МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

# Методичні рекомендації

# до виконання лабораторних робіт

# з дисципліни «Основи екологічної токсикології»

# для здобувачів освітнього ступеня магістр

# спеціальності 101 «Екологія»

усіх форм навчання

Черкаси 2019

|  |  |
| --- | --- |
| УДК 504.615.9](07) М54 | *Затверджено вченою радою БФ,**протокол № 9 від 08.04.2019  р.,**згідно з рішенням кафедри екології**протокол № 2 від 19.02.2019  р.* |

Упорядники:Ящук Л. Б., *к.х.н., доцент,* Загоруйко Н.В., *к.б. н., доцент*

Рецензент Чемерис І.А., к*.б.н.,доцент*

|  |  |
| --- | --- |
| М54 | Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи екологічної токсикології» для здобувачів освітнього ступеня магістр спеціальності 101 «Екологія» / [Електронний ресурс] / Упоряд. : Ящук Л.Б. Загоруйко Н.В.; Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2019. – 34 с. |

У виданні містяться матеріали для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи екологічної токсикології». Подано методику виконання робіт вимоги щодо їх виконання, перелік запитань для самопідготовки та необхідної літератури. Навчальна дисципліна є вибірковою з циклу професійної підготовки фахівців екологів та вивчає теоретичні основи токсикології, вплив основних токсикантів на живі організми та шляхи їх надходження та метаболізму в антропогенно зміненому середовищі.

УДК 504.615.9](07)

Навчальне електронне видання

мережного використовування

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ДИСЦИПЛІНИ

«ОСНОВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТОКСИКОЛОГІЇ»

для здобувачів освітнього ступеня магістр

зі спеціальності 101 «Екологія»

Упорядники **Ящук**  Людмила Борисівна

**Загоруйко** Неллі Вікторівна

*В авторській редакції*

**ВСТУП**

Розвиток сучасної промисловості та сфери послуг, а також все більше використання біосфери і її ресурсів приводить до зростаючого втручання людини в матеріальні процеси, що відбуваються на планеті. На сьогоднішній день антропогенний вплив на довкілля став відчутним і незаперечним явищем, яке приводить до незворотніх змін в навколишньому середовищі та викликає непередбачувану дію на екосферу. Тому на порядок денний одним з першочергових завдань стало дослідження впливу речовин на організм на різних рівнях (клітина, окремий орган і організм в цілому, популяція і екосистема), оскільки при таких дослідженнях виявляються зміни стану і виникають припущення про можливість опосередкованого і неопосередкованого шкідливого впливу, виявлення токсичності та дії хімічних факторів на види, абіотичні складові екосистем і на їх функції.

Дисципліна *«Основи екологічної токсикології»* є однією із дисциплін циклу професійної підготовки, яка вивчає властивості отруйних і сильнодіючих речовин, їх поведінку в організмі, розробляє способи виділення, ідентифікації та визначення токсичних речовин та їх метаболітів у об’єктах біологічного походження. Її методи широко використовуються у різних розділах токсикології, впливаючи на їх розвиток.

Прослухавши даний курс, студент-еколог повинен знати відомості про фізичні, хімічні та фізико-хімічні властивості, застосування, токсикологічне значення, токсикокінетику і механізми токсичної дії отрут; сприяти формуванню у студентів хіміко-експертного мислення та виробленню вмінь і навичок з лабораторних методів визначення ксенобіотиків та їх метаболітів у об’єктах біологічного походження, а також набуттю студентами методичних прийомів організації самостійної роботи з лабораторної діагностики і вміння давати правильну інтерпретацію результатів аналізу.

Для студентів особливе значення має самостійна робота, яка забезпечує активне засвоєння теоретичних основ і набуття практичних навичок. Виняткове значення має лабораторний практикум, де студент отримує міцні навички хімічного експерименту. У пропонованих лабораторних роботах з дисципліни висвітлено особливості токсичного впливу основних полютантів на живі організми та визначення кількісних та якісних показників впливу токсикантів на природні екосистеми.

 В описі кожної роботи наводяться мета роботи, основні теоретичні положення, методика виконання та питання самоперевірки. Додаткове закріплення знань відбуватиметься на практичних заняттях, де студенти матимуть можливість самостійно доповідати та обговорювати додаткову інформацію з курсу “Основи екологічної токсикології”.

1. **ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**
	1. **Порядок виконання лабораторних робіт**

На першому занятті студенти отримують план лабораторних робіт з дисципліни та список рекомендованої літератури. Перед проведенням лабораторного практикуму в аудиторіях студенти знайомляться з вимогами техніки безпеки та правилами протипожежної безпеки при роботі з електричними приладами, і зобов'язаннями не порушувати встановлені правила. Що підтверджується підписами в журналі з техніки безпеки.

Студент допускається до виконання лабораторної роботи у випадку оформлення та при знанні мети, змісту роботи та методики її виконання. Якщо студент не є досить підготовленим до виконання лабораторної роботи, то він повинен протягом 15 хвилин готуватися безпосередньо в лабораторії, отримуючи вказівки від викладача. Якщо за цей час студент не зміг підготуватися до виконання роботи, то час виконання її призначається додатково.

Підготовка до захисту роботи здійснюється із використанням основної та додаткової літератури та методики роботи. Студент повинен виконати тестове завдання та відповісти на запитання для самопідготовки. Захист однієї лабораторної роботи відбувається в межах 10 хвилин індивідуально або побригадно.

 Студенти, що не виконали або не захистили хоча б одну лабораторну роботу не допускаються до підсумкового контролю з дисципліни “Основи екологічної токсикології.

* 1. **Оформлення звітів з лабораторних робіт**

Звіт з лабораторної роботи виконується на аркушах формату А4 (210x297 мм) машинописним або рукописним способом на одній стороні листа (згідно ДСТУ 3008:2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання). Перша сторінка звіту оформляється у відповідності зі зразком (додаток А); кожна лабораторна робота має власний титульний лист (додаток Б).

При оформленні звіту необхідно притримуватися такої послідовності: назва лабораторної роботи; теоретична частина, експериментальна частина, обробка результатів дослідження, висновки.

