



Національний університет  
водного господарства та природокористування

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та природокористування  
Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

05-01-042



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
до виконання лабораторних робіт  
з навчальної дисципліни “Агрохімія”  
студентами напрямку підготовки  
6.090101 “Агрономія”  
денної та заочної форм навчання

(частина 1)

*Рекомендовано  
методичною комісією  
за напрямом підготовки  
6.090101 «Агрономія»  
Протокол № 2  
від 23.09.2016 р.*

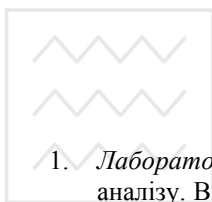
Рівне-2016



Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Агрохімія» студентами напряму підготовки 6.090101 „Агрономія” денної і заочної форм навчання - Рівне: НУВГП, 2016. – 20 с.

*Упорядник:* **О.А. Фурманець**, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

*Відповідальний за випуск:* **С.С. Трушева**, к.с.-г.н., доцент, в.о. завідувача кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства



## Національний університет водного господарства

### Зміст

1. <i>Лабораторна робота № 1.</i> Відбір проб рослин і підготовка їх до аналізу. Визначення вмісту сухої речовини і вологи в рослинному матеріалі. Перерахунок даних аналізу на абсолютно суху речовину і стандартну вологість .....	3
2. <i>Лабораторна робота № 2.</i> Визначення вмісту сирової золи.....	6
3. <i>Лабораторна робота № 3.</i> Визначення загального вмісту азоту, фосфору і калію в одній наважці рослинного матеріалу.....	8
4. <i>Лабораторна робота № 4.</i> Визначення крохмалю у зерні.....	12
5. <i>Лабораторна робота № 5.</i> Визначення вмісту каротину в моркві.....	13
6. <i>Лабораторна робота № 6.</i> Визначення вмісту вітаміну С в рослинному матеріалі .....	19
7. <i>Лабораторна робота № 7.</i> Визначення кількості і якості клейковини в насінні пшениці.....	17
Рекомендована література.....	20



## **ВІДБІР ПРОБ РОСЛИН І ПІДГОТОВКА ЇХ ДО АНАЛІЗУ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ СУХОЇ РЕЧОВИНИ І ВОЛОГИ В АНАЛІЗОВАНОМУ МАТЕРІАЛІ. ПЕРЕРАХУНОК ДАНИХ АНАЛІЗУ НА АБСОЛЮТНО СУХУ РЕЧОВИНУ І СТАНДАРТНУ ВОЛОГІСТЬ.**

Проби рослин для аналізу відбирають на ділянках дослідів чи на виробничих посівах. Взяття проб рослин є відповідальним моментом у дослідницькій роботі. В усіх випадках при відборі проб рослин варто прагнути, щоб зразки відповідали середньому стану рослин на даній ділянці дослідів чи ділянці поля. Якщо ж на полі явно виділяються ділянки з поганим станом рослин і з гарним, то окремо відбирають проби рослин, що характеризують ці ділянки. У досліджах не слід включати в проби рослини, на яких позначаються випадкові причини, які нічого загального не мають з досліджуваними факторами.

Варто знати, що проби поділяють на первинні, середні й аналітичні. Первинні проби рослин складають двома способами:

1. По ділянках (беруться рослини на закріплених ділянках, місце і число яких визначено заздалегідь);
2. По кількості рослин (відбирається визначене число рослин з рівномірним охопленням усієї ділянки чи ділянки дослідів).

Перший спосіб застосовується частіше на культурах суцільного посіву, другий — на посівах просапних.

Необхідно пам'ятати, що життя рослинного організму умовно поділяється на ряд періодів, кожний з яких характеризується визначеною спрямованістю фізіолого-біохімічних процесів і вимогами до умов зовнішнього середовища. Тому відбір проб пристосовують до визначених фаз розвитку рослин чи етапах органогенезу.

Відбір первинних зразків проводять з кожного варіанта чи основних варіантів дослідів. Бажано відбирати їх з усіх повторів, щоб була можливість математично обробити результати аналізу. Однак з метою скорочення аналітичної роботи допускається брати їх із двох несуміжних повторень, при цьому аналіз необхідно проводити окремо.

Результати аналізів виражають у відсотках до абсолютно сухої речовини. Тому перед кожним аналізом необхідно визначити вміст вологи в досліджуваній речовині. Можливі два варіанти:

1) речовину при відборі аналітичної проби доведено до повітряно-сухого стану (доведена до повітряно-сухого стану речовина містить лише гігроскопічну вологу);

2) речовина аналізується в сирому стані. Метод визначення заснований на висушуванні наважки рослинного матеріалу до постійної ваги.



Національний університет  
та природокористування

## ВИЗНАЧЕННЯ АБСОЛЮТНО СУХОЇ РЕЧОВИНИ І ВОЛОГИ У ПОВІТРЯНО-СУХОМУ МАТЕРІАЛІ

### Хід аналізу

**Взяття наважки.** Беруть скляний чи металевий бюкс і просушують його в термостаті при температурі 100—105°C до постійної ваги. Насипають у бюкс (до 2/3 його об'єму) подрібнену речовину і зважують бюкс із наважкою на аналітичних вагах. По різниці знаходять величину наважки.

