

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет «Чернігівська політехніка»**

## **ТЕХНОЛОГІЯ ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА**

**Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт**  
здобувачів першого рівня вищої освіти  
спеціальності 181 «Харчові технології»  
освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»  
денної і заочної форм навчання

**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
на засіданні кафедри  
харчових технологій  
протокол № 10 від 15.03.2023 р.

**НУ «Чернігівська Політехніка» 2021**

Технологія зберігання і переробки зерна. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт здобувачів першого рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» / Укладачі: Ж.В. Замай, Р.М. Волкова, К.М. Іваненко Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2021. 36с.

Укладачі: **Замай Жанна Василівна**, кандидат технічних наук, доцент  
**Волкова Раїса Миколаївна**, викладач  
**Іваненко Костянтин Миколайович**, кандидат технічних наук,  
доцент

Відповідальний за видання: **Хребтань Олена Борисівна**, завідувач  
кафедри харчових технологій, кандидат  
технічних наук, доцент

Рецензент: **Денисова Наталія Миколаївна**, кандидат технічних наук, доцент  
кафедри харчових технологій Національного університету «Чернігівська  
політехніка»

## Зміст

Вступ.....	4
План проведення лабораторних занять з курсу з застосуванням модульнорейтингової системи оцінки знань .....	5
Лабораторна робота №1 .....	6
Лабораторна робота №2.....	11
Лабораторна робота №3.....	15
Лабораторна робота №4.....	20
Лабораторна робота №5.....	24
Лабораторна робота № 6.....	29
Методичні вказівки для ЗВО, що наваються за індивідуальним графіком.....	32
Перелік питань до екзамену.....	33
Рекомендована література.....	35

## Вступ

Метою викладання навчальної дисципліни «Технологія зберігання і переробки зерна» є вивчення основних напрямів і методів одержання та переробки зернової сировини, її комплексного використання.

Освітньою програмою передбачено проведення лабораторних робіт з курсу. В даних методичних вказівках містяться матеріали, необхідні для їх проведення. З кожної теми представлено короткі теоретичні відомості, хід роботи, а також контрольні запитання. Теоретичні відомості повинні бути опрацьовані ЗВО до початку виконання робіт, що з'ясовується викладачем шляхом усного опитування перед початком проведення експериментальної частини роботи. Після виконання лабораторної роботи ЗВО оформлюють її результати, готують індивідуальний звіт та захищають роботу, відповідаючи на контрольні запитання.

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання(екзамену) є досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання навчальної дисципліни;

Мінімальний пороговий рівень оцінки визначено за допомогою якісних критеріїв і трансформовано в мінімальну позитивну оцінку використовуваної числової (рейтингової) шкали -60 балів.

З тими студентами, які до проведення підсумкового семестрового контролю не встигли виконати всі обов'язкові види робіт та мають підсумкову оцінку до 19 балів (за шкалою оцінювання), проводяться додаткові індивідуальні заняття, за результатами яких визначається, наскільки глибоко засвоєний матеріал, та чи необхідне повторне вивчення дисципліни.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з курсу «Технологія зберігання і переробки зерна» є:

- захист лабораторних робіт;
- реферати;
- презентації результатів виконаних завдань;
- завдання на лабораторному обладнанні;
- модульні контрольні роботи

За результатами захисту лабораторних робіт та контрольних робіт виставляються модульні оцінки, причому бали, які набрані студентом під час поточного контролю, дораховуються до модульних оцінок. Підсумкові оцінки поточного контролю доводяться до відома студентів до початку сесії.

ПЛАН ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З КУРСУ «Технологія зберігання і переробки зерна» *1 семестр*

З ЗАСТОСУВАННЯМ МОДУЛЬНОРЕЙТИНГОВОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ЗНАТЬ

Кількість годин: лек – 16

лаб – 14

.....екзамен

Мо-дуль	№ лаб. заняття	Тема заняття	Вид контролю	Кількість балів	
				за МРС	одержана
I	1	Лабораторна робота № 1 Характеристика зернових культур.	Захист л/р	5	
	2	Лабораторна робота №2 Органолептична оцінка зерна. Визначення вологості.	Захист л/р	5	
	3	Лабораторна робота №3 Оцінка якості зерна за засміченістю та натурною масою		5	
	4	Лабораторна робота №4 Визначення кількості і якості сирої клейковини в зерні пшениці Модульний контроль №1	Захист л/р	10 10	
II	5	Лабораторна робота №5 Контроль якості борошна різних сортів	Захист л/р	10	
	6				
	7	Лабораторна робота №6 Оцінка якості житнього солоду Модульний контроль №2.	Захист л/р	5 10	
		Разом:		60	

Екзамен– 40 балів

Разом -100 балів

## Лабораторна робота № 1

### Характеристика зернових культур.

1. **Мета роботи:** Розглянути морфологічну та анатомічну будову зернових культур.

