

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДНИЧИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра ботаніки та екології

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення навчальної практики
з фізіології рослин і сільського господарства
для студентів спеціальності 014 Середня освіта
(Біологія та здоров'я людини)

Методичні рекомендації до проведення навчальної практики з фізіології рослин і сільського господарства для студентів спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини). Кривий Ріг: КДПУ, 2022. 27 с.

Укладач: асистент Перерва В.В.

Рецензенти: канд. пед. наук, доцент Гнілуша Н.В.

канд. пед. наук, ст.викл. Кобрюшко О.О.

Рекомендовано: кафедрою ботаніки та екології
протокол №9 від «25» квітня 2022 р.

Рекомендовано: радою факультету
протокол №10 від «26» травня 2022 р.

ЗМІСТ

НАПРЯМКИ ТА ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ПРАКТИКИ	4
Обов'язки студента-практиканта	5
ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ	6
Тема 1. Вступне заняття	6
Тема 2. Осмотичні явища клітин.....	6
Тема 3. Зольність різних частин рослин. мінеральні добрива.	9
Тема 4. Біологічне значення добрив та виявлення нітратів в рослинах.....	10
Тема 5. Водний режим рослин.....	13
Тема 6. Вплив гетероауксину на морфометричні показники проростків. ..	15
Індивідуальна робота	17
Звітність та оцінювання результатів навчальної практики.....	18
Список літератури.....	21
Додатки.....	23
Додаток А. Правила техніки безпеки під час роботи в лабораторії.....	23
Додаток Б Заходи безпеки під час роботи в лабораторії та способи надання першої медичної допомоги	25
Додаток В Відбір середньої проби насіннєвого матеріалу.....	27

НАПРЯМКИ ТА ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ПРАКТИКИ

Навчальним планом підготовки фахівців ступеня бакалавра зі спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) передбачено проходження навчальної практики з фізіології рослин і сільського господарства. Літня навчальна практика є завершальним етапом вивчення навчальних дисциплін циклу фахової підготовки «Фізіологія рослин» та «Основи сільського господарства». Навчальна практика передбачає проведення біологічних ростових експериментів, дослідження фізіологічних функцій рослин різних екологічних груп, камеральну обробку матеріалів та порівняльного аналізу, самостійну роботу здобувачів.

Мета навчальної практики з фізіології рослин і сільського господарства є розширення і поглиблення знань з дисциплін циклу фахової підготовки; практичне закріплення здобувачами вищої освіти теоретичних знань, отриманих під час лекційних, практичних занять та самостійної роботи; вивчення окремих видів рослин, їх груп, і отримання уявлень про життєві процеси, параметри водного режиму, мінерального живлення, залежність перебігу фізіологічних процесів рослин від екологічних умов зростання. Оволодіння студентами знаннями про склад, будову та властивості груп рослин, а також про процеси які протікають в рослинних організмах, отримання базових знань про стійкість рослин, визначення її місця у системі природничих наук, ознайомлення з основними питаннями і напрямками, які вивчає фізіологія рослин, оволодіння методами вивчення процесів життєдіяльності і метаболізму рослин.

Основні завдання:

- засвоєння основних методик фізіологічних досліджень,
- опрацювання практичних навичок планування, проведення та аналізу результатів польового та лабораторного досліджу,
- набуття знань та досвіду щодо організації й методів проведення самостійних наукових досліджень.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна ґрунтується на комплексі природничих наук, таких як фізика, хімія, математика. Одночасно вона є базисом для таких дисциплін як екологія рослин, основи сільського господарства, фітоценологія, геоботаніка.

База для проходження практики:

1. Ботанічний сад КДПУ.
2. Лабораторія біологічних та екологічних досліджень КДПУ.

Терміни проходження практики

Навчальна практика проходить на III курсі в терміни, передбачені навчальним планом.

Обов'язки студента-практиканта

Студенти закладів вищої освіти при проходженні практики зобов'язані:

- до початку практики одержати від керівника практики від навчального закладу консультації щодо оформлення всіх необхідних документів;
- своєчасно розпочати практику;
- у повному обсязі виконувати всі завдання, передбачені програмою практики і вказівками її керівників;
- вивчити і дотримуватись правил охорони праці, техніки безпеки;
- нести відповідальність за виконану роботу;
- своєчасно скласти залік з практики.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ

ТЕМА 1. ВСТУПНЕ ЗАНЯТТЯ

Мета: ознайомитися із завданнями навчальної практики, вимогами до звітної документації та технікою безпеки в лабораторії та під час екскурсій.

План:

1. Завдання навчальної практики. Вимоги до оформлення звітної документації.
 2. Інструктаж з техніки безпеки: техніка безпеки під час екскурсій; перша допомога в лабораторії.
 3. Уточнення індивідуальних завдань і завдань самостійної частини практики.
 4. Методи польових та лабораторних досліджень.
 5. Відбір середньої та лабораторної проби рослинного матеріалу.
- Опрацювати інформаційний матеріал (додаток А, Б, В) та скласти конспект.

ТЕМА 2. ОСМОТИЧНІ ЯВИЩА КЛІТИН.

Мета: виявити біологічну роль плазматичних мембран та вплив на їх проникність температурного та хімічного факторів.

Матеріали, реактиви, обладнання: пінцети, скальпель, спиртівка, піпетка, коренеплоди *Beta vulgaris L*, розчин оцтової кислоти, етилового спирту.

План:

1. Структурно-функціональна організація рослинної клітини: будова мембрани, клітинної стінки, протопласту.
2. Вплив фізичних факторів на проникність протоплазми на прикладі коренеплодів *Beta vulgaris L*.
3. Сисна сила рослин.

Завдання 1. Структурно-функціональна організація рослинної клітини: будова мембрани, клітинної стінки, протопласту.

Зробити схематичний малюнок із позначенням основних компонентів рослинної клітини. Навести визначення основних понять: протопласт, плазмалема, тонопласт, клітинна стінка, плазмодесма, целюлоза, органоїд, ядро, ЕПР, АГ, рибосома, лізосома, вакуоль, мітохондрія, пластида, ядерце, кристи, грани, строма, матрикс.

Завдання 2. Вплив фізичних факторів на проникність протоплазми на прикладі коренеплодів *Beta vulgaris L*.