* 1. **Перелік тем лабораторних робіт**
1. Вивчення токсикологічного впливу типових забруднювачів повітря на живі організми
2. Якісне визначення гемолітичної отрути (соланіну) в картоплі
3. Вплив солей важких металів на плазмоліз протоплазми рослинної клітини
4. Оцінка впливу солей біогенних та небіогенних металів на коагуляцію рослинних та тваринних білків
5. **ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ**

Лабораторна робота № 1

ВИВЧЕННЯ ТОКСИКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ ТИПОВИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ ПОВІТРЯ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ.

**Теоретична частина**

Основними джерелами забруднення повітря в урбоекосистемах є промислові підприємства та підприємства теплоенергетики, автомобілі. Типовими забруднювачами повітря від стаціонарних джерел забруднення є оксиди сірки, азоту, вуглецю. Вони можуть взаємодіяти із водяною парою у складі повітря, при цьому утворюються кислоти, які випадають у вигляді кислотних опадів. Кислотні дощі призводять до закислення водойм, ґрунтів, викликають некрози листя у рослин. Серед кислот, що утворюються найбільш небезпечними є сульфатна та нітратна кислоти. Сульфатна концентрована кислота досить сильний окисник. Вона має здатність вбирати водяну пару, чим пояснюється обвуглювання багатьох органічних речовин, особливо тих, що належать до класу вуглеводнів. При розчиненні сульфатної кислоти у воді виділяється велика кількість теплоти. Як сильна кислота вона відноситься до отрут, що викликають опіки шкіри, подразнення слизових оболонок, є „шлунково-кишковою” отрутою.

Основними забруднювачами атмосфери у містах, крім промислових підприємств, є автомобілі. Вони викидають у повітря більш ніж 200 різних речовин, серед яких дуже сильні отрути: оксиди карбону та нітрогену, сажу, ароматичні сполуки серед яких значна кількість є канцерогенні.

Джерелами викидів шкідливих речовин є відпрацьовані гази автомобільних двигунів, випаровування з системи живлення, підтікан­ня пального і мастил у процесі роботи та обслуговування автомобілів, а також продукти зносу фрикційних накладок зчеплення, накладок гальмівних колодок, шин. Вихлопні гази автомобілів розповсюджуються на відстань 20-30 м. Вони створюють поблизу джерела забруднення концентрації шкідливих речовин, що в десятки разів перевищують гранично допустимі.

Найбільшу небезпеку становить забруднення атмосфери відпрацьованими газами автомобільних двигунів У таблиці 1.1 приведено склад відпрацьованих газів автомобілів, зауважимо, що з наведених компонентів азот, ки­сень, вода і діоксид вуглецю не токсичні, решта - токсичні.

*Таблиця 1.1 – Склад відпрацьованих газів автомобілів*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Компоненти | Бензинові двигуни | Дизельні двигуни |
| Азот, % | 74 – 77 | 76 – 78 |
| Кисень, % | 0,3 – 8,0 | 2,0 – 18,0 |
| Пари води, % | 3,0 –13,5 | 0,5 – 10,0 |
| Вуглекислий газ, % | 5,0 – 12,0 | 1,0 – 10,0 |
| Діоксид карбону, % | 5,0 – 14,0 | 1,0 – 12,0 |
| Оксид карбону, % | 0,1 – 10,0 | 0,01 – 0,3 |
| Оксиди нітрогену, % | 0,1 – 0,5 | 0,001 – 0,4 |
| Альдегіди, % | 0 – 0,2 | 0,001 – 0,009 |
| Вуглеводні, % | 0,2 – 3,0 | 0,01 – 0,5 |
| Сірчаний газ, % | 0 – 0,002 | 0 – 0,03 |
| Оксид сульфуру, % | 0 – 0,003 | 0 – 0,015 |
| Сполуки плюмбуму, мг/м3 | 0 – 60 | - |
| Сажа, г/м3 | 0 – 0,4 | 0,01 – 1,1 |
| Бенз(а)пірен, мг/м3 | 0,01 – 0,02 | До 0,01 |

Хоча діоксид вуглецю не токсичний компонент, накопичення його в атмосфері небезпечне, оскільки призводить до виникнення так званого парникового ефекту.

 Найбільш небезпечними та отруйним є чадний газ (СО). Він утворює міцні хімічні зв’язки з гемоглобіном еритроцитів крові людини, витісняє кисень, внаслідок чого останні втрачають свою функцію. В організмі людини замість оксигемоглобіну утворюється карбоксигемоглобін. Людина втрачає свідомість і може загинути. Гранично допустимі концентрації оксиду вуглецю (СО) в атмосфері не повинні перевищу­вати 0,03 мг/л. Оксид карбону інертний і зберігається в повітрі 0,1-5 років. Підвищення його концентрації виникає в тунелях, гаражах, інтенсивних транспортних потоках.

Монооксид нітрогену (NО) виникає в малих кількостях при роботі двигунів внутрішнього згорання. У вихлопних газах присутній також NО2, який утворюється не тільки при роботі двигунів автомобілів, а також і при повільному окисленні NО. Крім того автомобільні двигуни викидають у атмосферу продукти неповного згоряння, в основному вуглеводні – олефіни й альдегіди, які, окислюючись в атмосфері, дають пероксіацилнітрати, що мають подразнюючу дію на зір і перешкоджають диханню.

Вуглеводні. У відпрацьованих газах міститься кілька десятків різних вуглеводнів, які різняться за токсичністю. Джерелом вуглевод­невих сполук є шари паливної суміші, прилеглі до стінок камери зго­ряння, де відбувається гасіння полум'я, частини камери згоряння, в яких через нерівномірний розподіл суміші виникає нестача кисню, а також циліндри, що працюють з пропусками запалювання та згоряння.

Вплив небезпечних речовин на навколишнє середовище може викликати незворотні зміни і навіть загибель флори і фауни. Токсичні речовини впливають на анатомічну будову і функції рослин. Такі порушення можуть супроводжуватися візуальними змінами. Спостерігається некроз, побуріння або скручування, зменшення розмірів, часткове або повне опадання хвої та листя. В цілому картина пошкодження досить різноманітна і неспецифічна. Одна й таж сама шкідлива речовина викликає у різних видів рослин різні ефекти, а один і той же ефект можуть викликати різні речовини. Шляхом експериментів встановлено реакції певних видів рослин на дію конкретних забруднювачів повітря. Так, виявлено, що до диоксиду сульфуру (SO2) дуже чутливі конюшина, квасоля, мохи, лишайники. Лишайники, взагалі, настільки чутливі до атмосферних викидів, що можуть використовуватися як **біоіндикатори** забруднення повітря. В той же час, досить стійкими до забруднення атмосфери є гінко, ялина, модрина, туя, ялівці, тополі, верби, липа.

