**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра загальної та прикладної екології і зоології**

|  |
| --- |
| **Кваліфікаційна робота** |
| **магістра** |
|  |

на тему: СКЛАД ПРОТИОЖЕЛЕДНИХ ЗАСОБІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА БІООБ’ЄКТИ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Виконала: | студентка | 2 | курсу, групи | 8.1018-з |
| спеціальності 101 екологія, освітньої програми екологія та охорона навколишнього середовища | | | | |
| Загородня Ю.С. | | | | |
|  | | | | |
| Керівник | доцент, к.б.н. Петруша Ю. Ю.\_\_\_\_\_\_\_ | | | |
|  |  | | | |
| Рецензент | доцент, к.б.н. Гороховський Є. Ю.\_\_\_ | | | |
|  |  | | | |

Запоріжжя – 2019

**Форма № Н-9.01**

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

|  |
| --- |
| Факультет біологічний |
| Кафедра загальної та прикладної екології і зоології |
| Освітній рівень магістр |
| Спеціальність   101 Екологія |
| Освітня програма екологія та охорона навколишнього середовища |

|  |  |
| --- | --- |
| **ЗАТВЕРДЖУЮ** |  |
| Завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології, д.б.н., проф.  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О. Ф. Рильський  « » 2019 року | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ЗАВДАННЯ**  НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ | | | | | | | | | |
| Загородній Юлії Сергіївні | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
| 1. Тема роботи | | Склад протиожеледних засобів та їх вплив на біооб’єкти | | | | | |
| керівник роботи | | Петруша Юлія Юріївна, к.б.н., доцент | | | | | |
| затверджена наказом ЗНУ від | | | | « | 12 | » | червня 2019 р. № 940-с |
| 2. Строк подання студентом роботи | | | | | | грудень  2019 року | |
| 3. Вихідні дані до роботи | | | огляд наукової літератури щодо хімічного складу | | | | |
| протиожеледних засобів та експериментальні дані їх впливу на біооб’єкти | | | | | | | |
| 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно | | | | | | | |
| розробити): | визначити енергію проростання та відсоток схожості насіння, | | | | | | |
| виміряти показники, що характеризують інтенсивність росту насіння в | | | | | | | |
| залежності від виду протиожеледного реагенту та його концентрації | | | | | | | |
| 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): 11 таблиць, 9 рисунків. | | | | | | | |

6. Консультанти розділів роботи

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розділ | Консультант | Підпис, дата | |
| завдання  видав | завдання прийняв |
| 4 | Притула Н.М., к.с.г.н., доцент |  |  |

7. Дата видачі завдання 11.02.2018 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітки |
|  | Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи. | Жовтень 2018 | Виконано |
|  | Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи. | Вересень 2019 | Виконано |
|  | Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи. | Жовтень 2018 | Виконано |
|  | Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту (таблиці, рисунки). Написання відповідного розділу роботи. | Жовтень -листопад 2019 | Виконано |
|  | Оформлення кваліфікаційної роботи.  Передзахист роботи. | Грудень - 2019 | Виконано |
|  | Рецензування кваліфікаційної роботи | Січень 2020 | Виконано |
|  | Захист кваліфікаційної роботи | Січень 2020 | Виконано |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Студентка |  |  |  | Загородня Ю.С. |
|  |  |  |  |  |
| Керівник роботи |  |  |  | Петруша Ю.Ю. |
|  |  |  |  |  |
| Нормоконтроль пройдено | | | | |
| Нормоконтролер |  |  |  | Притула Н.М. |
|  |  |  |  |  |

РЕФЕРАТ

В роботі 56 сторінок, 11 таблиць, 9 рисунків, було використано   
50 літературних джерел, із них 13 іноземною мовою.

Об’єкт дослідження: протиожеледні засоби різної концентрації.

Предмет дослідження: показники, що характеризують інтенсивність росту насіння (енергія проростання, відсоток схожості, довжина коріння, довжина гіпокотилю, кількість бічних корінців).

Метою даної роботи є вивчення впливу протиожеледних реагентів в залежності від концентрації діючої речовини на інтенсивність росту біооб’єктів.

Методи досліджень та апаратура: мірні колби на 1000 мл, аналітичні ваги, ексикатор, чашки Петрі, pH-метр, термостат, мірні стакани 50 мл, 100 мл, піпетка 10 мл, колби, застосовувався метод визначення фітотоксичності.

Провели фізико-хімічний аналіз найпоширеніших протиожеледних засобів. Експериментально визначили, що показники інтенсивності росту насіння залежать від концентрації діючої речовини протиожеледних реагентів.

З’ясовано, що у концентраціях 5% та 10% всі досліджувані протиожеледні засоби мають інгібуючий вплив на рослини. У концентрації 1% бішофіт діє як добриво та стимулює проростання насіння (більшість показників інтенсивності росту вище контролю).

ПРОТИОЖЕЛЕДНІ ЗАСОБИ, СХОЖІСТЬ НАСІННЯ, ЕНЕРГІЯ ПРОРОСТАННЯ, ПОКАЗНИКИ ІНТЕНСИВНОСТІ РОСТУ РОСЛИН, ГАЛІТ, БІШОФІТ, КАЛЬЦІЮ ХЛОРИД, АМОНІЙ АЦЕТАТ, pH-МЕТРІЯ.

ABSTRACT

In the work of 56 pages, 11 tables, 9 figures, was used 50 literary sources, 13 of them in a foreign language.

Object of study: anti-icing agents of different concentrations.

Subject of study: indicators that characterize the intensity of seed growth (germination energy, percentage of germination, length of roots, length of hypocotyl, number of lateral roots).

The purpose of this work is to study the effect of anti-ice reagents, depending on the concentration of the active substance on the growth rate of biological objects.

Research methods and apparatus: 1000 ml volumetric flasks, analytical balance, desiccator, petri dishes, pH-meter, thermostat, 50 ml beakers, 100 ml, 10 ml pipette, flasks, phytotoxicity determination method was used.

Conducted physico-chemical analysis of the most common anti-icing agents. It has been experimentally determined that the rate of seed growth depends on the concentration of the active substance of anti-icing reagents.

It has been found that in the concentrations of 5% and 10%, all the anti-icing agents tested have an inhibitory effect on plants. At a concentration of 1% bischofite acts as a fertilizer and stimulates seed germination (most indicators of growth intensity above control).

ANTI-ICING AGENTS, SEED GERMINATION, GERMINATION ENERGY, GROWTH RATES OF PLANTS, HALITE, BISCHOFITE, CALCIUM CHLORIDE, АMMONIUM ACETATE, PH-METR.

ЗМІСТ

[ВСТУП 8](#_Toc29079769)

[1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ 10](#_Toc29079770)

[1.1 Джерела потенційної екологічної небезпеки 10](#_Toc29079771)

[1.2 Основні види зимової слизькості 12](#_Toc29079772)

[1.3 Методи боротьби з ковзкістю 15](#_Toc29079773)

[1.4 Дія та класифікація протиожеледних засобів 17](#_Toc29079774)

[1.5 Склад та характеристика протиожеледних засобів 19](#_Toc29079775)

[1.6 Вплив на навколишнє середовище протиожеледних солей 23](#_Toc29079776)

[2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ 26](#_Toc29079777)

[2.1 Характеристика предметів та об’єктів дослідження 26](#_Toc29079778)

[2.2 Характеристика методів дослідження 27](#_Toc29079779)

[2.3 pH-метрія 28](#_Toc29079780)

[2.4 Статистична обробка даних 30](#_Toc29079781)

[3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 31](#_Toc29079782)

[3.1 Дослідження схожості насіння 31](#_Toc29079783)

[3.2 Дослідження енергії проростання насіння 33](#_Toc29079784)

[3.3 Дослідження довжини коріння 34](#_Toc29079785)

[3.4 Дослідження довжини гіпокотилю 36](#_Toc29079786)

[3.5 Вимірювання кількості бічних коренів 38](#_Toc29079787)

[3.6 Вимірювання pH протиожеледних засобів 39](#_Toc29079788)

[3.7 Вивчення впливу протиожеледних реагентів на пророщування листових живців Сенполії (Saintpaulia) 41](#_Toc29079789)

[4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 43](#_Toc29079790)

[ВИСНОВКИ 50](#_Toc29079791)

[ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ 51](#_Toc29079792)

[ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 52](#_Toc29079793)

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ПОМ – протиожеледні матеріали

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю

pH – водневий показник

ЕРС – електро-рушійна сила

НД – нормативний документ

ДСТУ – державний стандарт України

ТМ – торгівельна марка

ДТП – дорожньо-транспортна пригода

C – концентрація, моль/дм3

г – грам

л – літр

км – кілометр

см3 – сантиметр кубічний

м2 – метр квадратний

# ВСТУП

В умовах науково-технічного прогресу та зростання промислового виробництва проблеми охорони навколишнього середовища стали однією з найважливіших загальнодержавних завдань, вирішення яких нерозривно пов'язане з охороною флори, фауни та здоров'я людей. Довгі роки процеси погіршення навколишнього середовища були оборотними, в умовах дії на обмежені ділянки, окремі райони і не мали глобального характеру, тому ефективні заходи щодо захисту довкілля людиною практично не приймалися. В останні ж 20-30 років в різних районах Землі почали з'являтися незворотні зміни природного середовища або виникати небезпечні явища. Всі розвинені держави визначили охорону навколишнього середовища одним з найбільш важливих аспектів боротьби людства за виживання. Одним з таких небезпечних явищ є негативний вплив протиожеледних реагентів на навколишнє середовище. Ожеледь, одна з найактуальніших проблем зимового сезону, яка тягне за собою не тільки підвищений ризик травматизму, а й величезні збитки. Способів боротьби з ожеледицею чимало. Від найпростіших і не дорогих з використанням звичайного кар'єрного піску (застосування технічної солі для доріг, гранітної крихти тощо), до найсучасніших протиожеледних реагентів різних марок і виробників [1].

