**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ДМИТРА МОТОРНОГО**



**КАФЕДРА ПЛОДООВОЧІВНИЦТВА, ВИНОГРАДАРСТВА ТА БІОХІМІЇ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З КУРСУ

**„ФІЗІОЛОГІЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР”**

для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»

зі спеціальності 201 “Агрономія”

**МЕЛІТОПОЛЬ – 2019**

***Колесніков М.О. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Фізіологія польових культур» для студентів спеціальності 201 “Агрономія РО «Магістр» – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – 16 с.***

**Рецензент:** доцент, к.б.н. Вельчева Л.Г.

(Мелітопольський державний педагогічний університет)

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри ПОВБХ.

Протокол № \_\_\_від «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2019 року.

Розглянуто та перезатверджено на засіданні методичної комісії факультету АТЕ ТДАТУ і рекомендовано до друку.

Протокол № \_\_\_ від „\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2019 року.

© Колесніков М.О.

© ТДАТУ, 2019

**ВСТУП**

***Фізіологія польових культур***ставить за метувивчення особливостей фізіологічних процесів організмів сільськогосподарських культур в онтогенезі та їх залежності від зовнішніх факторів, продукційний процес, тобто процес формування врожаю та вплив факторів на цей процес. Дана дисципліна тісно зв’язана з технології вирощування, зберігання та переробки сільськогосподарської продукції..

В результаті вивчення дисципліни студент повинен **вміти:**

- оцінювати фізіологічний стан посівів і створювати всі умови для успішного їх росту, розвитку та формування максимально можливого врожаю;

- визначати основні фітометричні показники окремої рослини і посіву загалом, а також градієнт лімітуючих факторів їх росту і розвитку:

- розробляти заходи і визначати засоби оптимізації умов використання рослинами факторів їх життя та ресурсів господарства:

- контролювати продукційний процес посіву, прогнозувати хід та управляти формуванням врожаю за допомогою біохімічних та біометричних показників посіву.

**ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 1**

**Показники фотосинтетичної активності посівів**

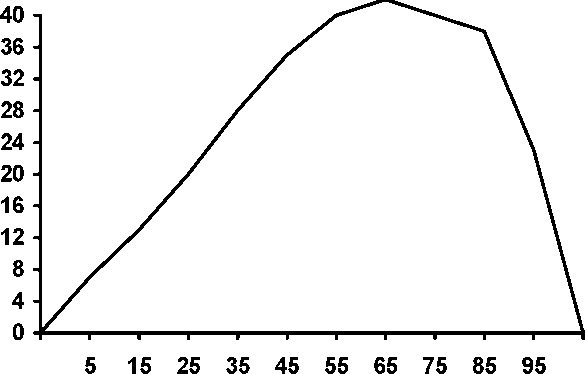
Якщо прийняти за робочу одиницю поверхні листків 1м2, то протягом дня фітоценоз, що має, наприклад, 10 тис. м2/га виконує фотосинтетичну роботу, що відповідає 10 тис. м2/га дням (це аналогічно тому, як якби ми характеризували обсяг роботи, виконуваний групою робітників у людино-днях). Аналогічно можна охарактеризувати фотосинтетичну роботу одиничної рослини. Для того щоб визначити виробничну здатність не за один день, а за весь вегетаційний період, треба підсумувати показники площі листів за цей час. Такий сумарний показник одержав назву фотосинтетичного потенціалу.

**Мета роботи.** ознайомитися та розрахувати фотосинтетичний потенціал сільськогосподарських культур.

***Матеріали й устаткування.*** *Лінійка, міліметровий папір. Вегетуючи рослини пшениці, ячменю, вівса, кукурудзи. Технічні й аналітичні ваги, термостат, бюкси або металеві стаканчики, ножиці, папір.*

**Порядок виконання роботи**

Спрощений графічний метод визначення фотосинтетичного потенціалу фітоценозу або окремої рослини полягає в знаходженні площі фігури, обкресленої кривою ходу росту площі листів і осями ординат. Фотосинтетичний потенціал одержують шляхом множення показника площі фігури на показники ціни одного сантиметра масштабу на осі ординат (у цьому випадку 4000 м2) і в днях осі абсцис (у цьому випадку 5).