Цитоплазма живої клітини здатна утримувати деякі речовини, які містяться в клітинному соку завдяки властивій їй прижиттєвій вибіркової напівпроникності. Якщо клітину пошкодити високою температурою, міцними кислотами або будь-якими іншими факторами, то цитоплазма втрачає властивість вибіркової напівпроникності. Речовини, які містяться в клітинному соку, при цьому можуть вільно виходити назовні. Таке явище добре спостерігається у клітинах, які мають забарвлену цитоплазму.

Проведення роботи

З очищених столових буряків нарізають невеличкі шматочки коренеплоду (1-2 см завдовжки і 0,5 см завширшки), промивають їх водою доти, поки вода не стане прозорою. Потім кладуть по однаковій кількості шматочків відмитої тканини у 5 пробірок. У перші дві пробірки наливають по 10 мл водопровідної води, у третю – 10 мл 30% розчину оцтової кислоти, у 4-10мл 50%го розчину етилового спирту, у 5-10 мл води і 5-6 крапель хлороформу (за умов наявності витяжної шафи!).

Перша пробірка є контролем. Другу пробірку кип'ятять кілька хвилин. Після цього всі пробірки залишають на 30 хвилин. Потім пробірки струшують і за інтенсивністю забарвлення визначають ступінь пошкодження тканин під дією того або іншого фактору.

Результати спостережень записують за формою:

Варіант досліду	Ступінь забарвлення
Контроль	
Кип'ятіння	
Спирт	
Оцет	
...	

Завдання 3. Сисна сила рослин.

Силу, з якою вода потрапляє у клітину, називають всисною силою. Вона визначається різницею між осмотичним і тургорним тиском. $S = P - T$, де S – всисна сила, P – осмотичний тиск, T – тургорний тиск. Експериментально визначена всисна сила має важливе значення для сільського господарства.

Тургор – напружений стан клітинної оболонки, що створюється гідростатичним тиском вмісту клітини. У рослинних клітинах внутрішній тиск на стінку клітини завжди перевищує тиск на неї зовнішнього середовища. Завдяки тургору тканини рослин мають певну пружність і міцність. Зміною тургору зумовлені рухи рослин, в'янення.

Осмос – явище вирівнювання концентрацій двох розчинів, розділених напівпроникною перетинкою (наприклад, клітинною мембраною). Осмотичний тиск – надлишковий тиск з боку розчину, що перешкоджає проникненню розчинника з менш концентрованого у більш концентрований розчин крізь напівпроникну мембрану.

Величина всисної сили не є постійною, вона змінюється залежно від насичення клітини водою. Після втрати клітиною тургору всисна сила буде тотожною величині осмотичного тиску, а при повному насиченні клітини водою вона буде дорівнювати нулю.

Всисна сила має важливе значення в житті рослин: вона сприяє проникненню та переміщенню води з клітини в клітину. Метод визначення всисної сили базується на доборі розчину такої концентрації, всисна сила якого дорівнює всисній силі клітин. При зануренні шматка дослідної тканини (бульби картоплі) в розчин, всисна сила якого більша за всисну силу клітин, розчин віднімає воду з клітин і розмір шматка тканини зменшується. Якщо всисна сила клітин більша за всисну силу розчину, клітини всмоктують воду і збільшуються в об'ємі. У випадку, якщо всисні сили клітин і розчину тотожні, розміри клітин залишаються без змін. За умови відомої концентрації розчину можна визначити його всисну силу за формулою: $S(\text{розчину}) = P$; $P = iCRT$. Отже, $S = iCRT$.

Хід роботи

Приготуйте 100мл 1М розчину хлориду натрію. З цього вихідного розчину приготуйте по 10 мл розчинів таких концентрацій: 0,8М; 0,6М; 0,4М та воду (див. табл. 1). Розчини потрібно вилити у пробірки з позначеною склографом молярністю.

З бульби картоплі виріжте 10 однакових шматків розміром 40х5х5 (мм). Ретельно виміряйте довжину всіх шматків; дані вимірювань заносьте до табл. 2. У кожену пробірку занурюйте по два шматки картоплі. Після 30 хв. перебування в розчинах шматки вийміть, висушіть фільтрувальним папером та виміряйте їх. Результати вимірювань занесіть до таблиці (табл.2).

За зазначеними числами визначте концентрацію розчину, всисна сила якого тотожна всисній силі клітин бульби картоплі.

Таблиця 1 - Приготування розчинів різної концентрації

Концентрація розчину (М)	Кількість рідин (мл)	
	1 М розчин солі	води
Вода	—	10
0,1	1	9
0,2	2	8

0,3	3	7
0,4	4	6
0,5	5	5
0,6	6	4
0,7	7	3
0,8	8	2
0,9	9	1

Таблиця 2 - Результати дослідів

Концентрація розчину (М)	Довжина шматка (мм)		Зміна довжини шматка (мм)
	до занурення в розчин	після занурення в розчин	
0,8			
0,6			
0,4			
0,2			
Вода			

Визначте силу різнорослин та рослин, вирощених у різних умовах.

ТЕМА 3. ЗОЛЬНІСТЬ РІЗНИХ ЧАСТИН РОСЛИН. МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА.

Мета: провести порівняльний аналіз вмісту зольних хімічних елементів в різних органах та тканинах рослин.

Матеріали, реактиви, обладнання: зразки різних органів рослин; тигель, електроплитка, муфельна піч, ексікатор, ваги.

План:

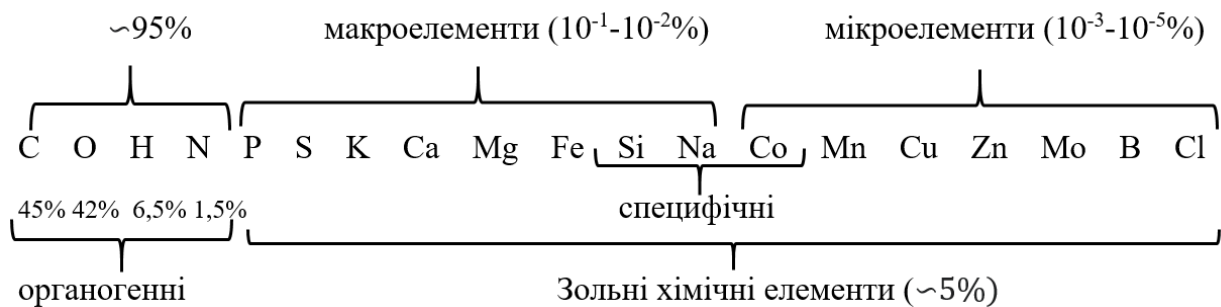
1. Хімічний склад рослин: мікро-, макро- та ультрамікроелементи, їх біологічне значення.