Актуальність моєї роботи полягає в наступному: на сьогоднішній день різко зросла боротьба зі слизькістю на дорогах. З розвитком технологій розвиваються і методи боротьби з ожеледицею. Але, на жаль, величезна кількість протиожеледних препаратів згубно впливають на навколишнє середовище, а також флору і фауну. Саме тому необхідно проаналізувати сучасні методи боротьби з ожеледицею, виділити найбільш безпечні та екологічно нешкідливі. У зв'язку з вищевикладеним, можна визначити мету моєї роботи.

Мета роботи: вивчення впливу протиожеледних реагентів в залежності від концентрації діючої речовини на інтенсивність росту рослин.

Відповідно до поставленої мети вирішувались наступні завдання:

1. познайомитися з літературою з даної проблеми;
2. вивчити склад та види протиожеледних реагентів;
3. провести дослідження впливу протиожеледних реагентів на

рослинні об'єкти;

1. вивчити та оцінити токсичні властивості деяких протиожеледних препаратів за допомогою експерименту;
2. визначити pH розчинів протиожеледних засобів.

Об’єкт дослідження: протиожеледні засоби різної концентрації.

Предмет дослідження: показники, що характеризують інтенсивність росту насіння (енергія проростання, відсоток схожості, довжина коріння, довжина гіпокотилю, кількість бічних корінців).

Дослідження проведено на базі ЗНУ та центральної лабораторії ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат».

Практичне значення роботи є вагомим, оскільки робить внесок у вирішення проблеми негативного впливу протиожеледних засобів на навколишнє середовище.

Апробацію роботи здійснено на «Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченої 80-річчю кафедри хімії ХНУМГ ім. О. М. Бекетова» – 2019 та «І Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції з міжнародною участю» – 2019.

# ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

# 1.1 Джерела потенційної екологічної небезпеки

Зимовий період є досить серйозним випробуванням. Працівники комунальних служб зобов’язані не тільки очищати вулиці від снігу, а й створювати умови, за яких покриття доріг залишиться чистим і неслизьким навіть при інтенсивному русі автотранспорту [2].

Протиожеледні засоби, які протягом зими розсипаються по поверхні доріг, відкидаються убік снігоприбиральними машинами або стікають з дороги у вигляді соляних розчинів. А навесні, під час танення снігу, відкладаються на смугах відведення, просочуються в ґрунт або стікають в водойми та водотоки.

Поверхневий стік з автомобільних доріг представляє собою значні об’єми забруднених вод, які найчастіше без очищення, з концентраціями забруднювальних речовин, що перевищують гранично допустимі значення в декілька разів, потрапляють у водні об'єкти та на територію вздовж автомобільної дороги, що суперечить природоохоронним вимогам [3].

Кількість забруднювальних речовин у стічних водах з автомобільних доріг істотно відрізняється. Це є однією з проблем при оцінюванні впливу автомобільного транспорту на поверхневий стік і навколишнє середовище в цілому. На вміст забруднювальних речовин у стічних водах з автомобільних доріг впливає інтенсивність транспортного потоку, інтенсивність дощу, тривалість попереднього бездощового періоду, частота прибирання сміття та інші фактори [4].

Найбільшу небезпеку при цьому представляють нафтопродукти у складі поверхневих стічних вод, до складу яких входять бензол, стирол, толуол, ксилол, також завислі частки різного походження, речовини, суміші, які використовуються для протиожеледних заходів.

Тому особливу увагу необхідно приділяти мікроекозонам техногенного впливу (рис. 1.1) [5].

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | – мікроекозона дорожнього відводу; |
|  | – мікроекозона техногенного впливу; |
|  | – мікроекозона хімічного забруднення; |
|  | – мікроекозона енергетичного забруднення; |
|  | – мікроекозона атмосферного забруднення; |
|  | – мікроекозона естетичного забруднення; |
|  | – мікроекозона ландшафтного забруднення. |

Рисунок 1.1 – Дорожні екозони

Причиною забруднення талих вод є протиожеледні матеріали. Застосування протиожеледних матеріалів – натрію хлористого, кальцію хлориду призводить до забруднення снігу і, при його таненні, до забруднення поверхневих стоків та ґрунтів вздовж автомобільної дороги. Забруднення ґрунтів негативно впливає на придорожню рослинність і захисні лісонасадження [6].

Для збереження екологічного балансу на території та у водоймищах, що знаходяться у безпосередній взаємодії з автомобільною дорогою, очистка поверхневих стоків з проїзної частини є необхідною, при цьому застосування очисних споруд необхідно вирішувати з урахуванням цілого комплексу показників умов будівництва, природно-кліматичних умов, геологічних та гідрологічних характеристик, а також обраних систем водовідведення [7].

В осінньо-зимовий період експлуатації аеродромів питання підтримки високого рівня безпеки та регулярності польотів безпосередньо пов'язані з вирішенням проблеми видалення снігу і ожеледних утворень з аеродромних покриттів і підготовкою їх до польотів.

Високий рівень безпеки й регулярності польотів в зимовий період експлуатації аеродромів залежить від готовності злітно-посадкової смуги до виконання злітно-посадкових операцій, що обумовлюється попередженням утворення ожеледі й ущільненого снігу на аеродромних покриттях або їх видаленням у мінімальний термін [8].

Час підготовки аеродромних покриттів до польотів – важливий параметр роботи аеропорту. Від цього залежить вибір маршрутів руління повітряних суден, організація злітно-посадкових операцій [9].

Найбільш поширеним способом виконання даної вимоги в наш час є використання сучасних методів теплової обробки аеродромів та використання протиожеледних хімреагентів швидкої дії, які в свою чергу, агресивно діють на ґрунт, флору і фауну в при аеродромних зонах [10].

# 1.2 Основні види зимової слизькості

Зимова слизькість включає всі види сніжно-льодяних утворень на поверхні дорожнього покриття, що призводять до зниження коефіцієнта зчеплення колеса з покриттям [11].

Основні види зимової слизькості, що утворюються під дією опадів з перемінними позначками температур атмосферного повітря, наведено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Види зимової слизькості

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Вид зимової слизькості, у тому числі прогнозований | Агрегатний стан опадів | Процес утворення | Черговість обробки покриття ПОМ |
| 1 | Ожеледиця (склоподібний лід) | рідкий | замерзання дощу, води або мряки | профілактична основна |
| 2 | Зернистий наліт | пароподібний | намерзання туману на охолодженому покритті | профілактична основна |
| 3 | Зерниста паморозь | пароподібний | замерзання переохолодженого туману | профілактична основна |
| 4 | Пухкий сніг | твердий | випадання снігу, сніжні замети під час хуртовин | профілактична основна |
| 5 | Сніжний накат | твердий | ущільнення пухкого снігу | основна |
| 6 | Сніжно-льодяний накат | твердий | Замерзання перезволоженого снігу | основна |

Примітка. Три перших види зимової слизькості далі за текстом об'єднані під однією назвою – ожеледиця

Ожеледиця утворюється за температури повітря від + 3 до – 5 °С і відносній вологості повітря більше 90%. Ожеледицяз'являється на покритті у вигляді гладкої склоподібної плівки або у вигляді матової білої шорсткої кірки.

Пухкий сніг на покритті утворюється під час випадання снігу та хуртовин. Найбільш інтенсивно сніг ущільнюється за температури повітря близько 0 °С.

При несвоєчасному розсипанні протиожеледних матеріалів і прибиранні пухкого снігу під дією транспорту сніг перетворюється у сніговий або снігово-льодяний накат.

Для організації робіт по боротьбі і запобіганню утворення зимової слизькості необхідно враховувати її вид, погодні умови, перед та під час утворення слизькості і тенденцію їх зміни [12].

Виходячи з кількості випадків ожеледі, її тривалості, температури повітря і товщини сніжно-льодяних відкладень, розраховують кількість посипань доріг, норми розподілу і потребу застосування протиожеледних матеріалів та терміни виконання робіт [13].

Терміни ліквідації зимової слизькості наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Терміни ліквідації зимової слизькості на 100 км протяжності доріг загального користування

|  |  |
| --- | --- |
| Середньорічна добова інтенсивність руху, авт/доб | Термін ліквідації зимової слизькості на 100 км дороги, год, не більш |
| 1-1000 | 15 |
| 1001-3000 | 10 |
| 3001-7000 | 7 |
| Більше 7000 | 4 |

Фактичні строки ліквідації зимової слизькості уточнюються та визначаються індивідуально для кожного низового підрозділу з експлуатації доріг з урахуванням технічних параметрів ділянок, що обслуговуються, їх протяжності, заданого рівня забезпечення безпеки руху та погодно-кліматичних умов.

Усунення зимової слизькості здійснюється з моменту її виявлення до повної ліквідації [14].

# 1.3 Методи боротьби з ковзкістю

Обледеніння дороги сильно ускладнює умови руху і підвищує небезпеку ДТП (до 40 % від загальної кількості на рік).

Боротьба із зимовою слизькістю ведеться за трьома напрямками: поліпшення зчеплення коліс автомобілів з покриттям; видалення сніжно-крижаних утворень з дорожнього покриття; запобігання утворенню слизькості. Основні способи боротьби: фрикційний, хімічний, тепловий та механічний [15].

Механічний спосіб полягає у сколюванні кірки льоду і видаленні його за межі узбіч. Передбачає використання самохідних й причепних машин та механізмів ударної, скребкової, вібраційної або зрізуючої дії для розпушення та відділення льоду й ущільненого снігу від покриття. Застосування таких машин придатне для складання та зрізання товстих ущільнених сніжно-крижаних кірок. Цей спосіб малопродуктивний [16].

Різновид механічного способу – фрикційний – застосування фрикційних дрібнозернистих матеріалів (піску, шлаку, щебню, відходів виробництв тощо). У першу чергу обробляють аварійно небезпечні ділянки – спуски і підйоми, перехрестя, переїзди, круті повороти.

Щоб запобігти змерзанню зернових матеріалів, під час зберігання до них додають тверді кристалічні хімічні речовини, вони підвищують ефективність фрикційних матеріалів – розплавляють льодяну кірку навколо зерен мінерального матеріалу, зерно частково занурюється в лід і потім примерзає, оскільки концентрація розчину хімічної речовини зменшується. Ожеледиця із вмерзлим зерновим матеріалом має добрі фрикційні властивості.