Отже, продуктивність досліджуваного фітоценозу визначається роботою фотосинтетичного потенціалу 2,3 млн. м2 днів. Якщо біологічний урожай такого фітоценозу становить, наприклад, 12 т, то середня за вегетаційний період чиста продуктивність фотосинтезу дорівнює:

**ЧПФ = 12000000 г / 2300000 м2 \*доба = 5,02 г/м2\*доба**

**Завдання 1:** Визначити фотосинтетичний потенціал однієї рослини буряка за вегетаційний період при наступному ході росту площі листів: площа листів, м : 0,03; 0,07; 0,12; 0,20; 0,25; 0,35;0,45; 0,55; число днів від появи сходів: 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80.

Знайти чисту продуктивність фотосинтезу, якщо вага рослини в момент збирання 1050 г, а зміст сухих речовин 25 %.

**Завдання 2:** Визначити фотосинтетичний потенціал фітоценозу кукурудзи за вегетаційний період при наступному ході росту площі листів: площа листів, тис. м : 3; 8; 15; 25; 30; 36; 40; 42; 43; 40; 37; 30; 25; число днів від появи сходів: 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 110; 120; 130.

Знайти чисту продуктивність фотосинтезу, якщо врожай силосної маси становить 1100 ц/га (200 ц листів і 900 ц стебел з качанами). Зміст води в листах 70 %, у стеблах з качанами - 60 %.

***Завдання***

1. *Скільки органічної речовини синтезує рослина за15 хв, якщо відомо, що інтенсивність фотосинтеза складала 20 мг/дм2·год, а поверхня листя дорівнює 2,5 м2?*
2. *За 20 хв побіг, листова поверхня якого дорівнює 240 см2, поглинув 16 мг СО2. Визначити інтенсивність фотосинтезу.*

**ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 2**

**Методи визначення інтенсивності фотосинтеза**

Для визначення інтенсивності фотосинтезу водних рослин можна використовувати метод підрахунку пухирців кисню. На світлі в листах відбувається процес фотосинтезу, продуктом якого є кисень, що накопичується в міжклітинниках. При зрізанні стебла надлишок газу починає виділятися у вигляді безперервного потоку пухирців, швидкість утворення яких залежить від інтенсивності фотосинтезу. Даний метод не відрізняється великою точністю, проте дуже простий і дає наочне уявлення про тісну залежність процесу фотосинтезу від зовнішніх умов.

**Мета роботи:** визначити інтенсивність фотосинтезу за дії різної освітленості, світла різного спектру, температури у родної ролини елодеї.

**Матеріали й устаткування.** Елодея, акваріум або скляна судина, воронка, пробірка, лампа електрична, термотетр. Гідрокарбонат натрію, біхромат калію, аміак, сульфат купруму, вода дист.

**Порядок виконання роботи**

Помістити гілочку елодеї з неушкодженою верхівковою брунькою в кювету з водою й зробити зріз гострим лезом для усунення можливості закупорки шляхів при виході га­зу. Занурити гілочку зрізом нагору в пробірку з водою, попередньо збагачену вуглекислотою шляхом розчинення невеликої кількості соди (перед зануренням гілочки внести в пробірку на кінчику ножа NaHCO3 і збовтати). Поміщаючи пробірку з гілочкою елодеї в ті або інші умови, почекати, поки встановиться рівномірний потік пухирців, підрахувати кількість пухирців виділених за певний час. Використовуючи як джерело світла настільну лампу потужністю 100-200 Вт, виконати наступні досліди.

***ДОСЛІД 1. Вплив освітленості.*** Налити воду, нагріту до 30 °С, у колбу або скляний циліндр і вставити в цю судину пробірку з гілочкою елодеї. Підрахувати кількість пухирців кисню при різних відстанях від джерела світла.

