

**Волинський національний університет
імені Лесі Українки
Факультет біології та лісового господарства
Кафедра ботаніки і методики викладання
природничих наук**

В.О.Голуб, С.М. Голуб, Т.М. Єрмейчук

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

Лабораторний журнал до виконання лабораторних робіт для студентів заочної форми навчання спеціальності 205 "Лісове господарство" факультету біології та лісового господарства.

Видання 2-ге, доповнене.

Луцьк 2022

УДК 581.1 (076)
Г-62

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Волинського національного університету імені Лесі Українки (протокол № 4 від 14 грудня 2021 р.).

Рецензенти:

Кичилюк О.В. – доцент, кандидат сільськогосподарських наук, завідувач кафедри лісового та садово-паркового господарства, ВНУ імені Лесі Українки

Зінчук М.І. – кандидат сільськогосподарських наук, директор Волинської філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»

Голуб В. О., Голуб С.М., Єрмейчук Т. М.

Г-62 Фізіологія рослин: Лабораторний журнал до виконання лабораторних робіт для студентів заочної форми навчання спеціальності "Лісове господарство" факультету біології та лісового господарства. Видання 2-ге, доповнене. / Валентина Олександрівна Голуб, Сергій Миколайович Голуб, Тамара Музаффарівна Єрмейчук – Луцьк : Сіті-Друк, 2022. – 32 с.

В методичних рекомендаціях представлено лабораторні роботи, що висвітлюють основні розділи програми курсу «Фізіологія рослин». До кожного заняття подається коротке пояснення теоретичного матеріалу, детально описана методика постановки досліду. Виконання завдань, поставлених у методичних рекомендаціях, допоможе оволодіти студентам сучасними методами науково-дослідної роботи.

Для студентів заочної форм навчання біологічних факультетів університетів.

УДК 581.1 (076)

© Голуб В.О., 2022

© Голуб С.М., 2022

© Єрмейчук Т.М., 2022

© Волинський національний

університет імені Лесі Українки, 2022

Зміст

Лабораторна робота №1. Якісне визначення цукрів, жирів та білків у рослинному матеріалі.....	4
Лабораторна робота №2. Рослинна клітина як осмотична система. Явище плазмолізу і деплазмолізу. Визначення всисної сили клітин спрощеним методом (за Уршпрунгом).....	7
Лабораторна робота №3. Будова та рухи продихів. Визначення показників транспіраційного процесу у хвойних та листяних видів лісових культур.....	12
Лабораторна робота № 4. Фізичні та хімічні властивості хлорофілу. Розділення пігментів зеленого листка методом паперової хроматографії у різних видах лісових культур.....	16
Лабораторна робота № 5. Визначення інтенсивності дихання за кількістю виділеної вуглекислоти (за методом П. Бойсен-Іенсена).....	22

Методичні рекомендації розроблені для студентів, які вивчають загальний курс фізіології та біохімії рослин, вони включають лабораторні роботи з усіх основних розділів програми.

Основне завдання видання – познайомити студентів з методами дослідження в області фізіології та біохімії рослин. В посібнику дані теоретичні основи і практичні завдання з основних розділів фізіології рослин: водного обміну, фотосинтезу, дихання, мінерального живлення, росту і розвитку, стійкості рослин.

Студенти знайомляться з показниками стану води у рослині, осмотичними явищами та транспірацією, з пігментами і основними функціями фотосинтетичного апарату, із значенням процесу дихання та альтернативністю дихальних шляхів, вивчають процеси поглинання іонів і їх вплив на стан та функціонування рослинного організму, закономірності росту, адаптивні можливості рослин.

Для кожної роботи дається коротке теоретичне пояснення, перелік матеріалів та обладнання, методика виконання роботи, вказівки по оформленню результатів роботи (форми таблиць, графіків, формули для розрахунків). До кожної роботи подані питання, направлені на осмислення матеріалу.

При виконанні завдань лабораторних робіт записи у зошитах роблять за наступною схемою: 1) назва роботи; 2) мета; 3) обладнання та матеріали; 4) короткі теоретичні відомості; 5) хід роботи; 6) результати; 7) висновки.

Лабораторна робота №1

Тема: Якісне визначення цукрів, жирів та білків у рослинному матеріалі

Мета: Ознайомитись з деякими методами якісного визначення вуглеводів, білків і жирів. Оцінити вміст цих речовин у різних рослинних об'єктах.

Натуральні об'єкти: бульба картоплі, насіння злакових, бобових та олійних культур, плоди винограду, горохове і пшеничне борошно.

Реактиви: 20%-ний розчин HCl, розчин судану III, 10%-ний розчин $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 10%-ний розчин NaOH, 1%-ний розчин CuSO_4 , розчин Фелінга.

Обладнання: пробірки в штативах, хімічні склянки, колби, фарфорові ступки, скальпелі, предметні та покривні скельця, мікроскопи, лійки, колби, фільтрувальний папір, електроплитка.

Теоретичні відомості

У живому рослинному організмі внаслідок обміну речовин безперервно відбувається утворення, перетворення і розклад органічних речовин.

Вуглеводи – найбільш поширені органічні речовини у рослині. Загальна формула $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$. Вуглеводи поділяються на прості і складні. Прості вуглеводи, або моноцукри (глюкоза, фруктоза, рибоза та ін.), не гідролізуються. Складні вуглеводи є ди-, три- і полісахаридами (сахароза, рафіноза, крохмаль, клітковина та ін.). Під час гідролізу вони розщеплюються на прості.

Основним запасним вуглеводом є крохмаль, який виявляється за допомогою йоду. У деяких рослин, як запасуючі, відкладаються розчинні цукри. Це редуруючі, тобто такі, що мають вільну альдегідну і кетонну групи цукри, у зв'язку з чим володіють відновною здатністю моно- і дисахариди, а також нередуруючі цукри (сахароза).

Ліпіди – велика група органічних речовин, до складу яких входять жири і ліпоїди. Ліпіди не розчиняються у воді, утворюючи з нею емульсії різної стійкості. Жири є сполуками триатомного спирту гліцерину і жирних кислот. Інтенсивне утворення жирів відбувається під час утворення насіння і плодів. При проростанні насіння жири енергійно розщеплюються.

Білки – це азотовмісні високомолекулярні органічні сполуки, що мають пептидні зв'язки і під час гідролізу розщеплюються до амінокислот. У рослинах багато білка міститься у насінні, особливо бобових та олійних культур.

Хід роботи:

Завдання 1. Провести якісне визначення простих і складних вуглеводів

у рослинних тканинах.

а) Виявлення крохмалю.

Зробити тонкі зрізи з насіння бобових, злакових і бульби картоплі. Помістити їх на предметне скло і змочити розчином J в KJ. По інтенсивності синього забарвлення зробити висновок про кількісний вміст крохмалю у різних органах рослин (дати фотографію досліджуваних об'єктів).

б) Виявлення моноцукрів (глюкози, фруктози).