Основний шлях підвищення ефективності боротьби із зимовою слизькістю – повне видалення крижаного або сніжно-крижаного шару тепловим або хімічним способом [17].

Тепловий спосіб має два види: конвекторний і кондуктивний. Конвекторний – плавлення льоду струменем газів від реактивних двигунів – застосовується на аеродромах. Кондуктивний – підігрів полотна і дорожнього одягу теплоносієм (вода, масло, що циркулюють по трубах, електричний струм), що закладений у процесі будівництва в дорожній одяг. Зважаючи на велику витрату енергії, вартість будівництва і складність ремонту, такий спосіб має обмежене застосування [18].

Хімічний метод полягає в обробці обледенілого покриття рідкими або кристалічними хімічними речовинами, для чого використовують: натрій хлористий кристалічний NaCl (технічна кухонна сіль); кальцій хлористий кристалічний СаСІ2; суміш NaCl і СаСІ2 у пропорції 88:12, ця суміш дуже ефективна і не злежується під час зберігання; сіль сильвінітових відвалів (натрій хлористий, кальцій сірчанокислий та ін.); концентровані розсоли (природні – із свердловин і штучні – відходи виробництва).

Для зменшення корозійних властивостей солей до них додають інгібітори – одно- і двозаміщенні фосфати натрію, простий суперфосфат.

Інколи водяні розчини хімічних матеріалів розливають на мокре покриття, якщо очікується пониження температури і можливе утворення ожеледиці. Запобіжну обробку покриття доцільно провадити на мостах та шляхопроводах, на транспортних розв’язках [19].

У країнах північної Європи для зимового утримання доріг широко використовуються комп’ютерні системи, які полегшують контроль за станом доріг. Системи контрольно-вимірювальних приладів, з’єднаних з комп’ютерною мережею, дають змогу провадити безперервний моніторинг погодних умов (температура повітря і дорожнього покриття, швидкість і напрям вітру, товщина снігового і льодового покриву, тепловіддача з поверхні), стану дорожнього покриття, транспортних потоків (швидкість, інтенсивність, інтервал між автомобілями тощо).

Комп’ютери завчасно повідомляють про небезпеку чи появу ожеледиці, снігових заносів, одночасно пропонуючи відповідні заходи зимового утримання. Результати моніторингу відображаються на дисплеях. Інформація про необхідність вжиття конкретних заходів, технологічну послідовність і черговість обслуговування, а також рекомендації про необхідну кількість транспортних засобів та матеріалів (піску, солі тощо) надходить до організацій, що утримують відповідні ділянки доріг (приватні фірми та державні організації).

Дані комп’ютерної системи зимового утримання доріг безпосередньо пов’язані з мережею метеорологічної служби всієї країни. На основі аналізу показань датчиків у разі потреби розробляються також рекомендації щодо оптимальної й безпечної швидкості руху або перекриття окремих ділянок доріг. З упроваджених найбільшого поширення набули такі системи: VINTERMAN (Данія), ROAD-94 (VEG-94) (Норвегія, Фінляндія), ASB-TRANPO II (Швейцарія) [20].

# 1.4 Дія та класифікація протиожеледних засобів

Протиожеледні реагенти – це тверді (сипучі) або рідкі (розчини) засоби різного хімічного складу, які призначені для обробки дорожнього покриття в зимовий період, для боротьби з зимовою слизькістю на автомобільних дорогах загального користування, вулицях і дорогах міст, аеродромів, селищ, сільських поселень тощо. Вони забезпечують безпеку експлуатації в холодну пору року [21].

Всі реагенти мають одну загальну властивість – знижувати точку плавлення снігу. При попаданні твердого протиожеледного реагенту на крижану поверхню снігу або льоду, його кристали починають активно вбирати (поглинати) вологу з навколишнього середовища. При переході з твердої фази в рідку реагент починає виділяти тепло, яке і використовується для розтоплення снігу. Новоутворена з розтопленого снігу, льоду і реагенту маса називається розсолом, що має температуру замерзання нижче температури замерзання води. Саме розчин протиожеледного реагенту, розтоплює лід і запобігає виникненню ожеледних утворень [22].

На теперішній час існує величезна кількість та попит на протиожеледні реагенти, але й висуваються досить серйозні вимоги, пов'язані не тільки з ефективністю матеріалів, але і з їх безпекою [23].

Усі антиожеледні хімреагенти поділяються на такі основні групи   
табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Класифікація протиожеледних засобів

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Група | Протиожеледні засоби |
| 1 | хлоридна | натрій хлористий (NaCl); кальцій хлористий (CaCl2), Біонорд; магній хлористий (MgCl2), Премелт, Бішофіт, ГХМ, Айсмелт (суміш CaCl2 і MgCl2); |
| 2 | карбамідна | карбамідно-аміачна селітра, сечовина; |
| 3 | нітратна | антиожеледний некорозійний склад АНС (до 40% кальцію азотнокислого й до 60% карбаміду); нітрат кальцію, магнію, сечовини; |
| 4 | ацетатна | кальцієво-магнієвий ацетат (Ацедор); калій ацетат (Нордвей, Дефрост); амоній ацетат (Антисніг); кальцій ацетат (Хардвей); |
| 5 | форміатна | Нордвей, Clearway, Дефрост, Авіагоризонт. |

# 1.5 Склад та характеристика протиожеледних засобів

Натрій хлористий (NaCl) – поширений реагент для боротьби з ожеледдю на дорогах. Для дорожніх цілей, використовують найбільш дешевий, брудний хлорид натрію. Таку марку найчастіше називають «Галіт». Брудно бурий, коричневий колір солі обумовлений великою кількістю глини, піску і сторонніх домішок. Така сіль плавить сніг при температурах не нижче –12 °С, при нижчій температурі сіль не ефективна, при цьому, розчиняючись, вона залишає липкий нерозчинний осад, через який виникають брудні розводи на склі, корпусі автомобіля [24].

Використання хлористого натрію в якості антиожеледного хімреагенту має великі недоліки, він досить агресивний до металоконструкцій і цементобетонних покриттів (іони хлору легко проникають крізь бетон), що прискорює знос і вимагає підвищених витрат на антикорозійний захист. А також забруднює ґрунт, узбочини й стік [25].

Кальцій хлористий (CaCl2) – використовується в якості самостійного хімреагенту на автомобільних дорогах. Плавить лід при температурі до мінус 35 °С. Процес розчинення кальцію хлориду у воді проходить з бурхливим виділенням тепла – екзотермічна реакція. Процес плавлення льоду проходить швидше, ніж у натрію хлориду. Але в той же час кальцію хлорид швидко втрачає концентрацію, а коли розсіл остигає, кальцієва сіль хлоридної кислоти може швидко замерзнути і привести до появи «вторинної» ожеледі, утворює на дорозі маслянисту плівку, яка збільшує гальмовий шлях. Норми витрати хлористого кальцію в середньому на 30-40% нижче. Поліпшує стан прилеглих ґрунтових поверхонь. Кальцій заміщує натрій, який накопичився в ґрунті за час використання технічної солі, в такий спосіб удобрює його.

Недоліком також є негативний вплив на стан одягу (особливо, хутряної), а також те, що хлорид кальцію здатний привести до появи подразнень на людській шкірі [26].

Магній хлористий (MgCl2) – ця сіль більш ніж наполовину складається з шестиводного хлористого магнію. Інша частина – домішки інших солей і хімічних сполук, найбільш ефективний при низьких температурах (–25 °С) . Запобігає утворенню льоду протягом двох-трьох днів з моменту застосування. Він не створює білого порошкоподібного нальоту при висиханні на відміну від більшості хімреагентів. Має підвищену агресивність до металів і цементобетонних споруд (магнезіальних корозія, через вплив магнію бетон починає кришитися). Магній має здатність до накопичення в ґрунті, що призводить до розбалансування його складу, також згубний для рослин – при попаданні на зелені пагони, вони відмирають [27].

Карбамід ((NH2)2CO)– зазвичай використовується як добриво для потреб сільського господарства. Карбамід має невисокі плавильні можливості, використання його в чистому вигляді можливо при температурах не нижче −7 °C (при –10 °С карбамід практично не плавить лід). Корозійний вплив на цементобетон розчинів карбаміду більше в порівнянні з водою, тому даний хімреагент рекомендується використовувати тільки на асфальтобетонних покриттях. Використовується як складова багатокомпонентних реагентів, а також як протиожеледний реагент для особливих зон (наприклад – дитячих майданчиків) . Карбамід малотоксичний для людини, не впливає на взуття і хутро. Його використовують в жувальних гумках, зволожуючих косметичних засобах (кремах, кондиціонерах і масках), він здатний утримувати вологу. Є важливим і необхідним добривом, постачальником азоту рослинам [28].

Нітрати (сіль нітратної кислоти, де аніон – NO3−) згубні для природи. Погано впливають на ґрунти. Використовується в основному на злітно-посадочних смугах через відносно низьку корозійну активність або в обмежених обсягах на мостах. До позитивних якостей належить те, що деякі катіони нітратів є добривами для рослин [29].

Ацетати (солі оцтової кислоти, де аніони CH3COO− ) **–** ефективні при низьких температурах (до –50 °С) за рахунок екзотермічних реакцій (виділення тепла) при взаємодії з водою або снігом, використовуються для боротьби з памороззю, при різких перепадах мінусових температур. Ацетатні хімреагенти здатні за найкоротший час забезпечити необхідні зчіпні якості покриттів [30]. Ацетати не створюють мильної плівки, мають здатність утримуватися на покриттях навіть після їх механічного очищення, а при сприятливих погодних умовах можуть зберігати свої захисні властивості понад чотири доби без необхідності повторної обробки. Володіють досить щадним впливом на метал. При контакті з водою частина ацетату переходить знову в оцтову кислоту, що супроводжується характерним запахом. Не використовують ацетати в місті, запах оцту у деяких людей викликає задуху, нудоту і запаморочення. Тому протиожеледні реагенти на основі ацетатів використовуються тільки на добре провітрюваних територіях (мости, естакади, або аеродроми). Період їх повного розкладання в природі становить близько 15-30 діб.