***ДОСЛІД 2. Вплив спектрального складу світла.*** Підрахувати кількість пухирців при опроміненні білим світлом (пробірка занурена в судину з водою). Потім провести спостереження при червоному фільтрі, заміняючи воду в зовнішній судині розчином 1% K2Cr2O7, що пропускає червоні, жовтогарячі й жовті промені й не пропускає синьо-фіолетові. Після цього визначити інтенсивність фотосинтезу на синьому екрані, наливаючи в зовнішню судину розчин сірчано-аміачно-мідної солі (4% розчин мідного купоросу, насичений аміаком), що пропускає блакитні, сині й фіолетові промені, але затримуючу довгохвильову частину спектра. Всі три спостереження провести з рідинами однакової температури й на одній відстані від джерела світла.

***ДОСЛІД 3. Вплив температури.*** Налити в зовнішню судину спочатку теплу, а потім холодну воду й підрахувати кількість пухирців при однаковій відстані від джерела світла.

Результати записати в таблицю (відстань від джерела світла й температура зазначені орієнтовно).

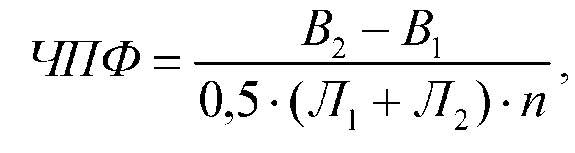
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Відстань від джерела світла, см | Екран | Температура, °С | Кількість пухирців О2 за 5 хв. |
| 5 | білий | 30 |  |
| 10 | білий | 30 |  |
| 20 | білий | 30 |  |
| 5 | білий | 30 |  |
| 5 | червоний | 30 |  |
| 5 | синій | 30 |  |
| 5 | білий | 30 |  |
| 5 | білий | 10 |  |

**Завдання:** заповнити таблицю і зробити висновки про вплив досліджених факторів на інтенсивність фотосинтезу.

**ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3**

**Визначення чистої продуктивності фотосинтезу**

Найбільший приріст врожаю в посіві забезпечуються при оптимальному співвідношенні площі листів у період її максимального розвитку й чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ). ЧПФ - це показник, що позначає число грамів загальної сухої маси врожаїв, утворених 1 м2 площі листів у середньому протягом дня за проміжок часу в n (звичайно 5-7) днів.



де В1 і В2 - суха маса рослин з 1 м2 фітоценозу на початку й проміжку, що враховується наприкінці, часу;

Л1 і Л2 - площа листів рослин з тої ж площі фітоценозу на початку й наприкінці того ж проміжку часу;

0,5 \* (Л1 + Л2) - середня площа листів за даний проміжок часу;

n - кількість днів.

**Мета роботи.** Визначити та розрахувати чисту продуктивність фотосинтезу насаджень сільськогосподарських культур.

**Матеріали й устаткування.** Рамка 0,5х0,5 м, лопатка, лінійка, міліметровий папір. Рослини пшениці, ячменю, вівса, кукурудзи. Технічні й аналітичні ваги, термостат, бюкси або металеві стаканчики, ножиці, папір.

**Порядок виконання роботи**

Визначення площі листів

Якщо маса листів невелика ( 50-100 г), площа найчастіше визначають ваговим методом шляхом зважування контурів. Контур листа можна одержати, наклавши лист на міліметровий папір і обвівши його олівцем. Якщо папір рівний по товщині й по масі, то, знаючи вагу 1 см або 1 дм, можна визначити площу листів, вирізуючи й зважуючи її відбитки. Попередньо потрібно переконатися в тім, що вага декількох квадратиків (5 см х 5 см), що вирізуються з паперу, однакова.

Визначення сухої маси рослин здійснюють шляхом відповідного розрахунку, знаючи сиру масу органів і вміст у них сухих речовин. Для знаходження вмісту сухої речовини з рослинної маси кожної частини (%) беруть дві-три порції матеріалу, поміщають у бюкси (або металеві стаканчики), зважують і висушують у термостаті при 105 °С до постійної маси.

***Завдання.*** *Знайти ЧПФ, якщо сира маса рослин на початку періоду (n = 5 днів) - 800 г (стебла - 500 г і листів - 300 г), а наприкінці - 1700 г (стебла - 800 г і листів - 900 г). Вміст сухих речовин у листках 30 %, у стеблах - 20 %.*

*Площу листків визначити в цьому випадку виходячи з маси одиниці площі листа лабораторної рослини*.

**ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯННЯ № 4**

**Методи визначення швидкості роста рослин**

Для вивчення ростових процесів широко застосовують метод нанесення міток на поверхню органа рослини через однакові відстані. По мірі росту органа відстані між мітками збільшуються й можуть бути використані для характеристики інтенсивності росту різних ділянок зростаючої зони органу. Мітки наносять тушшю (розтирають суху туш в 5%-ном розчині декстрину або альбуміну) або маркіровочною рідиною, отриманої із сажі або активованого вугілля й парафінового масла (сажу або активоване вугілля розтирають із парафіновим маслом до утворення густої рідини).

Для нанесення міток використають щетинку, прив'язану до палички, тонко заточену дерев'яну паличку або нитку, змочену тушшю або маркіровочною рідиною. Якщо стебла досить прямі, для однорідного маркування зручно скористатися пластмасовим гребінцем. Кінчики зубців гребінця притискають до штемпельної подушки, а потім до стебла або кореня. Чорнильні плями прилипнуть до рослини, і якщо їм дати висохнути, вони збережуться навіть після обережного поливу рослини. Для нанесення більше рідких міток можна використати кухонну яєцерізку, дротика якої варто змазати чорнилом.

**Мета роботи:** ознайомитися з методом визначення зони роста та швидкості роста кореня й стебла.

**Матеріали й устаткування.** Проростки гороху з коріннями довжиною 1,5-2 см, проростки соняшника висотою 2-3 см, вирощені в темряві, туш або маркіровочна рідина, деревні обпилювання. Препарувальні голки або тонко заточені дерев'яні палички, міліметровий папір, вологі камери.

**Порядок виконання роботи.**

*Визначення зони росту кореня.* Насіння гороху або квасолі, кінських бобів, кукурудзи пророщують у вологих обпилюваннях або перліті, де скляною паличкою роблять поглиблення для вільного строго вертикального росту кореня. Потім на невеликі (довжиною 1,5-2 см) зовсім прямі, попередньо обережно обсушені фільтрувальним папером, корінь (три-чотири кореня) наносять мітки, починаючи з кінчика. Відстані між мітками 1 мм. Мітки повинні бути тонкими й добре помітними. Далі проростки поміщають у сприятливі для росту умови: вологі камери, темні кімнати при температурі 20-25°С. Через 1 добу вимірюють відстані між мітками (при збільшенні ширини самих міток вимірюють від їхньої середини) і обчислюють середньодобовий приріст різних ділянок кореня.

Результати виражають графічно, відкладаючи по осі абсцис номера відрізків, а по осі ординат - прирости. Результати досліду записують у таблицю за наведеною формою.

**Таблиця - Визначення зони приросту кореня**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  проростка | Зона приросту, мм | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

*Визначення зони росту стебла.* Метод заснований на обліку приростів різних ділянок стебла за 1 добу. На чотирьох проростках соняшника висотою 2—3 см тушшю наносять (починаючи від верхівки проростка) по десяти міток на відстані 2 мм друг від друга. Проростки поміщають у темне місце яри температурі 20—25°С. Через 1 добу вимірюють відстані між мітками й обчислюють приріст різних ділянок стебла.

Результати досліду записують у зошит і виражають графічно, відкладаючи по осі абсцис порядковий номер мітки, а по осі ординат - приріст. Результати досліду записують за формою, зазначеної для визначення зони росту кореня.

***Завдання.*** *Записати результати досліду та зробити висновки про характер росту кореня та стебла.*

**ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 5**

**Вплив температури на інтенсивність транспірації зрізаних листів**

**(за Л. І. Івановим)**

Метод заснований на обліку змін маси зрізаного транспірируючого листа за короткі проміжки часу, що дає можливість спостерігати транспірацію при тім стані насичення листа водою, у якому він перебував на рослині.

**Мета роботи:** визначити вплив температури на інтенсивність транспірації зрізаних листків ваговим методом.

**Матеріали й устаткування.** Десятиденні проростки вівса або пшениці. лаботаторні ваги, фени, ножиці, підставки для підвішування листів.