2. **Матеріали і устаткування**

Зернові культури( пшениця, жито), стандарти на зерно (посилання на стандарт на зерно пшениці <https://agropolit.com/spetsproekty/502-noviy-standart-na-pshenitsyu--dokument>), лабораторні прилади для визначення фізичних властивостей сировини: розбірна дошка, скальпель (або лезо), ваги технічні, стакани, 5%розчин NaOH

3. **Короткі теоретичні відомості**

Зерно різних зернових культур відрізняється за будовою. У всіх зернових зерно являє собою односім'яний плід - зернівку. Виняток складає гречка (плід - тригранний горішок). Зернівка у багатьох хлібних злаків, наприклад, у більшості форм ячменю, вівса, проса, покрита плівками. Такі зерна мають назву плівкових на відміну від голозерних (пшениця, жито, тритикале), які легко звільняються від плівок при обмолоті.

У зернівки розрізняють спинну та черевну сторони. Спинка - опукла, в нижній її частині розташований зародок. Протилежна від спинки сторона називається червною. Частина зернівки із зародком називається нижньою, протилежна їй – верхньою. На верхній частині зернівки майже у всіх хлібних першої групи є чубок (чубчик) або "борідка".

Типовою для хлібних злаків є будова зернівки пшениці (рис.). Вона складається з трьох основних частин: оболонки, ендосперму та зародка.

Зародок - зачаток майбутньої рослини - розташований біля основи спинної частини зернівки. Складається з бруньки, зародкового корінця та щитка. Щиток - служить органом, по якому харчові речовини надходять з ендосперму до зародка при його проростанні.

Ендосперм- внутрішня частина зернівок. Шар ендосперму, який прилягає до сім'яної оболонки, називається алейроновим. В ньому знаходяться алейронові зерна - особливі білкові формування. Складається з різко окреслених клітин з дуже потовщеними стінками.

Під алейроновим шаром розміщуються великі тонкостінні клітини різноманітної форми. Вони займають всю внутрішню частину ендосперму (власне ендосперм). Ці клітини наповнені крохмальними зернами неоднакового розміру, поміж проміжками яких знаходиться білкова речовина жовтувато-коричневого кольору.

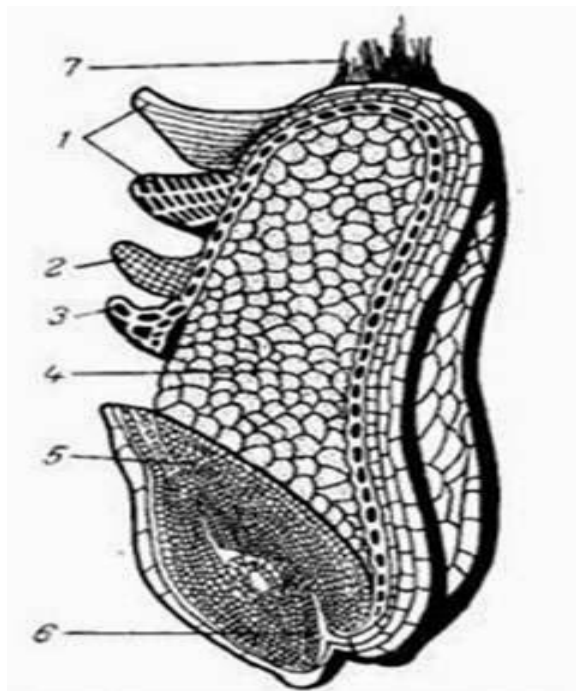


Рис. Повздовжній розріз зернівки пшениці:

1 - плодова оболонка; 2 - насіннева оболонка; 3 - алейроновий шар; 4 - ендосперм; 5 - щиток; 6 - зародок; 7 - чубок.

Товщина оболонок у різних частинах зерна неоднакова - найбільша на спинці, найменша з боків. Зернівка має дві оболонки: верхню - плодову та під нею - насінневу. Плодова складається з трьох шарів клітин: поздовжнього, поперечного, трубчастого. Насіннева (сім'яна) оболонка також складається з трьох прошарків: прозорого, пігментного, гіалінового.