**Сушіння і зважування.** Ставлять бюкс із наважкою у термостат (треба відкрити кришку бюкса) і сушать три-п'ять годин при температурі 100—105°C. Охолоджують у ексікаторі 20—30 хвилин і, закривши кришку, зважують на аналітичній вазі.

**Доведення до постійної ваги.** Знову ставлять бюкс із наважкою у термостат на 1 годину, охолоджують у ексікаторі і зважують. Якщо різниця з попередньою вагою не перевищила 0,0003 г, сушіння вважається закінченим. У іншому випадку варто продовжувати сушіння.

### Записи і розрахунки:

- мета і принцип методу;
- об'єкт аналізу;
- вага порожнього бюкса (а), г;
- вага бюкса з наважкою до сушіння (б), г;
- величина наважки (б - а), г;
- вага бюкса з наважкою після сушіння, г:
  - перше зважування
  - друге зважування
  - третє зважування — постійна вага (в), г;
- вага абсолютно сухої речовини (в - а), г;
- відсоток сухої речовини:

$$d = \frac{(e - a) \cdot 100}{(b - a)}$$

- відсоток гігроскопічної вологи:

$$e = 100 - d$$

**Оцінка результатів аналізу.**



### **Хід аналізу**

**Взяття наважки.** Насипають у бюкс до 1/5 його об'єму сухого прожареного піску (прожарений пісок створює порозність маси і тим самим сприяє найшвидшому видаленню водяної пари) і ставлять у термостат. Бюкс разом з піском доводять до постійної ваги при температурі 100—105°. Потім поміщають у бюкс до 2/3 його об'єму ретельно подрібнений і перемішаний аналізований матеріал. Зважують бюкс із наважкою на аналітичних вагах. По різниці ваг бюкса з піском і наважкою і бюкса тільки з піском визначають величину наважки, що може бути від 3 до 7 г.

**Просушування.** Ставлять бюкс із наважкою у термостат з температурою 50—60°C і сушать протягом 4-х годин, потім переставляють його в термостат з температурою 100—105°C і сушать ще 3—4 години, охолоджують у ексикаторі і зважують на аналітичних вагах.

**Доведення до постійної ваги.** Ставлять бюкс знову в термостат і сушать при 100—105°C дві години. Охолоджують у ексикаторі і зважують. Повторне двогодинне сушіння з наступним зважуванням роблять доти, поки різниця між двома останніми вагами стане менш 0,0003 г.

### **Записи і розрахунки:**

— мета і принцип методу;

— об'єкт аналізу;

— постійна вага бюкса з піском (а), г;

— вага бюкса з піском і наважкою до сушіння (б), г;

— вага бюкса з піском і наважкою після сушіння (г);

перше зважування,

друге зважування

третє зважування постійна вага (в);

— величина наважки = (б - а), г;

— вага сухої речовини = (в - а), г;

— відсоток сухої речовини:

$$d = \frac{(в - а) \cdot 100}{(б - а)}$$

— відсоток вологості:

$$e = 100 - d$$

**Оцінка результатів аналізу.**



## ПЕРЕРАХУНОК ДАНИХ АНАЛІЗУ НА АБСОЛЮТНО СУХУ РЕЧОВИНУ І СТАНДАРТНУ ВОЛОГІСТЬ

Для перерахування даних аналізу на азот, цукор і інші компоненти, одержуваних у вологому матеріалі, на абсолютно суху речовину чи речовину зі стандартною вологістю, застосовують наступні формули:

1. Відсоток білка, жиру, чи золи інших з'єднань у абсолютно сухій речовині

$$\% = \frac{a \cdot 100}{100 - v},$$

де  $a$  - відсоток білка, жиру, золи чи інших з'єднань при вологості  $v$ ;  
 $v$  - наявна вологість (визначена при аналізі), %.

2. Відсоток білка, жиру, чи золи інших з'єднань при стандартній вологості

$$\% = \frac{a \cdot (100 - sv)}{100 - v},$$

де  $a$  - відсоток білка, жиру, золи чи інших з'єднань при знайденій у результаті дослідження вологості;

$v$  - знайдена вологість, %;

$sv$  - стандартна вологість, %.

*Контрольні запитання:*

1. З якою метою визначають вміст сухої речовини і вологи в аналізованому рослинному матеріалі.
2. Методика визначення абсолютно-сухої речовини і вологи у повітряно-сухому рослинному матеріалі.
3. Методика визначення абсолютно-сухої речовини і вологи у свіжому рослинному матеріалі.
4. Перерахунок даних аналізів на абсолютно-суху речовину і стандартну вологість.

### Лабораторна робота №2

#### ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ СИРОЇ ЗОЛИ

Необхідно мати на увазі, що визначення вмісту золи в рослинному матеріалі дає можливість, по-перше, врахувати кількість



неспалимої частини в різні періоди росту рослин; по-друге, простежити за динамікою золи в різних органах; по-третє, визначити в загальній золі частку складових її елементів. У залежності від ґрунтів, клімату й агротехніки зокрема, застосовуваних добрив, зольний склад рослин піддається значним коливанням. Вміст золи змінюється також з віком рослин. У складі сухих речовин рослини на долю неспалимої частини приходиться в середньому близько 5%.