**Порядок виконання роботи.**

Зрізають два листи та зважують їх негайно з точністю 0,001 г. Один лист розміщують при кімнатній температурі, а другий кладуть до термостату при температурі 40 С. Через 10 хв після зважування повторно зважують всі листи. Дані заносять у таблицю.

Зменшення у масі листів за час між першим і другим зважуваннями показує, скільки води випарувалося за цей період. Для статистичного аналізу всі розрахунки необхідно виконувати по сумарній масі десяти листів кожного варіанта. Розраховують кількість грамів води, що випарувалася з 1 м2 листів за 1 год.Результати досліду записують у таблицю за наведеною формою.

**Таблиця - Визначення інтенсивності транспірації зрізаних листів**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіант | Початкова маса листів, мг | Маса листків, що транспірують, мг | Втрата води, мг | Інтенсивність транспірації, г/(м2\*год) |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |

***Завдання.*** *Розрахувати інтенсивність транспірації за кількістю транспірованої листями води при різній температурі повітря.*

**ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 6**

**Методи визначення посухостійкості с/г культур**

Здатність рослин на перших етапах розвитку мінімально використовувати вологу в умовах недостатнього водопостачання служить одним з важливих біологічних і господарсько корисних ознак сорту. Визначаючи кількість пророслих насінь на розчинах з високим осмотичним тиском, що імітує умови фізіологічної сухості ґрунту, представляється можливим встановити на ранніх етапах онтогенезу відносну посухостійкість видів і сортів.

**Мета роботи:** імітувати умови фізіологічної сухості ґрунту за допомогою розчинів сахарози з різними осмотичним тиском та з’ясувати посухостійкість насіння за ступенем його проростання.

**Матеріали й устаткування.** Насіння пшениці, вівса, проса, гороху, вікі, кукурудзи, ячменя, 15, 20, 25%-ні розчини сахарози з осмотичним тиском відповідно 1000, 1400, 1800 кПа. Чашки Петрі, фільтрувальний папір, термостат, лінійки.

**Порядок виконання роботи**

У чашках Петрі на фільтрувальному папері проростити по 50 насінь у трьох повторностях. Фільтрувальний папір змочити розчином сахарози з осмотичним тиском 1000, 1400 і 1800 кПа. Підрахунок пророслих насінь просести на третій день. Чим стійкіше сортозразок, тим вище кількість пророслих насінь на більших концентраціях сахарози, тим більше довжина корінців і проростків.

Результати досліду записати у таблицю за наведеною формою.

**Таблиця - Визначення посухостійкості рослин**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Варіант досліду | Число насінь,  пророслих на 3-й  день | Число насінь, що проросли на 7-й  день | Висновок |

***Завдання:*** *записати дослід та зробити виснокок про посухостійкість досліджуваного насіння.*

**ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7**

**Визначення солестійкості насіння злакових культур**

В умовах надмірного засолення грунту схожість насіння й інтенсивність росту рослин часто знижуються. При визначенні солестійкості показником стійкості служить порівняння числа пророслого насіння в розчинах солі та в дистильованій воді.

**Мета роботи:** визначити солестійкість злаків.

**Матеріали і устаткування:** чашки Петрі, фільтрувальний папір, розчин формаліну (1 мл формаліну на 300 мл води), хімічні стакани, марлеві мішечки, етикетки, термостат, сушильна шафа, піпетки на 10 мл, розчин NaCl, дистильована вода. **Рослини:** насіння ячменю, кукурудза і ін.

**Порядок виконання роботи**

Відбирають здорове насіння рослин, поміщають їх в різні марлеві мішечки з етикеткою всередині і обробляють розчином формаліну протягом 3 - 5 мин. Потім злегка просушують і розкладають по 10 - 20 зернят в кожну чашку Петрі. Заздалегідь чашки Петрі прожарюють в сушильній шафі при 150 С протягом 1 год, на їх дно укладають фільтрувальний папір. У кожну чашку наливають по 10 мл 7 %- або 10 % розчин NaCl і 10 мл дистильованої води (контроль). Дослід проводять в триразовій повторності.

Чашки Петрі з насінням поміщають в термостат при температурі 26 С для пророщування. На дно термостата ставлять кювету з водою. Через сім днів в кожному варіанті підраховують число пророслого насіння. Визначають відсоток схожості. Результати записують в таблицю.