Кальцієво-магнієвий ацетат – найбільш ефективний при видаленні льодоутворень при температурі повітря до –15 °C. Іншою особливістю даного реагенту є низька корозійна здатність. Випробування реагенту, які провели у Великобританії, показали, що він є некородуючим матеріалом відносно сталевої арматури у цементобетоні й може затримувати корозію, що починається, викликану попереднім використанням солі (NaСl) у якості протиожеледного матеріалу [31]. Важливим позитивним фактором є його екологічність: він піддається біохімічному розкладанню, не ущільнює ґрунт, складові хімреагенту є добривом для рослин, підсилюють біологічну активність ґрунтів. Дорожні покриття, оброблені таким реагентом, мають високі зчіпні якості, що знижує аварійність на дорогах.

Калій ацетат – температура евтектики в даного реагенту при концентрації 55 % мінус 70 °C. У комбінації діючих речовин з комплексом присадок, забезпечує ефективний захист аеродромних покриттів і вузлів літаків від корозії. Реагент здатний попереджати або видаляти ожеледь у будь-яких погодно-кліматичних ситуаціях, ефективно боротися з льодом як у звичайних умовах утворення ожеледі при температурах близько 0 °С, так і в екстремальних, коли інші хімреагенти не в змозі видаляти лід, а саме в умовах «крижаного дощу» і паморозі. Рідка форма реагенту видаляє лід і паморозь за дуже короткий термін. Проведені дослідження й досвід застосування хімреагенту показали, що для досягнення прийнятного значення коефіцієнта зчеплення потрібно від 5 хвилин часу (залежно від погодних умов) [32].

Амоній ацетат − рідкий протиожеледний реагент, являє собою 30 %­­ водний розчин ацетату амонію. Прозорий, безбарвний, із запахом оцту й аміаку. Для зниження запаху в нього вводиться спеціальна добавка. Реагент не містить хлору, позитивно впливає на ґрунт, не виявляє шкідливого впливу на зелені насадження. Евтектична температура − 44 °С при 30 %-вій концентрації. Для фіксації розчину на поверхні покриття в нього вводяться добавки водорозчинних ефірів целюлози.

В практиці експлуатації аеропортів знаходять застосування хімреагенти на основі солей мурашиної (метанової) кислоти – форміати. Вони не мають запаху, швидко розкладаються на вуглекислий газ і воду, мають високу плавильну здатність (температура замерзання нижче – 50 °С) і низьку корозійну активність. У порівнянні з рідкими ацетатними реагентами, рідкий форміатний антиожеледний хімреагент має менший час біорозпаду з дещо кращими експлуатаційними характеристиками. Дані реагенти використовуються як для дорожніх покриттів, так і для аеродромних. Відмінність полягає в різній їх щільності, дорожній 40%-вий − початок кристалізації – 40 °С, 25%-вий – 20 °С, аеродромний 50%-вий – 65 °С [33].

Нордвей, Clearway, Дефрост − рідкі або гранульовані протиожеледні реагенти на форміатній основі, призначені для використання на злітно-посадкових смугах, руліжних доріжках і на місцях стоянок повітряних суден у зимовий період. Не містять хлорних компонентів і поверхнево-активних речовин. Ефективні до – 45 °С [34].

Застосовуються в районах з екстремальними кліматичними умовами. Не корозійно-активні до всіх матеріалів, які застосовуються в авіабудуванні і в авіаційній наземній техніці. Є екологічно чистими й токсикологічно безпечними для флори й фауни реагентами з класом небезпеки 4 (безпечні). Фізико-хімічні й експлуатаційні показники підтверджені сертифікаційними випробуваннями реагентів і забезпечують нормативні вимоги цивільної авіації по утримуванню і антиожеледному захисту аеродромних покриттів. Реагенти відповідають міжнародному стандарту AMS 1435 [35].

# 1.6 Вплив на навколишнє середовище протиожеледних солей

Існує багато антиожеледних рідин. Найбільшого поширення набули хлористі сполуки, особливо поварена сіль.

Активність хімічних реакцій антиожеледних солей з іншими неорганічними речовинами, що утворюються в процесі експлуатації наземних транспортних шляхів (продукти згоряння палива, продукти корозії, продукти стирання тощо), навесні, з підвищенням температури повітря, значно зростає. Продукти експлуатації транспортних шляхів змиваються дощами і у вигляді розчинів і суспензій, реагують з антиожеледними солями, утворюючи різні, часто токсичні сполуки. Глибина їх проникнення у ґрунт залежить від їх розчинності у воді, здатності вступати в хімічні реакції та самоочисної спроможності самих ґрунтів. У верхніх шарах ґрунту (до 15 см) солей відкладається у 1,5…2,5 рази більше, ніж у нижніх. Особливо багато солей накопичується в ґрунті розділових смуг автомагістралей.

У порівнянні з іншими речовинами хлориди можуть проникати у ґрунт найглибше, досягаючи ґрунтових вод.

З віддаленням від дороги концентрація хлоридів у ґрунті зменшується. Характер зміни концентрації різний, залежно від тривалості та інтенсивності використання антиожеледних солей, оскільки іони натрію мають здатність до акумуляції (накопичення в ґрунті з плином часу).

Під впливом антиожеледних солей структура та фізико-хімічні властивості ґрунтів погіршуються. Глинисті ґрунти стають нестійкими, легко розмиваються водою, в результаті чого розвиваються ерозійні процеси. З ґрунтів вимиваються мінеральні речовини, необхідні для живлення рослин, підвищується водневий показник pH(у 1,3…1,5 рази). Іони кальцію, що містяться в ґрунтах і підвищують їх родючість, заміщуються іонами натрію. Це порушує природну іонну рівновагу та нормальне живлення рослин [36].

Шкідливий вплив антиожеледних реагентів на зелені насадженняпроявляється як при прямому контакті з надземними частинами рослин, так і через кореневу систему. Прямий контакт з солями призводить до безпосереднього руйнування тканин рослин, особливо їх кори.

Зимою, в період вегетативного відпочинку, стійкість рослин до впливу солей найбільша. Навесні вона різко знижується. У цей період, коли починається активний ріст і розвиток рослин, соляні розчини, що стікають з доріг внаслідок танення снігу, мають найбільший негативний вплив на насадження. Іони натрію, що накопичуються в ґрунті, перешкоджають засвоєнню кореневою системою поживних речовин і води. Цей ефект особливо посилюється, якщо катіони натрію попадають в тканини рослин.

Концентрація в листі аніонів хлору порушує нормальний процес фотосинтезу. Недостатня кількість хлорофілу в них (такий стан називають хлорозом) призводить до пожовтіння листя, їх висихання і відмирання. Особливо чутливі до дії солей хвойні дерева. Як результат негативного впливу – у них жовтіє і опадає хвоя [37].

В результаті отруєння антиожеледними солями гинуть ссавці та птиця. Найбільш чутливими є зайці, перепели, голуби. При попаданні соляних розчинів у водойми гине риба. Масштаб загибелі залежить від виду та віку риб, температури води, концентрації хлоридів та тривалості їх дії. Сіль згубна і для інших мешканців водойм, наприклад дафній.

Просочуючись у ґрунтові води, антиожеледні солі збільшують в’язкість та зменшують швидкість їх руху. Концентрація солей в ґрунтових водах за решти рівних умов залежить від топографічних, гідрологічних та ґрунтовогеологічних умов місцевості, а також від середньої температури повітря і кількості опадів.

Менші негативні наслідки для навколишнього середовища спричиняються при використанні для боротьби з ожеледицею інших хімічних речовин, таких як сульфати, фосфати і форміати кальцію, натрію і магнію, спирти і гліколі. До недоліків їх використання можна віднести такі: спиртові сполуки менш ефективні у порівнянні з солями, форміатні – дорожчі, сульфати спричиняють руйнівну дію на цементобетонні і асфальтобетонні покриття, а також залізобетонні конструкції мостів і шляхопроводів. Крім того, ефективність їх застосування різко знижується при температурах атмосферного повітря нижче – 5 °С.

Оптимальним, з точки зору зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, може бути використання комбінацій різних антиожеледних матеріалів, в залежності від природних умов. Так, хлориди можна рекомендувати використовувати лише на особливо небезпечних ділянках доріг в суміші з дрібним піском, нітратами і сульфатами. У цьому випадку витрата хлоридів знижується на 30…40 %. При наявності на проїзній частині шару снігу замість того, щоб розсипати сіль, можна рекомендувати проводити видалення снігу за допомогою снігоприбиральних машин [38].

Застосування хлоридів в невеликих кількостях (10…20 г/м2) для попередження ожеледиці дає можливість запобігати її утворенню, і в той же час є безпечним для навколишнього середовища, оскільки концентрації солей у стічних водах при цьому незначні і з часом зменшуються до фонового рівня [39]. Але часто розсип протиожеледних засобів відбувається неконтрольовано та призводить до негативних наслідків у навколишньому середовищі.

# 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

# 2.1 Характеристика предметів та об’єктів дослідження

Для вивчення та оцінки токсичні було обрано найпоширеніші протиожеледні засоби, що використовують, як самостійні реагенти для обробки доріг, тротуарів, переходів, мостів, аеродромів тощо (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Досліджувані зразки протиожеледних засобів

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Назва | Хлорид натрію (галіт) | Хлорид магнію (бішофіт) | Хлорид кальцію | Ацетат амонію |
| Структурна формула |  |  |  |  |

Багаторічне використання взимку сольових сумішей призводить до різкого зростання у ґрунтах та ґрунтових водах концентрації аніонів та катіонів, які входять до складу протиожеледних засобів, після танення снігового покриву. Оскільки ці реагенти використовуються (часто неконтрольовано) робітниками комунальних служб також і для обробки тротуарів та доріжок лісопаркових зон міст, селищ, то це наносить велику шкоду деревам та іншій рослинності, пригнічує їх розвиток.

Вивчення впливу протиожеледних засобів досліджували в кореневому тесті на паростках р. *Cucumis sp*. (огірки сорту «Конкурент» ТМ «Семена України») (рис.2.1).



Рисунок 2.1 – Огірки сорту «Конкурент» ТМ «Семена України»

Якість насіння відповідає ДСТУ 7160:2010.