2. Зольність органів та тканин рослин різних екологічних груп (методика проведення дослідів та аналіз даних).

3. Обґрунтування заходів оптимізації сільськогосподарського виробництва залежно від хімічного складу ґрунтів.

Завдання 1. Хімічний склад рослин: мікро-, макро- та ультрамікроелементи, їх біологічне значення.

Проаналізувати значення хімічних елементів в життєдіяльності рослин.



Завдання 2. Зольність органів та тканин рослин різних екологічних груп (методика проведення дослідів та аналіз даних).

Вміст золи в рослинах (зольність) вимірюється у відсотках. Методи визначення – ДСТУ ISO 5984:2004 ГОСТ 10846-91.

Наважку повітряносухого матеріалу в 1-2 г поміщають в попередньо прожарений і зважений порцеляновий тигель і озолюють спочатку обережно на пальнику або електричній плитці, щоб уникнути втрат летких речовин і вологи. Не можна допускати появи полум'я у тиглі. Коли припиниться виділення диму, посилюють вогонь на пальнику або поміщають тигель на 2 години в нагріту муфельну піч ($650-750^{\circ}\text{C}$). Після прожарювання дещо охолоджений, але ще теплий тигель переносять в ексикатор і за півгодини зважують. Після цього тигель знову поміщають у муфель на 40 хв, потім охолоджують та зважують.

Розраховують вміст золи в перерахунку на суху вагу у відсотках.

Для порівняння доцільно обирати різні органи рослин різних життєвих форм. У тому числі й живі, й відмерлі тканини.

Завдання 3. Обґрунтування заходів оптимізації сільськогосподарського виробництва залежно від хімічного складу ґрунтів.

ТЕМА 4. БІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ДОБРІВ ТА ВИЯВЛЕННЯ НІТРАТІВ В РОСЛИНАХ

Мета: провести якісний аналіз вмісту нітратів в рослинних тканинах.

Матеріали, реактиви, обладнання: фарфорові чашки, ножиці, склянки з водою, скляні палички, фільтрувальний папір, розчин дифеніламіну $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$ в концентрованій сірчаній кислоті (0,1 г на 10 мл H_2SO_4), дослідні рослини.

План:

1. Добрива: біологічне значення та класифікація. ГДК нітратів; симптоми отруєння нітратами; частини рослин, де накопичуються нітрати; шляхи зниження нітратів в продуктах)

2. Визначення нітратів в рослинах (порівняльний якісний аналіз вмісту нітратів в різних органах та тканинах).

3. Розрахунок внесення добрив. Доступні форми азоту для рослин, види селітр.

Завдання 1. Добрива: біологічне значення та класифікація. ГДК нітратів; симптоми отруєння нітратами; частини рослин, де накопичуються нітрати; шляхи зниження нітратів в продуктах)

При одноразовому вживанні продукту з великим вмістом нітратів істотної шкоди організму не буде. Але при регулярному вживанні таких продуктів відбувається перенасичення організму токсинами.

Що стосується вмісту нітратів в овочах-фруктах – воно скрізь різне:

Найнижчу кількість (до 150 мг / кг): в помідорах і солодкому перці, в картоплі, пізньої морквині і горосі, в часнику і ріпчастій цибулі.

Середнє (до 700 мг / кг): в огірках, кабачках та гарбузі, в ранній морквині, в осінній цвітній капусті і патисон, в пізньої білоголової капусти і щавлі, в відкрито-грунтовому зеленій цибулі, в цибулі-порее і коренях петрушки.

Висока (до 1500 мг / кг): в столовому буряку і броколі, в ранній білокачанній / цвітній капусті, в кольрабі та селері, в хроні, ріпі і редьці (відкритий ґрунт), в брукві і зеленій цибулі, в ревені.

Максимальна (до 4000 мг / кг): в листовій буряку і шпинаті, в редисці та кропі, в салаті і селері, в пекінській капусті, листках петрушки.

Норми нітратів

В зелені – 2000 мг / кг.	У полуниці – 100 мг/кг
У кавунах, абрикосах, винограді – 60 мг/кг	У ранній моркві – 400 мг/кг, в пізньої – 250 мг/кг
В бананах – 200 мг/кг	У ґрунтових огірках – 300 мг/кг
У грушах – 60 мг/кг	У солодкому перці – 200 мг/кг
У динях – 90 мг/кг	У томатах – 250 мг/кг
У баклажанах – 300 мг / кг.	У редисці – 1500 мг/кг
У пізній капусті – 500 мг/кг, в ранній – 900 мг/кг	У хурмі – 60 мг/кг
У кабачках – 400 мг / кг	У буряках – 1400 мг/кг
У манго і нектарини, персиках – 60 мг/кг	У зеленому салаті – 1200 мг/кг
У картоплі – 250 мг/кг	У редьці – 1000 мг/кг
У ріпчастій цибулі – 80 мг/кг, в зеленому – 600 мг/кг	

Завдання 2. Визначення нітратів в рослинах (порівняльний якісний аналіз вмісту нітратів в різних органах та тканинах).

Нітроген має велике значення в житті рослин. Він є компонентом білкових речовин (аміногрупа), нуклеїнових кислот (азотисті основи нуклеотидів), ліпоїдів, хлорофілу, АТФ та інших важливих сполук.

У рослину нітроген надходить переважно з ґрунту у вигляді аміачних і нітратних сполук. Поглинутий кореневою системою нітроген нітратів відновлюється в живих клітинах коренів до аміаку, який, зв'язуючись з кетокислотами, утворює амінокислоти, що використовуються на побудову білків тіла рослин. Частина нітратних сполук, поглинута коренем, рухається з водою від кореня по стеблу до листків. У листках відбувається процес фотохімічного відновлення нітратів до утворення аміаку і подальшого включення його в синтетичні процеси.

Оскільки в золі азоту немає, то його можна легко виявити в живих рослинах дифеніламіном, який, взаємодіючи з нітрогеном нітратних сполук, утворює синє забарвлення (якісна реакція).

Проведення роботи

У білі фарфорові чашечки кладуть шматочки черешка листової пластинки (або частину плода, іншого органу рослини), розтирають їх скляною паличкою. Потім рослинну масу обливають розчином дифеніламіну в концентрованій сірчаній кислоті. Поява синього забарвлення свідчить про наявність нітратів в тканинах досліджуваних рослин.