Вплив атмосферного забруднення проявляється, в першу чергу, у зміні фізіологічних процесів у рослин. Встановлено, що під дією промислових газів у рослин з'являються порушення регулюючої функції продихів, руйнується протоплазма і хлоропласти, спостерігається потовщення стінок у клітинах палісадної паренхіми, збільшується проникливість клітинних оболонок, відбувається деформація клітин мезофілу, пригнічується процес поділу і розтягування клітин. В той же час, в 1,5 – 2 рази знижується інтенсивність транспірації, пригнічується фотосинтез. В подальшому, у рослин спостерігаються пригнічення росту і розвитку надземної частини і кореневої системи.

За стійкістю до впливу **Н2SO4** рослини поділяють на три групи:

***І група:***

Клен *(Acer L.),* хризантема *(Chrysanthemum L.),* жито *(Secale L.),* картопля *(Solanum tuberosum L.),* бузок *(Syringa L.),* цибуля *(Allium L.),* троянда *(Rosa L.);*

***ІІ група:***

Люцерна *(Medicago L.),* ячмінь *(Hordeum L.),* квасоля *(Phaseolus L.),* морква *(Daucus L.),* цикорій *(Cichorium L.),* конюшина *(Trifolium L.),* салат посівний *(Lactuca sativa L.),* овес *(Avena L.),* гарбуз *(Cucurbita L.),* редька *(Raphaus L.),* ревінь *(Rheum L.),* сальвія *(Salvia seguiev L.),* буряк столовий (*Beta vulgaris*), тютюн *(Nicotiana L.),* турнепс *(Brassicarapa L.),* пшениця *(Tritucum L);*

***ІІІ група:***

Яблуня *(Malus L.),* абрикос *(Armeniaca Scop.),* айстра *(Aster L.),* бегонія *(Beta vulgeris L.),* капуста *(Brassica L.),* вишня *(Cerasus Mill.),* гладіолус *(Gladiolus L.),* виноград *(Vitis L.),* груша *(Pyrus L.),* слива *(Prunus L.),* цукровий буряк (*Beta vulgaris saccharifera*), помідор *(Lycopevision Mill.),* диня *(Melo Mill.)*

Групи рослин за стійкістю до впливу **НNO3**

***І група:***

ячмінь *(Hordeum L.),* квасоля *(Phaseolus L.),* синій баклажан (*Solanum melongena)*, салат посівний *(Lactuca sativa L.),* цибуля *(Allium L.),* петрушка (Petvoseliunum Hill.)*,* редька *(Raphaus L.),* ревінь *(Rheum L.),* помідор *(Lycopevision Mill.),* турнепс *(Brassicarapa L.),* сосна (Pinus L.).

***ІІ група:***

капуста (*Brassica L*.), диня *(Melo Mill.), огірок (Cucumis L.),* гладіолус *(Gladiolus L.),* кабачок *(Cucurbita pepo L);*

***ІІІ група:***

Люцерна *(Medicago L.),* селера *(Apium L.),* овес *(Avena L.),* петунія *(Petunia Luss.),* шпинат *(Spinacia L.)* буряк столовий (*Beta vulgaris*), буряк цукровий (*Beta vulgaris saccharifera*), тютюн *(Nicotiana L.),*

**Практична частина**

*Матеріали та обладнання:* розчини концентрованої сульфатної та нітратної кислот; чашки Петрі скляні, ексикатор, скляні стаканчики, фільтрувальний папір, вата, насіння різних рослин або зразки рослин (молоді пагони в горщечках).

**Хід роботи**

1. В чашки Петрі на вату помістити насіння рослин, що відрізняються стійкістю до впливу парів кислот З цією метою відбирають насіння рослин що належать до різних груп. Для детального вивчення впливу кислотних оксидів обираємо декілька видів рослин з кожної групи.
2. Для насіння в чашках Петрі необхідно створити умови для проростання: необхідна кількість вологи, світло, температура.
3. Чашки Петрі з насінням помістити в ексикатор, який щільно закривається, в який помістити стакан чи ємність з розчином концентрованої кислоти.
4. Аналогічно приготувати контрольний дослід. З цією метою закласти насіння у чашки Петрі та помістити їх у ексикатор, в якому немає розчину кислот.
5. Провести досліди з проростанням насіння у середовищі концентрованої сульфатної та нітратної кислоти.
6. Відмітити результати проростання та довжину коренів і проростків на 7, 14, 21 день від початку досліду.
7. Результати проростання насіння занотувати в таблицю 1.2, та представити графічно у вигляді діаграми (залежність проростання насіння від часу). Окремо представити результати для досліду з сульфатною Н2SO4 та нітратною НNO3 кислотами.

*Таблиця 1.2 – Кількісна оцінка проростання насіння*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер групи | Вид рослин | кількість насіння | Кількість насінин, що проросло |
| Дослідні зразки | Контрольні зразки |
| День тижня | День тижня |
| 7 | 14 | 21 | 7 | 14 | 21 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. В відповідні дні дослідження відмітити довжину коренів ти проростків. Результати занотувати в таблицю 1.3. Провести статистичну обробку результатів та побудувати графічну залежність довжини коренів та ростків рослин від часу досліду.
2. За результатами спостережень встановити, насіння якої групи рослин є найбільш і найменш стійким до впливу парів концентрованих кислот.

*Провести аналогічний дослід, використовуючи в якості токсиканта розчин концентрованої нітратної кислоти.*

*Таблиця 1.3 – Кількісна оцінка впливу парів кислоти на довжину коренів та проростків насіння*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер групи | Вид рослин | Довжина, мм |
| Дослідні зразки | Контрольні зразки |
| День тижня | День тижня |
| 7 | 14 | 21 | 7 | 14 | 21 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

*Результат представляємо у вигляді дробу, в чисельнику довжина корінців, а в знаменнику - проростків).*

1. Зробити відповідні висновки та встановіть значення кислотоутворюючих токсикантів у пригніченні росту і розвитку рослин різних груп. Порівняйте отримані результати із літературними даними.