Наважку рослинного матеріалу (2-3г) подрібнити, покласти у пробірку, долити 10 мл води і кип'ятити протягом 5 хв. Після кип'ятіння витяжку профільтрувати і розлити у 2 пробірки. В першу пробірку до витяжки долити однаковий об'єм реактив у Фелінга і нагріти до кипіння. В другу пробірку до фільтрату додати 3-4 краплі 20%-ний HCl і прокип'ятити протягом 1 хв., щоб гідролізувати сахарозу. Пізніше кислоту в пробірці нейтралізувати содою, долити реактив Фелінга і знову нагріти до кипіння.

В обох пробірках відбувається відновлення оксиду міді (II) до оксиду міді (I) в результаті окиснення гексоз. Оксид міді (I) випадає у вигляді осаду червоного кольору і його кількість свідчить про вміст редуруючих цукрів у досліджуваному матеріалі.

Вміст крохмалю оцінити за інтенсивністю забарвлення (синього), а редууючих цукрів – за кількістю утвореного осаду оксиду міді (I) за 4 – бальною шкалою.

Результати записати у таблицю:

Об'єкт	Вміст речовин у балах		
	Крохмаль	Редууючі цукри	
		до гідролізу	після гідролізу
Яблуко			
Виноград			

Дати фотографію досліджуваних об'єктів

Завдання 2. Провести якісне виявлення жирів у рослинному матеріалі.

Для цього зробити зрізи пророслої насінини кукурудзи і помістити його в краплину розчину судану III на предметне скло і витримати 10-20 хв. Потім зрізи перенести у гліцерин і розглянути під мікроскопом. При наявності жирів рослинний матеріал зафарбовується в яскраво-оранжевий колір. Зробити висновок, в якій частині насінини (зародку, ендоспермі) наявні жири (дати фотографію досліджуваних об'єктів).

Завдання 3. Провести якісне виявлення білка у рослинному матеріалі (біуретова реакція).

Для цього 3 г горохової (пшеничної) муки висипати в колбу, долити 20 мл 10 %-ого розчину $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, закрити колбу корком і збовтувати протягом 3 хв. Потім вміст колби профільтрувати. До одержаного фільтрату додати 5мл 10%-ого розчину NaOH, а потім 1-2 краплини 1%-ний розчину CuSO_4 . Осад гідроксиду міді (II), що при цьому утворюється, при наявності білка розчиняється і забарвлює розчин у фіолетовий колір (дати фотографію досліджуваних об'єктів).

Висновок:

Контрольні питання:

1. На які основні групи поділяються вуглеводи і яке значення вони мають у житті рослин?
2. Що таке відновлюючі (редуючі) цукри? Які вуглеводи належать до цієї групи?
3. Яка хімічна природа рослинних жирів? Яке значення вони мають у житті рослин?
4. Яка хімічна природа білків та яка їх роль у рослинних організмах?

Лабораторна робота №2

Тема: Рослинна клітина як осмотична система. Явище плазмолізу і деплазмолізу. Визначення всисної сили клітин спрощеним методом (за Уршпрунгом)

Мета: З'ясувати ознаки і причини процесів плазмолізу і деплазмолізу.

Натуральні об'єкти: цибулини синьої цибулі.

Реактиви: 8%-ний розчин NaCl.

Обладнання: мікроскопи, предметні та покривні скельця, фільтрувальний папір, скальпелі, скляні палички, хімічні склянки, електроплитка.

Теоретичні відомості

Пограничні мембрани цитоплазми (плазмолема і тонопласт) мають обмежену і вибірккову проникність. Зокрема, через них легко проходять молекули води. Ця властивість називається напівпроникністю, а рух розчинника через напівпроникні мембрани – осмосом. При зануренні клітин в гіпертонічні розчини плазмолітиків виникає осмотичний тиск води з клітин, об'єм вакуолі зменшується. Еластична цитоплазма скорочується вслід за вакуолею, клітинна оболонка втрачає напружений стан, але не скорочується, через це між нею і протопластом виникає простір, заповнений зовнішнім розчином. Такий стан клітини називається **плазмолізом**. При заміні гіпертонічного розчину водою вона починає поступати у вакуоль – проходить **деплазмоліз** клітини, вона починає повертатись у тургорний стан.

Хід роботи:

Завдання 1. Спостереження за неплазмолізованими клітинами епідермісу.

Зробити зріз епідермісу луски цибулі, клітини якого містять антоціан. Помістити зріз в краплю води на предметне скло, накрити покривним і розглянути в мікроскоп. Дати фотографію клітини епідермісу в тургесцентному стані.

Завдання 2. Спостереження за явищем плазмолізу.

Замінити воду на 8%-ний розчин NaCl. Для цього нанести на предметне скло поряд з покривним велику краплю розчину, а воду відсмоктати фільтрувальним папером. Під мікроскопом розглянути мікропрепарат. Коли плазмоліз буде добре помітний, зробити фотографії плазмолізованих клітин, показавши ступінь і форму плазмолізу, основні структури клітини та напрям осмотичного току води, дати пояснення.

Завдання 3. Спостереження за явищем деплазмолізу.

Ввести під покривне скло мікропрепарату краплю води, відсмоктуючи розчин NaCl фільтрувальним папером. Під мікроскопом спостерігати за змінами, що проходять в клітинах, описати і пояснити їх.

Дати фотографію стану клітин через 5-7 хвилин, позначивши основні структури клітин та напрям осмотичного току води.

Висновок:

Контрольні питання:

1. Чим зумовлюється і яке значення має напівпроникність цитоплазми в житті клітини?
2. Охарактеризуйте напрям градієнту хімічного потенціалу води між клітиною і зовнішнім розчином при плазмолізі та деплазмолізі рослинних клітин.
3. Яка відміна між проникністю клітинної оболонки і цитоплазматичних мембран?
4. Які розчини використовують для спостереження явищ плазмолізу та деплазмолізу? Чому?
5. Чим заповнений простір між клітинною оболонкою і плазмолізованим протопластом? Чому?
6. Чи може проходити плазмоліз у неживих клітинах?

Тема: Визначення всисної сили клітин спрощеним методом (за Уршпрунгом)

Мета: Визначити величину всисної сили клітин рослинного об'єкта, встановити величину тургорного тиску клітин в залежності від ступеня їх оводненості.

Натуральні об'єкти: бульби картоплі.

Реактиви: 1М розчин NaCl, дистильована вода.

Обладнання: ніж, скальпелі, пінцети, пробірки в штативах, лійки, мірні циліндри (пробірки), олівець по склу, лінійки.

Теоретичні відомості

Поступання води в клітину визначається її всисною силою S , яка залежить від ступеня насичення клітини водою. В стані початкового плазмолізу (повне в'янення) тургорний тиск відсутній і всисна сила клітини дорівнює її осмотичному тиску ($P=0$; $S=\pi^*$). При зануренні клітин у воду тургорний тиск досягає максимальної величини, а всисна сила падає до нуля ($P=\pi^*$, $S=0$).

Визначення всисної сили даним методом здійснюється шляхом підбору ізотонічного розчину, в якому не відбувається ні втрати, ні поглинання води клітинами, і на вимірюванні розмірів шматочків рослинної тканини, занурених у розчини відомої концентрації: при зануренні шматка тканини у розчин, всисна сила якого більша всисної сили клітин, розчин забирає воду від клітин і їх розміри зменшуються. Якщо S клітин більша S розчину, то клітини всмоктують воду і збільшуються. При зрівноваженні всисної сили клітин та розчину розміри клітин не змінюються.