# 2.2 Характеристика методів дослідження

Вивчення впливу протиожеледних реагентів різної концентрації на інтенсивність росту насіння досліджували в кореневому тесті на паростках р. *Cucumis sp.* (під час досліду використовували огірки сорту «Конкурент»). Розчини сполук, що тестували, концентрацією 1%, 5%, 10 %, додавали по 10 мл у чашки Петрі, в яких було по 20 насінин огірка. Для кожної концентрації та контрольного експерименту (тільки вода) використовували по дві чашки. Чашки з насінням витримували при 30 0С у термостаті протягом 72 годин, після чого вимірювали довжину головного кореня, довжину гіпокотиля, та кількість бічних коренів [40].

Також через 3 доби визначали схожість насіння та енергію проростання. Токсичність визначали за наступною шкалою: 0-20 % пригнічення ростових процесів – відсутність або низький ступінь токсичності; 20,1-40 % середній рівень токсичності; 40,1-60 % токсичність вище середнього рівня; 60,1-80% висока токсичність; 80,1-100% максимальна токсичність.

Схожість насіння – це його здатність давати за певний термін нормальні паростки (в лабораторії) або сходи (в польових умовах). Схожість сильно залежить від умов пророщування і від умов зберігання насіння. Зазвичай схожість виражається у відсотках (відсоток насіння, яке зійшло, від загального числа насіння). Енергія проростання – здатність насіння до швидкого дружного проростання. Визначається за кількістю паростків, що мають корінці, довжиною не менше довжини насіння, та гіпокотиль, довжиною не менше ½ довжини насіння.

Під час досліду за можливістю враховувалися всі фактори для створення рівних умов для всіх досліджуваних елементів (досліди проводили на одній фазі місяця). Інтенсивність росту насіння у розчинах протиожеледних реагентів різної концентрації оцінювали у експерименті порівняно з контролем [41]. За даними досліду будувалися графіки, які відображають залежність впливу речовин від концентрації на ріст паростків *Cucumis sp.* по відношенню до контролю.

# 2.3 pH-метрія

pH-метр – прилад для вимірювання водневого показника (показника pH), що характеризує активність іонів водню в розчинах, воді. Робота pH-метру заснована на вимірюванні величини ЕРС електродної системи, яка пропорційна активності іонів водню в розчині – pH (водневого показника). Вимірювальна схема являє собою вольтметр, відкалібрований безпосередньо в одиницях pH для конкретної електродної системи (зазвичай вимірювальний електрод – скляний, допоміжний – хлорсрібний) [42].

Скляний електрод виготовляється із спеціальних сортів скла, володіє деякою електропровідністю. Для вимірювання pH використовується скло, електропровідність якого обумовлена переміщенням в склі іонів H+.

Скляний електрод являє собою скляну трубку із кулькою на кінці з дуже тонкою стінкою, в яку залита суспензія AgCl в розчині HCl і занурений срібний дріт [43]. Вимірювання pH досліджуваних протиожеледних засобів здійснено на pH-метрі Mettler Toledo MA-235 (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – pH-метр Mettler Toledo MA-235

Для вимірювання pH скляний електрод занурюють в досліджуваний розчин (тим самим не вносячи в нього ніяких сторонніх речовин).

В отриманій системі перенесення електронів від хлорсрібного електрода до електрода порівняння, відбувається під дією безпосередньо вимірюваної різниці потенціалів, неминуче супроводжується перенесенням еквівалентної кількості протонів з внутрішньої частини скляного електрода в випробовуваний розчин. Якщо вважати концентрацію іонів H+ всередині скляного електрода постійною, то ЕРС, яка вимірюється, є функцією тільки активності іонів водню, тобто pH досліджуваного розчину.

Водневий показник pH визначали потенціометричним методом з використанням потенціометра (іономера), відкаліброваного в одиницях pH, при температурі 21±0,05 °С. Як електрод порівняння застосовували хлорсрібний електрод, а індикаторним електродом був скляний.

# 2.4 Статистична обробка даних

Передусім визначають середнє арифметичне значення результатів за формулою (2.1):

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (2.1) |
|  |

де – середнє значення; … – значення вимірювань; n – обсяг вибірки.

Також визначають середнє квадратичне відхилення (Sn) яке розраховують за формулою (2.2) :

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (2.2) |
|  |

Достовірність показників , встановлюють за допомогою помилки репрезентарності або середньої арифметичної помилки (Ɛ).

Середню арифметичну похибку обчислюють за формулою (2.3):

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| (2.3) |
|  |

де t – критерій Стьюдента; при n = 2, t = 12,71; n = 3, t = 4,3 тощо.

Кінцеве значення записують у вигляді ± .

# 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

# 3.1 Дослідження схожості насіння

Для випробування було взято чотири зразки протиожеледних засобів різної концентрації. Випробування проводилось протягом трьох днів у термостаті при постійній температурі, після чого були зроблені розрахунки.

Результати вимірювань переведено у відсотки, де схожість 20 з 20 насіння дорівнює 100%, а схожість 0 з 20 дорівнює 0%.

Згідно методики дослідження було визначено як протиожеледні солі різних концентрацій (1%, 5%, 10%), впливають на схожість насіння в порівнянні з еталоном (вода). Отриманні данні наведено у табл.3.1 та рис.3.1.

Таблиця 3.1 – Залежність схожості насіння від концентрації розчинів протиожеледних засобів

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Протиожеледний реагент | Контроль  (вода) | 1%-вий роз-н | 5%-вий роз-н | 10%-вий роз-н |
| NaCl | 100% | 90% | 70% | 65% |
| MgCl2 | 100% | 100% | 90% | 70% |
| CaCl2 | 100% | 95% | 90% | 90% |
| CH3COONH4 | 100% | 95% | 85% | 75% |

За результатами досліджень, із чотирьох перевірених зразків протиожеледних засобів у CaCl2 схожість знижена на 10% при максимальній концентрації (10%), що характеризується відсутністю або низьким ступенем токсичності.

В ацетаті амонію та бішофіті схожість закономірно зменшується зі зміною концентрації, при 5%-му вмісті протиожеледного засобу спостерігається низький рівень токсичності.

Рисунок 3.1 – Графік залежності схожості насіння від концентрації розчинів протиожеледних засобів

При концентрації 10% ми бачимо пригнічення схожості насіння до рівня середньої токсичності. Найгірша схожість насіння спостерігається у зразку галіту (NaCl), тільки при концентрації 1% він володіє низькою токсичністю, а вже при 5%-му вмісті пригнічує ростові процеси до рівня середньої токсичності, зі збільшенням концентрації тенденція прямо пропорційна: токсичність збільшується та наближається до позначки, що вище середнього рівня. Отже у ході експерименту виявлено найвищу схожість у зразках бішофіту та кальцію хлориду, найнижчу схожість – у зразку галіту.

# 3.2 Дослідження енергії проростання насіння

Лабораторні досліди щодо визначення енергії проростання насіння огірків проводилось у чотирьох зразках найпоширеніших протиожеледних засобів взятих у різних концентраціях паралельно з попереднім дослідом. Результати вимірювань перераховано у відсотки (відсоток насіння, яке зійшло, від загального числа насіння).

Результати досліджень наведено у табл. 3.2 та на рис. 3.2.

Таблиця 3.2 – Залежність енергії проростання насіння від концентрації розчинів протиожеледних засобів

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Протиожеледний реагент | Контроль  (вода) | 1%-вий роз-н | 5%-вий роз-н | 10%-вий роз-н |
| NaCl | 90% | 80% | 55% | 5% |
| MgCl2 | 90% | 100% | 75% | 0% |
| CaCl2 | 90% | 90% | 75% | 0% |
| CH3COONH4 | 90% | 90% | 10% | 0% |

За результатами досліджень, із чотирьох перевірених зразків протиожеледних засобів найбільшою енергією проростання володіє насіння у зразках кальцію хлориду та бішофіту, при чому останній при концентрації 1% діє як добриво і ми спостерігаємо збільшення енергії проростання в порівнянні з контролем (енергія проростання залежить від умов зберігання та якості насіння).

Найгірший показник енергії проростання при тій ж концентрації спостерігається в розчині хлориду натрію. У 5%-вому розчині дуже різко знижується показник у зразку з амонієм ацетатом, а середнє значення займає зразок галіту, у ньому ж у 10%-му розчині найвищій показник енергії проростання, який дорівнює 5%.

Рисунок 3.2 – Графік залежності енергії проростання насіння від концентрації розчинів протиожеледних засобів

У інших зразках протиожеледних засобів при концентрації 10% енергії проростання насіння взагалі не спостерігається. Отже у ході експерименту виявлено, що найвищім показником енергії проростання володіє насіння у розчині бішофіту та кальцію хлориду, а найнижчим у амоній ацетаті.

# 3.3 Дослідження довжини коріння

Для випробування було взято чотири зразки протиожеледних засобів різної концентрації. Випробування проводилось паралельно з попередніми дослідами. Один зразок у своєму складі містить 20 насінин, у табл.3.3 та рис. 3.3 наведено середнє значення довжини коренів пророслого насіння після впливу протиожеледного реагенту.

Статистичне опрацювання результатів досліджень проводили з використанням методів варіаційної статистики.

Таблиця 3.3 – Середня довжина коренів після впливу протиожеледних засобів різної концентрації, см

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Протиожеледний реагент | Контроль  (вода) | 1%-вий роз-н | 5%-вий роз-н | 10%-вий роз-н |
| NaCl | 3,04 | 2,38 | 1,71 | 0,48 |
| MgCl2 | 3,04 | 3,36 | 2,32 | 0,34 |
| CaCl2 | 3,04 | 1,93 | 1,86 | 0,37 |
| CH3COONH4 | 3,04 | 2,01 | 0,50 | 0,21 |

За результатами досліджень ми бачимо, що найдовші корні мають проростки у зразку бішофіту, при чому при концентрації розчину 1% він діє на насіння як добриво.

Рисунок 3.3 – Графік залежності коренів проростків насіння від концентрації розчинів протиожеледних засобів

У інших зразках ріст коріння закономірно зменшується зі збільшенням концентрації розчинів досліджуваних протиожеледних засобів.