**Запитання для самопідготовки**

1. Які небезпечні речовини містяться у атмосферному повітрі та що є їх джерела надходження?
2. Які процеси відбуваються в рослинах за умов дії на них небезпечних речовин?
3. Що називають фітотоксичним ефектом? Як він визначається?
4. Що називають токсикантами. До якого класу токсикантів відносять нітратну та сульфатну кислоти?
5. В якій галузі можна застосовувати результати досліджень? Яке практичне застосування має запропоноване дослідження?

Лабораторна робота № 2

ЯКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ГЕМОЛІТИЧНОЇ ОТРУТИ (СОЛАНІНУ) В КАРТОПЛІ

**Теоретична частина**

Серед отруєнь рослинними продуктами друге місце займають отруєння отруйними рослинами. Більшість отруйних речовин рослинного походження відносяться до алкалоїдів. Алкалоїди є органічними основами: у рослинах містяться у вигляді солей винної, яблучної, мурашиної, щавлевої, оцтової та інших кислот. Кількість алкалоїдів та їхній склад неоднакові не тільки в різних видах рослин, а й у різних частинах тих самих рослин. Найбільше їх у плодах, листі та корінні рослин. В одній і тій самій рослині, як правило, міститься кілька різних алкалоїдів. Крім того, вміст алкалоїдів залежить від пори року та природних умов місцевості (складу ґрунту, вологості, клімату). Найбагатші на алкалоїди рослини родини макових, метеликових, жовтецевих, пасльонових.

Алкалоїди надзвичайно фізіологічно активні речовини, їх дія на організм людини дуже складна й багатогранна. Наприклад, алкалоїд атропін, екстрагований з дурману звичайного, блекоти чи беладонни в складі атропіновмісних лікарських препаратів розширює зіниці очей, прискорює пульс, знижує тонус гладеньких м’язів. Перебільшення допустимої дози атропіну викликає гостре отруєння: різке рухове збудження, тахікардію, сухість шкіри та слизових оболонок.

Спільним отруєнь отруйними рослинами є короткий інкубаційний період, ураження майже всіх систем організму. Наприклад, при отруєнні блекотою і дурманом характерним є збуджений стан, марення, галюцинації. Обличчя, шия червоніють. При несвоєчасному наданні медичної допомоги стадія збудження переходить у паралітичну.

При споживанні великої кількості ядер кісточкових плодів (абрикосів, персиків чи вишень), а також гіркого мигдалю, які містять амигдалін, можуть бути явища отруєння, що зумовлені синильною кислотою. Тому використання гіркого мигдалю в кондитерській практиці є обмеженим. Не дозволяється тривале настоювання ягід з кісточками при виготовленні домашніх вин. Клінічні прояви отруєння – головний біль, нудота, блювання, судоми та порушене дихання. Використання варіння з кісточкових плодів є безпечним, оскільки під час термообробки синильна кислота не утворюється.

Недоварена квасоля містить токсичну сполуку фазин, який викликає відчуття жару в горлі, нудоту, блювання. Тому не можна їсти боби квасолі в сирому чи напівсирому вигляді.

 Інколи, під час порушення умов зберігання деякі овочі здатні накопичувати отруйні речовини і стають повністю, або частково отруйними. Відомі випадки отруєння пророслою (зеленою) картоплею. В картоплі, за умов неправильного зберігання, за умов попадання прямих сонячних променів, накопичується значна кількість отруйної речовини – соланіну (рисунок 2.1).

 

*Рисунок 2.1 – Картопля, що має підвищений вміст соланіну*

Соланін – С45Н75NО15 є азотовмісним глюкозидом (глюкоалкалоїдом). Він є гемолітичною отрутою. Назва отрути походить від лат. *Solanum*, що в перекладі означає «пасльон». Цю отруйну речовину виявили в рослинах у 1820 році. Залишається невизначеним механізм утворення цієї отрути та її роль в обміні речовин у рослині. Деякі науковці вважають, що як і інші алкалоїди соланін необхідний для захисту молодих пагонів рослини від тварин.



*Рисунок 2.2 – Молекулярна формула соланіну*

В природних умовах соланін можна знайти в [організмі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%BC) всіх представників родини пасльонових, зокрема в [картоплі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D1%8F), [помідорах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%B4%D0%BE%D1%80), [перці](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%86%D1%8C), [баклажанах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B6%D0%B0%D0%BD%D0%B8), та ін. Але найбільша кількість соланіну споживається людьми з картоплею.

В картоплі звичайно виробляються соланін та споріднений глікоалкалоїд [чаконін](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A7%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%BD&action=edit&redlink=1), як захист від [комах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%85%D0%B8), [бактеріальних](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%97) хвороб та [травоїдних тварин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D1%97%D0%B4%D0%BD%D1%96_%D1%82%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B8). Листя та стебла картоплі звичайно містять досить великі концентрації цих речовин. Соланін міститься в бульбах картоплі в кількості від 2 до 10 мг/%. Але в недозрілих (зелених), або в старих пророслих бульбах вміст соланіну досягає значно більшої кількості – до 100 мг/%. Особливо значна концентрація соланіну спостерігається в проростках картоплі ( до 500 мг/%). Коли бульби картоплі піддаються дії [світла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE), вони набувають зеленого кольору та підвищують вироблення глікоалкалоїдів, в тому числі соланіну. Це є природньою захисною реакцією рослини, що допомагає захистити оголені від [ґрунту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D2%90%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82) бульби від поїдання. Зелений колір виникає завдяки появі [хлорофілу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%84%D1%96%D0%BB), що сам по собі нешкідливий, але це позеленіння є індикатором збільшення концентрації соланіну, який накопичується, в основному, в лушпинні. Деякі [інфекційні хвороби](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%86%D0%BD%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96_%D1%85%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%B8_%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD&action=edit&redlink=1), такі як [фітофтора](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%84%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B0), призводять до різкого підвищення концентрації соланіну в бульбах картоплі, що є природним захистом від збудника захворювання. Сорти картоплі, що використовуються в [сільському господарстві](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5_%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE), перевіряються на вміст соланіну, і в більшості з них концентрація соланіну нижча за 0,2 мг/[г](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%BC).

Уміст соланіну в баклажанах варіює залежно від ступеня стиглості й агрокліматичних умов вирощування. Так, у [баклажанах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B6%D0%B0%D0%BD) технічного ступеня стиглості міститься від 0,004 до 0,009% соланіну, біологічного ступеня стиглості - 0,087% соланіну на суху речовину.