Хід роботи:

Завдання 1. Виготовити розчини NaCl наступних концентрацій: 0,8М; 0,6М; 0,4М; 0,2М; 0,1М об'ємом 10 мл кожний. Налити їх у 5 пробірок, у шосту – 1,0М розчин NaCl, а у сьому – воду.

Зробити таблицю приготування розчинів.

Таблиця приготування розчинів NaCl наступних концентрацій

Концентрація NaCl, М	Кількість 1,0М NaCl, мл	Кількість дистильованої води, мл
1,0М		
0,8М		
0,6М		
0,4М		
0,2М		
0,1М		
0,0М		

Вирізати з бульби картоплі пластинку товщиною 3-4 мм, а з неї - прямокутник завширшки 20-30 мм і завдовжки 30-70 мм. Розрізати його вздовж на сім однакових смужок шириною 2-3 мм, виміряти їх довжину з точністю до 0,5 мм і занурити одну у воду, а інші - у виготовлені розчини (занурення повинно бути повним). Виготовляти і вимірювати смужки потрібно швидко, не допускаючи в'янення матеріалу.

Завдання 2. Через 20-30 хв. пінцетом вийняти смужки тканини з розчинів, просушити фільтрувальним папером і повторно виміряти їх довжину.

Записати результати в таблицю:

Концентрація NaCl, моль/л	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	0
Всисна сила розчину, МРа							
Довжина смужки, мм	вихідна						
	після перебування в розчині						
Різниця, мм							
Тургор							

У другій графі таблиці записати величину всисної сили розчинів, яка чисельно рівна їх осмотичному тиску, обчисленого за формулою Ван-Гоффа: $S = \pi^* = RTCi$, де:

π^* – осмотичний тиск (атм);

R – постійна газова стала (0,0821 л · атм/град · моль);

T – абсолютна температура (273°C + t°C);

C – ізотонічна концентрація (М);

i – ізотонічний коефіцієнт

Значення i – ізотонічного коефіцієнту при різних концентраціях NaCl,

М

Концентрація NaCl, М	Значення ізотонічного коефіцієнту (<i>i</i>), моль/л
1,0М	1,62
0,8М	1,64
0,6М	1,68
0,4М	1,73
0,2М	1,78
0,1М	1,83
0,0М	0,00

Записати розрахунки всисної сили при різних концентраціях NaCl.

$$S_{1,0} = \pi^* = RTC_{1,0} i_{1,0} =$$

$$S_{0,8} = \pi^* = RTC_{0,8} i_{0,8} =$$

$$S_{0,6} = \pi^* = RTC_{0,6} i_{0,6} =$$

$$S_{0,4} = \pi^* = RTC_{0,4} i_{0,4} =$$

$$S_{0,2} = \pi^* = RTC_{0,2} i_{0,2} =$$

$$S_{0,1} = \pi^* = RTC_{0,1} i_{0,1} =$$

$$S_{0,0} = \pi^* = RTC_{0,0} i_{0,0} =$$

Дані для 5-ї графі знайти як різницю між більшою і меншою величинами, причому збільшення довжини позначити знаком "+", а зменшення – знаком "-". В останній графі відмітити силу тургору тканини (сильний, середній, слабкий) чи його відсутність. Для визначення цього показника смужки розмістити на підставці так, щоб вони наполовину звисали з її краю (дати фото смужок після перебування у розчинах різної концентрації).

Встановити, який із розчинів є ізотонічним і визначити величину всисної сили клітин досліджуваного об'єкту.

Пояснити причини зміни розмірів смужок у розчинах різної концентрації.

Висновок:

Контрольні питання:

1. Яке рівняння відображає взаємозв'язок між всисною силою клітин, тургорним та осмотичним тиском?
2. Як змінюється величина всисної сили, тургорного і осмотичного тиску при зміні ступеня оводненості рослинної клітини?
3. Яка причина зміни довжини шматочків тканини у розчинах різної концентрації?
4. Яка форма води в клітині – вільна чи зв'язана – визначає величину тургорного тиску?

Лабораторна робота № 3

Тема: Будова та рухи прорихів

Мета: Вивчити будову та гідроактивну реакцію прорихів. Визначити стан прорихів рослин різних видів методом інфільтрації (за Молішем).

Натуральні об'єкти: листки різних видів рослин.

Реактиви: 5% -ний розчин гліцерину, ксилол, бензол, етиловий спирт.

Обладнання: мікроскопи, предметні і покривні скельця, ножиці, пінцети, піпетки, препарувальні голки.

Теоретичні відомості:

Транспірація – фізіологічний процес випаровування води рослиною, яка здійснюється через продихи, які складаються із двох замикаючих клітин та продихової щілини. Гідроактивна реакція полягає у залежності ступеня відкритості продихів від вмісту води в замикаючих клітинах: чим більше води, тим ширша продихова щілина. Для в'яснення руху продихів у роботі використовується плазмолітик II роду гліцерин. В перший момент його гіпертонічний розчин викликає плазмоліз клітин. Якщо це замикаючі клітини продиху, то в результаті падіння тургорного тиску кривизна їх зменшиться і продихова щілина буде замикатися. По мірі проникнення плазмолітика в клітинні вакуолі і зниження градієнта концентрації між клітинним соком і зовнішнім розчином ступінь плазмолізу клітин зменшиться, об'єм їх збільшиться і відповідно стане відкриватись продихова щілина. Якщо замінити розчин плазмолітика водою, то швидко настає максимальне розширення продихової щілини.

Хід роботи:

Завдання 1. Вивчити гідроактивну реакцію продихів. Виготовити мікропрепарати нижнього епідермісу листків традесканції (свіжих і прив'ялих), та помістити його у краплину води. Знайти продихи, описати їх стан. Відсмоктати воду фільтрувальним папером і замінити її 5%-ним розчином гліцерину. Які рухи продихів спостерігаються? Чому? Які зміни відбуваються через 20 хвилин? Після цього замінити гліцерин водою, для цього з однієї сторони покривного скельця нанести краплину води, а з іншої відсмоктати гліцерин фільтрувальним папером.

Описати, як зміниться стан продихів і пояснити ці зміни (дати фото мікропрепаратів різних видів рослин).

Висновок:

Контрольні питання:

1. Які види транспірації Ви знаєте? Поясніть різницю механізмів продихової та кутикулярної транспірацій.
2. Яка будова продихового апарату у однодольних та дводольних рослин?

3. Які види реакцій продохів Ви знаєте? В чому їх суть?
4. Які фактори впливають на відкривання та закривання продохів?

Тема: Визначення показників транспіраційного процесу у хвойних та листяних видів лісових культур

Мета: Засвоїти один з простих методів визначення величин транспірації – інтенсивності та відносної транспірації.

Натуральні об'єкти: листки та голки дослідних рослин (хвойних та листяних видів лісових культур) різних екологічних груп.

Обладнання: торсійні та технічні ваги, різноважки, чашки Петрі, міліметровий папір, лінійки.