Найбільшою токсичністю володіють розчини амоній ацетату та кальцію хлориду, і вже при 1%-му вмісті речовини довжина коріння зменшується майже в два рази в порівнянні з контролем. Отже у ході експерименту виявлено, що бішофіт має найкращій показник та діє як добриво, амоній ацетат діє на проростки насіння токсично.

# 3.4 Дослідження довжини гіпокотилю

Випробування проводилось паралельно з попередніми дослідами. З тими речовинами в тих самих умовах. Один зразок у своєму складі містить 20 насінин. У табл. 3.4 та на рис. 3.4 наведено результат вимірювання середнього значення пророслого гіпокотилю після впливу протиожеледного реагенту.

Таблиця 3.4 – Середня довжина гіпокотилю після впливу протиожеледних засобів різної концентрації, см

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Протиожеледний реагент | Контроль  (вода) | 1%-вий роз-н | 5%-вий роз-н | 10%-вий роз-н |
| NaCl | 1,90 | 1,32 | 0,84 | 0,08 |
| MgCl2 | 1,90 | 1,59 | 0,90 | 0,01 |
| CaCl2 | 1,90 | 1,07 | 1,01 | 0,04 |
| CH3COONH4 | 1,90 | 0,93 | 0,25 | 0,00 |

Статистичне опрацювання результатів досліджень проводили з використанням методів варіаційної статистики.

За результатами досліджень ми бачимо, що найдовший гіпокотиль мають проростки насіння у зразку бішофіту. Кальцій хлорид має найвищій показник при 5%-му вмісті речовини у зразку. У зразках галіту та ацетату амонію ріст гіпокотилю закономірно зменшується зі збільшенням концентрації розчинів досліджуваних протиожеледних засобів.

Рисунок 3.4 – Графік залежності довжини гіпокотилю проростків насіння від концентрації розчинів протиожеледних засобів

Найбільшою токсичністю володіють розчини ацетату амонію та хлориду кальцію і вже при 1%-му вмісті речовини довжина гіпокотилю зменшується майже в два рази в порівнянні з контролем. Отже у ході експерименту виявлено, що у розчині бішофіту найкращій показник довжини гіпокотилю, у кальцію хлориді та галіті – середнє значення серед зразків, а амоній ацетат діє на проростки насіння токсично.

# 3.5 Вимірювання кількості бічних коренів

Випробування проводилось паралельно з попередніми дослідами. З тими речовинами в тих самих умовах. Один зразок у своєму складі містить 20 насінин, на графіку наведено середнє значення кількості бічних корнів паростків. Статистичне опрацювання результатів досліджень проводили з використанням методів варіаційної статистики. Результати вимірювань наведено у табл. 3.5 та на рис. 3.5.

Таблиця 3.5 – Середня довжина гіпокотилю після впливу протиожеледних засобів різної концентрації, шт.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Протиожеледний реагент | Контроль  (вода) | 1%-вий роз-н | 5%-вий роз-н | 10%-вий роз-н |
| NaCl | 6,62 | 3,06 | 3,57 | 0,00 |
| MgCl2 | 6,62 | 6,10 | 2,77 | 0,00 |
| CaCl2 | 6,62 | 3,37 | 5,22 | 0,00 |
| CH3COONH4 | 6,62 | 2,68 | 0,35 | 0,00 |

За результатами досліджень чотирьох зразків протиожеледних засобів, найбільшу кількість бічних коренів при концентрації розчинів 1% має зразок проростків насіння у розчині бішофіту.

При збільшенні концентрації розчинів до 5% ми бачимо різкий скачок показника кількості бічних коренів у зразку з розчином кальцій хлориду та натрій хлориду, на позначці 5-10% показники рівномірно йдуть на спад.

Рисунок 3.5 – Графік залежності кількості бічних коренів проростків насіння від концентрації розчинів протиожеледних засобів

Зі збільшенням концентрації розчинів у амоній ацетаті ми бачимо прямо пропорційний спад сенсорного показника, що вказує на найбільшу токсичність цього протиожеледного засобу зі всіх зразків.

# 3.6 Вимірювання pH протиожеледних засобів

Порядок проведення градуювання: підготували необхідні буферні розчини, провели калібрування (значення величини нахилу «slope» дорівнює 99,85% електрод працює добре, можна проводити вимірювання), ретельно промили електрод дистильованою водою, промокнули фільтрувальним папером.

Проведення досліду: внесли електрод у досліджуваний розчин і натиснути клавішу «Read»; після звукового сигналу кінцевий результат вимірювання видається на дисплеї, наведено у табл. 3.6 та на рис. 3.6.

Таблиця 3.6 – pH розчинів досліджуваних протиожеледних реагентів

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Протиожеледний реагент | Контроль  (вода) | 1%-вий роз-н | 5%-вий роз-н | 10%-вий роз-н |
| NaCl | 7,32 | 7,30 | 7,29 | 7,27 |
| MgCl2 | 7,32 | 7,29 | 7,32 | 7,35 |
| CaCl2 | 7,32 | 7,27 | 7,25 | 7,21 |
| CH3COONH4 | 7,32 | 7,22 | 7,12 | 7,07 |

Після проведення всіх вимірювань, електрод промивають водою і надівають зволожуючий ковпачок, який на 1/3 заповнений розчином хлориду калію з концентрацією C (KCl) = 3 моль/дм3.

Рисунок 3.6 – Графік залежності pH протиожеледних засобів від їх концентрації

Йони та незаряджені молекули вступають у хімічні реакції, по різному проникають у мембрани й адсорбуються на різноманітних типах речовин. Від pH залежить проникнення речовин у різні відділи рослин в наслідок прямої залежності активності ферментів і рецепторів від pH. У кислому середовищі йони гідрогену дуже активні та заміщують із стану адсорбції всі інші катіони й замість поглинання спостерігається їх виділення із кореня. У лужному середовищі порушується поглинання рослинами аніонів.

У ході експериментальних досліджень було з’ясовано, що ацетат амонію найтоксичніше впливає на насіння – його pH різко змінюється у бік кислого середовища. У інших протиожеледних засобів тенденція до зміни більш плавна (ацетати більш токсичні аніж хлориди). Це свідчить, що йони гідрогену не так активно впливають на кореневу систему. При високій активності йонів гідрогену порушується нормальний обмін та живлення, уповільнюється транспорт засвоєння необхідних речовин для росту рослин.

Найвищі показники інтенсивності росту у розчині бішофіту, які вказують на те, що магній позитивно впливає на насіння як катіон (значення pH розчинів протиожелених засобів галіту, бішофіту та кальцію хлориду близькі за показниками).

Було досліджено склад протиожеледних засобів та їх вплив на біообєкти, а саме на насіння огірків сорту «Конкурент». З'ясовано, що у концентраціях 5% та 10% всі досліджувані протиожеледні засоби мають інгібуючий вплив на рослини. У концентрації 1% бішофіт діє як добриво та стимулює проростання насіння (більшість показників інтенсивності росту вище контролю).

# 3.7 Вивчення впливу протиожеледних реагентів на пророщування листових живців Сенполії (Saintpaulia)

Протягом 3 тижнів пророщували листові пагони кімнатної рослини фіалки, а саме сенполії (Saintpaulia) у 3% розчинах протиожеледних реагентів паралельно з контролем (вода). Пропорції розчинів наступні : на 1000 мл води 3 г протиожеледного засобу. Спостереження за зовнішнім виглядом рослини відзначені в таблиці:

Таблиця 3.7 – Зовнішні зміни листових живців Сенполії у 3% розчинах протиожеледних реагентів

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Час спостереження | NaCl | MgCl2 | CaCl2 | CH3COONH4 |
| 1й день | Змін не відбулось, але розчин помутнів | | | Без змін |
| 1 тиждень | Без змін | Слизький наліт на стеблі | | Почорніння стебла |
| 2 тиждень | Листок починає скручуватись | Без змін | Пожовтіння листка | Стебло почало розкладатися, листок млявий |
| 3 тиждень | Листок помітно опущений вниз, скручений, стебло все чорне. | Стебло почало чорніти та розкладатися | Листок сухий, скручений, стебло все чорне та покрито білим нальотом | Листок м’який, опущений до низу, стебло почорніло та покрито білим нальотом. |

Таким чином, експеримент показав, що протиожеледні засоби дійсно негативно впливають на рослини, зокрема на листові живці, отже, вони негативно впливають і на всі об’єкти, з якими контактують: флору, фауну, одяг, транспорт тощо.

# 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Тема моєї роботи «Склад протиожеледних засобів та їх вплив на біооб’єкти». Дослідження проводилось на базі ЗНУ та хімічній лабораторії ТОВ «ЗТМК». Основними небезпечними та шкідливими факторами були: скляний посуд, неорганічні сполуки (кислоти та луги), робота з електроприладами, електронагрівачами та з комп’ютером.

Перед початком роботи зі мною був проведений інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки моїм науковим керівником

Порядок підготовки до виконання робіт

Перевірити наявність і справність необхідних засобів індивідуального захисту, включити витяжну вентиляцію. Ознайомитися з ходом роботи відповідно до вимог НД на виконуваний вид робіт. Перевірити наявність на робочому місці обладнання, реактивів, хімічного посуду і матеріалів згідно з НД на виконуваний вид робіт.

Перевірити зовнішнім оглядом технічний стан обладнання, витяжної системи. Перевірити зовнішнім оглядом наявність і цілісність заземлення всіх електроприладів. Перевірити терміни повірки або калібрування приладів згідно з вимогою.

Провести контроль умов виконання вимірювань, при необхідності включити кондиціонер, обігрівач. Перевірити наявність чітких написів на ємностях з реактивами і їх термін придатності. Підготувати робоче місце до роботи. На робочому місці повинні бути тільки необхідні для виконання роботи реактиви, посуд і обладнання.

Чи не приступати до роботи, якщо умови її виконання суперечать вимогам інструкцій з охорони праці та пожежної безпеки і вимогам НД по виконуваній роботі. Доповісти начальству про всі виявлені відхилення [44].