*Небезпека отруєння соланіном*. Прийом в їжу продуктів з підвищеним вмістом соланіну здатний привести до розвитку сильної інтоксикації. Людина після вживання зеленої або пророслої картоплі з вічками може відчути гіркий присмак у роті, печію язика, подразнення глотки. Пізніше з’являється нудота, блювота, діарея. Отруєння соланіном у дорослих людей і в дітей розвивається аналогічно інтоксикацій отрутами. Дозування 200-400мг речовини здатна призвести до розвитку неприємної симптоматики. Ознаки отруєння проходять через 1-2 доби.

**Соланін чинить пригнічувану дію на нервову систему, порушує роботу органів травного тракту, руйнує клітини крові. При виході з організму несприятливо діє на нирки і шкірний покрив.** У майбутньому можливий розвиток хвороби печінки, нирок.

*Профілактика отруєнь.* Застосування певних правил дозволить запобігти надходження в організм отруйних алкалоїдів. До них відносять: не використовувати в їжу позеленілу картоплю та картоплю з паростками, не споживати незрілі помідори і баклажани. Смаження картоплі при 150  - 170 °C руйнує практично весь наявний соланін; але приготування в [мікрохвильовій пічці](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%85%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D1%96%D1%87) знижує концентрацію соланіну приблизно на 25 - 35 %, а звичайне [варіння](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F) практично його не руйнує. Проблему зниження частки соланіну в баклажанах можна вирішити шляхом порушення цілісності клітинних структур плодів: механічного (подрібнення, пресування), температурного (нагрівання, заморожування), електрофізичного, хімічного, біологічного. Їх сутність полягає у порушенні клітинних оболонок та [гідролізі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B7) [протопектину](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BD) до [пектину](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BD). При цьому мікропори оболонок збільшуються до таких розмірів, які забезпечують вільне витікання клітинного соку із клітин у міжклітинний простір.

У країнах Євросоюзу і США картоплю продають тільки в полотняних, що захищають від сонячного світла мішках. Термін придатності – до 3-х місяців, потім свіжий картопля імпортують з інших країн.

**Практична частина**

*Матеріали та обладнання:* розчини H2SO4 (конц) та ацетатної кислоти (80-90%), H2O2 (5%); чашки Петрі скляні, скальпель, піпетки, скляні стаканчики, фільтрувальний папір, бульби картоплі різного сорту та одного сорту, що має різні умови зберігання.

**Хід роботи**

*І. Якісна реакція*

Для якісного виявлення вмісту соланіну в плодах картоплі використовують кольорову реакцію Нілова.

1. З бульби картоплі роблять кілька зрізів товщиною до 1мм. З різних частин плоду:
* від верхівки до основи в площині, що поділяє бульбу на рівні половинки;
* поперекові (біля основи та верхівки);
* з боків бульби;
* з ділянок навколо вічок, (проростки).
1. Зрізи кладуть у чашку Петрі зрізами догори та краплями наносять реактиви в такій послідовності: концентрована ацетатна кислота (80-90%) потім концентровану сульфатну кислоту, і нарешті, кілька крапель 5% перекису водню. Майже миттєво в місцях зрізів, що містять соланін з’являється інтенсивне темно-малинове або червоне забарвлення (рисунок 2.3.).



*Рисунок 2.3 – Ознаки кольорової реакції Нілова на соланін картоплі*

*ІІ. Органолептична проба*

Значний вміст соланіну в бульбах може бути визначений по неприємному смаку. Для цього середню частини картоплини відварити до готовності. Після охолодження оцінити запах та смак (присмак) відвару та зразків картоплі. Описати отримані результати.

Відмітити, чи співпадають органолептичні показники із результатами кольорової якісної реакції та зробити відповідні висновки та зазначити небезпечність вживання неякісної картоплі для здоров’я людини.

**Запитання для самопідготовки**

1. Охарактеризуйте природні алкалоїди та їх значення для здоров’я людини.
2. Які особливості дії природних трут? Що називають гемолітичними та нервово-паралітичними отрутами? Приведіть приклади природних гемолітичних отрут.
3. Токсикологічні характеристики та значення соланіну.
4. Умови утворення соланіну в овочевих рослинах. В яких овочах поширений соланін та яким чином можна зменшити його вміст?
5. Кольорова та органолептична проба виявлення соланіну в картоплі.

Лабораторна робота № 3

ВПЛИВ СОЛЕЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ПЛАЗМОЛІЗ ПРОТОПЛАЗМИ РОСЛИННОЇ КЛІТИНИ

**Теоретична частина**

**Плазмоліз** (від грец. *plásma* — виліплене, оформлене і грец. *lýsis* — розкладання, розпад) - відділення протопласту від клітинної стінки при зануренні клітини в гіпертонічний розчин.

Плазмоліз найкраще спостерігати у рослин із забарвленим клітинним соком, оскільки сама цитоплазма безбарвна. Тому для роботи краще використовувати епідерму синьозабарвлених лусок цибулі, червоної капусти, традесканції, листки елодеї та валіснерії. За певних умов освітлення препарату та стану цитоплазми на початковій фазі плазмолізу можна спостерігати її тоненькі тяжі, що тягнуться від поверхні протопласта до пор в оболонці. Це так звані плазмодесмові нитки (нитки Хехта), які свідчать про в’язкість та еластичність цитоплазми.

Залежно від цього виникають різні форми плазмолізу: кутовий, увігнутий, опуклий, судомний, ковпачковий (рисунок 3.1).

Плазмоліз характерний для рослинних клітин, що мають міцну целюлозну стінку. Тваринні клітини при перенесенні в гіпертонічний розчин стискаються залежно від в'язкості протоплазми, від різниці між осмотичним тиском клітини і зовнішнього розчину, а отже від швидкості та ступеня втрати води протоплазмою. Розрізняють плазмоліз опуклий, увігнутий, судомний і ковпачковий. Іноді плазмолізовані клітини залишаються живими. При зануренні таких клітин у воду або гіпотонічний розчин відбувається деплазмоліз.

На форму плазмолізу впливають також йони плазмолітика. Так, йони калію зменшують, а йони кальцію підвищують в’язкість цитоплазми. Інколи навіть у суміжних клітинах спостерігаються різні форми плазмолізу, що свідчить про їхню неоднорідність.