Теоретичні відомості

Транспірація – процес випаровування води наземними частинами рослин, в основному листками. *Інтенсивність транспірації* – це кількість води, що випаровується за одиницю часу одиницею листової поверхні. У більшості рослин величина цього показника вдень становить від 150 до 2500 мг/дм²·год., а вночі – від 20 до 200 мг/дм²·год. Відношення інтенсивності транспірації до інтенсивності евапорації (випаровування з вільної водної поверхні) за тих же умов називається відносною транспірацією. Цей показник характеризує здатність рослин регулювати транспірацію і звичайно становить 0,1-0,5, а у рослин, добре захищених від втрат води, – 0,01.

Найбільш простий і досить точний метод обліку транспірації – метод швидкого зважування. Встановлене цим методом зменшення маси відповідає кількості випарованої води.

Хід роботи:

Завдання 1. Визначити інтенсивність транспірації досліджуваних рослин, бажано різних екологічних груп. Для цього встановити торсійні ваги у вертикальному положенні (по рівню) і перевірити їх нульову точку. Зрізати листок з невеликим відрізком черешка, повільно покласти його на шальку, швидко зважити, записати час зрівноваження ваг та масу листка у таблицю.

Через 3-4 хв. зробити повторне зважування, також відмітити час, записати масу листка. Якщо випаровування іде повільно, можна продовжити експозицію до 5хв.

Визначити площу дослідного листка з точністю до 1мм², використовуючи міліметровий папір. Дані занести у таблицю.

Завдання 2. Визначити відносну транспірацію досліджуваних рослин. Для цього визначити за тих же умов інтенсивність евапорації (вільного випаровування).

Для цього на технічних вагах зважити чашку Петрі, наповнену майже до країв водою кімнатної температури (зовнішня поверхня чашки повинна бути цілком сухою), і через 30 хв. зробити повторне зважування. Визначити кількість випарованої води, як різницю між результатами першого та другого зважування.

Визначити випаровуючу поверхню, вимірявши внутрішній діаметр

чашки, за формулою $S = \pi r^2$ ($S = \pi d^2 / 4$).

$$S = \pi r^2 \text{ (} S = \pi d^2 / 4 \text{)} =$$

Дані занести у таблицю:

Об'єкт	Час зважування		Експозиція, год.	Маса, мг		Випарувано води, мг	Площа, дм ²
	I-го	II-го		I-а	II-а		
Листок 1 Листок 2 Посудина з водою (чашка Петрі)							

Завдання 3. За одержаними даними провести розрахунки.

Інтенсивність транспірації (I_m) для листка кожного виду рослин обчислити за формулою:

$$I_m = \frac{m}{S \cdot t}$$

де, m – кількість випаруваної води, мг;
 S – площа листової пластинки, дм²;
 t – час експозиції, год..

Листок 1. $I_m = \frac{m}{S \cdot t} =$

Листок 2. $I_m = \frac{m}{S \cdot t} =$

Інтенсивність евапорації (I_e) обчислити за тією ж формулою:

$$I_e = \frac{m}{S \cdot t} =$$

де, m – кількість випаруваної води із чашки Петрі, мг;
 S – площа чашки Петрі, дм²;
 t – час експозиції, год..

За одержаними даними розрахувати величину **відносної транспірації** для рослин різних екологічних груп.

$$BT = \frac{Im}{Ie} =$$

$$BT = \frac{Im}{Ie} =$$

На основі величини відносної транспірації зробити висновок про регуляцію листком процесу транспірації, враховуючи, що транспіраційний процес вважається низьким, коли Im/Ie є меншим 0,5.

Висновок:

Контрольні питання:

1. Що таке транспірація і яка її роль у житті рослин?
2. Чим транспірація відрізняється від процесу випаровування з вільної водної поверхні?
3. Як пояснити, що при загальній невеликій площі продихових отворів (не більше 1% від площі листків) інтенсивність транспірації при сприятливих умовах водопостачання наближається до інтенсивності евапорації.
4. На якій підставі при розрахунку інтенсивності транспірації можна знехтувати величиною верхньої сторони листка? Для листків якого віку похибка буде найменшою?
5. Що таке інтенсивність транспірації, відносна транспірація, продуктивність транспірації, транспіраційний коефіцієнт? Які з них відображають взаємозв'язок транспіраційного процесу та фотосинтетичної функції?

Лабораторна робота № 4

Тема: Фізичні та хімічні властивості хлорофілу

Мета: Ознайомитися з деякими фізичними та хімічними властивостями хлорофілу, які зумовлені особливостями будови його молекули.

Натуральні об'єкти: листки дослідних рослин.

Реактиви: 20%-ний – розчин NaOH, 20%-ний – розчин HCl, 96%-ного етиловий спирт, бензин, ацетон, $Cu(CH_3COO)_2$.

Обладнання: фарфорові ступки з товчачиками, пробірки в штативах, мірні пробірки, вага, електроплитка, лійки, фільтрувальний папір.

Теоретичні відомості

Наявність у молекулі хлорофілу великої кількості активних хімічних груп зумовлює його значну реакційну здатність. При обробці хлорофілу лугом ефірні зв'язки омилюються, в результаті чого від його молекули відщеплюються спирти фітол і метанол та утворюється лужна сіль хлорофілінової кислоти, яка зберігає зелене забарвлення.

Наявність у порфіриновому ядрі кон'югованої по колу системи десяти подвійних зв'язків і магнію зумовлюють характерний для хлорофілу зелений колір. При дії сильних кислот іон магнію заміщується на два протони, при цьому утворюється сполука феофітин, яка має бурий колір. Якщо на феофітин подіяти солями міді, то замість двох протонів у ядро входить метал, зворотно відновлюється металоорганічний зв'язок і знову з'являється зелене забарвлення.

Хлорофіл має здатність до флюоресценції. Це свічення речовин під час поглинання ними світла. Світло, що при цьому випромінюється, завжди має більшу довжину хвилі в порівнянні з поглинутим. Для хлорофілу характерна червона флюоресценція.

Хід роботи:

Завдання 1. Вивчити фізичні властивості хлорофілу – розчинність у різних розчинниках та здатність до флюоресценції.

Для цього розтерти 0,5 г зелених листків у фарфоровій ступці в 5мл води, настояти 5 хвилин і профільтрувати. Отримати так само спиртову, ацетонову та бензинову витяжки. Порівняти колір витяжок і зробити висновок про ступінь розчинності хлорофілу в різних розчинниках. Дати фотографії витяжок.

Спиртову витяжку хлорофілу настояти на яскравому світлі 10-15 хвилин. Для спостереження за явищем флюоресценції витяжку розглянути у відбитих променях. Для цього розмістити пробірку з витяжкою пігментів на чорному фоні та розглянути її зі сторони падаючого світла. Відмітити забарвлення розчину і зробити висновок про здатність хлорофілу до флюоресценції.

Завдання 2. Вивчити хімічні властивості хлорофілу – взаємодію з кислотами і лугами та здатність до окисно-відновних реакцій.

До 2 мл спиртової витяжки хлорофілу додати 4 краплини 20%-ного розчину HCl , перемішати. Як і чому змінився колір? Записати **рівняння реакції заміщення**, дати фото із розчином у пробірці до і після проходження реакції.