**Таблиця - Схожість насіння злаків залежно від засолення грунту**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рослина | Вариант досліду | Число пророслого насіння | Схожисть, % |
| Ячмінь | Н2О |  |  |
| NaCl, % |  |  |
| Кукурудза | Н2О |  |  |
| NaCl, % |  |  |

***Завданиня.*** *Зробити висновок про солестійкість досліджуваних рослин.*

**ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 8**

**Виявлення впливу елементів живлення на продукційний процес зернових, зернобобових, технічних культур**

Виключення кожного з макроелементів приводить до порушення структур і обміну речовин рослин, гальмуванню їхнього росту й надалі - до загибелі. Однак видимі ушкодження проявляються не відразу й не одночасно. Найбільше швидко позначається виключення азоту й кальцію: першого - через високу потребу в ньому зростаючих рослин, другого - через нездатність до повторного використання, або реутилізації. До нереутилізуемих або важко реутилізуемих мінеральних елементів ставляться також мікроелементи, крім бора, хлору, йоду. Високим ступенем реутилізації відрізняються азот, фосфор, сірка, калій, у меншому ступені - магній. Тому недолік перерахованих елементів проявляється в тривалих дослідах (більше 2 тиж).

**Мета роботи:** ознайомитися з ознаками голодування рослин за окремими елементами мінерального живлення. Навчитися готувати поживні суміші.

**Матеріали й устаткування.** Проростки рослин, концентровані розчини KNO3, Ca(NO3)2, KC1, NaCl, KH2PO4, Na2PO4, MgSO4\*7H2O, приготовлені з таким розрахунком, щоб 5-10 мл цього розчину відповідали концентрації солі в нормальній суміші Хогланда—Снайдерса; наважка з CaSO4\*7Н2О; 0,5%-ный розчин цитрату або тартрата заліза; розчини борної кислоти й сульфату марганцю. Літрові скляні банки, паперові чохли для банок, шпагат, дерев'яні пробки, бюретки на 50 мл.

**Порядок виконання роботи.**

*Готування поживних сумішей.* Готовлять повну поживну суміш по Хогланду-Снайдерсу й поживні суміші з виключенням азоту, фосфору й калію. При виключенні з поживної суміші будь-якого елемента, пов'язані з ним елементи вносять в еквівалентних кількостях у вигляді солей, що не містять елемент, що виключає.

Для готування концентрованих маточних розчинів солей, що входять у суміш Хогланда-Снайдерса, становлять робочі таблиці, у яких указують необхідну кількість солей на обраний об'єм розчину (див. таблицю). Маточну поживну суміш готовлять із того розрахунку, що 10 мл розчину солей макроелементів відповідає їхній кількості в 1н. суміші Хогланда-Снайдерса (на 1 л або 1 кг субстрату). Мікроелементи вносять по 2 мл на 1 л поживної суміші. (Необхідність внесення мікроелементів і їхній вибір визначає викладач.)

*Суміш без азоту.* До складу суміші азот входить у вигляді солей Ca(NO3)2 і KNO3. Для того щоб після виключення його з поживного розчину концентрації калію й кальцію зберігалися на колишньому рівні, KNO3, заміняють на КС1, a Ca(NO3)2 — на CaSO4-2H2O.

**Робоча таблиця для приготування поживної суміші по Хогланду-Снайдерсу**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сіль | Маса солі для приготування 1 л маточного розчину, мл | | Для готування 1л суміші Хогланда-Снайдерса додають маточного розчину, мл | | | | | |
| 1 норма | | 0,5 норми | | | 0,2 норми |
| *Макроелементи (на 10 л)* | | | | | | | | |
| KNO3 | | 510 | | 10,0 | | 5,0 | 2,0 | |
| Ca(NO3)2 | | 10%-ний р-н  d418 1,0771 | | 8,2 | | 4,1 | 1,6 | |
| КН2РО4 | | 136 | | 10,0 | | 5,0 | 2,0 | |
| MgSO4-7H2O | | 490 | | 10,0 | | 5,0 | 2,0 | |
| *Мікроелементи (на 2 л)* | | | | | | | | |
| МпС12-4Н2О | 0,35 | | Готовлять в окремих склянках | | | | | |
| Н3ВО3 | 0,55 | |
| ZnSO4 | 0,05 | |
| CuSO4 | 0,05 | |
| МоО2 | 0,024 | |
| FeSO4-7H2O | 4,0 | |

*Примітка. Посуд для готування розчинів макро- і мікроелементів повинний бути з кольорового скла, щоб уникнути розмноження мікроскопічних водоростей.*

Розрахунок виконують, користуючись даними таблиці.

Замість 0,51 г KNO3, виключеного по азоті з поживної суміші, у розчин вносять еквівалентне по змісту калію кількість КС1, рівне 0,38 г.

Замість 0,82 г Ca(NO3)2 вносять 0,86 г CaSO4-2H2O.

*Суміш без фосфору.* Сіль КН2РО4 заміщають сіллю КС1.

Замість 0,136 г КН2РО4 беруть 0,08 г KCI.

*Суміш без калію.* Сіль КН2РО4заміняють Na2PO4\*H2O, a сіль KNO3 —NaNO3.

На 1 л суміші беруть 0,138 г солі Na2PO4 і 0,425 г NaNO3

Подібним же чином можна проводити розрахунки при виключенні інших катіонів і аніонів суміші.

**Закладка досліду й облік результатів.**

У літрову банку наливають 700 мл водопровідної води, по черзі вводять туди у вигляді розчинів всієї солі поживної суміші (CaSO4\*2H2O вносять у порошку). Після додавання чергового розчину вміст посудини помішують скляною паличкою. Після внесення всіх солей доливають водою до об’єму 850 або 900 мл. Закривають банку дерев'яною пробкою, що служить опорою для рослини. Висаджують в отвори пробки однакове число вирівняних проростків і закріплюють їх негігроскопічною ватою.

Корінь занурюють у розчин, рівень якого повинен бути нижче пробки залежно від довжини корінь на 1-5 см. Закривають корінь від світла й оберігають розчин від перегріву, для чого надягають на банку паперовий чохол або поміщають її в полотняний мішок (бажано, щоб внутрішня сторона його була чорна, а зовнішня - біла). Прикріплюють етикетку, на якій простим олівцем позначають факультет, номер групи, прізвище й варіант досліду.

Поживні розчини щодня продувають повітрям через розпилювачі за допомогою компресора або гумової груші протягом 15-20 хв. По мірі убування поживного розчину за рахунок транспірації посудини доливають водою до вихідного рівня. Тривалість досліду 4 тижня.

Результати досліду записують у таблицю за наведеною формою.

**Завдання.** Записати порядок та методику приготування поживної суміши, виявити ознаки дефіциту певних елементів живлення.

**Таблиця - Розвиток рослин залежно від складу поживної суміші**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поживна суміш | повторність | Висота рослин,см | Число листів | Маса надземної частини | | Маса  коренів | | Відношення маси надземної частини до маси коренів | Число продихів у полі зору | Зовнішній вигляд рослин (фарбування листів, характер ушкоджень) |
| г/посудина | | | |
| сира | суха | сира | суха |
| Повна |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Без N |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Без Р |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Без К |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Список літератури**

1. Частная физиология полевых культур / под ред. Е.И. Кошкина. – М.: КолосС, 2005. – 344 с.
2. Макрушин М.Н., Петерсон Н.В., Цибулько В.С. Фізіологія сілськогосподарських рослин з основами біохімії. – К.: Урожай, 1995. – 352 с.
3. Батыгин Н.Ф. Онтогенез высших растений.-К.Высшая школа, 1986-с.301.
4. Практикум по физиологии растений / Под. ред. проф. Н.Н. Третьякова. -М.: Агропромиздат, 1990. - 270 с.
5. Лебедев С. И. Физиология растений. - 3-е изд. - М.:Агропромиздат, 1988. -544 с.
6. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. -К.: Фітосоціоцентр, 2001. -392 с.
7. Метлицкий Л.В. и др. Биохимия имунитета, покоя и старения растений. – М.: Наука, 1984. – 264 с.