Для визначення кількості золи і її складових частин пробу рослинної речовини піддають озоленню (спалюванню) і виділяють мінеральний залишок — золу. До складу золи входять Ca, Mg, Fe, Na, K, Mn, Cu, Si, P, S і інші елементи. У золі вони знаходяться у вигляді окислів і солей.

Озолення може бути здійснено двома способами:

1) сухе озолення і 2) мокре озолення (найчастіше азотною чи сірчаною кислотами). Більш надійні результати дає мокре озолення, тому що з ним не зв'язана можливість втрати частини фосфору, сірки і калію. Для інших елементів цілком достатньо і сухе озолення. Більш того, при обережному спалюванні речовини і нагріванні золи його лише до початку слабо-червоного розжарювання втрати фосфору і калію мало ймовірні. Тому, завдяки швидкості, простоті і дешевизні, сухе озолення при зазначених умовах може бути застосовано й у випадку визначення вмісту в рослині фосфору і калію.

### Хід аналізу

**Взяття наважки.** Зважують на аналітичних вагах порожній, прожарений протягом 1 години порцеляновий тигель. Тигель прожарюють і зважують кілька разів, домагаючись постійної ваги. Насипають до 2/3 тигля подрібненої речовини (3—5 г), зважують і по різниці визначають величину наважки.

**Прожарювання.** Ставлять тигель з наважкою на піщану баню й озолнюють до припинення виділення диму, а потім, не охолоджуючи, переносять у муфельну піч. Поступово підвищуючи температуру муфельної печі, обережно прожарюють до повного згорання органічної речовини і придбання залишком однорідного сірувато-білого кольору (при наявності в золі Cu, Fe, Mn і інших елементів може з'явитися інше фарбування). При сильному прожарюванні золи іноді спостерігається сплавка кремнієвої кислоти, що покриває поверхню вуглистих часточок, ізолюючи їх цим від кисню і заважаючи їх повному згорянню. Найчастіше це буває при озоленні соломи злаків. Якщо подібне небажане явище відбулося, подальше прожарювання необхідно призупинити, тигель остудити і розчинити золу, що сплавилася, декількома краплями гарячої дистильованої води. Коли вуглисті частки сплинуть наверх, тигель і його вміст сушать, а потім знову обережно прожарюють. Вуглисті часточки,



що опинились нагорі, легко згоряють. Закінчивши прожарювання й остудивши тигель у ексікаторі, визначають вагу золи зважуванням тигля з його вмістом на аналітичних вагах.

Доведення до постійної ваги. Знову ставлять тигель на 30 хв у муфельну піч, прохолоджують і зважують. Якщо вага відрізняється від попередньої, то тигель знову прожарюють, доводять вагу до постійної.

Записи і розрахунки:

— мета і принцип роботи;

— об'єкт аналізу;

— вага (постійна) тигля порожнього (с), г;

— вага тигля з наважкою до прожарювання (а), г;

— вага тигля з наважкою після прожарювання, г;

— перше зважування,

друге зважування, постійна вага (в);

— вага сирової наважки (а - с), г;

— вага золи в наважці (в-с), г;

— відсоток золи:  $\frac{(v - c) \cdot 100}{a - c}$

**Оцінка результатів аналізу.**

*Контрольні запитання:*

1. З якою метою визначається вміст "сирової золи" в рослинному матеріалі.
2. Методи визначення вмісту золи в рослинному матеріалі.
3. Методика визначення вмісту золи в рослинному матеріалі.
4. Розрахунок вмісту золи в рослинному матеріалі.

### Лабораторна робота №3

#### ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО ВМІСТУ АЗОТУ, ФОСФОРУ І КАЛІЮ В ОДНІЙ НАВАЖЦІ РОСЛИННОГО МАТЕРІАЛУ

Суть методу полягає в розкладі органічної речовини проби в присутності каталізатора киплячою сірчаною кислотою, що призводить до утворення солей амонію. У гідролізаті проводиться роздільне визначення азоту, фосфору, калію:

- азоту - фотометрично в лужному середовищі іонів амонію у вигляді йодистого меркурамонію;





- фосфору - фотометрично в кислому середовищі фосфорно молібденової гетерополікислоти, яка відновлена хлористим оловом до, так званої, фосфорно молібденової сині;
- калію - на полум'яному фотометрі.

### **Підготовка до проведення аналізу**

Середню пробу рослинного матеріалу подрібнюють на відрізки довжиною 1—3 см, коренеплоди і плоди розрізають на пластинки (шматки) товщиною до 0,8 см. Методом квартування виділяють частину середньої проби, маса якої після висушування повинна бути не менше 50 г

Висушування проби ведуть на повітрі в сухому приміщенні, що вентилюється і не пропускає прямі сонячні промені. Можна також сушити їх у сушильній шафі при температурі 60—65 °С до повітряно-сухого стану. Повітряно-суху пробу подрібнюють на лабораторному млині без залишку. Якщо є залишок, його подрібнюють ножицями або в ступці, змішують з розмеленою масою і ретельно перемішують. Ці проби зберігають у сухому місці в приміщенні, де немає парів аміаку.