До одержаного у попередньому завданні розчину додати кілька кристаликів оцтової кислоти міді і нагріти. Які зміни відбулись? Чому? Записати **рівняння реакції відновлення метаорганічного зв'язку**, дати фото із розчином у пробірці після проходження реакції.

До 2 мл спиртової витяжки пігментів додати 1 мл 20%-ного розчину лугу, нагріти до кипіння. Які зміни спостерігаються? Записати **рівняння реакції омилення**.

До охолодженого розчину долити рівну за об'ємом кількість бензину, 2-3 мл води і перемішати. Утворюються два шари: в одному – жовті пігменти, в другому – лужна сіль хлорофілінової кислоти і вільні спирти – метиловий і фітол. Зробити фотографію, який характеризує процес розділення пігментів.

Зробити висновки про вивчені фізичні та хімічні властивості хлорофілу.

Висновок:

Контрольні питання:

1. До якого класу органічних сполук відноситься хлорофіл?
2. Які хімічні властивості характерні для хлорофілів?
3. У яких розчинниках найкраще розчиняються хлорофіли?

4. У чому сутність явища флюоресценції хлорофілу?
5. Які спектри поглинання характерні для хлорофілів вищих рослин? Чим відрізняються спектри поглинання хлорофілів а і в?

Тема: Розділення пігментів зеленого листка методом паперової хроматографії у різних видах лісових культур.

Мета: Одержати паперову хроматограму пластидних пігментів зеленого листка та встановити їх локалізацію на ній.

Натуральні об'єкти: листки різних видів рослин.

Реактиви: ацетон, бензин, CaCO_3 .

Обладнання: фарфорові ступки з товчачиками, ножиці, ваги, хімічні склянки, мірні циліндри і пробірки, скляні палички, хроматографічний папір.

Теоретичні відомості

В основу методу покладено розподільну хроматографію, яка ґрунтується на різному розподілі компонентів суміші між двома фазами, що не змішуються, при цьому одна з фаз є рухомою, а інша – нерухомою. Твердий носій (хроматографічний папір) утримує на своїй поверхні нерухома фаза розчинника (найчастіше воду). Інший органічний розчинник, що частково або зовсім не змішується з водою, є рухомим. Суміш речовин, яку треба розділити, наносять на хроматографічний папір і пропускають чистий рухомий розчинник. У зв'язку з тим, що різні речовини суміші мають різні коефіцієнти розподілу, під час хроматографування окремі компоненти захоплюються рухомим розчинником і переносяться з неоднаковою швидкістю. Тому різні речовини досліджуваної суміші відокремлюються одна від одної і розташовуються на різних ділянках у вигляді забарвлених плям.

Розділення пігментів у даній роботі ґрунтується на різній швидкості їх просування на папері з розчинником, що обумовлено різною адсорбцією їх хроматографічним папером і частково різною розчинністю в бензині.

Хід роботи:

Завдання 1. Виготовити ацетонову витяжку пігментів.

Для цього 1,0 г листків подрібнити ножицями, відкинувши крупні жилки і черешки, помістити в ступку, додати на кінчику скальпеля CaCO_3 , розтерти рослинний матеріал з крейдою, доливаючи порціями 10мл ацетону. Настояти витяжку 5хвилин, а потім відфільтрувати.

Завдання 2. З фільтрувального паперу вирізати смужку завширшки 1,5-2,0 см і завдовжки 20 см. Тримаючи паперову смужку вертикально, кінець її опустити на кілька секунд у витяжку пігментів, налиту в склянку. При короткочасному зануренні витяжка піднімається по паперу на 1,0-1,5 см. Потім папір підсушити на повітрі і знову занурити в розчин пігментів. Цю операцію повторити 5-7 разів до того часу поки біля верхньої межі поширення пігментів на папері утвориться яскрава зелена полоса. Після цього нижній кінець паперової смужки на кілька секунд занурити в ацетон, щоб всі пігменти піднялися на 1,0-1,5 см.

Завдання 3. Смужку хроматографічного паперу добре висушити (до зникнення запаху ацетону), помістити її у вертикальному положенні в циліндр, на дно якого налитий бензин, так, щоб розчинник не торкався зони пігментів. Циліндр закрити корком. Через 5-15 хвилин розчинник підніметься на 10-12 см. Суміш пігментів при цьому розділиться на окремі компоненти у вигляді смуг, які розміщуються в такому порядку: перший знизу хлорофіл *b*, над ним хлорофіл *a*, потім ксантофіл і найвище – каротин. Після закінчення хроматографування хроматограму вийняти з циліндра, висушити, підписати назву пігментів, звернувши увагу на їх забарвлення. Дати фото перебування смужок у циліндрі та фото одержаної хроматограми із розділеними пігментами.

Записати емпіричні формули пігментів, обрахувати їх молекулярні маси:

Назва пігменту	Емпірична формула	Молекулярна маса, г/моль	Забарвлення пігменту
каротиноїди	$C_{40}H_{56}$		
ксантофіл	$C_{40}H_{56}O_2$		
хлорофіл <i>a</i>	$C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$		
хлорофіл <i>b</i>	$C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$		

Зробити висновок про розділення пігментів зеленого листка методом паперової хроматографії.

Висновок:

Контрольні питання:

1. На чому базується метод паперової хроматографії?
2. В якому співвідношенні у рослинному організмі наявні хлорофіл *a* і *b*?
3. Чому хлорофіл *a* вважається базовим пігментом фотосинтезу? Яка роль хлорофілу *b* у рослинному організмі?
4. Хлорофіли є головними пігментами хлоропласта. У чому роль допоміжних пігментів – каротиноїдів?

Лабораторна робота № 5.

Тема: Визначення інтенсивності дихання за кількістю виділеної вуглекислоти (за методом П. Бойсен-Ієнсена).

Мета: Оволодіти методикою визначення інтенсивності дихання за кількістю CO₂, що виділяє рослина в процесі дихання.

Натуральні об'єкти: сухе, вологе і проросле насіння.

Реактиви: 0,1н. розчин Ва(ОН)₂; 0,1н. розчин НСl, фенолфталеїн.

Обладнання: скляні колби, гумові корки, бюретки, ваги, наважки, марля, ножиці.

Теоретичні відомості

Інтенсивність дихання можна визначити: 1) по кількості виділеної вуглекислоти; 2) по кількості поглинутого кисню; 3) по витраті сухої речовини. Всі ці показники розраховуються на одиницю маси за одиницю часу.

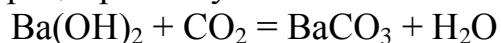
При диханні рослина поглинає O₂ та виділяє CO₂.

Метод П. Бойсен-Ієнсена для визначення інтенсивності дихання за кількістю виділеної вуглекислоти базується на властивості CO₂. зв'язуватись слабким лугом – баритом Ва(ОН)₂, так як саме цей луг дуже швидко сорбує вуглекислий газ.

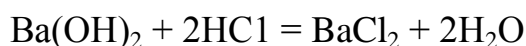
В дослідженнях необхідно встановити, яке насіння буде дихати інтенсивніше: сухе, вологе чи проросле.

В колбу для визначення інтенсивності дихання наливають певну кількість бариту і на гачок підвішують наважку дослідного об'єкту таким чином, щоб він знаходився на відстані 2-3 см від бариту.