Вагове співвідношення складових частин зерна неоднакове у різних культур. Так, у пшениці оболонки складають 5,6-11,2 %, алейроновий шар – 5,2 - 8,8 %, зародок - 1,4-4,2 %, ендосперм – 78,7-84,3 %. У ячменю: оболонки 5,5- 6,5 % (+ квіткові плівки 10-12 %), алейроновий шар - 11-13 %, зародок - 2,5-4,0 %, ендосперм - 65-68 %.

Свіже зерно має гладеньку поверхню, природний блиск і колір, характерний для зерна даної культури. Внаслідок зволоження і послідовного висихання, проростання чи самозигрівання зерно стає білуватим або темним. Таке зерно визначається "обезбарвленим" (при наявності світлих відтінків) або "потемнілим" (при наявності темних відтінків).

Зерно пшениці, захоплене морозом на корені (морозобійне), може мати сітчасту оболонку, бути білуватим, зеленим або дуже темним. Суховійне зерно в основному дрібне, має білуватий відтінок.

Консистенція ендосперму пшениці може бути склоподібною, частково склоподібною і борошністою.

Склоподібними вважають зерна з цілком склоподібним ендоспермом або легким помутнінням, а також зерна, які мають борошнисту частину не більше 1/4 площі поперечного розрізу зерна.

Борошнистими вважають зерна з цілком борошнистим ендоспермом, а також зерна, які мають склоподібну частину не більше 1/4 площі поперечного розрізу зерна.

Частково склоподібними вважають зерна, не віднесені до зазначених двох груп. Склоподібні зерна з борошнистими плямами (жовтобочки) відносять до частково склоподібних.

#### **4. Хід роботи**

##### **4.1. Морфологічна будова зернових культур.**

###### *Визначення кольору зерна*

Колір зерна визначають візуально, при гарному освітленні, порівнюючи досліджувані зразки з еталоном або описом цього показника в стандартах. За кольором зернівки бувають білі, жовті, червоні, сірі, зелені, коричневі, кремові. Забарвлення залежить від кольору плодової, насінневої оболонки, а також від консистенції ендосперму. У плівчастих хлібних буває забарвлена квіткова плівка.

###### *Визначення форми зерна*

Розрізняють декілька типових форм зерен. За формою зернівки можуть бути круглясті, подовжені, довгасто-овальні, яйцеподібні, подовжено-овальні, гранисті.

*Форма зернівки є основним показником при очищенні і сортуванні зерна.* Зерно пшениці, схоже на кулю, дає більший вихід борошна, оскільки при такій формі на оболонки припадає відносно менша частка, ніж при іншій формі.

Після виділення смітної і зернової домішок наважку зерна (20 г) розрівнюють на розбірній дошці і досліджують його за морфологічними показникам. Результати досліджень заносять у табл.1.1.

Таблиця 1.1

***Морфологічна характеристика зернових культур***

Культура	Плівчас-тість	Колір	Форма	Чубчик	Борозенка

##### **4.2 Анатомічна будова зерна**



**Завдання** Намалювати схему анатомічної будови зернівки пшениці, вказати на малюнку окремі анатомічні частини

#### 4.3. Визначення типу, виду пшениці

**Товарна класифікація пшениці. Визначення типу, виду пшениці (ДСТУ 3768-98)** За основу розподілу на типи у пшениці покладені наступні ознаки: колір (червонозерна і білозерна пшениця), ботанічний вид (м'яка, тверда) та біологічна форма (озима, ярова), склоподібність. Дані ознаки дозволяють розподілити все різноманіття сортів зерна пшениці на типи (табл. 1.2)

##### Методика визначення

Для визначення типового складу пшениці (кількість м'якої і твердої, червонозерної і білозерної пшениці) беруть 20 г основного зерна пшениці, ділять на м'яку і тверду, зважують і виражають у відсотках.

М'яку і тверду пшеницю розрізняють за зовнішнім виглядом. **М'яка пшениця** має зерна червоного і білого кольору, форма їх переважно овально-округла, консистенція борошниста, борідка чітко окреслена (густа, довга).

У **твердій пшениці** зерно подовжене, у розрізі кутасте. Борідка зерна виражена слабо, консистенція переважно склоподібна. Колір зерна цієї пшениці переважно білий.