### **Проведення аналізу**

#### ***Проведення мінералізації***

Наважку сухого рослинного матеріалу 0,2 г переносять у пробірку з термостійкого скла ( $d = 2$  см;  $h = 20$  см) чи в термостійкі колби Ерлен-Мейера ємкістю 100 см<sup>3</sup> або в невеликі колби К'ельдаля, змочують 5-10 краплями дистильованої води. Заливають 3—5 см<sup>3</sup> концентрованої сірчаної кислоти, також обов'язково ставлять контрольну пробу на чистоту реактивів. Проби залишають на 6 годин або на ніч. Нагрівання і спалювання проводять на електричних плитах, накритих шаром азбесту чи на газових пальниках. Спершу (на протязі 2 годин), спалювання ведуть на слабкому вогні, потім нагрів підсилюють до появи білого пару, який потім зникає. Нагрівання ведуть так, щоб рідина не кипіла, але спалювання було інтенсивним. Після того як рідина в колбах чи пробірках набуває темно-коричневого, однорідного кольору, стане маслянистою (краплі, що стікають, не залишають слідів на склі), рідину охолоджують, додають 0,5 см<sup>3</sup> 57% HCl, перемішують і продовжують нагрів. Якщо через 1,0—1,5 години рідина не стала безбарвною, знову охолоджують і додають ще по 1—2 краплі хлорної кислоти. По закінченні спалювання і охолодження, в пробірках чи колби додають по 5 см<sup>3</sup> бідистилату і нагрівають на водяній бані при 100°С протягом 10—15 хвилин (щоб перевести пірофосфати в ортофосфати).

Після охолодження мінералізаці переносять у мірні колби — 100 - 250 см<sup>3</sup>, доводять до риски і ретельно перемішують. В розчині мінералізату визначають загальні форми азоту, фосфору, калію.



Із розчину мінералізату піпеткою беруть 2—5—25 см<sup>3</sup> (в залежності від концентрації азоту) і переносять у мірні колби на 50-100 см<sup>3</sup>, додають трохи води, перемішують, нейтралізують надлишок кислоти 10% NaOH. На кожні 2 см<sup>3</sup> мінералізату додають 1 см<sup>3</sup> 10% NaOH. Кінець нейтралізації перевіряють лакмусовим папером, який повинен злегка посиніти. Після перемішування розчину, додають 10% Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> теж по 1 см<sup>3</sup> на 2 см<sup>3</sup> мінералізату, ретельно перемішують.

Кремнекислий натрій зв'язує іони, що не дисоціюються, усуваючи таким чином помутніння дослідного розчину. Таку дією має і сегнетова сіль, тому її теж можна використовувати в даному методі для зв'язування іонів кальцію і магнію замість кремнекислого натрію.

Хід виконання аналізу такий як описано вище. Із розчину мінералізату піпеткою беруть від 2 до 25 см<sup>3</sup>, переносять у мірну колбу на 50-100 см<sup>3</sup>, додають трохи води, перемішують, нейтралізують 10% NaOH. На кожні 2 см<sup>3</sup> мінералізату додають 1 см<sup>3</sup> NaOH, після перемішування наливають 50% сегнетову сіль теж по 1 см<sup>3</sup> на 2 см<sup>3</sup> мінералізату, ретельно перемішують, у випадку помутніння розчину, додають ще по 1 см<sup>3</sup> сегнетової солі, щоб одержати прозорий розчин.

У колбочки додають по 1 см<sup>3</sup> реактиву Неслера: 1 см<sup>3</sup> — в 50 см<sup>3</sup> і 2 см<sup>3</sup> — в 100 см<sup>3</sup> колбочки, перемішують, доводять водою до риски і через 10 хвилин приступають до визначення азоту на фотоелектроколориметрі чи спектрофотометрі. Визначення на спектрофотометрі КФК-2 проводиться при довжині хвилі 440 нм товщині шару розчину чи довжині кювети 1 см.

### **Визначення вмісту загального фосфору в мінералізаті.**

А- з відновником двохлористим оловом.

10—20 см<sup>3</sup> мінералізату наливають у колбу на 50 см<sup>3</sup>, додають трохи води, 1—2 краплі  $\alpha$  чи  $\beta$  динітрофенолу. Розчин нейтралізують 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> до появи жовтого кольору, який знищують додаванням 1—2 крапель 10% HCl. Потім приливають 2,0 см<sup>3</sup> 25% розчину молібденово кислого амонію, доводять до мітки, перемішують, додають 3 краплі двохлористого олова, знову ретельно перемішують і через 5—10 хвилин міряють оптичну щільність на спектрофотометрі чи фотоелектроколориметрі. На спектрофотометрі КФК-2 роботу проводять при довжині хвилі 750 нм в кюветі 1 см (товщина шару, який вимірюється), на спектрофотометрі СФ-26 при довжині хвилі 660—680 нм, на електрофотокolorиметрі при червоному світлофільтрі  $\lambda$ -650 нм.

В- з відновником аскорбіновою кислотою + сурма.

Двохлористе олово сильний відновник, але фосфорномолібденова синь, утворена за його допомогою, не може довго зберігатись.