Однак, через 1-2 хвилини забарвлення змінюється. Під час виконання цієї роботи доцільно вивчити такі питання: як освітлення впливає на вміст нітратів в різних органах рослин, в яких органах рослини перетворюються нітрати, як у бобових і злакових рослин, що вирощуються в однакових умовах, відновлюються нітрати та ін.

Середні результати дослідів оцінюють за п'ятибальною шкалою. Інтенсивність синього забарвлення у балах: 0 – відсутнє, 1 – незначне, 2 – мало інтенсивне, 3 – середня інтенсивність, 4 – інтенсивне, 5 – дуже інтенсивне.

Результати запишіть в таблицю (табл.3) і зробіть відповідні висновки.

Таблиця 3 – Якісний аналіз вмісту нітратів в рослинах

Назва рослини	Умови вирощування	Фаза онтогенезу	Частина рослини	Вміст нітратів в балах

Доречно проводити це дослідження весною з плодами парникових рослин.

Слід відмітити, що нітрати накопичуються в різній мірі в різних частинах та органах рослин. Максимального значення їх вміст набуває в шкірці, поблизу плодоніжки.

Завдання 3. Розрахунок внесення добрив. Доступні форми азоту для рослин, види селітр.

Скласти перелік сполук нітрогену.

Доступна форма азоту для рослин.

Дайте визначення:

1 - нітрифікація та нітрифікатори.

2 - амоніфікація та амоніфікатори.

3 - симбіотичні нітрифікатори (де локалізовані, у яких рослин).

4 - селітра та її види.

ТЕМА 5. ВОДНИЙ РЕЖИМ РОСЛИН.

Мета: визначити інтенсивність транспірації та відносну транспірацію залежно від впливу деяких факторів (температури, вітру тощо).

Матеріали, реактиви, обладнання: дослідні рослини; олія; технічні ваги з наважками, чашки Петрі, звичайний і міліметровий папір, лінійки, вентилятор, ножиці.

План:

1. Транспірація: фізіологічне значення, види, регуляція транспірації.
2. Визначення інтенсивності транспірації ваговим методом (порівняльний аналіз значень інтенсивності транспірації рослин різних життєвих форм та екоморф).
3. Розробка рекомендацій застосування рослин різних гігоморф в рослинництві із врахуванням специфіки степового землеробства.

Завдання 1. Транспірація: фізіологічне значення, види, регуляція транспірації.

Проаналізувати зміст таких понять, як транспірація, гутація, випаровування, конденсація, кутикула, продих, продихова транспірація, кутикулярна транспірація, лентикулярна транспірація, епідерма, епіблема, перидерма, корок, кірка, ритидом, трихома.

Завдання 2. Визначення інтенсивності транспірації ваговим методом (порівняльний аналіз значень інтенсивності транспірації рослин різних життєвих форм та екоморф).

Транспірація (випаровування води рослинами) вимірюється кількістю випаруваної води одиницею листової поверхні за одиницю часу. Величина транспірації залежить від багатьох факторів (температури, освітлення, водопостачання тощо), а також змінюється впродовж доби в межах 10-300 гм-2год-1.

Одним із методів визначення інтенсивності транспірації є ваговий, який базується на обліку кількості випаруваної води. Цим методом можна визначити транспірацію цілої рослини або її частини.

Відносна транспірація - відношення інтенсивності транспірації до інтенсивності випаровування з вільної водної поверхні за тих самих умов. Цей показник характеризує здатність рослин регулювати транспірацію і становить 0,1-0,5, піднімаючись до 1, а у добре захищених від втрати води рослин дорівнює 0,01 і менше.

Хід роботи.

1. В пробірку налити воду, в яку занурити черешок листка (гілку). Попередньо зрізи поновити з метою видалення з трахей і трахеїд повітря.

2. На поверхню води в пробірці нанести 1-2 краплини рослинної олії і ретельно зважити її з точністю до третього знаку. За одну годину повторно зважити і визначити кількість випарованої води.

3. Отримати величину інтенсивності транспірації, поділивши кількість випарованої води в грамах на площу поверхні листової пластинки (см²).

4. Визначити площу поверхні листка. Для цього вирізати з паперу квадрат площею 100 см² (10x10 см) і зважити. Папір повинен бути рівномірним за щільністю. На цей квадрат накласти листок, який був у досліді, і гострим олівцем обвести контур його. Вирізати контур листка, встановити масу його і вирахувати площу за пропорцією. Поверхню листка ще простіше визначити після нанесення його контуру на міліметровий папір.

5. Обчислити інтенсивність транспірації T (в г/м² год) за формулою:

$$T = \frac{10000 \cdot C}{S \cdot t}$$

де C - кількість випарованої листком води за 1 год, г; t - тривалість досліді, год; S - площа листка, см².

6. Паралельно, за тих самих умов, визначити інтенсивність випаровування води з вільної водної поверхні (E). Для цього встановити кількість випарованої води за 1 год з поверхні чашки Петрі. Площу поверхні чашки Петрі підрахувати за формулою:

$$S = \pi r^2.$$

7. Розрахувати E за раніше наведеною формулою інтенсивності транспірації і обчислити величину відносної транспірації (ВТ):

$$ВТ = T/E.$$

Примітка. У досліді можна вивчити, як умови (освітленість, швидкість вітру та ін.) впливають на інтенсивність транспірації.

8. Порівняти різні види рослин і зробити висновки про здатність їх регулювати транспірацію.

9. Результати дослідів записати в таблиці (табл.4).

Таблиця 4 – Інтенсивність транспірації та відносна транспірація рослин

Вид рослини	Площа листової пластинки	Маса до, г	Маса після, г	Води випарувалось	Тривалість досліді, год	Інтенсивність транспірації	Відносна транспірація
	$S, \text{см}^2$	m_1	m_2	Δm	t		

Чашка Петрі					2		

Завдання 3. Розробка рекомендацій застосування рослин різних гігоморф в рослинництві із врахуванням специфіки степового землеробства.

Скласти порівняльну таблицю природних умов різних природних зон України та орієнтовний список рослин, що оптимально вирощувати за різних умов.

ТЕМА 6. ВПЛИВ ГЕТЕРОАУКСИНУ НА МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОРОСТКІВ.

Мета: виявити стимулюючий вплив гетероауксину на ріст коренів проростків, прослідкувати залежність стимулюючого та гальмуючого впливу фітогормону залежно від його концентрації.

Матеріали та обладнання: 6 простерилізованих чашок Петрі, закритих з кришками, фільтрувальний папір або марля чи бинт (з розрахунку на 6 кружечків в чашки Петрі), мірні циліндри місткістю 10 мл або мірні пальчики, скляна паличка для перемішування розчину, ножиці, пінцет, 0,01% розчин гетероауксину (10-15 мл), кип'ячена або дистильована вода (до 1 л), торсійні терези.