Таблиця 1.2

Розподіл пшениці на типи

Типи	Загальна склоподібність, %	Пшениця інших типів, %, не більше	
		усього	у тому числі
I М'яка червона ярова твердозерна	не менше 40	10	5-твердої
II М'яка червона озима твердозерна	не менше 40	10	5-твердої
III М'яка біла ярова твердозерна	не менше 60	10	не враховується
IV М'яка біла озима твердозерна	не обмежується	10	не враховується
V Тверда ярова	не менше 40	10	10-білої
VI Тверда озима	не менше 40	10	5-білої
VII Некласифікований	Пшениця, що не відповідає жодному з вищезазначених критеріїв (суміш типів)		

Для визначення кольору зерна пшениці м'якої у випадку неясно вираженого забарвлення застосовують спеціальну обробку 5-процентним розчином їдкою натру. Для цього всі зерна з неясно вираженим кольором підраховують, зважують, поміщають у склянку і заливають розчином NaOH. Після 15 хв білозерна пшениця здобуває світло-кремове забарвлення, червонозерна – червоно-буре. Кольори зерен можна підсилити, прокип'ятивши їх протягом 20 хв. У результаті такої обробки білозерна пшениця залишається світлою, а червонозерна - буріє.

При обробці зерна з неясно вираженим кольором NaOH або кип'ятінням у воді вміст червоних або білих зерен можна підрахувати таким способом.

Приклад: Припустимо, що в зразку десять зерен з неясно вираженим кольором, маса яких дорівнює 0,31 г. Після обробки сім з них повинні бути віднесені до білозерної пшениці. Масу їх визначаємо за такою пропорцією:

10 зерен важать 0,31 г

7 зерен важать x

Дану масу додають до маси білозерної пшениці (яка не піддавалася обробці), відібраної із 20 г зерна. Кількість твердої, м'якої, червонозерної, білозерної пшениці визначають у відсотках до взятої наважки.

#### 4.4 Визначення склоподібності

Для визначення склоподібності зерна, очищеного від смітної і зернової домішки, виділяють без вибору **100 зерен**. Кожне зерно розрізають скальпелем або лезом бритви впоперек (посередині) і в залежності від консистенції зерно відносять до тієї або іншої групи. Після підрахунку зерен обчислюють відсоток загальної склоподібності. До цілком склоподібних зерен додають половину кількості частково склоподібних. Загальну склоподібність ( $Z_c$ ) зерен у відсотках обчислюють за формулою

$$Z_c = P_c + C_c/2$$

де  $P_c$ - кількість цілком склоподібних зерен, шт.;

$C_c$  – кількість частково склоподібних зерен, шт.

Склоподібність зерна можна також визначити за допомогою діафаноскопа, просвічуванням досліджуваного зерна спрямованим світловим потоком.

Форма запису є наступною:

Склоподібні, шт. \_\_\_\_\_

Частково склоподібні, шт. \_\_\_\_\_

Борошністі зерна, шт. \_\_\_\_\_

Склоподібність, % \_\_\_\_\_

Користуючись стандартом (розділ "Типи"), студент повинен установити тип пшениці. Зерно, яке не відповідає установленим вимогам стандарту за домішками інших типів, характеризується терміном некласифікована або "суміш типів". На основі одержаних даних зробити загальний висновок про якість досліджуваного зразка пшениці.

Згідно ДСТУ 3768: 2019 «Пшениця. Технічні умови» 1 клас м'якої пшениці:

Натура -не менше 760 г/л  
Склоподібність -50%  
Вологість-не більше 14%  
Зернові домішки- не більше 5%  
Биті зерна – не більше 5%  
Пророслі зерна – не більше 2%.

## **5. Висновки**

### **6. Контрольні питання:**

1. Анатомічні частини зернівки пшениці.
2. Назвіть вагові співвідношення анатомічних частин у зерен пшениці.
3. Як визначають склоподібність зерна пшениці.
4. За якими ознаками визначають типовий склад пшениці?
5. Характерні ознаки м'якої і твердої пшениці.
6. Будова зерна хлібних злаків, їх подібні та відмінні ознаки.
7. Які зернові культури використовують для одержання борошна

## **Лабораторна робота № 2**

### **Органолептична оцінка зерна. Вологість.**

**1. Мета:** Ознайомитися з методами проведення органолептичної оцінки зерна та навчитися визначати його вологість

### **2. Матеріали і устаткування**

Лабораторний млинок, бюкси, терези, ексікатор, сушильна шафа, плитка, водяна баня, мірні стакани на 200 мл, скляні палички, чашки.

### **3. Короткі теоретичні відомості**

Показники свіжості зерна визначаються органолептично (сенсорно) і дають уяву про добротність і здоров'я зерна.