Використання як відновника аскорбінової кислоти + сурми дозволяє зберігати колір фосфорномолібденового комплексу майже 24 години.

10—20 см<sup>3</sup> мінералізату наливають у колбу на 50 см<sup>3</sup>, додають трохи води, 1—2 краплі  $\alpha$  чи  $\beta$  динітрофенолу. Розчин нейтралізують 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> до появи жовтого кольору, який знищують додаванням 1—2 крапель 10% HCl. Потім додають 8 см<sup>3</sup> реактиву В для утворення синього ФМК, доводять до риски, перемішують і, через 10 хвилин, фотометрують розчини на приладі як сказано в п. А.; забарвлення зберігається протягом 24 годин.

### **Визначення калію**

Аліквоту мінералізату розводять у 10 разів і в цьому розведеному розчині визначають калій на полум'яому фотометрі.

### **Опрацювання результатів**

Допустимі розходження між результатами двох паралельних визначень (d) і між двома результатами, що одержані за різних умов (D) (у різних лабораторіях, у різний час, при роботі на різних приладах і т.д.) при довірчій імовірності P=0,95 не повинні перевищувати значень:

$$d = 0,03 + 0,03 X_1 \quad D = 0,08 + 0,07 X_2$$

де: X<sub>1</sub> — середнє арифметичне значення результатів двох паралельних визначень, %;

X<sub>2</sub> — середнє арифметичне значення результатів двох випробувань виконаних за різних умов, %.

Граничну похибку результатів аналізу ( $\Delta\Sigma$ ) при односторонній довірчій імовірності P=0,95 вираховують за формулою:

$$(\Delta\Sigma) = 0,046 + 0,039 X$$

### **Оцінка результатів аналізу.**

#### *Контрольні запитання:*

1. Суть методу визначення загального вмісту азоту, фосфору та калію в одній наважці рослинного матеріалу.
2. Підготовка рослинних проб до проведення аналізу.
3. Проведення мінералізації рослинного матеріалу.
4. Методика визначення загального азоту в мінералізаті фотометричним методом з реактивом Неслера.
5. Методика визначення вмісту загального фосфору в мінералізаті з відновником двохлористим оловом.
6. Методика визначення вмісту загального фосфору в мінералізаті з відновником аскорбіновою кислотою + сурма.
7. Методика визначення калію в мінералізаті.
8. Значення аналізу.



## ВИЗНАЧЕННЯ КРОХМАЛЮ У ЗЕРНІ

### *Підготовка до аналізу.*

1. З середньої проби виділяють 30-50 г зерен очищують від домішок, сміття, крім зіпсованих зерен, розпилюють на лабораторному млині так, щоб усе розпилене зерно пройшло за два просіювання крізь сито з металоткані сітки № 08.
2. З розпиленого зерна після ретельного перемішування відбирають дві наважки ( $5.0 \pm 0.1$ ) г кожна для визначення вологості за ГОСТ 135863-85.

### **Хід роботи**

Наважку розпиленого зерна насипають у суху широкогорлу мірну колбу Колорауша. Сюди ж за два заходи по 25мл вливають 50мл розчину соляної кислоти. Після додавання першої порції кислоти, вміст колби збовтують до повного змочування продукту і зникнення грудочок.

Наступними 25мл кислоти змивають частки муки зі стінок шийки колби і ставлять її у киплячу водяну баню. Протягом перших 5хв, не виймаючи колби із бані, розмішуючи суспензію, необхідно, щоб вода в бані покривала усю широку частину колби, і безперервно кипіла. Через ( $15 \pm 0,5$ ) хвилин (строк розчинення крохмалю у гарячій соляній кислоті) колбу виймають з бані, і швидко приливають до неї стільки холодної дистильованої води, щоб до мірної колби (риски) залишався об'єм не більше 10-15 мл. Колби охолоджують до  $t=20^{\circ}\text{C}$ . Далі у неї наливають 1мл 15%-ного розчину заліzosиньородистого калію і суміш перемішують. Замість обох наведених реактивів у випадку їх відсутності для осадження білків і освітлення розчину, у колбу приливають або 5мл 10%-ного розчину молібдату амонію, або 5мл 15%-ного розчину молібдату натрію.

При використанні молібдатів, як осаджувачів білків, необхідно уникати попадання прямого сонячного проміння на реактиви.

Якщо після внесення осаджувачів, з'явилася піна, то її гасять, додаванням 1-2 крапель етилового ефіру.

Розчин доводять дистильованою водою до риски, ретельно перемішуючи і фільтруючи через складчастий сухий паперовий фільтр у суху колбу. Лійку при фільтрації накривають склом.

Першу порцію фільтрату повертають знову у лійку. Фільтратом наповнюють поляризаційну трубку, і одразу роблять відлік за шкалою цукрометра (поляриметра).



Відлік за цукроміром (поляриметром) повинен бути зроблений швидко, щоб уникнути помилок у визначенні результатів. Повинно бути зроблено не менше 3-ох відліків.

1. Розходження між крайніми значеннями результатів двох паралельних відліків не повинно перебільшувати 0,1<sup>0</sup> шкали.

2. За кінцевий результат приймають середнє арифметичне результатів трьох відліків, крайні значення яких не перебільшують припустиме відхилення.