При диханні дослідного об'єкту виділений діоксид вуглецю реагує з лугом. При цьому концентрація розчину значно зменшиться:



Через певний час луг, що залишився в колбі, титрують соляною кислотою:



Дослід ставиться у трьох варіантах:

контроль – колба без насіння,

1 варіант – сухе насіння,

2 варіант – вологе насіння (насіння замочують за 24 години),

3 варіант – проросле насіння.

За різницею титрування бариту контрольної та дослідної колб, прямо пропорційній кількості виділеного при диханні CO₂, визначають

інтенсивність дихання запропонованого об'єкту.

Для визначення інтенсивності дихання за методом П. Бойсен- Ієнсена в якості об'єктів досліджень можна використовувати не лише насіння зернових культур, а й різні органи рослин – пагони, листки, квітки.

Хід роботи:

Завдання 1. Поставити дослід для визначення кількості CO_2 , поглинутого рослинним матеріалом.

а) У чотири колби однакового об'єму налити по 20 мл 0,1н $\text{Ba}(\text{OH})_2$ і закрити гумовими корками. Одна колба служить контролем для врахування CO_2 , що міститься в її об'ємі.

б) Зробити наважку рослинного матеріалу (по 5 г сухого, вологого і пророслого насіння одно- і дводольних рослин), висипати їх у марлеві мішечки і на нитці підвісити у дослідні колби (мішечок повинен легко проходити крізь горло колби і не торкатись розчину). Колби (дослідну та контрольну) поставити в однакові умови на 0,5 години. Дати фото колб із досліджуваними об'єктами.

Завдання 2. Зняти результати дослід.

Для цього насіння з дослідних і контрольної колб вийняти, до залишку бариту додати по дві краплини фенолфталеїну і відтитрувати 0,1н розчином HCl до зникнення рожевого забарвлення.

Результати дослід записати у таблицю:

Об'єкт	Маса проби	Тривалість дослід (год.)	Поправка до титру HCl	К-сть HCl ,мл контроль	К-сть HCl ,мл дослід	Інтенсивність дихання, мг/г·год

Завдання 3. Обчислити інтенсивність дихання за формулою:

$$I = \frac{(a - b) \cdot 2,2}{t \cdot n}$$

де I – інтенсивність дихання, мг/г·год;

a – кількість 0,1н НСІ, затраченої на титрування контролю, мл;

b – кількість 0,1н НСІ, витраченої на титрування досліду, мл;

2,2 – поправка до титру (кількість CO_2 еквівалентна 1мл 0,1н НСІ);

t – час досліду, год.;

n – наважка рослинного матеріалу, г.

Сухе насіння $I = \frac{(a - b) \cdot 2,2}{t \cdot n} =$

Вологе насіння $I = \frac{(a - b) \cdot 2,2}{t \cdot n} =$

Проросле насіння $I = \frac{(a - b) \cdot 2,2}{t \cdot n} =$

Порівняти інтенсивність дихання досліджуваних об'єктів (сухого, вологого і пророслого насіння) і зробити відповідні висновки.

Висновок:

Контрольні питання:

1. Що таке інтенсивність дихання?
2. На чому базується метод П. Бойсен-Ієнсена?
3. Які зовнішні чинники і як впливають на інтенсивність дихальної функції?

Силабус

Дисципліна: Фізіологія рослин.

Викладачі: Голуб Валентина Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент.

Машевська Алла Степанівна, старший викладач.

Комунікація зі студентами: електронною поштою, на заняттях згідно розкладу, за графіком консультацій.

Розклад занять розміщено на сайті навчального відділу СНУ:

<http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>

Розклад консультацій. Консультації проводяться згідно розкладу, що розміщений на дошці оголошень кафедри ботаніки та методики викладання природничих наук

Передумови вивчення курсу: попередньо студент повинен прослухати курси:

«Ботаніка», «Хімія».

АНОТАЦІЯ КУРСУ

Мета курсу – забезпечити бакалаврів необхідним обсягом теоретичних знань, практичних умінь і навичок для пізнання закономірностей життєвих функцій рослин, розкриття їх механізмів, формування уявлення про структурно-функціональну організацію рослинних систем різних рівнів та вироблення шляхів керування рослинним організмом.

Завдання: методичні – сприяти оволодінню методами наукового пізнання, наукових досліджень у фізіології рослин; пізнавальні – виробити у студентів знання про головні функції рослинного організму та розкриття їх механізмів; практичні – закріпити на практиці отримані теоретичні знання з різних розділів фізіології рослини: водний режим рослини, фотосинтез, дихання, мінеральне живлення, ріст і розвиток рослин та інші. На основі одержаних знань про фізіологічні функції рослинного організму розробляти можливості керування продукційним процесом лісових фітоценозів, навчити студентів ставити наукову проблему, визначати тему і розробляти схему дослідів.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Опис курсу: програма навчальної дисципліни «**Фізіологія рослин**» підготовки бакалавра складена відповідно до освітньо-професійної програми «Лісове господарство» спеціальності 205 «Лісове господарство» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Для студентів заочної форми навчання галузі знань 20 Аграрні науки і продовольство, спеціальності 205 Лісове господарство (на базі молодшого спеціаліста)

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів: 5	20 Аграрні науки і продовольство	Заочна форма навчання
	205 Лісове господарство	Нормативна навчальна дисципліна
Загальна кількість годин: 150	Бакалавр	Рік підготовки: 1
		Семестр: 1
		Лекції: 10 год.
		Лабораторні: 10 год.
		Консультації: 18 год.
		Самостійна робота: 112 год.
		Форма контролю: залік

ПЕРЕЛІК ТЕМ ЛЕКЦІЙ, ЯКІ РОЗГЛЯДАЮТЬСЯ

Змістовий модуль 1. Хімічний та молекулярний склад рослинної клітини.

Рослинна клітина як осмотична система. Водний режим рослин

Тема 1. Предмет та історія розвитку фізіології рослин

Тема 2. Хімічний та молекулярний склад рослинної клітини. Структура і функції клітини.

Тема 3. Рослинна клітина як осмотична система. Водний режим рослин.

Тема 4. Корінь – орган водозабезпечення рослинного організму. Особливості водного обміну у рослин різних екологічних груп.

Змістовий модуль 2. Фотосинтез та дихання рослинного організму

Тема 5. Автотрофне живлення рослин. Пігментні системи. Хлоропласти – спеціалізовані органоїди фотосинтезу.

Тема 6. Світлова і темнова фаза фотосинтезу. Фотодихання.

Тема 7. Альтернативні шляхи фотосинтезу. Екологія фотосинтезу

Тема 8. Дихання у рослин, його стратегія і механізми. Дихотомічний шлях дихання.

Тема 9. Альтернативні шляхи дихання. Екологія дихання.

Змістовий модуль 3. Мінеральне живлення рослин. Фізіологія розмноження рослин і стійкості. Системи регуляції та інтеграції у рослин

Тема 10. Мінеральне живлення рослин. Основні етапи засвоєння елементів мінерального живлення

Тема 11. Особливості живлення рослин азотом. Кругообіг азоту в природі.