Об'єкт: сухе простерилізоване насіння пшениці (ячменю, кукурудзи), гороху, квасолі та ін.

План:

1. Порівняльний аналіз фітогормонів та синтетичних біологічно активних речовин.
2. Дослідження впливу гетероауксину на розвиток кореневої системи на прикладі проростків одно- та дводольних рослин різних життєвих форм.
3. Використання стимуляторів та інгібіторів росту в сільському господарстві.

Завдання 1. Скласти порівняльну таблицю природних та штучних фітогормонів та виявити специфіку їх біологічної дії.

Завдання 2. Провести дослідження стимулюючого впливу фітогормонів на ріст проростків одно- та дводольних рослин.

Хід роботи:

Метод ґрунтується на пророщуванні насіння на розчинах різних концентрацій гетероауксину (і порівняння з контролем) і вимірювання довжини корінців. Так як існує залежність між інтенсивністю нарощування

підземних та надземних органів рослин, можна в цій роботі проводити вимірювання морфометричних показників проростків: корінця та пагону.

У 6 чашок Петрі кладуть кружечки фільтрувального паперу (або марлі, бинту). Їх змочують водою чи розчином гетероауксину за наступною схемою:

1. Дистильована вода (контроль)

2. Гетероауксин: 0,01 % (10^{-2}), 0,001 % (10^{-3}), 0,0001 % (10^{-4}), 0,00001 % (10^{-5}), 0,000001 % (10^{-6}).

Примітка: Лінійку розчинів готують так.

У мірну пробірку наливають 10 мл розчину гетероауксину з концентрацією 0,01%. З них 9 мл виливають чашку Петрі, залишається 1 мл 0,01% розчину. Сюди ж доливають води до об'єму 10 мл, перемішують, одержують розчин 0,001 %. 9 мл виливають у чашку Петрі, 1 мл залишається. Таким чином заповнюють всі чашки.

Зверху на вологий папір (фільтрувальний) в чашку пінцетом кладуть по 10-20 зернівок пшениці, закривають чашки Петрі кришками і ставлять в темне місце при температурі 20-25°C. Через тиждень дослід знімають: заміряють довжину корінців (і пагонів) кожного проростку в чашках Петрі.

Результати заносять в таблицю (табл.5).

Таблиця 5 – Вплив ІОК на морфометричні показники проростків

Об'єкт	Варіант дослідження, ІОК, %	Корінці		Проростки	
		середня довжина, мм	% від контролю	середня довжина, мм	% від контролю
	контроль				
	10^{-2}				
	10^{-3}				
	10^{-4}				
	10^{-5}				
	10^{-6}				

Завдання 3. Скласти порівняльну таблицю специфіки впливу фітогормону на ріст рослин та застосування в сільському господарстві, декоративному квітництві або ін. за такою формою (табл.6)

Таблиця 6 – Біологічна роль та практичне значення фітогормонів

Фітогормон	Біологічна роль	Застосування в сільському господарстві, декоративному квітництві або інше
<i>Абсцизова кислота</i>	природний регулятор росту рослин, затримує ріст та розвиток рослин (розпускання бруньок, проростання	

Фітогормон	Біологічна роль	Застосування в сільському господарстві, декоративному квітництві або інше
	насіння), прискорює процеси опадання листя, дозрівання плодів	
<i>Цитокініни</i>	активація поділу клітин та проростання насіння, закладення бруньок у рослин	
<i>Гібереліни</i>	прискорюють ріст і цвітіння рослин Найактивніший представник – гіберелінова кислота	
<i>Ауксини</i>	Утворюються у точках росту стебел, коренів, у молодих листках, бруньках, активуючи надходження поживних речовин до ростучих тканин	

Індивідуальна робота

В процесі проходження навчальної практики студенти виконують індивідуальні завдання. Підготовка цих завдань дає змогу оволодіти методикою науково-дослідницької роботи, вмінням аналізувати здобуті результати, оволодіти вмінням спостерігати природні явища.

Тематика індивідуальних завдань

Осмотичні явища клітин (окремих органів та тканин)

Зольність різних частин рослин (різних життєвих форм; вегетативних та генеративних органів)

Біологічне значення добрив та виявлення нітратів в рослинах (окремих сільськогосподарських груп)

Водний режим рослин (різних гігоморф)

Вплив гетероауксину на морфометричні показники проростків (одно- та дводольних рослин різних життєвих форм).

ЗВІТНІСТЬ ТА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ

Оцінювання знань студентів під час поточного контролю відбувається за такими критеріями:

- повнота виконання програми практики;
- вміння використовувати засвоєні теоретичні знання з навчальних курсів «Фізіологія рослин» та «Основи сільського господарства»;
- вміння планувати та проводити лабораторний експеримент;
- вміння планувати та проводити польовий експеримент;
- рівень усвідомлення програмного матеріалу і виконання самостійних робіт за темами;
- вміння проводити самостійні дослідження у природних та штучних умовах;
- правильність оформлення звіту з навчальної практики: відповідність програмі практики, вимогам до його складання;
- володіння студентом фаховими знаннями, викладеними у звіті в процесі його захисту.

Структура звіту практики: звіт практики умовно поділяють на вступ (зміст, мета, завдання практики та методи дослідження), основну частину (аналіз основних методик та отриманих результатів), список використаних джерел та додатки.

Вступна частина повинна мати такі структурні елементи: титульний лист, зміст, перелік умовних позначень, скорочень і термінів. Основна частина містить такі структурні одиниці: вступ, текст згідно програми практики, висновки, рекомендації, список використаних джерел. Додатки розміщують після основної частини роботи.

Звіт практики виконується державною мовою, за винятком списку використаних джерел, де використане джерело записується мовою видання.

Послідовність розташування структурних елементів у звіті:

- титульний аркуш;
- перелік умовних позначень (якщо є);
- зміст;
- вступ;
- основний текст (розділи, підрозділи);
- висновки;
- список використаних джерел;
- додатки

Здобувачі, які виконали всі завдання згідно з програмою практики, оформили відповідно до вимог щоденник практики, звіт та біологічну колекцію, отримують залік в останній день практики.

Кожний вид діяльності здобувача оцінюється окремо та сумується для виведення підсумкової оцінки. Оцінка за навчальну практику виставляється у відомість обліку успішності.