#### ***Опрацювання результатів:***

1. Вміст крохмалю X% у кожній наважці на абсолютно суху наважку (речовину) розраховують за формулою:

$$X = \frac{K \cdot a \cdot 100}{100 - W}$$

де K-коефіцієнт для переводу: для пшениці – 1,898; кукурудзи – 1,879; жита – 1,885; ячменю – 1,912; вівса – 1,914; рису – 1,866; проса – 1,818.

a – показник цукроміра, у градусах шкали;

W – вологість розмеленого зерна, %;

Перевідні коефіцієнти розраховані при довжині трубки цукроміра 200 мм;

2. За кінцевий результат приймають середнє арифметичне результатів, двох паралельних визначень.

Розходження між результатами паралельних визначень не повинно перевищувати 0,5% при довжині трубки 200 мм і 1% - при довжині трубки 100 мм.

#### ***Оцінка результатів аналізу.***

#### **Контрольні запитання:**

1. Підготовка зразка для проведення аналізу.
2. Методика проведення аналізу по визначенню крохмалю у зерні.
3. Розрахунок вмісту крохмалю у зерні.
4. Значення аналізу по визначенню вмісту крохмалю у зерні.

### **Лабораторна робота № 5**

#### **ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ КАРОТИНУ В МОРКВІ**

#### ***Мета виконання аналізу:***

Каротин C<sub>40</sub>H<sub>56</sub> (провітамін А) знаходиться в більшості сільськогосподарської продукції, але найбільше його у фруктах і овочах, які мають жовто-оранжеве забарвлення м'якоті. В організмі каротин



окислюється до вітаміну А і засвоюється цим організмом. Тому при нестачі вітаміну А використовують каротинні добавки.

Каротин не розчиняється у воді, слабо розчиняється в спирті і добре розчиняється в органічних розчинниках (бензин, толуол).

**Принцип методу:**

Полягає у розчиненні та відмиванні каротину органічними розчинниками в якості яких використовуються спирт та очищений бензин. Приготовлений (відмитий) фільтрат порівнюють з приготовленою наперед шкалою барвників імітуючих колір каротину. В якості такого барвника використовується двохромовокислий калій ( $K_2Cr_2O_7$ ).

**Приготування шкали барвників.**

3,6г  $K_2Cr_2O_7$  розчиняють в 1000мл (1л) води. При цьому 1мг розчину відповідає по забарвленню 0,0208мл каротину в продукції. В штатив виставляються 20 пробірок для приготування шкали. Почергово починаючи з першої приливають 0,2; 0,4; 0,6; і т.д. розчину  $K_2Cr_2O_7$  (хромбіка). Після цього об'єм розчину в пробірці дистильованою водою доводять до 10мл, закриваємо пробірку пробкою і ретельно перемішуємо. Приготовлена шкала може зберігатися на протязі 1 місяця в темному приміщенні.

Для приготування шкали барвників та визначення вмісту каротину можна користуватись даними таблиці 1 і 2.

Таблиця 1

**Шкала для визначення каротину в свіжій моркві (на 30 мл бензинової витяжки)**

№ пробірки	Кількість		Сума каротину (в мг %)	Каротин (в мг %)	№ пробірки	Кількість		Сума каротину (в мг %)	Каротин (в мг %)
	стандартного розчину $K_2Cr_2O_7$ (в мл)	води (в мл)				стандартного розчину $K_2Cr_2O_7$ (в мл)	води (в мл)		
1	0,2	9,8	1,25	1,08	11	2,2	7,8	13,73	11,81
2	0,4	9,6	2,50	2,15	12	2,4	7,6	14,98	12,88
3	0,6	9,4	3,74	3,22	13	2,6	7,4	16,22	13,95
4	0,8	9,2	4,99	4,29	14	2,8	7,2	17,47	15,02
5	1,0	9,0	6,24	5,37	15	3,0	7,0	18,72	16,10

6	1,2	8,8	7,49	6,44	16	3,2	6,8	19,9 7	17,1 7
7	1,4	8,6	8,74	7,52	17	3,4	6,6	21,2 2	18,2 5
8	1,6	8,4	9,98	8,58	18	3,6	6,4	22,4 6	19,3 2
9	1,8	8,2	11,2 3	9,65	19	3,8	6,2	23,7 1	20,3 9
10	2,0	8,0	12,4 8	10,7 3	20	4,0	6,0	24,9 6	21,4 7

Якщо 30 мл бензину буде недостатнім для розчинення каротину, і мезга буде ще забарвлена, можна працювати з 50 мл бензину, але користуватися для розрахунків таблицею 2.