Підготовка посуду для аналізів

При проведенні хімічних вимірювань використовується скляний, фарфоровий, поліетиленовий, платиновий, кварцевий, нікелевий, стекловуглецевий посуд.

Хімічний посуд піддається очищенню наступними методами: при виборі способу очищення враховуються характеристики матеріалу з якого виготовлений хімічний посуд, а також властивості речовини, забруднюючої посуд. Якщо заздалегідь невідомо, який метод очищення найбільш ефективний в даному випадку, починати треба з найбільш простого і доступного – миття водою або миття миючим засобом. Вдаватися до використання більш агресивних і небезпечних речовин (нефрасу, неорганічних кислот, середніх солей, хромової суміші) слід тільки в тих випадках, коли забруднення не відмиваються водою.

Хромова суміш – це 5%-й розчин калію дихромату в концентрованої сірчаної кислоти, сильний окиснювач. Свіжа хромова суміш має темно-помаранчевий колір. Відпрацьована суміш втрачає свої окисні властивості і набуває темно-зелене забарвлення, що вказує на необхідність її заміни.

Критерієм визначення посуду чистої і придатною до застосування, є відсутність на внутрішніх стінках крапель води після ополіскування посуду дистильованою водою. Очищення хімічного посуду забезпечує не тільки видалення забруднень, але і знежирення її внутрішніх стінок. Хімічний посуд знаходиться на робочому місці в спеціально відведених місцях, організованому просторі (наприклад шафа, штатив, стіл та ін.) Для зберігання необхідного посуду, що виключають її забруднення [45].

Очищення хімічного посуду водою

Якщо хімічний посуд не забруднена смолою, жировими і іншими, не розчинними у воді речовинами, посуд ретельно миється проточною теплою водою.

Якщо на стінках посуду, є наліт солей (осад), то для його видалення посуд очищають спеціальною щіткою (йоржом) і вже потім ополіскує під проточною водою.

При роботі з йоржом стежать, щоб його нижній металевий край не торкався дна і стінок посуду, щоб уникнути пошкодження. Для запобігання пошкодженню посуду на металевий край йоржа надаватися шматочок гумової трубки відповідного розміру.

Очищення хімічного посуду хромовою сумішшю

Коли посуд не вдається очистити водою, а при обполіскуванні на стінках утворюються краплі, використовують злегка підігріту хромову суміш.

Примітка: Хромова суміш є сильним окиснювачем, при попаданні на шкіру викликає сильні опіки, пропалює одяг.

Змочену водою посуд заповнюють до 1/4-1/3 об'єму хромової сумішшю. Обережно обертають посуд, повільно повертають і нахиляють, тим самим піддають дії внутрішні стінки, після чого суміш виливає в ту ж ємність, в якій зберігається Хромова суміш. Очищається посуд, з хромової сумішшю залишають постояти 10-20 хвилин, в залежності від ступеня забруднення. Потім посуд миють під проточною водою.

Сильно забруднені горлечка колб, піпеток і бюреток поміщають в стакан і заливають хромової сумішшю, залишають на 20-30 хвилин, після чого добре промивають під проточною водою, в кінці обов'язково обполіскують 2-3 рази дистильованою.

Хромову суміш не застосовують, якщо посуд забруднена парафіном, гасом, воском, мінеральними маслами і продуктами перегонки нафти. У цих випадках миють посуд миючими засобами або нефрасом [46].

Очищення хімічного посуду миючими засобами

Для видалення що не розчиняються у воді забруднень органічного походження, застосовують різні мийні засоби. В якості миючого засобу використовує: господарське мило, миючий засіб володіє поверхнево-активними властивостями або кальциновану соду.

Наносять миючий засіб на стінки посуду за допомогою господарської губки (щітки, йоржа). Далі вимивають посуд багаторазовим обполіскуванням під проточною водою.

Якщо при перевірці на чистоту посуд повністю не очищена виконують повторні дії.

Очищення хімічного посуду нефрасом

Промивають посуд нефрасом, обережно і повільно обливають стінки посуду, нахиляє і повертає її в різні боки, при багаторазовому збовтуванні. Цю процедуру проводять від 2 до 5 разів. Потім миють посуд водою з милом (або іншим миючим засобом). Вимивають посуд багаторазовим обполіскуванням під проточною водою.

Очищення хімічного посуду неорганічними мінеральними кислотами

Заповнюють на 2/3 посуд хлоридною кислотою 1:1, нагрівають на бані до кипіння. Охолоджують і миють посуд під проточною водою.

При помутнінні скляного посуду її стінки обробляють розчином плавикової кислоти 1:10. Повільно і обережно повертаючи і нахиляючи посуд, повністю обмивають її стінки. Вимиває посуд багаторазовим обполіскуванням під проточною водою.

Очищення посуду калієм піросульфатом (калій піросірчанокислий)

Для видалення забруднень, поміщають в посуд 3-4 г калію піросірчанокислого, виробляють плавлення в муфельній печі при 700 °С (для кварцового посуду), 900 °С (для платинової посуду) протягом 7-15 хвилин. Після охолодження, розплавлену масу обережно витравлюють сульфатною кислотою 1:1 або хлоридною кислотою 1:1. Після чого добре промивають водою.

Примітка: після очищення платинову посуд промивають дистильованою водою [47].

Застосування хімічного посуду

При підготовці до проведення вимірювань (випробувань) перевіряють чистоту і цілісність хімічного посуду.

Чистий посуд беруть в роботу, брудну очищають відповідними методами, які викладені вище.

Перед використанням вимитий посуд обполіскують дистильованою водою або розчином, для якого вона призначена.

Якщо для виконання вимірювань (випробувань) необхідно застосування сухої посуду, її поміщають в сушильну шафу (крім поліетиленового посуду) і витримують до повного висихання. Посуд готова до застосування після повного охолодження.

Поліетиленову посуд сушать при кімнатній температурі.

Після виконання вимірювань (випробувань), при здачі хімічної обіцянки, її очищають одним із способів в залежності від характеристик матеріалу з якого виготовлений посуд, а також властивості речовини забруднюючої її.

Основні вимоги зберігання хімічних речовин

Реактиви повинні зберігатися в спеціально обладнаних, добре вентильованих сухих приміщеннях.

Чи не дозволяється сумісне зберігання реактивів, здатних реагувати один з одним з виділенням тепла, горючих газів і парів.

Ємності з реактивами і хімічними речовинами повинні бути забезпечені етикетками з розбірливими написами, де вказані назва з'єднання і його хімічна формула.

Забороняється користуватися реактивами без етикеток або з неясними написами на них [48].

Вимоги до приміщень та обладнання хімлабораторій

Для захисту внутрішніх поверхонь приміщень від агресивних речовин застосовують керамічну плитку, кислототривкі штукатурки, олійні фарби, що легко піддаються чищенню і миттю. Підлоги – з хімічно стійких матеріалів, в приміщеннях, де можливо іскроутворення, – спеціальне покриття.

Висота приміщень – не менше 3,2 м. Ширина проходу між обладнанням не менше 1 м.

На робочому місці повинні знаходитися тільки необхідні для виконання конкретної роботи реактиви, прилади та обладнання. Приміщення та обладнання повинні утримуватися в чистоті.

Не можна захаращувати сходові прольоти, горища, підвали.

Реактиви повинні зберігатися в спеціальному приміщенні. Неексплуатоване обладнання повинно зберігатися в окремих приміщеннях.

Вимоги до вентиляції, схема включення і виключення вентиляції

Повинна відповідати санітарно-технічним нормам. Принцип вентиляції – подача і видалення повітря в такій кількості, при якому концентрація шкідливих речовин буде нижче допустимої. Вентиляція підрозділяється на загальнообмінну і місцеву. Механічна вентиляція підрозділяється на припливну, витяжну і припливно-витяжну.

Повинна включатися за 0,5 години до початку роботи і працювати під час виконання робіт. У приміщенні повинен забезпечуватися 3-х кратний обмін повітря.

Включають спочатку витяжку, а потім – припливну, а вимикають навпаки.

Освітлення лабораторій і витяжних шаф. Місцеве освітлення.

Освітлення повинне відповідати нормативам освітлення для лабораторій.

Освітлення підрозділяється на природне і штучне (місцеве). Місцеве освітлення – це освітлення на робочих місцях (верстати, пульти, витяжні шафи). Застосування одного місцевого освітлення не допускається, так як різка нерівномірність освітленості на робочому місці і в приміщенні знижує працездатність зору і викликає стомлення очей [49].

Вимоги до утримання приміщень та робочих місць

Виробничі приміщення повинні утримуватися в чистоті. Накопичення пилу на стінах, конструкціях і обладнанні не допускається.

Захаращення робочих місць, проходів, виходів з приміщень, доступів до устаткування, засобів пожежогасіння та зв'язку забороняється.

У витяжних шафах освітлення повинно бути в захисному виконанні.

Вимоги електробезпеки в лабораторіях

Електрообладнання повинні бути заземлені, оснащене блокуванням безпеки і нульовий блокуванням, зі справною ізоляцією, без пошкоджень кожухів електрообладнання. Діелектричні килимки, діелектричні рукавички.

Електрообладнання повинно бути захищене від впливу вологи і впливу хімічно активного середовища.

Забороняється експлуатація обладнання при наявності оголених струмоведучих частин.

Закінчення робіт

Відключити електроживлення всіх електроприладів і лабораторних установок (тумблери включення окремих приладів перевести в положення «викл»). Перекрити подачу води, стисненого повітря. Перекрити подачу кисню, азоту, гелію в залежності від використаного обладнання. Вимити хімічний посуд. Вимкнути витяжну вентиляцію. Реактиви, матеріали та аналітичні спроби відновити на місця їх зберігання. Прибрати засоби індивідуального захисту у встановлене місце. Провести прибирання робочого місця [50].