Здобувач, який не виконав програму практики, неякісно оформив звіт або несвоєчасно його надав, отримав незадовільну оцінку під час захисту звіту, вважається таким, який не виконав навчального плану.

Систему оцінювання роботи та знань студентів за результатами проходження навчальної практики представлено в табл. 7.

Таблиця 7 – Розподіл балів, які отримують студенти

№	Види діяльності	Бали
1	Відвідування практики	15
2	Систематичне опрацювання практичних завдань з аналізом даних та висновками	40
3	Виконання індивідуальної роботи	20
4	Виготовлення біологічної колекції	15
5	Звіт з практики	10
	Разом	100

Критерії оцінювання знань здобувачів

Оцінка «**відмінно**» (90-100 балів) ставиться, якщо: всі розділи звіту відповідають вимогам робочої програми та змісту; розділи звіту не містять смислових та професійних помилок; звіт оформлено акуратно, з дотриманням чинних правил; звіт здано та захищено своєчасно; при захисті звіту на питання дано повні, чіткі та аргументовані відповіді; відповідь здобувача базується на рівні самостійного мислення з елементами творчого підходу; здобувач у грамотно його викладає результати досліджень, проводить аналогії, порівняльний аналіз, ознайомлений із рекомендованою літературою, оперує термінами, використовує та дає критичну оцінку широкого кола практичних проблем, уміло поєднує теоретичні надбання з практикою, відповіді на запитання правильні.

Оцінка «добре» В (81-89 балів): за умови, що звіт з навчальної практики є бездоганим. Відповідь будується на рівні самостійного мислення. Здобувач у повному обсязі, якісно та своєчасно виконав індивідуальне завдання й усі програмні завдання фахової практичної підготовки, зібрав і засвоїв необхідний матеріал, грамотно його викладає, правильно обґрунтовує ухвалені рішення,

ознайомлений із рекомендованою літературою, оперує термінами, використовує та дає критичну оцінку широкого кола практичних проблем, здійснює самостійний аналіз опрацьованого матеріалу, вміло поєднує теоретичні надбання з практикою. Можливі несуттєві труднощі у відповідях на деякі неосновні питання.

Оцінка «добре» С (71-80 балів) виставляється за складений звіт, що відповідає вимогам робочої програми, сумлінну підготовку до його захисту й умілий виклад матеріалу та знань. Під час написання звіту здобувач використав достатню кількість фактичного матеріалу, його доповідь логічна, проголошена вільно, відповіді на запитання здебільшого правильні та стислі, будуються на рівні самостійного мислення. Однак, на захисті здобувач є непослідовним у відповідях, недостатньо обґрунтовує свої висновки та допускає певні неточності в трактуванні окремих проблемних питань.

Оцінка «задовільно» (50-70 балів) ставиться, якщо: здобувач виконує роботи з порушенням терміну, припускає неточності в оформленні матеріалів навчальної практики, орієнтується в програмних завданнях фахової практичної підготовки, але не може без сторонньої допомоги зробити на їх основі висновки, пов'язати теоретичні узагальнення з практикою, відчуває значні труднощі в стислому та логічному викладі проблем, не всі його відповіді на запитання правильні або повні.

Оцінка «незадовільно» (0-49 балів) виставляється у випадку, коли розділи звіту не відповідають вимогам робочої програми та змісту; розділи звіту містять грубі смислові та професійні помилки; звіт оформлено дуже неакуратно, багато грубих помилок; звіт здано та захищено зі значним запізненням; при захисті звіту на питання не дано відповідей, які б дозволили оцінити рівень засвоєння матеріалу, здобувач не виконав певний вид програмних завдань навчальної практики, не може відповісти на запитання щодо сутності досліджених питань, не виконав календарний план проходження навчальної практики.

Оцінювання знань студентів під час поточного контролю відбувається на підставі наступних критеріїв:

1. Вміння використовувати засвоєні теоретичні знання з курсу «Фізіологія рослин» та «Основи сільського господарства».
2. Рівень усвідомлення програмного матеріалу і виконання самостійних робіт за темами; вміння проводити самостійні дослідження за рослинами у природі;
3. Правильність оформлення лабораторного зошиту.
4. Вміння оформлювати біологічну колекцію.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1. Векірчик К.М. Практикум по фізіології рослин. Київ: Вища школа, 1984. 240 с.
2. Гнілуша Н.В., Перерва В.В. Методичні рекомендації до проведення навчальної практики з ботаніки (морфологія рослин) для студентів спеціальності 014 Середня освіта «Біологія та здоров'я людини». Кривий Ріг: КДПУ, 2021. 17 с.
3. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2003. 316 с.
4. Злобін Ю.А. Курс фізіології і біохімії рослин. Суми: Університетська книга, 2004. 463 с.
5. Методичні рекомендації загальнобіологічної практики для студентів природничого факультету спеціальності 101 Екологія. Кривий Ріг: КДПУ, 2019. 55 с.
6. Тарнопільська О.М. Фізіологія рослин : конспект лекцій (для студентів денної та заочної форм навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 206 – Садово-паркове господарство). Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 159 с.
7. Терек О.І., Пацула О.І. Ріст і розвиток рослин : навч. посібник. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2011. 328 с.
8. Макрушин М.М., Макрушина Є.М., Петерсон Н.В., Цибулько В.С. Фізіологія рослин з основами біохімії / за ред. М. М. Макрушина. Київ: Урожай, 2005. 544 с.

Допоміжна література

1. Войтович О.М., Левчук Г.М., Лях В.О. Фізіологія та біохімія рослин: Методичні рекомендації до лабораторних робіт. Запоріжжя: ЗНУ, 2016. 57 с.
2. Волошин М.Д., Черненко Я.М., Іванченко А.В., Олійник М.А. Технологія неорганічних речовин. Частина 3. Мінеральні добрива: навчальний посібник. Дніпродзержинськ: Дніпродзержинський державний технічний університет (ДДТУ), 2016. 354 с.
3. Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О., Рибак М. Ф. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2007. 408 с.
4. ДСТУ 4884: 2007 Добрива органічні та органо-мінеральні. Терміни та визначення понять. Київ. Держспоживстандарт України. 2007. 88с.