*1 – клітинна стінка; 2 – вакуоля; 3 – цитоплазма; 4 - ядро.*

*Рисунок 3.1 - Різні форми плазмолізу в клітинах епідермісу цибулі*

*А – плазмоліз відсутній; Б- кутовий; В – увігнутий; Г – опуклий; Д – судомний; Е - ковпачковий.*

Важливо, що здатність клітини до плазмолізу є достовірним показником її життєздатності та структурно-функціональної ці- лісності. За повільного плазмолізу клітини тривалий час залишаються живими. За наявності доступної для клітини води вони легко відновлюють стан тургору. Тривалий плазмоліз зумовлює загибель клітин. Явище плазмолізу використовують для визначення осмотичного потенціалу, в’язкості цитоплазми, проникності клітинних мембран тощо.

Характер плазмолізу залежить від ряду факторів:

* від в'язкості цитоплазми;
* від різниці між [осмотичним тиском](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%B8%D1%81%D0%BA) внутрішньоклітинного і зовнішнього середовища;
* від хімічного складу і токсичності зовнішнього гіпертонічного розчину;
* від характеру та кількості плазмодесми;
* від розміру, кількості і форми вакуоль.

Солі важких металів є токсикантами для природних живих організмів. Дія їх реалізується за рахунок того, що у водному середовищі вони дисоціюють на йони. Всі іони металів можуть бути розділені на дві групи: *біогенні* (Сu, Zn, Co, Мn, Fе і ін.) та *небіогенні* (Рd, Нg, Sn, Ni, Аl, Сd, Sr, Сs і ін.). Серед останньої групи йони стронцію і цезію діють як біогенні при заміні в органічних речовинах кальцію на стронцій і калію на цезій. Біогенні йони входять до складу ферментних систем, які забезпечують регуляцію всіх процесів в клітинах і організмі. Тому їх ГДК значно вище, ніж у небіогенних. При надходженні в рослини повітряним (через продихи) або крапельним (роса, туман, слабкі опади) шляхами певна доза біогенних важких металів включається до складу ферментних систем, що стимулює метаболічні процеси.

Так, Купрум входить до складу ферментів, які беруть участь процесах темнової фази фотосинтезу, сприяє поглинанню інших елементів; цинк входить до складу ферментів, які розщеплюють білки, збільшує стійкість рослин до спеки, посухи, хвороби. Лише при більш високих концентраціях вони діють як токсиканти (рисунок 3.2).



*Рисунок 3.2 - Схема біологічної дії йонів Купруму та Кадмію*

На рисунку 3.2 показано біологічну дію біогенних (Сu) та небіогенних (Сd) солей на живі тест-системи. У малих концентраціях Сu чинить негативний вплив (недолік мікроелементів). З підвищенням концентрації з'являється стимулюючий ефект, який посилюється, досягаючи свого оптимуму, а потім знижується і, переходячи точку ГДК (стрілка), чинить негативний вплив. Сd поводиться інакше. У дуже малих концентраціях він чинить нейтральний ефект, потім його токсична дію посилюється, досягаючи точки ГДК (пунктирна стрілка), настає перелом з посиленням токсичного ефекту.

**Практична частина**

*Матеріали та обладнання:* 5% розчини біогенних та небіогенних солей (CuSO4, Zn(NO3)2, Pb(NO3)2, CdBr2 та ін.), мікроскоп; предметні та покривні скельця; голка; лезо; піпетки на 1-3 мл; хімічні стакани; фільтрувальний папір; синя цибуля чи фіолетові листя традесканції чи кислиці.

**Хід роботи**

1. *Підготовка субстрату*

З поверхні сильнозабарвленої синьої цибулини (традесканції чи кислиці) зробити кілька зрізів епідермісу, що складається з 1-2 шарів забарвлених клітин, що містять антоціан. Помістити зрізи окремо в краплі води на предметні скельця, закрити покривними скельцями і розглянути в мікроскоп. Клітини з пофарбованим клітинним соком замалювати; знайти і розглянути продихи.

1. *Виявлення характеру дії солей на клітини субстрату*

Для визначення дії солей важких металів на процеси, що відбуваються у клітинах замінити воду в препаратах 5% -ним розчинами солей різного типу (Cu2+, Zn2+, Pb2+, Cd2+)на предметному склі для кожного препарату. Ця заміна проводиться способом 4-5-кратного накапування розчину солі з одного боку покривного скла і відсмоктування шматочком фільтрувального паперу з іншого до повної заміни води на розчином солі. Залишити клітини в розчині солі на 15 хвилин, коли плазмоліз буде добре помітний, розглянути в мікроскоп. Зафіксувати і зробити висновки щодо дії солей біогенних і небіогених важких металів на характер плазмолізу клітини. Визначити початок і характер (тип) плазмолізу клітини під дією однакових концентрацій біогенних і небіогенних солей.

1. *Виявлення комплексної дії підвищеної температури та однієї з токсичних солей*

Для цього препарати, в яких вода замінена на розчин солі, витримують 10 хв на водяній бані при температурі 40 °С, а потім розглядають під мікроскопом і аналізують. В більшості випадків у субстратах спостерігається посилення плазмолізу і почорніння вмісту деяких клітин. Саме солі Pb2+ при реакції з сірководневими групами білків дають цей чорний колір.

Відмітити, чи однакова дія біогених та небіогенних металів на процес плазмолізу клітин та чи впливає на цей процес підвищена температура.

**Запитання для самопідготовки**

1. Охарактеризуйте процес плазмолізу клітин. Який механізм цього процесу та яка частина клітини приймає в ньому участь ?
2. Що називають деплазмолізом? Як можна забезпечити цей процес?
3. Як класифікують йони металів щодо дії на клітини? В чому проявляється їх токсичний вплив?
4. На яких біологічних препаратах можна дослідити явище плазмолізу?
5. Охарактеризуйте токсичну дію солей важких металів на живі організми.

Лабораторна робота № 4

ОЦІНКА ВПЛИВУ СОЛЕЙ БІОГЕННИХ ТА НЕБІОГЕННИХ МЕТАЛІВ НА КОАГУЛЯЦІЮ РОСЛИННИХ ТА ТВАРИННИХ БІЛКІВ

**Теоретична частина**

**Коагуляція** - процес порушення нормальних властивостей білків, їх згортання під дією різних факторів - фізичних (температурах), хімічних (дія кислотою, лугом, солей важких металів та ін), біологічних (вплив певних факторів, при яких порушується гомеостаз і внаслідок цього білки втрачають свої властивості).