Таблиця 2

**Шкала для визначення каротину в свіжій моркві (на 50 мл бензинової витяжки)**

№ про- бірк и	Кількість		Сум а каро - тин о - їдів (в мг %)	Каро - тин (в мг %)	№ про- бірк и	Кількість		Сум а каро - тин о - їдів (в мг %)	Каро - тин (в мг %)
	стандар - тного розчин у K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O 7 (в мл)	во- ди (в мл )				стандар - тного розчин у K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O 7 (в мл)	во- ди (в мл )		
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0,2	9,8	2,08	1,79	9	1,8	8,2	18,1 2	16,1 0
2	0,4	9,6	4,16	3,58	10	2,0	8,0	20,8 0	17,8 9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	0,6	9,4	6,24	5,37	11	2,2	7,8	22,8 8	19,6 8
4	0,8	9,2	8,32	7,16	12	2,4	7,6	24,9 6	21,4 7
5	1,0	9,0	10,4 0	8,94	13	2,6	7,4	27,0 4	23,2 5
6	1,2	8,8	12,4 8	10,7 3	14	2,8	7,2	29,1 2	25,0 4
7	1,4	8,6	14,5 6	12,5 2	15	3,0	7,0	31,2 0	26,8 3

8	1,6	8,4	16,6	14,3				
---	-----	-----	------	------	--	--	--	--

### Приготування фільтрату (витяжки).

Чисто вимиту моркву насухо протирають рушником і розрізають по осі на 2 половини. На мілкій терці готують мезгу, яку ретельно перемішують. У фарфорову чашку з пестиком беруть наважку 1г. Добавляють в ступку 10г попередньо промитого і прожареного піску. Сюди ж приливають 1-2 мл 96% етилового спирту. На протязі 2хв всю масу ретельно розтирають пестиком. Після чого приливають 5мл очищеного бензину і знову розтирають. Отриманий розчин зливають в мірний циліндр. Цю процедуру повторюють до тих пір поки в циліндрі не набирається 30мл розчину (без добавлення спирту). Як правило при такій кількості бензину весь каротин розчиняється і мезга набуває сірого кольору.

Із отриманого розчину відбирають 10мл і переносять в пробірку.

Користуючись приготовленою шкалою визначають вміст каротину в моркві.

### Оцінка результатів аналізу.

#### Контрольні запитання:

1. Мета виконання аналізу по визначенню вмісту каротину в моркві.
2. Суть методу визначення вмісту каротину в моркві.
3. Приготування шкали барвників.
4. Методика визначення вмісту каротину в моркві.
5. Значення аналізу по визначенню вмісту каротину в моркві.

## Лабораторна робота № 6

### ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ВІТАМІНУ С В РОСЛИННОМУ МАТЕРІАЛІ

#### Значення аналізу:

Вітамін С (аскорбінова кислота)  $C_2H_8O_6$  входить до складу будь-якої рослинної продукції і суттєво впливає на самопочуття людини та функціонування її органів. Тому і виникає потреба кількісного визначення вмісту вітаміну С в продуктах.

#### Суть методу:

Аскорбінова кислота є легко водорозчинною і має відновлювальні якості. Тому в її присутності синя фарба 2,6 – дихлорфеноліндролфенол знебарвлюється. На цьому і базується застосовуваний метод ( або по Муррі, або по Прокошеву).





### Хід роботи

Із середньої проби<sup>6</sup> відібраної в полі (картопля) готують мезгу з якої від-бирається 10г і переносять у фарфорову ступку. Сюди ж додавають трішки прожареного промитого піску. Всю масу в ступці розтирають пестиком до отримання однорідної меси і переносять в мірну колбу на 100мл. Залишки ма-си із ступки та лійки зливають невеликими порціями 4% розчину НСІ.

Загальний об'єм кислоти, що використовується повинен бути 50мл. Пільзу цього об'єм колби доводять до мітки. Вміст мірної колби фільтрують через ватно-марлевий фільтр. Із фільтрату відбирають 10мл в маленьку конічну колбу і титрують 2,6 – дихлорфеноліндролофенолом до незникаючого рожевого забарвлення.

За даними досліджень розраховують вміст аскорбінової кислоти за формулою:

$$X = \frac{0,088 \cdot a \cdot V \cdot 100}{b \cdot g}, \text{ мг/100 г,}$$

де: а – число мл фарби що пішла на титрування;

V – об'єм отриманого екстракту із наважки;

б – число мл. екстракту взятого для аналізу;

г – наважка досліджуваного матеріалу.

#### **Оцінка результатів аналізу.**

#### **Контрольні запитання:**

1. Суть методу визначення вітаміну С в рослинному матеріалі.
2. Методика визначення вмісту вітаміну С в картоплі.
3. Значення аналізу по визначенню вмісту вітаміну С в рослинному матеріалі.

### Лабораторна робота № 7

#### **ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ТА ЯКОСТІ КЛЕЙКОВИНИ В НАСІННІ ПШЕНИЦІ**

Необхідно знати, що “сира” клейковина – це пружна, в'язка маса, котра лишається після відмивання тіста. В її склад входять 75% води і 25% сухих речовин, які в свою чергу складаються із гліадину і глютеліну 82-88%, зв'язаного крохмалю біля 7%, цукрів 1,2 жиру 2,12 та золи біля 1%. Вміст клейковини у насінні пшениці і її фізичні властивості визначають якість отриманих із борошна виробів. Знати процентний вміст клейковини у зерні пшениці треба також для того, щоб визначити відношення її до тої чи іншої категорії. Якщо в зерні 28% і більше сирої клейковини - пшениця сильна, 25-28% - середня, менше 25% - слабка



пшениця. Якість хлібу залежить не тільки від вмісту сирової клейковини, а і від її властивостей: кольору, еластичності і розтягу. Метод кількісного визначення сирової клейковини базується на здатності деяких білків (гліадіну і глютеліну) утворювати в'язку масу при набуханні з водою. Цю масу промивають водопровідною водою, поки не відмиють її від крохмалю, клітковини та інших домішок після цього клеєподібну масу віджимають і зважують.