Тема 12. Фізіологія розмноження рослин. Фізіологія стійкості рослин.

Тема 13. Системи регуляції та інтеграції у рослин.

Змістовий модуль 4. Особливості росту клітин та цілісного рослинного організму. Фізіологія рослин і біотехнологія.

Тема 14. Особливості росту клітин та цілісного рослинного організму.

Тема 15. Регуляція ростових процесів. Періодичність росту. Розвиток рослин. Рухи рослин

Тема 16. Фізіологія рослин і біотехнологія.

Тема 17. Рослини і біосфера

Тематика лабораторних занять

Таблиця 1

Теми лабораторних занять для студентів заочної форми навчання галузі знань 20 Аграрні науки і продовольство, спеціальності 205 Лісове господарство (на базі молодшого спеціаліста)

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Якісне визначення цукрів, жирів та білків у рослинному матеріалі.	2
2	Рослинна клітина як осмотична система. Явище плазмолізу і деплазмолізу. Визначення всисної сили клітин спрощеним методом (за Уршпрунгом).	2
3	Будова та рухи продохів. Визначення показників транспіраційного процесу у хвойних та листяних видів лісових культур.	2

4	Фізичні та хімічні властивості хлорофілу. Розділення пігментів зеленого листка методом паперової хроматографії у різних видах лісових культур.	2
5	Визначення інтенсивності дихання за кількістю виділеної вуглекислоти (за методом П. Бойсен-Ієнсена) .	2
	Разом	10

Самостійна робота

1. Основні періоди розвитку науки про фізіологію рослин. Рівні вивчення рослинного організму.
2. Методи фізіології рослин. Редукціонізм. Інтегральний шлях вивчення процесів.
3. Метаболічна компартментація рослинної клітини.
4. Обмін речовин – основа функціональної єдності рослинного організму.
5. Вміст і стан води в органоїдах рослинної клітини.
6. Паренхімний (близький) та флоемний (далекий) транспорт асимілятів.
7. Історія відкриття і вивчення фотосинтезу.
8. Циклічне і нециклічне фотофосфорилування.
9. Переваги і недоліки С-4 шляху фотосинтезу порівняно з С-3 шляхом.
10. Відносна самостійність шляхів дихання, зв'язок між ними та іншими напрямками вуглеводного обміну.
11. Роль дихання у формуванні врожаю та його якості. Дихання і фотосинтез.
12. Класифікація мінеральних елементів. Макро-, мікро- і ультрамікроелементи, їх фізіологічна роль.
13. Шляхи та рушійні сили транспорту мінеральних речовин у радіальному та висхідному напрямі.
14. Праці Д.М. Прянишнікова в галузі дослідження азотного обміну в рослин.
15. Гормональна теорія розвитку рослин.
16. Характер адаптивних перебудов у синтезі та розпаді біополімерів у стресових умовах.
17. Координація системи регуляції та інтеграції різноманітних процесів.
18. Застосування фітогормонів та інших синтетичних регуляторів росту в рослинництві..

РОЗПОДІЛ БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Таблиця 2

Для студентів заочної форми навчання галузі знань 20 Аграрні науки і продовольство, спеціальності 205 Лісове господарство

Поточний контроль (маж = 40 балів)				Модульний контроль (маж = 60 балів)		Заг. к-сть балів
Модуль 1 (лабораторні роботи)				Модуль 2		
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4			

Лаб. роб. 1,2	Лаб. роб. 3	Лаб. роб. 4	Лаб. роб. 5	МКР 1	МКР 2	
10	10	10	10	30	30	100

Критерії оцінювання: з кожної із тем змістових модулів 1,2,3,4 які виносяться на лабораторні заняття, студент може отримати певну кількість балів (див. табл.2). Загальна сума балів, яку студент отримує за поточний контроль – 40. **Практичні навички (виконання лабораторної роботи) оцінюються** за результатами виконання лабораторних робіт. Для студентів заочної форми навчання аксимальна кількість балів за виконання лабораторної роботи – 10,0 балів, незалежно від тривалості лабораторної роботи (кількості занять, на які розрахована ця лабораторна робота). Лабораторна робота може бути оцінена на максимальну кількість балів, якщо студент вчасно виконав всі завдання, оформив роботу, зробив висновки. У разі несвоєчасного здавання лабораторних робіт їх приймання супроводжується додатковим усним захистом. Цей захід, спрямований на виховання розуміння дедлайнів, додатково забезпечуватиме набуття *soft skills* фахового спілкування.

Проміжний контроль (модульна контрольна робота) проводиться письмово. Модульний зріз передбачає розв'язання тестових завдань та письмових питань відкритого типу, які складаються на основі лекційного курсу, лабораторних робіт і питань, які виносяться на самостійне опрацювання. Питання відкритого типу можуть бути у вигляді теоретичних запитань або задач. Правильне розв'язання тестового завдання оцінюється у 2 бали. Правильна відповідь на теоретичне питання або правильний розв'язок задачі оцінюється у 5 балів. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за модульну контрольну роботу – 30 балів (загалом 60 балів за дві модульні контрольні роботи).

Підсумковий контроль – залік. Оцінювання знань студентів здійснюється за результатами поточного й модульного контролю. При цьому завдання із цих видів контролю оцінюються в діапазоні від 0 до 100 балів включно.

У випадку незадовільної підсумкової оцінки, або за бажання підвищити рейтинг, студент складає залік у письмовій формі. При цьому на залік виносяться 60 балів, а бали, набрані за результатами модульних контрольних робіт, анулюються. Для отримання оцінки потрібно набрати певну кількість балів згідно шкали оцінювання.

Оцінка за освоєння курсу виставляється згідно шкали оцінювання (табл. 3.).

Таблиця 3

Шкала оцінювання (національна та ECTS)

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	Відмінно	Зараховано
82 – 89	Добре	
75 - 81		
67 -74		
60 - 66	Задовільно	Не зараховано
1 – 59	Незадовільно	