**Коагуляція** (від лат. *сoagulatio* "згущення" або "згортання") процес злипання, склеювання часток під час їх теплового або броунівського руху (рисунок 4.1).



*Рисунок 4.1 - Схема агрегації часток в процесі коагуляції*

В процесі коагуляції відбувається утворення вторинних частинок, які називаються агрегати. Самі агрегати складаються з первинних частинок, тобто з більш простих частинок, які між собою скріплюються за рахунок сил міжмолекулярної взаємодії. Процес коагуляції викликає також і збільшення маси і розмірів агрегатів. Процес коагуляції можна побачити і він проявляється у вигляді випадання осаду або як би застигання речовини (рисунок 4.2). Розрізняють *повільну і швидку* коагуляцію. Під час швидкої коагуляції зіштовхуються всі первинні частинки об'єднуються в агрегати, а ось під час повільної коагуляції в агрегати з'єднуються на багато менше первинних частинок.



*Рисунок 4.2 - Коагуляція яєчного білка під дією температури*

Властивості білкових молекул мають велике значення для реалізації їх біолого-екологічних властивостей. Так, за агрегатним станом білки відносять до твердих речовин, які можуть бути розчинними або нерозчинними у воді або інших розчинниках. Багато що в біоекологічної ролі білків визначається фізичними властивостями. Так, здатність молекул білка утворювати колоїдні системи обумовлює їх будівельну, каталітичну та інші функції. Нерозчинність білків у воді та інших розчинниках, їх фібрилярність обумовлює захисну і формоутворювальну функції та ін.

До фізико-хімічних властивостей білків відноситься їх здатність до денатурації і коагуляції. Коагуляція проявляється в колоїдних системах, які є основою будь-якого живого речовини. Коагуляція буває *прихованою* (її можна спостерігати тільки під мікроскопом) і *явною* – її ознакою є випадання осаду білка. Коагуляція буває *необоротною*, коли після припинення дії фактора коагуляції структура колоїдної системи не відновлюється, і *оборотною*, коли після видалення фактора коагуляції колоїдна система відновлюється. Прикладом оборотної коагуляції є випадання білка яєчного альбуміну під дією розчинів солей, при цьому осад білка розчиняється при розведенні розчину або при перенесенні осаду в дистильовану воду. Прикладом незворотною коагуляції є руйнування колоїдної структури білка альбуміну при нагріванні до температури кипіння води. При смерті (повної) жива речовина перетворюється на мертву за рахунок незворотної коагуляції всієї системи.

Процес коагуляції відіграє важливу роль у геологічних, біологічних, атмосферних, технологічних процесах. Так, завдяки процесу коагуляції можливо очистити природний стічні води від механічних високодисперсних домішок, тобто в забруднену воду додають нову речовину і його взаємодія з водою викликає випадання осаду, таким чином вода стає чистішою і смачніше. Дуже важливе місце займає процес коагуляції, коли мова йде про очищення повітряного простору від такої шкідливої речовини, як аерозолі. Коагуляція може відбуватися в рідкому і газоподібному середовищі. Білки з важкими металами утворюють комплекси, нерозчинні у воді.

**Практична частина**

*Матеріали та обладнання:* 0,1 М розчини біогенних та небіогенних солей (CuSO4, Zn(NO3)2, Pb(NO3)2, CdBr2 та ін.), етиловий спирт, 10% розчин КС1, яєчний білок, рослинний білок (зерновий горох), пробірки, хімічні стакани, піпетки, фільтрувальний папір.

**Хід роботи**

1. *Приготування розчинів білків*

Відокремити білок від курячого яйця і мірний стакан, розмішати і розвести його дистильованою водою у співвідношенні 1:10. Утворений розчин профільтрувати.

Зерновий достиглий горох перемолоти в борошно (за допомогою кавомолки). До 30 г горохового борошна додати 150 мл 10% розчину КС1, ретельно перемішати. Утворений екстракт відфільтрувати до прозорого розчину.

1. *Приготування робочих розчинів солей*

У скляних бюксах готують серію розчинів біогенних (Cu2+, Zn2+), та небіогенних (Pb2+, Cd2+)солей шляхом розведення із вихідного 0,5 М розчину або розведенням із проміжного розчину (0,1 М, 0,05 М, 0,01 М, 0,005 М, 0,001 М, 0,0005 М, 0,0001 М).

1. *Виявлення характеру дії солей на процес коагуляції*

У пробірки вносять по 1 мл тваринного білка, а в інші - по 1 мл рослинного білка. В кожну пробірку додають по 1 мл розчину солей відповідної концентрації.

Потім по схиленій стінці пробірки обережно вливають в пробірки по 1 мл етилового спирту. Обережно, похитують пробірки, щоб верхня частина розчинів перемішалась. На межі шарів розчину білка і спирту в деяких пробірках утворюється каламуть чи осад. Характер коагуляції розглядають на темному фоні (чорний папір чи ін.). Результати оформлюють у вигляді таблиць. (4.1, 4.2) В пробірках, де коагуляція не відбувалась результат заносимо у таблицю у вигляді позначки «–», а коагуляція розчинів помічається позначкою «+». Для зручності оцінки ступеню коагуляції використовую позначку трьох «+» - високий ступінь коагуляції; два «+» - середня коагуляція; один «+» - ледь помітні прояви коагуляції.

*Таблиця 4.1 - Результати впливу важких металів на коагуляцію тваринних білків*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Концентрація | Біогенні метали | Небіогенні метали |
| Cu2+ | Zn2+ | Pb2+  | Cd2+ |
| 0,0001 М |  |  |  |  |
| 0,0005 М |  |  |  |  |
| 0,001 М |  |  |  |  |
| 0,005 М |  |  |  |  |
| 0,01 М |  |  |  |  |
| 0,05 М |  |  |  |  |
| 0,1 М |  |  |  |  |

*Таблиця 4.2 - Результати впливу важких металів на коагуляцію рослинних білків*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Концентрація | Біогенні метали | Небіогенні метали |
| Cu2+ | Zn2+ | Pb2+  | Cd2+ |
| 0,0001 М |  |  |  |  |
| 0,0005 М |  |  |  |  |
| 0,001 М |  |  |  |  |
| 0,005 М |  |  |  |  |
| 0,01 М |  |  |  |  |
| 0,05 М |  |  |  |  |
| 0,1 М |  |  |  |  |

В ході виконання роботи визначте концентрацію розчину солі за якої відбувається коагуляція білку (для різних солей ти різних видів білку). Порівняйте стійкість до коагуляції білків різних типів. Зробити відповідні висновки та опишіть їх.