# ВИСНОВКИ

1. Опрацьовано наукову літературу з теми дослідження вітчизняних та зарубіжних науковців. З’ясовано, що тема є малодослідженою та перспективною.
2. Досліджено склад і види протиожеледних реагентів та проаналізовано сучасні методи боротьби з ожеледецею. Найпоширенішими протиожеледними засобами є: NaCl, MgCl2, CaCl2, CH3COONH4.
3. Проведено дослідження впливу протиожеледних реагентів на рослинні об’єкти, а саме на листові живці Сенполії. З’ясовано, що всі досліджувані зразки негативно впливають на стан листових погонів.
4. Вивчено та оцінено токсичні властивості найпоширеніших протиожеледних реагентів. Доведено, що у концентраціях 5% та 10% діючої речовини всі протиожеледних засоби негативно впливають на навколишнє середовище
5. Досліджено pH розчинів протиожеледних З’ясовано, що ацетат амонію найтоксичніше впливає на насіння – його pH різко змінюється у бік кислого середовища.

# ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Величезна кількість протиожеледних препаратів згубно впливають на навколишнє середовище, а також флору і фауну. В ході дослідження було з'ясовано, у концентраціях 5% та 10% діючої речовини всі протиожеледних засоби негативно впливають на навколишнє середовище. Але при дотриманні норми розподілу можна зменшити цей вплив. У концентрації 1% бішофіт діє як добриво та стимулює проростання насіння, більшість показників інтенсивності росту вище контролю. Галіт, який використовують найчастіше володіє більш негативною дією. Ацетат амонію, що набув попиту в приаеродромних зонах, більш доцільно замінити на форміати.

Тепловий та механічний метод боротьби з ожеледицею також може стати доброю альтернативою у боротьбі зі слизькістю. Ці методи не передбачають використання будь-яких хімічних сполук. Що надає їм перевагу в порівнянні з хімічним методом боротьби.

Результати роботи доцільно використовувати при вивченні екологічних дисциплін (біоіндикація, моніторинг довкілля).

# ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Солуха Б. В., Фукс Г. Б. Міська екологія : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2014. 338 с.
2. П Г.1-218-118:2009 Єдині правила зимового утримання автомобільних доріг. [Чинний від 2009-11-15]. Вид. офіц. Київ-Харків : Укрдортехнологія, 2009. 112 с.
3. Кабанов О. М. Екологія автомобільного транспорту : конспект лекцій. Харків : ХНАДУ, 2011. 142 с.
4. Леонов Е. А., Михайлова М. С. Проблемы очистки сточных вод с поверхности автомобильных дорог на примере кольцевой автомобильной дороги вокруг Санкт-Петербурга. *Жизнь и безопасность*. 2012. № 3. С. 280‑286.
5. Денисик Г. І., Вальчук О. М. Дорожні ландшафти Поділля : навч. посіб. 2-ге видання., доп. Вінниця : Теза, 2009. 178 с.
6. Wong T., Breen P., Lloyd S. Water sensitive road design – design options for improving stormwater quality of road runoff. Technical report. Australia : Cooperative Research centre for catchment hydrology, 2010. 83 р.
7. Юрченко В. О., Василенко К. О., Забєліна Г. Є. Вплив автомобільної дороги на екологічну безпеку міських територій. *Безпека життєдіяльності*. 2015. С. 39–41.
8. Руководство по аэропортовым службам. Ч. 2. Состояние поверхности покрытия. Четвертое издание. Монреаль : ИКАО, 2012.
9. Орлов В. А. Теория и практика борьбы с гололедом : уч. пособ. Москва : Воздушный транспорт, 2010. 112 с.
10. Шишков А. Ф., Запорожець В. В., Білякович О. Н. Теорія й практика зимового утримування аеродромів : навч. посіб. Київ : Дніпро, 2006. 196 с.
11. Вирожемський В. К. Коротченко М. В. Юрченко В. О. Оцінка екологічної небезпеки, яка створюється змивами з автомобільної дороги, для придорожньої території. *Дороги і мости.* 2011. № 13. С. 47–49.
12. Евгеньев И. Е., Каримов Б. Б. Автомобильные дороги в окружающей бреде : уч.-метод. пособ. Москва : Трансдорнаука, 2007. 285 с.
13. Про транспорт : Закон України вiд 05.04.2001 № 2344-III  *Відомості Верховної Ради України*. 2001. № 51. Ст. 446.
14. ДСТУ 3587-97. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану [Чинний від 1997-07-31]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1997. 55 с.
15. Bruce E. Logan Environmental Transport Processes : tutorial. New York : Wiley, 2012. 482 p.
16. Вирожемський В. К., Бородіна Н. А., Трух М. Є. Екологічні наслідки зимового утримання автомобільних доріг. *Автошляховик України*. 2006. № 2. C. 35–38.
17. Сирийчик Т. Транспортна політика України та її наближення до норм Європейського Союзу : конспект лекцій. Київ : Аналітично-дорадчий центр Блакитної стрічки, 2010. 102 с.
18. Франчук Г. М., Ісаєнко В. М. Екологія, авіація і космос : навч.‑метод. посіб. Київ : НАУ, 2009. 294 с.
19. Eduardo Saez A., James C. Baygents Environmental Transport Phenomena. *CRC Press*. № 2. 2014. 204 p.
20. Степура В. С., Бєлятинський А. О., Кужель Н. В. Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів : навч. посіб. Київ : НАУ, 2013. 204 с.
21. Хомяков Д. М. Химический состав противогололедных реагентов. Дорожная держава. 2016. № 71. С. 59–63.
22. Jone S. Guliver Transport and Fate of Chemicals in the Environment. Selected Entries from the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology : tutorial. New York : VCH Publishers, 2012. 378 p.
23. СОУ 45.2-00018112-037:2009 Матеріали протиожеледні для боротьби із зимовою слизькістю. Класифікація. Технічні умови. Методи випробувань. [Чинний від 2009-04-01]. Вид. офіц. Київ : Укравтодор, 2009. 19 с.
24. Бойченко С. В., Саєнко Т. В. Екологічна освіта – основа сталого розвитку суспільства : підручн. для студ. вузів хіміко-технол. спец. Київ : Україна, 2013. 502 с.
25. Wilfrid A. Nixon, George Kochumman, Lin Qiu, Jing Xiong Role of performance specifications in developing a Quality Control System for winter maintenance : selected papers presented. Washington, USA : four papers, 2016. 555–563 p.
26. Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. В., Говорун А. Г., Корпач А. О. Екологія та автомобільний транспорт : навч. посіб. Київ : Арістей, 2006. 292 с.
27. Єремєєв І. С., Дичко А. О. Моніторинг довкілля : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2016. 500 с.
28. Katie O’Keefe, Xianming S. Synthesis of Information on anti-icing and pre-wetting for winter highway maintenance practices in North America : tutorial. USA : Western Transportation Institute, 2008.
29. Ачкеева М. В., Романюк Н. В., Авдюшкина Л. И. и др. Противогололедные реагенты на основе ацетатов и хлоридов магния и натрия. Химическая технология. 2013. Т. 14, № 4. С. 193–199.
30. Закревський А. І., Попелиш І. І., Корітчук С. О., Колосівський М. Л. Аеродромні антиожеледні хімреагенти. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво.* 2016. № 4. С. 19–23.
31. Wilfrid A. Nixon. Minnesota Snow and Ice Control : аield handbook for snowplow operators. Minnesota : Minnesota Local Road Research Board, 2010. 34 p.
32. Anissa D. Williams. A guide for selecting Anti-icing chemicals, version 1.0 : technical report. Los Angeles : ONB, 2007. 78 p.
33. Забишний Я. О., Семчук Я. М., Долішній Б. В., Мельник В. М. Дослідження методів оцінки і прогнозування впливу автотранспорту на довкілля. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2016. № 2. С. 146–152.
34. James Mark Staples, Laura Gamradt, Otto Stein, Xianming Shi. Recommendations for Winter Traction Materials Management of Roadways Adjacent to Bodies of Water : report. Montana : Montana Department of Transportation, 2004. 56 p.
35. AMS 1435:2010. Fluid, generic, deicing/anti-icing, runways and taxiways. General Product Informatio. [Published: 2010‑01-01]. Geneva : International SAE, 2010. 67 p.
36. Борисов О. О. Геоекологічна оцінка ризику кислотно-сольового забруднення примагістральних ділянок сфери (на прикладі міста Києва). *Техніка, енергетика, транспорт.* 2016. № 4(96). С. 41−48.
37. Горшков М. В. Экологический мониторинг : учеб. пособие. Владивосток : ТГЭУ, 2010. 313 с.
38. Steven C. Kahl. Agricultural by-products for anti-icing and deicing use in Michigan : research report. Michigan : Michigan Department of Transportation, 2002. 141 p.
39. Felix C. Martinez, Richard A. Poecker. Evaluation of deicer applications on open graded pavements : report. Oregon : Oregon Department of Transportation, 2006. 47 p.
40. Иванов В. Б. Клеточные основы роста растений : учебник  
    Москва : Наука, 2004. 222 с.
41. Федорова А.И. А.Н. Никольская. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие для студ. ВУЗ. Москва : ВЛАДОС, 2001. 288 с.
42. Sheehan David. Physical biochemistry : principles and applications : tutorial. Washington : illumination prog, 2003. 207 p.
43. Н.П. Лашко, Д.С. Коваленко Фізична хімія : навчально-методичний посібник до лабораторних робіт та самопідготовки ( для студентів біологічного факультету спеціальності «хімія»). Запоріжжя : ЗНУ, 2008. 102 с.
44. Графкина М. В. Охрана труда в непроизводственной сфере : учебное пособие. Москва : Форум, 2013. 320 c.
45. Савчук О. М. Основи охорони праці : конспект лекцій. Запоріжжя : Просвіта, 2009. 124 с.
46. Лазаренков А. М., Данилко Б. М. Охрана труда : учеб. пособие для вузов. Минск : ИВЦ Минфина, 2012. 288 с.
47. Быстров, В.П. Сборник нормативных документов и актов по охране труда предприятия, учреждения, организации, учебного заведения. Симферополь : НАТА, 2012. 176 с.
48. Желібо Е. Н., Заверуха Н. В., Зацерний В. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник. Київ : Новий світ, 2016. 320 с.
49. Жидецький В. Ц. Основы охраны труда. Львов : Афиша, 2009. 351 с.
50. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці : підручник (5-е вид). Київ : Каравела, 2011. 384 с.