--	--	--

Питання для контролю

1. Предмет і завдання фізіології рослин.
2. Основні періоди розвитку фізіології рослин, як науки.
3. Дайте короткий історичний нарис розвитку фізіології рослин України.
4. Особливості будови рослинної клітини.
5. Цитоплазма, її хімічний склад, фізико-хімічна організація, властивості.
6. Клітинна оболонка, її хімічний склад, будова, властивості.
7. Вакуоля. Її фізіологічна роль.
8. Мембрани, будова, склад.
9. Органоїди рослинної клітини та їх роль в рослинному організмі.
10. Осмотичні властивості клітини.
11. Осмотичний тиск, осмотичний потенціал.
12. Тургорний тиск.
13. Висна сила. Методика визначення.
14. Явище транспірації.
15. Шляхи транспортування води в рослині.
16. Кореневий тиск, “плач” та “гутація” у рослин.
17. Листок як орган транспірації.
18. Водний режим рослин різних екологічних груп рослин.
19. Водний баланс і водний дефіцит рослини. Види в’янення і їх вплив на фізіолого-біохімічний стан рослин.
20. Механізм поглинання коренем води та її рух по рослині. Кореневий тиск та його механізм. Явища “плачу” та гутації у рослин.
21. Екологічні групи рослин по відношенню до вологи, їх характеристика та приклади.
22. Значення та фізіологічна роль мікроелементів у житті рослин.
23. Форма азотного живлення доступна для рослин. Амідни та їх роль у рослині.
24. Значення та фізіологічна роль макроелементів у житті рослин.
25. Фізіологічні основи застосування добрив.
26. Фотосинтез: визначення, історія відкриття та вивчення цього процесу.
27. Хлорофіл, будова, хімічний склад, умови утворення хлорофілу.
28. Властивості (фізичні та хімічні) пігментів листа (на прикладі хлорофілу).
29. З яких стадій складається процес фотосинтезу (охарактеризувати).
30. Чому рослини з C-4 типом фотосинтезу характеризуються більш високою продуктивністю та посухостійкістю.
31. Порівняння процесу фотосинтезу рослин, що йде по шляху C-3 та по шляху C-4.
32. Фотофізичний етап процесу фотосинтезу.
33. Цикл Кальвіна.
34. Цикл Хетча-Слека.
35. Транспорт органічних речовин.
36. Фотосинтез та біопродуктивність.
37. Пігменти листа, їх класифікація, пігментні системи.
38. Залежність процесу фотосинтезу від інтенсивності світла, концентрації вуглекислого газу та мінерального живлення.
39. Залежність процесу фотосинтезу від температури, водного режиму, забруднення атмосфери шкідливими газами.
40. Процес дихання: визначення, історія розвитку вчення про дихання.
41. З яких стадій складається процес дихання.
42. Анаеробна фаза дихання – гліколіз.

43. Аеробна фаза дихання –цикл Кребса.
44. Електрон-транспортний або дихальний ланцюг.
45. Окислювальне фосфорилування.
46. Дихання та бродіння.
47. Субстрати дихання. Дихальний коефіцієнт.
48. Ферменти, їх класифікація та значення.
49. Теорії механізмів біологічного окислення.
50. Вплив на процес дихання вуглекислого газу, світла, температури.
51. Пентозофосфатний шлях дихання.
52. Гліоксолатний цикл процесу дихання.
53. Поняття “ріст” та “розвиток” рослин, їх взаємозв’язок.
54. Особливості росту клітин.
55. Первинний та вторинний ріст стебла.
56. Типи росту, що визначається характером розміщення конуса наростання (приклади рослин).
57. Типи росту (адвентивний та корелятивний), приклади.
58. Поняття про ріст рослин. Велика крива росту. Вплив зовнішніх та внутрішніх чинників на ріст рослин.
59. Розвиток (онтогенез) рослин.
60. Стан спокою рослин. Типи стану спокою.
61. Стан спокою насіння.
62. Стан спокою бруньок, явище регенерації.
63. Що таке фотоперіодизм? Яку роль відіграє фотоперіод в регуляції росту та розвитку рослин.
64. Фітогормони, їх класифікація та характеристика.
65. Подразливість у рослин. Пасивні та активні рухи у рослин.
66. Охарактеризувати явище стійкості у рослин.
67. Стійкість рослин. Види стійкості (стійкість рослин до забруднення важкими металами, солестійкість, газостійкість).
68. Холодо- та морозостійкість рослин. Підвищення холодостійкості рослин.
69. Радіаційний стрес у рослин.
70. Види адаптації рослин.

Методичне забезпечення

1. Машевська А.С., Єрмейчук Т.М., Голуб В.О.. Фізіологія та біохімія рослин. Методичні вказівки.– Луцьк.: 2019. – 78 с.

2. Голуб В. О., Голуб С.М., Єрмейчук Т. М. Фізіологія та біохімія рослин: лабораторний журнал до виконання лабораторних робіт для студентів заочної форми спеціальностей "Біологія", "Лісове господарство", "Садово-паркове господарство" біологічного факультету.-- Луцьк : Вежа-Друк, 2017. – 21 с.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основні:

1. Брайон О. В. Практикум з фізіології рослин. / О. В. Брайон [та ін.]. – К.,1995.– 143 с.
2. Векірчик К. М. Фізіологія рослин / К. М. Векірчик. – К., Вища школа, 1984. –238 с.
3. Иванов В. Б. Практикум по физиологии растений / В. Б. Иванов. – М., 2001.
4. Кочубей С.М. Организация фотосинтетического аппарата высших растений /Кочубей С.М., перевод с англ. В.А.Тарасенко. – К: Альтерпрес, 2001. – 204 с.
5. Красильникова Л.А., Авксентьева О.А., Жмурко В.В. Биохимия растений: учеб. пособ./ пер. с украинского – 2-е изд., допол. и перераб. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2011. – 200с.
6. Медведев С. С. Физиология растений.: Учебник / С. С. Медведев. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. – 336 с.

7. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
8. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко: підручник (для студ. вищ. нав. закл.) – К.: Либідь, 2005. – 808 с.
9. Негода О. В. Лабораторний практикум з фізіології рослин / О. В. Негода. – К., 2003. – 112 с.
10. Полевой В. В. Физиология растений / В. В. Полевой. – М.: Высшая школа, 1989. – 464 с.
11. Фізіологія рослин : практикум / О.В. Войцехівська, А.В. Капустян та інш. За заг. ред. Т.В. Паршикової. – Луцьк: Терен, 2010. – 420 с.
12. Физиология растений: Учебник для студ. Вузов / Н. Д. Алехина, Ю. В. Балнокин, В. Ф. Гавриленко и др.; под ред. И. П. Ермакова. – М.: Академия, 2005. – 640 с.
13. Якушкина Н. И., Бахтенко Е. Ю. Физиология растений / Н. И. Якушкина, Е. Ю. Бахтенко. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 446 с.

Додаткові:

1. Анিকেєв В. В. Летние практические занятия по физиологии растений (полевая практика) / В. В. Анিকেєв [и др.]. – М.: Учпедгиз, 1960.
2. Артамонов В. И. Занимательная физиология растений / В. И. Артамонов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 336 с.
3. Гуляев Б. И. Фотосинтез и продукционный процесс сельскохозяйственных растений / Б. И. Гуляев. – К., 1991.
4. Мокрушин М.М., Мокрушина Є.М., Петерсен Н.В., Меншиков М.М. Фізіологія рослин. – Вінниця: „Нова книга”, 2006. – 416 с.
5. Проценко Д. П. Фізіологія рослин / Д. П. Проценко. – К.: Вища школа, 1978.
6. Рубин Б. А. Физиология и биохимия дыхания растений / Б. А. Рубин, М. Е. Лодыгина. – М.: МГУ, 1974.
7. Сказкин Ф. Д. Летние практические занятия по физиологии растений / Ф. Д. Сказкин. [и др.]. – М.: Просвещение, 1973.
8. Хелдт Г.В. Биохимия растений. – М.: БИНОМ, 2011. – 471 с.

Інформаційні ресурси

1. <http://biology.org.ua/>

Навчально-методичне видання

Голуб Валентина Олександрівна
Голуб Сергій Миколайович
Єрмейчук Тамара Музаффарівна

Фізіологія рослин

Лабораторний журнал до виконання лабораторних робіт для студентів
заочної форми спеціальності 205 "Лісове господарство" факультету
біології та лісового господарства

Друкується в авторській редакції