5. Кравченко М.С., Царенко О.М., Міщенко Ю.Г. Практикум із землеробства: навчальний посібник. Київ: Мета, 2003. 320 с.
6. Макрушин М.М., Макрушина Є. М., Петерсон Н.В., Мельников М.М. Фізіологія рослин. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с.
7. Макцевич В.В., Олешко О.Г., Роговський С.В. Методичні вказівки для забезпечення самостійного вивчення теоретичної частини курсу Фізіологія рослин. Біла Церква: БНАУ, 2008. 116 с.
8. Марчук І.У. т Добрива та їх використання: Довідник. Київ : Арістей, 2010. 254 с.
9. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин: Підручник. К.: Либідь, 2005. 808 с.
10. Польський Б.М., Стеблянко М.І. Основи сільського господарства. Київ: Вища школа, 1991. 295 с.
11. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин: підручник; за ред. Ю.Л.Злобіна. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.
12. Щербаков В.Я. Збірник агрономічних задач з рослинництва. Київ: Урожай, 1999. 64 с.

Інші інформаційні ресурси

1. Електронний навчальний курс «Д-Б Навчальна практика з фізіології рослин і сільського господарства (БП, БХ, 6 семестр)» URL: <https://moodle.kdpu.edu.ua/course/view.php?id=4177>
2. Електронний навчальний курс «З-Б Навчальна практика з фізіології рослин і сільського господарства (ЗБ, 6 семестр)» URL: <https://moodle.kdpu.edu.ua/course/view.php?id=3022>

ДОДАТКИ

Додаток А.

Правила техніки безпеки під час роботи в лабораторії

Лабораторні заняття проводяться під керівництвом викладача та лаборанта. Перед початком лабораторних занять студенти проходять інструктаж з техніки безпеки, який оформлюється у спеціальному журналі. Крім того, під час кожної роботи вони одержують усний інструктаж від викладача.

Студенти несуть дисциплінарну відповідальність у разі недотримання вимог з охорони праці, техніки безпеки та протипожежної профілактики.

Працювати в лабораторії студенти повинні на постійному робочому місці тільки в халатах, застебнутих на всі гудзики. Волосся має бути підібране під косинку чи шапочку.

Під час виконання лабораторних робіт необхідно дотримуватися наступних *правил роботи з хімічними речовинами*:

1. Обережно поводитись з хімічними речовинами:

– уникати потрапляння цих речовин на руки, не торкатися ними обличчя та очей, після роботи руки слід ретельно вимити;

– не пробувати хімічні реактиви на смак;

– усі речовини слід нюхати дуже обережно, не нахилиючись над посудиною та не вдихаючи на повні груди, а спрямовуючи до себе пари чи газу рухом руки;

– не користуватися невідомими реактивами (без написів і етикеток);

– ніяких речовин з лабораторії *не можна брати додому*.

2. Реактиви для дослідів слід брати лише в тих кількостях, які зазначені в методиці. Сухі реактиви слід брати за допомогою шпателя, розчини – піпеткою, для кожного реактиву необхідно мати окремий шпатель або піпетку. Набирати отруйні та їдкі рідин в піпетки не ротом, а за допомогою гумової груші. Подрібнювати сухі луги можна лише в запобіжних окулярах. Брати твердий луг тільки пінцетом або щипцями.

3. Надлишок реактиву не виливати і не висипати назад в посуд, з якого вони взяті; поміщати в посуд для зливу або спускати із струмом води в каналізацію.

4. Дотримуватися обережності в роботі з розчинами кислот, лугів й інших їдких рідин:

– готуючи розчини сірчаної кислоти необхідно лити концентровану кислоту у воду, а не навпаки, оскільки, внаслідок сильного місцевого розігрівання, можливе розбризкування кислоти. Крім того необхідно користуватися тонкостінною склянкою або фарфоровим посудом;

– у разі попадання кислоти на шкіру або слизові оболонки спочатку промити уражене місце великою кількістю води, а потім розчином соди (гідрокарбонату натрію);

– у разі попадання луку на шкіру або слизові оболонки спочатку промити уражене місце водою до тих пір, поки ділянка не перестане бути слизькою, а потім розчином оцтової кислоти.

5. Проведення дослідів у брудному лабораторному посуді забороняється.

6. Нагріваючи рідини, необхідно тримати пробірку отвором від себе і людей, що знаходяться поруч. Не нахилятися над посудом, в якому щось кипить чи в який наливається рідина, оскільки бризки можуть потрапити в очі.

7. Категорично забороняється нагрівати або охолоджувати будь-які розчини у герметично закритих місткостях, а також закривати колби з гарячою рідиною.

8. Переносити посуд з гарячою рідиною треба використовуючи рушник, тримаючи посудину обома руками: однією – за дно, іншою – за горловину. Великі хімічні стакани з рідиною потрібно піднімати лише двома руками так, щоб відігнуті краї склянки опиралися на вказівні пальці.

9. Роботу з леткими речовинами (етером, бенzenом, ацетоном та ін.), концентрованими лугами та кислотами проводити акуратно і під витяжною шафою, не зливати їх в каналізацію без попереднього розведення.

10. Роботу з легкозаймистими рідинами вести під витяжною шафою та подалі від нагрівальних приладів. У разі загорання спирту, ефіру та інших легкозаймистих рідин не гасити полум'я водою, а скористатися піском.

11. Обережно працювати зі скляним лабораторним посудом, що легко б'ється. Рештки побитого лабораторного скляного посуду слід ретельно змити у спеціальний збірник. Сировину чи напівфабрикати, у які могли потрапити скляні уламки, необхідно викинути у спеціальний збірник.

12. Негайно прибрати усе пролите, розбите і просипане на столах або на підлозі в лабораторії (якщо кислота проллється на стіл або на підлогу, її слід нейтралізувати лугом або содою).

13. У дослідах з використанням електроприладів необхідно переконатися в їх справності, правильності підключення до електромережі та контуру заземлення. Під час виконання роботи не можна переносити увімкнуті електроприлади та залишати їх без нагляду. У разі перерви в подачі електроенергії всі пристрої мають бути негайно вимкнуті.

14. Після закінчення роботи в лабораторії необхідно вимкнути всі електроприлади, якими користувалися, витягну шафу, воду, прибрати свої робочі місця та здати їх лаборантові або завідувачу лабораторії. Обов'язково ретельно вимити руки.

Про усі випадки відхилення від нормального ходу лабораторного зайняття, порушення даних правил, повідомляти передусім викладачеві, черговому лаборантові або завідувачеві лабораторією. Необхідно знати, де знаходяться протипожежні засоби і порядок термінової евакуації з лабораторії під час пожежі.