### Хід аналізу

*Взяття наважки.* На технохімічних вагах беруть наважку борошна пшениці 25 г.

*Замішування тіста.* Наважку кладуть у фарфорову чашку, вливають 14мл води, замішують тісто за допомогою шпателя, збираючи наважку в один комок. Потім додають воду поки вона не покриє комок і залишають на 20 хв.

*Відмивка клейковини.* Комок тіста відмивають від крохмалю і інших речовин під слабкою струминою водопровідної води над густим ситом. Шматочки клейковини, що впали додають до загальної маси. Відмиту клейковину з силою віджимають руками від надлишку води, яка має бути не каламутною.

*Зважування клейковини.* Клейковину скатують долонях у кульку, яку зважують в заздалегідь зваженому бюксі. Після зважування роблять додаткове промивання на протязі 5 хв, віджимають воду і знову зважують. Якщо різниця між вагою буде не більше 0,1 г, то відмивку вважають закінченою.

Записи і розрахунки:

- принцип методу ;
- наважка борошна, г ;
- вага клейковини, г ;
- перше зважування ;
- друге зважування ;
- процент клейковини дорівнює:  $\frac{a \cdot 100}{H}$

де а - вага клейковини, г ;

100 - коефіцієнт переходу в проценти;

Н - наважка борошна, г.

### Визначення властивостей клейковини

**Колір клейковини** (світла, темна) визначають візуально перед зважуванням.



**Розтягуваність** (здатність розтягуватись, не розриваючись).

Після зважування клейковини від неї відділяють і зважують 4 г клейковини, роблять з неї кульку і кладуть у чашку з водою на 15хв, потім визначають розтягуваність. Клейковину беруть трьома пальцями лівої і правої руки і над лінійкою з міліметровими поділками рівномірно розтягують на протязі 10сек до розриву. В момент розриву відмічають довжину, на яку вона розтягнулася. Коротка клейковина розтягується до 10 см включно, середня – від 10 до 20 включно і довга – більше 20 см.

**Еластичність** (здатність вертатись до початкового стану після розтягу) визначають так: шматочок клейковини трьома пальцями обох рук розтягують над лінійкою приблизно на 2 см і відпускають (або здавлюють шматочок клейковини великим та вказівним пальцями). Еластичність добра, якщо довжина або форма клейковини повністю відновлюються, незадовільна, якщо не набуває попередньої форми, і задовільна, якщо клейковина займає проміжне положення.

### Визначення набухасності борошна

Варто мати на увазі, що показники набухасності добре корелюють із вмістом білка і об'ємним виходом хліба і знаходяться у тісному зв'язку з кількістю і якістю клейковини. Визначення набухасності ведуть таким чином. В градуйований на 100 мл циліндр вливають 75 мл робочого розчину оцтової кислоти, додають 3,2 г борошна закривають пробкою і енергійно струшують в горизонтальному напрямку 15 разів протягом 5 сек для отримання однорідної суспензії. Потім проводять 18 плавних коливань протягом 25 сек. При цьому циліндр тримають в горизонтальному положенні, по чергово припіднімаючи один з кінців. Після п'ятихвилинного відстоювання записують висоту осаду (показник набухасності). Величина цього показника залежить від ступеня подрібненості борошна і режиму кондиціонування зерна перед подрібненням. Тому аналіз треба проводити на борошні, отриманому на одному млині при однаковому режимі зволоження.

**Оцінка результатів аналізу.**

#### Контрольні запитання:

1. Мета визначення кількості і якості клейковини у зерні.
2. Категорії зерна за вмістом клейковини.
3. Методика визначення вмісту клейковини у зерні.
4. Основні властивості клейковини та їх визначення.
5. Значення аналізу.



## Національний університет водного господарства та природокористування

### Рекомендована література

1. Городній М. М. Агрохімія: Підручник / М. М. Городній та ін.-К.: ТОВ „Алефа”, 2003. – 778 с.
2. Шевчук М. Й. Агрохімія: Підручник / Шевчук М. Й., Веремєєнко С. І., Лопушняк В. І. (в двох частинах) – Луцьк.: „Надстиря”, 2013. -632 с.
3. Городній М. М. та ін. Агрохімія. / М. М. Городній та ін. – К.: Вища школа. – 1995. – 525 с.
4. Карасюк І. М. та ін. Агрохімія. / І. М. Карасюк – К: Вища школа. – 1995. – 470 с.
- 5.Смирнов П. М., Муравин Є. А. Агрохимия. / П. М. Смирнов, Є. А. Муравин. М.: Агропромиздат. – 1967. –583 с.
6. Радов А. С., Пустовой И. В., Корольков А. В. Практикум по агрохимии. / А. С. Радов, И. В. Пустовой, А. В. Корольков. – М.: Колос. – 1978. – 350 с.
7. Власюк П. А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений. / П. А. Власюк. – К.: Наукова думка. – 1969. – 515 с.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування