,48±0,020 | 0,20±0,021 |
| 12 | 1,10±0,016 | 0,23±0,024 |
| *A. caudatus* | 8 | 1,00±0,018 | 0,47±0,020 |
| 12 | 2,46±0,010 | 1,15±0,018 |
| *C. officinalis* | 8 | 2,70±0,013 | 1,30±0,019 |
| 12 | 4,40±0,011 | 2,15±0,016 |
| *T. patula* | 8 | 2,70±0,011 | 2,20±0,020 |
| 12 | 3,00±0,013 | 2,70±0,015 |
| *Z. elegans* | 8 | 1,10±0,018 | 0,90±0,020 |
| 12 | 2,55±0,010 | 2,30±0,014 |

Таблиця 3.6 − Вплив надлишку кадмію на довжину гіпокотилю декоративних квіткових рослин, см

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид | Доба | Контроль | Fe2+, 50 мг/л |
| *D. chinensis* | 8 | 0,65±0,040 | 0,44±0,090 |
| 12 | 0,72±0,020 | 0,60±0,010 |
| *A. caudatus* | 8 | 1,00±0,100 | 0,70±0,040 |
| 12 | 1,90±0,010 | 1,70±0,018 |
| *C. officinalis* | 8 | 0,35±0,070 | 0,17±0,010 |
| 12 | 1,70±0,020 | 1,32±0,016 |
| *T. patula* | 8 | 0,70±0,020 | 0,40±0,010 |
| 12 | 1,30±0,050 | 0,90±0,030 |
| *Z. elegans* | 8 | 0,50±0,018 | 0,30±0,010 |
| 12 | 1,40±0,080 | 1,00±0,040 |

кореня також може слугувати показником стійкості рослин до надлишку важких металів. Дане твердження означає, що чим більший об’єм кореня, тим більш стійкою є рослина до надлишку важких металів. Механізм зменшення об’єму кореня за дії надлишку важких металів пояснюється як посиленим відкладанням у тканинах кореня металів, що впливають, так і виникненням у кореневих судинах деструкцій, викликаних токсичною дією важких металів. Це призводить до пригнічення росту кореня і формування бічних коренів.

У представників родини *Asteraceae* за впливу важких металів (Fe2+ і Cd2+) довжина гіпокотилю і площа сім’ядолей також зменшуються відносно контрольних значень. Але при цьому, навпаки, більш виражену негативну дію чинять йони Cd2+ (табл. 3.3).

Подібну картину, коли стійкість рослини до одного металу не супроводжується толерантністю цього самого виду до впливу іншого металу, називають відсутністю «перехресної стійкості» [24]. Такі випадки фіксуються в межах різних груп рослин (одно- і багаторічні трав’яні, деревні).

Отже, важкі метали знижують схожість насіння та подовжують їх проростання на 1–2 доби порівняно з контролем; найбільш інформативним показником для оцінки впливу важких металів на ранніх етапах онтогенезу декоративних квіткових рослин є кореневий індекс; йони Fe2+ у концентрації 50 мг/л виявляють більш виражений фітотоксичний ефект на ріст коренів *D. сhinensis, A. caudatus, C. officinalis* порівняно з йонами Cd2+ 10 мг/л; у *D. сhinensis* і *A. caudatus* довжина гіпокотилю і площа сім’ядолей у більшій мірі зменшуються за дії йонів Fe2+, а у представників родини *Asteraceae* – за присутності у живильному середовищі йонів Cd2+; за комплексом проаналізованих ознак найбільшу стійкість до дії важких металів на ранніх етапах онтогенезу виявили *Tagetes patula* і *Zinnia elegans*.

4 Охорона праці ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯх

Поняття «Охорона праці» визначено статтею 1 Закону України «Про охорону праці» – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [51]. Законодавство про [працю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%8F) містить норми і вимоги з техніки безпеки і виробничої санітарії, норми, що регулюють [робочий час](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%B8%D0%B9_%D1%87%D0%B0%D1%81) і [час відпочинку](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81_%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BF%D0%BE%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D1%83), [звільнення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F) та переведення на іншу роботу, норми праці щодо [жінок](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D1%96%D0%BD%D0%BA%D0%B0), [молоді](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B4%D1%8C), [гігієнічні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8_%D0%B3%D1%96%D0%B3%D1%96%D1%94%D0%BD%D0%B8) норми і правила тощо.

Охорона праці займає одне з найважливіших місць при організації виробництва, проведенні наукових досліджень. Правила з охорони праці спрямовані на запобігання розвитку професійних захворювань та травм.

Основні небезпечні виробничі фактори при виконанні роботи стосуються, насамперед, роботи у польових умовах. Це може бути тепловий удар, падіння і забиття м’яких тканин, капілярна кровотеча при пораненні здерев’янілими частинами рослин. При камеральній обробці одержаних даних факторами, які негативно впливають на здоров’я, можуть бути: недостатнє освітлення, погане провітрювання приміщень, вплив випромінювань комп’ютера.

Предметом дослідження дипломної роботи є представники роду *Sedum* L. Збір матеріалу для дослідів проходив у польових умовах. Камеральні роботи з представниками роду, котрі досліджувалися, проводились в лабораторії вищого навчального закладу. Обробка матеріалу, його опис та складання таблиць проводилося за допомогою персонального комп’ютера.

Перед початком роботи зі мною був проведений інструктаж з охорони праці науковим керівником за інструкцією № 60 з Охорони праці та інструкцією № 2 з Пожежної безпеки.

Зважаючи на те, що об’єкти мого дослідження знаходяться у межах міста з асфальтовим покриттям, ризику враження хижими тваринами не було. При собі мали індивідуальну аптечку, бинт, щоб у разі нещасного випадку провести заходи з першої медичної допомоги.

Наступний етап роботи виконували у хімічній лабораторії. До початку виконання робіт був прослуханий інструктаж з техніки безпеки праці у хімічній лабораторії.

При виконанні власної дослідницької роботи важливо не тільки знати вимоги безпеки, але й уміти застосовувати їх у нестандартних випадках.

Температурні умови робочого місця були комфортні і складали 20-23°С. Відносна вологість складала 40-60 %, швидкість переміщення повітря 0,2-0,5 м/с.

При камеральній обробці матеріалів, зібраних у польових умовах, жодних хімічних речовин я не застосовувала. Але у будь-якій хімічній лабораторії мають місце сухі, рідкі або навіть газоподібні сполуки.

Найбільш поширена небезпека у лабораторії – це вдихання шкідливих речовин. Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично допустимими концентраціями (ГДК) у мг/м3. Оснащення і комунікації не повинні допускати виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони в кількостях, що перевищують ГДК.

Особливу небезпеку викликає вдихання незначних, частіше невідчутних за запахом, концентрацій шкідливих речовин протягом тривалого часу, що призводить до хронічного отруєння. Тяжкі наслідки хронічних отруєнь погіршуються тим, що їх симптоми спочатку бувають неспецифічними і не пов’язуються з дійсною причиною до тих пір, доки тривале проникнення отрути в організм не приводить до значних уражень.

Основний спосіб боротьби полягає у запобіганні можливості потрапляння газу, пару, аерозолю у повітря лабораторного приміщення. Для цього необхідні для виконання роботи реактиви слід тримати щільно закупореними. Роботи з рідкими, леткими речовинами проводять у витяжній шафі, при увімкненій вентиляції, відкриваючи її на мінімальну зручну для роботи висоту, але не більш ніж на 1/3. Після використання вікна шафи щільно зачиняють.

Протягом роботи у лабораторії використовувала санітарно-технічне оснащення – обігрівання, вентиляцію, водопостачання. Під час роботи симптомів отруєння шкідливими речовинами не виникало.

Якщо б все ж таки ми використовували при виконанні роботи хімічні речовини, то поступали таким чином. Усі ємності з реактивами і хімічними речовинами розбірливо підписували б, вказуючи назву речовини і її хімічну формулу, дату приготування. Не використовували б реактиви без маркування або з нерозбірливими надписами. У таких випадках речовину необхідно було б знищити. Ретельно слідкували б за зберіганням чистоти реактивів. При набиранні рідини використовували гумову грушу. Усі роботи з їдкою рідиною, з розчином йоду проводили у гумових рукавичках. Зневажання засобів індивідуального захисту може призвести до тяжких наслідків.

Освітлення безпосередньо впливає на небезпечність праці і її продуктивність. Відповідне природне освітлення нормується коефіцієнтом природного освітлення (КПО), що визначають з урахуванням характеристики зорової роботи, системи освітлення. При роботі використовувалось природне, штучне і комбіноване освітлення. Штучне освітлення забезпечувалось лампами розрядження.

Насичення сучасної лабораторії електрообладнанням дуже високе. Експлуатацію електроприладів слід проводити, спираючись на інструкцію. Хімічні лабораторії за ступенем небезпеки ураження електричним струмом відносяться до приміщень з підвищеним її рівнем. Це обумовлено впливом на електроустаткування хімічно активного середовища. Наприклад, небезпека ураження електричним струмом при роботі у витяжній шафі підвищується у зв’язку з можливістю одночасного торкання до металевого корпусу електрообладнання і заземленими водопровідними і газовими комунікаціями.

Необхідний рівень електробезпеки був досягнутий: конструкцією електроприладів; допоміжними засобами захисту: гумовими килимками, ізолюючими підставками; усі прилади занулені і заземлені. Увімкнені прилади не залишали без нагляду .

Для безпечної роботи в лабораторії з хімічними реактивами слід керуватися інструкцією. При роботі в хімічній лабораторії найбільш імовірними випадками є порізи склом, термічні і хімічні опіки, а також інгаляційні ураження парами токсичних речовин.

Порізи склом. Необхідно видалити пінцетом, промитим у спирті, видимі осколки. Потім промити рану 2%-м розчином перманганату калію і, змазавши рану 5%-м розчином йоду, забинтувати.

Термічні опіки. Спочатку рекомендується зробити примочки з 2%-м розчином перманганату калію, потім обпалену ділянку змазати маззю і накласти пов’язку.

Хімічні опіки. Необхідно видалити речовину, що викликала опік відповідним розчинником, а потім уражену ділянку обробити етиловим спиртом. При опіках кислотами обпалене місце промивають проточною водою, а потім 2%-м розчином харчової соди. При опіках лужними розчинами після рясного промивання проточною водою, обпалене місце промивають 2%-м розчином оцтової або борної кислот. При потраплянні на шкіру агресивних органічних речовин уражену ділянку варто швидко промити 96%-м етиловим спиртом, а потім змазати маззю від опіків.

Хімічний опік очей. Необхідно до звертання в медпункт промити око спочатку великою кількістю води, а потім 2%-м розчином харчової соди (при потраплянні кислоти) або 2%-м розчином борної кислоти (при потраплянні лугу).

Інгаляційне ураження. Постраждалого необхідно негайно вивести на свіже повітря, звільнити від стягуючого одягу, створити йому абсолютний спокій, покласти на спину, тепло укутати і викликати лікаря.

Ураження електричним струмом. Якщо потерпілий залишається в зіткненні зі струмоведучими частинами, необхідно негайно відключити струм, висмикнувши запобіжну пробку або перерубати електропровід ізольованим інструментом. До потерпілого, поки він знаходиться під струмом, не можна доторкатися незахищеними руками. Якщо потерпілий знепритомнів, після відключення струму потрібно застосувати штучне дихання.

Пожежна безпека – стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Забезпечення пожежної безпеки в кабінеті (лабораторії) хімії визначається Правилами пожежної безпеки в Україні [52].

Для попередження виникнення пожежі забороняється:

– палити у виробничих приміщеннях;

– залишати та зберігати папір, вату, марлю, спирт та інші легкозаймисті речовини та матеріали на шафах та поза ними, на радіаторах центрального опалення, поблизу палаючих пальників, електричних проводів і приладів;

– зберігати легкозаймисті, вибухові та вогненебезпечні речовини (бензин, скипидар, ефір тощо) без дотримання правил безпеки;

– нагрівати легкозаймисті речовини на відкритому вогні, електроплитах, тощо;

– залишати без нагляду включені електроприлади, електричне освітлення;

– прибирати випадково пролиті легкозаймисті речовини при запалених пальниках і включених електроприладах;

– порушувати електропроводку, заставляти шафами, завішувати плакатами, картинами, газетами тощо електропроводи, електровимикачі, розетки;

– захаращувати коридори, переходи, виходи, сходи і доступи до протипожежних засобів шафами, столами та іншими предметами;

– користуватися саморобними, несправними або з відкритою спіраллю електронагрівальними приладами.

В кабінеті (лабораторії) хімії повинні бути справні первинні засоби пожежогасіння:

– вогнегасники вуглекислотні, пінні або порошкові, які розміщують безпосередньо в кабінеті (лабораторії) хімії і лаборантській;

– ящик або відро з піском (об’ємом близько 0,01 м3) і совком;

– покривало (ковдра) з вогнетривкого матеріалу.

До них обов’язково необхідно забезпечити вільний доступ.

Загоряння в кабінеті (лабораторії) хімії слід відразу ліквідувати. У разі виникнення пожежі необхідно:

– повідомити пожежну охорону;

– вжити заходів щодо евакуації людей з приміщення;

– вимкнути електромережу.

Легкозаймисті та горючі рідини і електропроводку необхідно гасити піском, вогнетривким покривалом, порошковими вогнегасниками; знеструмлену електропроводку можна гасити водою або будь-якими наявними вогнегасниками. Загоряння у витяжній шафі ліквідується вогнегасниками після вимкнення вентилятора.

Перша допомога при ураженні електричним струмом. Надаючи допомогу, не можна торкатися голими руками до людини, яка знаходиться під дією струму. Насамперед, потрібно відключити установку (устаткування), до якої торкається постраждалий. При неможливості відключення електроустановки, необхідно відокремити постраждалого від струмоведучих частин, використовуючи сухі предмети, що не проводять електричний струм. Надаючи першу медичну допомогу, постраждалого укласти на спину на тверду поверхню й перевірити наявність дихання і пульсу. Якщо постраждалий у свідомості (збережені основні життєві функції), необхідно забезпечити йому повний спокій та свіже повітря. При порушенні або припиненні дихання та серцевої діяльності – виконувати штучне дихання й непрямий масаж серця до прибуття швидкої допомоги.

Правила проведення штучного дихання та непрямого масажу серця. Покласти постраждалого на поверхню у горизонтальне положення. Переконатися у відсутності у порожнині рота блювотних мас та запалого язика. Відвести голову постраждалого максимально назад та зажати пальцями ніс (або губи). Зробити глибокий вдих, притиснути свої губи до губ (носу) постраждалого та швидко видохнути повітря йому до роту (носу). Вдихи слід проводити 12-20 разів на хвилину. Рекомендується рот постраждалого накрити шматком тканини. Після 2-3 штучних вдихів виконують 15 натискань на грудину. На нижню частину грудини покласти руку внутрішнім боком зап’ястя, на яку натискати покладеною зверху другою рукою. Частота натискання 60 разів на хвилину. Ступінь стиснення 4-5 см вглиб грудини .

Оскільки оформлення даної роботи неможливе без використання комп’ютерної техніки, то я дотримувалася при роботі з нею певних правил. До роботи на комп’ютері допускаються особи, що пройшли навчання та інструктаж з охорони праці. Усі особи, що працюють на комп’ютері, повинні знати заходи захисту та прийоми надання першої долікарської допомоги при ураженні електричним струмом.

Вмикання комп’ютерів до електричної мережі здійснюється тільки через спеціально встановлені електричні розетки або вилки із заземленням. Підключення комп’ютера дротом без вилки забороняється.

Шкідливі фактори, що діють при роботі на комп’ютерах:

– робота на комп’ютерах пов’язана з навантаженням на зір, опорно-руховий апарат, а також емоційного та психологічного характеру ;

– вплив на зір апаратура здійснює через такі фактори: яскравість зображення, колір, відповідність символів, відстань між рядками, стійкість зображення.

Площа, що припадає на одного працюючого з дисплеєм, повинна бути не менше 6,0 м2. Відстань між робочими місцями повинна бути не менше 1,5 м в ряду, і не менше 1,25 м між рядами. В приміщеннях, обладнаних відео-терміналом, стіни слід фарбувати фарбами пастельних тонів. Фарбованим поверхням слід надавати матову фактуру. Допустимі рівні температури повітря в дисплейних залах плюс 22 -24 °С і швидкості руху повітря не менше 0,2 м/с.

В приміщеннях з дисплеями слід проводити вологе прибирання і регулярне провітрювання протягом робочої зміни. Видалення пилу з екрану слід проводити не рідше 1 разу за зміну.

Покриття стола повинно бути матовим з коефіцієнтом відбиття 0,25-0,4. Освітлення робочих місць в горизонтальній площині на рівні 0,8 м від підлоги повинно бути не менше 400 лк. Для штучного освітлення в дисплейних залах, як правило, слід застосовувати люмінесцентні лампи типу ЛБ.

Перед початком роботи слід видалити пил з екрану, перевірити захисне заземлення (занулення), упевнитись у наявності засобів гасіння вогню.

Відстань від очей користувача до екрана дисплея повинна становити
50 -70 см, кут зору 10-20, але не більше 40°. Переважним є розташування площі екрана перпендикулярно до лінії зору користувача. Руки користувача повинні розташовуватися на робочому столі в горизонтальному положенні, або злегка нахилені, кут ліктя повинен складати 70-90°. Необхідна гарна опора для спини та сідниць. Стегна розташовують паралельно підлозі або на підставці.

Необхідно передбачити дотримання регламентованих перерв, активне їх проведення, регулярне заняття виробничою гімнастикою, рівномірне розподілення завдань.

Для запобігання перенапруги організму обмежувати сумарний час роботи з відеоматеріалами до 50% впродовж зміни.

Різні види робіт вимагають різного підходу в організації перерв. Для робіт, що використовуються з великим навантаженням рекомендується 10-15 хв. через кожні 2 години. Кількість мікропауз (тривалість 2 хв.) повинна регулюватися індивідуально. Форма і зміст можуть бути різними: виконання альтернативної допоміжної роботи, що не вимагає великої напруги, проведення фізичних вправ на корекцію вимушеної пози, покращенню венозного кровообігу, часткове поновлення дефіциту активного руху.

При виникненні аварійної ситуації металоконструкції ЕОМ опиняється під напругою. При доторканні до неї відчувається проходження електричного струму. При спалахуванні проводки всередині апаратури необхідно вимкнути електроживлення ЕОМ, вимкнувши вилку шнура живлення.

При необхідності гасіння пожежі використати вуглекислотний або порошковий вогнегасники. При виникненні аварійної ситуації повідомити керівника підрозділу.

Після закінчення роботи необхідно від’єднати апаратуру від електромережі.

Як вже вказувалося вище, при закінченні роботи на ЕОМ, апаратуру від’єднують від електромережі. Робоче місце приводять у належний порядок. Все устаткування (лампи штучного освітлення, обігрівачі, вентилятори тощо) також вимикають.

ВИСНОВКИ

1. У педагогічній теорії та практиці роботи закладів позашкільної освіти та шкіл виокремлюють три форми позакласної роботи з біології: індивідуальну, групову та масову. Проведення лабораторного експерименту відносять до індивідуальної форми позакласної роботи учнів з біології.
2. Основними шляхами надходження важких металів у довкілля є аерогенний (повітрям) та їх осадження та накопичення у грунті, що призводить до фізіолого-біохімічних та анатомо-морфологічних порушень рослин. Джерелами важких металів є підприємства чорної та кольоровой металургії, теплоелектростанції, автотранспорт, сільське господарство (добрива, пестициди).
3. Представлений нами лабораторний експеримент проводиться учнями в межах позакласної роботи з біології під керівництвом вчителя. Розчини важких металів готує вчитель біології або лаборант.
4. Важкі метали знижують схожість насіння та подовжують їх проростання на 1–2 доби порівняно з контролем. Найбільш інформативним показником для оцінки впливу важких металів на ранніх етапах онтогенезу декоративних квіткових рослин є кореневий індекс; йони Fe2+ у концентрації 50 мг/л виявляють більш виражений фітотоксичний ефект на ріст коренів *D. сhinensis, A. caudatus, C. officinalis* порівняно з йонами Cd2+ 10 мг/л; у *D. сhinensis* і *A. caudatus* довжина гіпокотилю і площа сім’ядолей у більшій мірі зменшуються за дії йонів Fe2+, а у представників родини *Asteraceae* – за присутності у середовищі вирощування йонів Cd2+;
5. За комплексом проаналізованих ознак найбільшу стійкість до дії важких металів на ранніх етапах онтогенезу виявили *Tagetes patula* і *Zinnia elegans*.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Оскільки найбільшу стійкість до дії важких металів на ранніх етапах онтогенезу виявили *Tagetes patula* і *Zinnia elegans*, то ці дослідження є перспективними і можуть бути проведені на більш пізніх етапах онтогенезу цих рослин.
2. При озелененні закладів освіти, територія яких зазнає впливу викидів підприємств, до складу яких входять важкі метали, рекомендовано ширше використовувати *Tagetes patula* і *Zinnia elegans*, які є не тільки декоративними, але й стйкими до важких металів (заліза і кадмію) рослинами.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Митник О. Позакласна робота – складова цілісного творчого освітнього процессу. *Початкова школа*. 2011. № 2. С. 56–59.
2. Кучкуда Е. Б. Проект – одна из форм организации внеклассной работы по чтению. Начальная школа. 2013. № 1. С. 38–43.
3. Лепьошкіна О. В. Позакласна робота як складова частина програми роботи з обдарованими дітьми. *Обдарована дитина*. 2009. № 6. С. 40–42.
4. Яковлєва-Носарь С. О., Мозулевський В. І. Вплив посухи та засолення на проростання насіння й інтенсивність росту вегетативних органів проростків *Petunia × hybrida* Vilm. *Електронне наукове видання «Актуальні питання біології, екології та хімії»*. Запоріжжя : ЗНУ, 2017. Т. 14, № 2. С. 5−15.
5. Яковлєва-Носарь С. О. Вплив посухи та засолення на характеристики проростання насіння й інтенсивність росту проростків *Calendula officinalis* L. *Електронне наукове видання «Актуальні питання біології, екології та хімії»*. Запоріжжя : ЗНУ, 2018. Т. 15, № 1. С. 27−39.
6. Бессонова В.П. Практикум з фізіології рослин. Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2006. 316 с.
7. Загальна методика навчання біології: навч. посібник для студ. вузів / І. В. Мороз, А. В. Степанюк, О. Д. Гончар ; [та ін.] ; за заг. ред. І. В. Мороз. Київ: Либідь, 2006. 590 с.
8. Вербицький В. В. Еколого-натуралістична освіта в Україні: історія, проблеми, перспективи. Київ : СМП „Аверс”, 2003. 304 с.
9. Вербицький В. В. Позаурочна та позакласна освітня (неформальна) діяльність в умовах розвитку стратегії виховання України. URL: <https://nenc.gov.ua/wp-content/uploads/2018/02/PPOD.pdf>.
10. Грицай Н. Б. Методика позакласної роботи з біології. Дистанційний курс : навч. посіб. Рівне : Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем’янчука, 2010. 164 с.
11. Грицай Н. Б. Позакласна робота з біології. Біологія і хімія в школі. 2005. № 6. С. 28-31.
12. Рубцов Л. И. Деревья и кустарники в ландшафтной архитектуре. Київ: Вища школа, 1977. 289 с.
13. Сычова А.В. Ландшафтная архитектура. Москва: ОНИКС, 2007. 87 с.
14. Проект озеленення шкільної території. URL: <https://naurok.com.ua/ozelenennya-prishkilno-teritori-18801.html>.
15. Боговая И. О., Теодоронский В. С. Озеленение населенных мест: Учебное пособие для ВУЗов. Москва: Агропромиздат, 1990. 239 с.
16. Шелейкин А.С. Топографическое и землеустроительное черчение:

учебное пособие. Москва: Недра, 1975. 224 с

1. Білоус В. І. Садово-паркове мистецтво: коротка історія розвитку та методи створення художніх садів. Київ: Вища школа, 2001. 299 с.
2. Савосько В. М. Озеленення пришкільної ділянки. Практикум. Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2011. 108 с.
3. Черных Н. А., Милащенко Н. З., Ладонин В. Ф. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 5. Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами. Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. 141 с.
4. Гуменюк Г. Б., Страшнюк Д. В., Дробик Н. М. Вміст важких металів і характеистика гідрохімічних показників у воді річки Серет поблизу Малашівського сміттєзвалища. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту.* Сер. Біол. С. 84-88.
5. Промислова екологія: навч. посіб. / С. О.Апостолюк, В. С.Джигирей, А. С.Апостолюк. Київ : Знання, 2005. 474 с.
6. Краснянський М. Е. Утилизация и рекуперация отходов: учебное пособие. Харьков: Бурун и К, Киев: КНТ, 2007. 288 с.
7. Воронков Н. А. Экология общая, социальная, прикладная. Москва : Агар, 1999. 424 с.
8. Алексеев Ю. В. Тяжелые металлы в агроландшафте. СПб.: ПИЯФ РАН, 2008. 216 с.
9. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния: пер. с англ. Москва : Мир, 1987. 288 с.
10. Дабахов М. В. Дабахова Е. В., Титова В. И. Экотоксикология и проблемы нормирования. Нижегородская гос. с. - х. академия. Н. Новгород: ВВАГС, 2005. 165 с.
11. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С., Костіков І. Ю. Основи екології : підручник. Київ : Либідь, 2005. 408 с.
12. Шевченко О. Г. Вміст важких металів в атмосферному повітрі м. Києва та джерела їх надходження. [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: <http://maptimes.inf.ua/CH_06/22.pdf>.
13. Запольський А. К., Мішкова-Клименко Н. А., Астрелін І. М., Брик М. Т., Гвоздяк П. І., Князькова Т. В. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. Київ : Лібра, 2000. 552 с.
14. Батлук В. А. Основы экологии и охрана окружающей природной среды. Львов: Афиша, 2001. 218 с.
15. Білявський Г. О., Бутченко Л. І., Навроцький В. М. Основи екології: теорія та практикум. Навчальний посібник. Київ : Лібра, 2002. 352 с.
16. Скубилин М. Д., Письменов А. В., Гусев Б. А. Проблемы ресурсосбережения и экологической безопасности в гальванотехнологии. *Технология и конструирование в электронной аппаратуре*. 2004. № 2. С. 46–51.
17. Воробьев А. Е., Сарбаев В. И., Дьяченко В. В., Шилкова О. С. Транспортные магистрали как источник загрязнения окружающей среды. Москва : МГИУ, 2000. 52 с.
18. Uxekull O., Skerfving S., Doyle R., Braungart M. Antimony in brake pads − a carcinogenic component? *Journal of Clean Produktion*. 2005. Vol. 13. P. 19−31.
19. Феник С. И., Трофимяк Т. Б., Блюм Я. Б. Механизмы формирования устойчивости растений к тяжелым металлам. *Успехи современной биологии.* 1995. Т. 115, вып. 3. С. 261–275.
20. Taylor G.J. Metal ions in biological systems. N.Y.: M. Dekker Inc., 1988. 370 p.
21. Grill E., Winnacker E.-L., Zenk M.H. Occurrence of heavy metal binding phytochelatins in plants growing in a mining refuse area. *Experienta*. 1988. V. 44, № 6. P. 539–540.
22. Xian X. Выделение растворимых тяжелых металлов в корнях шелковицы с помощью гель-фильтрации Sephadex G-75. J*. Sericult. Sci. Jap*. 1996. V. 65, № 4. P. 292–297.
23. Reddy G. N., Prasad M. N. Heavy metal binding proteine. Polypeptides: occurrence, structure, synthesis and function. *Environ. Exp. Bot*. 1990. V. 30, № 3. P. 251–264.
24. Ernst W.H.O. Die role der organische saure. Pflanzenokologie und Mineralstoffwechsel. Stuttgart: Ulmer, 1982. S. 472.
25. Taylor G. I. Exclusion of metals from the symplasm: a possible mechanism of metal tolerance in higher plants. *J. Plant Nutr.* 1987. V. 10, № 9−16. P. 1213–1222.
26. Wojcik A., Tukendorf А. Strategia unikania stresu w odpornosci roslin na metale ciezkie. Wiad. bot. 1995. V. 39, № 3–4. Р. 33–40.
27. Бессонова В. П. Рослини квітників : довідник. Дніпропетровськ : Вид-во «Свідлер А. Л.», 2010.176 с.
28. Азбука цветовода / [Л. С. Сыроватская, А. И. Гречишкин, Е. Ш. Белорусец и др.]. Киев : Урожай, 1993. 272 с.
29. Лакин Г. Ф. Биометрия. Москва : Высшая школа, 1990. 352 с.
30. Єпіхіна М. А. Ландшафтний дизайн та озеленення приміщень: навч.-метод. посіб. для студ. спец. «Початкова освіта» освітньо-кваліфікаційний рівень «бакалавр». Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка. Старобільськ : Вид-во ХХХ, 2019. 179 с.
31. Hasset J. J., Miller J. E., Koeppe D. E. Interaction of lead and cadmium on maize root, growth and uptake of lead and cadmium by roots. *Environ. Pollut*. 1976. V.11, № 4. P. 297–302.
32. Tukendorf A. The response of spinach plants to excess of copper and cadmium. *Photosynthetica*. 1993. V. 28, № 4. P. 573–575.
33. Петерсон В. Р., Хедреярв У. Протекторная функция корневой системы у *Agrostemma githago. Eesti biologie.* 1992. № 6. С. 14–27.
34. Fischer M. Parameters research in the physiology of plants. N. Y., Harphness book, 1991. 670 p.
35. Кузнєцов В. А. Пожежна безпека. Харків: Фактор, 2008. 575 с.
36. Ткачук К. Н. Охорона праці та промислова безпека. Навчальний посібник [Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Запарний В.В. та ін.]; під ред. К. Н. Ткачука і М.О. Халімовського. [2-е вид. доповнене]. Київ : Основа, 2006. 448 с.