Додаток Б

Заходи безпеки під час роботи в лабораторії та способи надання першої медичної допомоги

1. Під час роботи в лабораторії необхідно точно дотримуватись всіх заходів безпеки згідно з правилами та інструкціями.
2. Роботу з концентрованими кислотами та іншими речовинами, які виділяють їдкі або отруйні випари, а також речовинами і розчинами, що мають сильний неприємний запах проводять під тягою.
3. Всі операції з легкозаймистими речовинами необхідно виконувати з особливою обережністю подалі від відкритого вогню, розпечених поверхонь, електричних та електростатичних іскор.
4. Під час роботи зі шкідливими та отруйними речовинами треба працювати обережно, щоб ці речовини не потрапили до організму людини. Забороняється споживання їжі в хімічній лабораторії.
5. При порізах пересвідчитися, що в рані не залишилося уламків скла, обробити її спиртовим розчином йоду і перев'язати.
6. При опіках зробити тривалі примочки розчином перманганату калію або компрес зі спиртового розчину таніну.
7. При попаданні на шкіру концентрованої сульфатної кислоти необхідно спочатку витерти уражене місце сухим ватним тампоном, хустинкою або серветкою, а потім промити великою кількістю води (промивати водою одразу не можна – до хімічного додається термічний опік). При опіках шкіри, слизових оболонок або очей кислотами спочатку добре промити уражене місце водою, а потім – 2% розчином гідрокарбонату натрію. Для надання невідкладної допомоги можна використати розведений у 10 разів робочий розчин натрію карбонату.
8. При сильних опіках, пораненнях та отруєннях, надавши першу допомогу, потерпілого треба негайно відправити до лікарні.
9. В аптечці завжди має бути перев'язочний матеріал, розчини та медикаменти необхідні для надання першої невідкладної допомоги.
10. У разі небезпеки виникнення пожежі слід терміново перекрити подачу газу, вимкнути витяжну вентиляцію та рубильник силової електромережі, попередити викладача чи лаборанта і вжити заходів для ліквідації вогню.
11. Незначні осередки вогню засипають піском, накривають протипожежною ковдрою або гасять вогонь за допомогою вогнегасника.
12. При виникненні пожежі необхідно швидко і організовано залишити лабораторію, вивести потерпілих і надати їм першу медичну допомогу, викликати по телефону 101 пожежну охорону.

Надання першої допомоги

Кожен студент повинен вміти надати першу долікарську допомогу потерпілому, основні етапи якої, в залежності від виду нещасного випадку наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Надання першої допомоги в результаті нещасного випадку

Подія	Перша допомога
ОПІКИ	
I- й ступінь (почервоніння)	Накласти вату, змочену етиловим спиртом. Повторити змочування.
II- й ступінь (пухирі)	Те ж саме. Обробляти 5% -м розчином $KMnO_4$ або 5% -м розчином таніну.
III- й ступінь (руйнування тканин)	Покрити рану стерильною пов'язкою і викликати лікаря.
Опіки кислотами, хлором або бромом	Промити опік великою кількістю води, потім 5%- ним розчином $NaHCO_3$
Опіки лугами	Промити рясно водою.
Опіки очей	При опіку кислотами промити 3% -м розчином Na_2CO_3 . При опіку лугами застосовувати 2% -й розчин оцтової кислоти
ОТРУЄННЯ	
Попадання їдких речовин в рот й органи травлення	У випадку попадання кислоти – випити кашку з оксиду магнію; у випадку попадання лугу – випити розчин лимонної кислоти або дуже розбавленої оцтової кислоти.
Отруєння твердими або рідкими речовинами	Викликати блювоту, випивши 1% -й розчин сульфату міді(II) $CuSO_4$
Отруєння газами	Потерпілого негайно вивести на свіже повітря.
Порізи шкіри	Рану продезінфікувати розчином перманганату калію або спиртом, обробити з країв йодом і перев'язати бинтом або заклеїти лейкопластиром. У разі надмірної кровотечі накласти джгут
Потрапляння стороннього тіла в очі	Стороннє тіло видаляють струменем розчину борної кислоти або чистої води, спрямовуючи його від виска до носа, і якщо не вдається видалити – негайно звернутися до лікаря

Додаток В

Відбір середньої проби насіннєвого матеріалу

Відбір зразків насіння відбувається згідно з ДСТУ 4138-2002.

Обладнання: конусні, циліндричні, мішкові щупи та механічні пробовідбірники.

Партія насіння – це будь-яка кількість зерна, однорідного за якістю, яку одночасно здають, приймають або

зберігають, засвідчена одним документом.

Точкова проба зерна – це проба, відібрана від партії зерна за один раз з одного місця.

Об'єднана проба – сукупність усіх точкових проб, узятих з однієї партії.

Середня проба – це частина об'єднаної проби матеріалу, яку передають до лабораторії.

Формування середньої проби

Насіння висипають на роздільну дошку і рівномірно розгортають у вигляді квадрата. За допомогою дерев'яних пластинок (лінійки) розділяють на чотири частини. Дві протилежні частини об'єднують і вказують зазначену інформацію на маркованому пакеті, дві інші відкидаються.

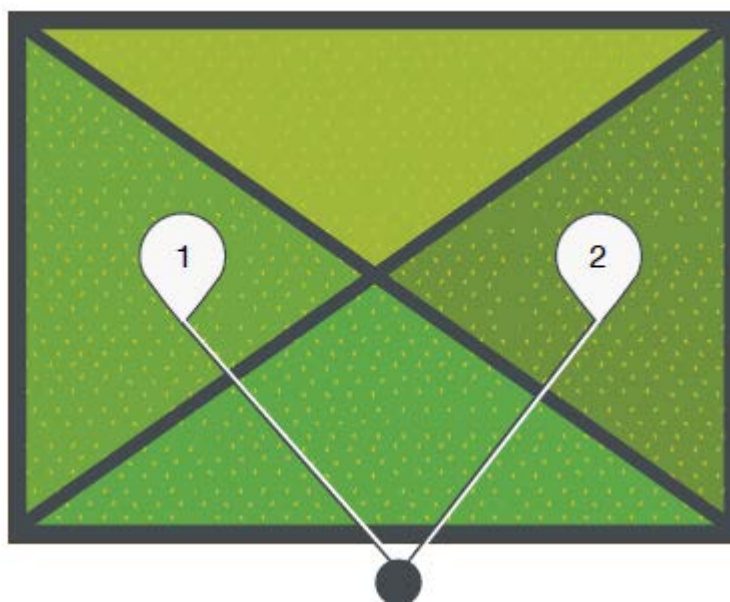


Рис. 1. Метод квадратів у формуванні середньої проби.