**Запитання для самопідготовки**

1. Охарактеризуйте поняття коагуляції білків та її види.
2. Які фактори приводять до коагуляції білків?
3. В чому полягає різниця між повільною і швидкою, оборотною та необоротною коагуляцією?
4. Який із видів білку краще піддається коагуляції під дією солей біогенних та небіогенних металів?
5. Яка гранична концентрація коагулюючої дії вибраних солей?

**3 Рекомендована література**

1. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів / В.П. Патика, H.A. Макаренко, Л.І. Моклячук і ін. - K.: Основа, 2005. - 300с.
2. Агрохімікати. Встановлення допустимих концентрацій шкідливих речовин ДСТУ 4944:2008. [Чинний від 2009.01.01].- K.:Держспоживстандарт України, 2009. 8 с., (Національний стандарт України).
3. Барышников И. И., Лойт А. О., Савченков М. Ф. Экологическая токсикология. - Изд. Иркутского университета, 1991. - 282 с.
4. Безручко Н. В., Келина Н. Ю., Кукин П. П. и др. К. Основы токсикологии. - К.: Высшая школа, 2008. - 279 с.
5. Військова токсикологія, радіологія та медичний захист : підручн. / За ред. Ю. М. Скалецького, І. Р. Мисули. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2003. -С.165-171, 199-215,312-329.
6. Воронов С. А. (Ред.). Токсикологічна хімія харчових продуктів та косметичних засобів / С. А. Воронов, Ю. Б. Стецишин, Ю. В. Панченко, В. П. Васильєв. - Львів: В-во Львівської політехніки, 2010. - 316 с.
7. Ганжара П. С, Новиков А. А. Учебное пособие по клинической токсикологии. - М.: Медицина, 1979. - 335 с.
8. Голиков С. Н. (Ред.). Руководство по токсикологии отравляющих веществ. - М.: Медицина, 1972. - 471 с.
9. Головко А. И., Куценко С. А., Ивницкий Ю. Ю. и др. Экотоксикология. - СПб.: НИИХВ СПбГУ, 1999. - 124 с.
10. Екологічна токсикологія / В. М. Шумейко, I. В. Глуховський, В. М. Овруцький та ін. - К.: Столиця, 1998. - 204 с.
11. Екологічна токсикохімія: підручн. / Овруцький В. М., Шумейко В. М., Глуховський I. В., Бобкова Л. С, Овруцький О. В., Шумейко О. В. - К.: AT В-во Столиця, 1998. - 116 с.
12. И Гусынин И. А. Токсикология ядовитых растений. - М.: Госиздат с/х литературы, 1951. - 295 с.
13. Куценко С. А. Основы токсикологии [Электронный русурс]. – СПб., 2002. – Режим доступа : http://www. cbsafety.ru/rus/refdata14.asp
14. Методика моніторингу земель, що перебувають у кризовому стані. - Харків, 1998. - 43 с.
15. Снітинський В.В. Екотоксикологія: Навчальний посібник/В.В.Снітинський, П. Р. Хірівський, П. С. Гнатів та ін. - Херсон: Олді-плюс, 2013. - 330 с.
16. Антоняк Г. Л. Біологічна роль купруму та купрумвмісних білків в організмі людини та тварин / Г. Л. Антоняк, О. В. Важненко, Н. Є. Панас // Наук. вісн. Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. 3. Гжицького. Серія «Ветеринарні науки». - Т.13, №2(48), частина 1. - С.322-332.
17. Бадюгин И. С. Токсикология ядохимикатов. - Казань: Татарское кн. изд-во, 1976. - 112 с.
18. Бадюгин И. С, Каратай Ш. С, Константинова Т. К. Экстремальная токсикология. - ТЭОТАР-медиа", 2006. - 416 с.
19. Безручко Н. В., Келина Н. Ю. Токсикология в таблицах и схемах. -"Феникс", 2006.-144 с.
20. Белоусов Ю. Б., Зборовский А. Б., Тюренков И. Н. Неблагоприятные побочные эффекты лекарственных средств. - "МИА", 2008. - 656 с.
21. Билай В. И., Пидопличко Н. М. Токсинообразующие микроскопические грибы. - К.: Наукова думка, 1970. - 291 с.

**Додатки**

**ДОДАТОК 1**

Міністерство освіти та науки України

Черкаський державний технологічний університет

Будівельний факультет

Кафедра екології

**ЖУРНАЛ ЗВІТІВ**

лабораторних робіт з дисципліни

“Основи екологічної токсикології “

|  |  |
| --- | --- |
|  Прийняв:доцент кафедри екологіїЯщук Л.Б. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Виконав:студент групи МГЕК - \_\_\_, БФ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_“\_\_\_“\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_201\_ р |

**Черкаси 201\_ р.**

**ДОДАТОК 2**

Кафедра екології

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №** \_\_

з курсу: “Основи екологічної токсикології “

**Тема:**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |
| --- | --- |
| Прийняв:доцент кафедри екологіїЯщук Л.Б. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Виконав:студент групи МГЕК - \_\_\_, БФ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_“\_\_\_“\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_201\_ р |

**Черкаси 201\_\_ р.**

**ЗМІСТ**

Вступ. . . .. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .3

1. Загальні положення. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 4
	1. Порядок виконання лабораторних робіт. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .4
	2. Оформлення звітів з лабораторних робіт. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .5
	3. Перелік тем лабораторних робіт. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 5

2 Лабораторний практикум . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .6

Лабораторна робота №1 *Визначення токсикологічного впливу типових*

*забруднювачів повітря*. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .6

Лабораторна робота №2 *Якісне визначення гемолітичної отрути*

*(соланіну) в картоплі*. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 13

Лабораторна робота №3 *Вплив солей важких металів на плазмоліз*

*протоплазми рослинної клітини*. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 19

Лабораторна робота №4 *Оцінка впливу солей біогенних та небіогенних*

*металів на коагуляцію рослинних та тваринних білків* . . . . . . . . . . . . . . . . . . 24

3. Рекомендована література. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 29

Додатки. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 31

Навчальне видання

# Методичні рекомендації

# до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи екологічної токсикології» для здобувачів освітнього ступеня магістр спеціальності 101 «Екологія» усіх форм навчання

Укладач: Ящук Л.Б.