Відхилення цих ознак від норми свідчить про те, що під час вирощування, обробки, зберігання зерно зазнало впливу несприятливих процесів.

Органолептичне визначення свіжості є обов'язковим при оцінці якості партії зерна різного призначення.

**Колір зерна** Зерно кожної культури, виду, різновиду має характерні для нього колір, блиск, які є його постійними ботанічними ознаками. Колір зерна тісно пов'язаний з певними технологічними показниками.

Зміна притаманних зерну кольору і блиску - перша ознака можливого погіршення якості внаслідок несприятливих умов при дозріванні і збиранні зерна, порушення технологічних прийомів обробки і зберігання.

На колір зерна можуть впливати: пошкодження морозом (так зване морозобійне зерно білувате з сітчастою оболонкою), суховієм ( дрібне, шупле, білувате), уражене клопом- черепашкою ( зі світлими вдавненими плямами), порушення теплових режимів сушіння, самозігрівання (потемніле). При розвитку на поверхні зерна мікроорганізмів воно втрачає характерний блиск.

***Як правило, зерна зі змішаним кольором відрізняються від нормальних хімічним складом і структурою оболонок, харчові і технологічні переваги***

***погіршуються, тому такі зерна відносяться до фракції зернової, а в деяких випадках смітної домішки.***

Запах зерна. Здоровому зерну кожної культури притаманний свій запах – слабкий, маловідчутний у зерна злаків, різкий специфічний – в ефіроолійних культур.

По своїй природі всі невластиві зерну запахи поділяють на дві групи : сорбційні і запахи розкладу.

Поява сорбційних запахів обумовлена капілярно-пористою структурою зернівки, яка дає можливість проникненню парів і газів в плодове і насінневу оболонки зерна, а іноді і в ендосперм.

Набування сорбційних запахів проходить при зборі урожаю з поля, яке засмічене полином, часником, коріандром і іншими культурами, які містять ефірні масла. В зернову масу можуть попадати також спори і мішечки твердої сажки, які мають запах оселедця, обумовлений присутністю в спорах трилестиламіну). Зерно інтенсивно сорбує цей запах. Димного запаху зерно набуває при порушенні технології сушіння, коли воно знаходиться поблизу продуктів горіння, а запаху нафтопродуктів – не тільки при безпосередньому наближенні до них, а й тоді, коли їх зберігають поблизу зерна.

Так як продукти переробки зерна – борошно, крупа, хліб – не повинні мати сторонніх запахів, то наявність їх в зерні розцінюється як фактор, який погіршує його якість.

***Хлібоприймальні підприємства приймають зерно з деякими сорбційними запахами по спеціальному дозволу. Зерно з запахом нафтопродуктів, гербіцидів, інсектицидів і диму – не приймається.***

Запахи розкладу обумовлені активними фізіологічними і мікробіологічними процесами, які виникають при зберіганні зерна з підвищеною вологістю. Зерно з запахом розкладу вважається дефективним, крім зерна що має комірний запах. Найбільш розповсюдженими запахами розкладу є комірний, солодовий, плісняво-тухлий і гнильний.

Комірний запах виникає в зерновій масі при довгому зберіганні без переміщення. В основі його природи лежить накопичення проміжних продуктів анаеробного дихання зерна. При провітрюванні цей запах легко видаляється.

Солодовий запах – приємний і різко ароматний – утворюється в зерні на початкових стадіях проростання. Його поява супроводжується збільшенням вмісту цукрів, аміносполук і легкоокислюючих речовин. Солодовий запах може утворюватись в результаті розвитку в зерні різних рас дріжджів.

Плісняво-тухлий запах – стійкий, неприємний, з'являється в зерні внаслідок активного розвитку пліснявих грибів при зберіганні зерна з підвищеною вологістю. Продукти життєдіяльності грибів і розпад азотистих речовин зерна, які викликають появу плісняво-тухлого запаху, дуже стійкі і зберігаються в борошні і печеному хлібі.

Гнильний запах обумовлений інтенсивним розвитком шкідників хлібних запасів (головним чином кліщів), накопичення їх екскрементів і трупів. Він появляється також в результаті повного псування зерна при гнитті.

***Зерно з солодовим, плісняво-тухлим і гнильним запахами не приймається хлібоприймальними підприємствами як дефектне.***

Смак зерна.

Смак зерна у нормального зерна – смак прісний, у ефіроолійних – пряний. Як відхилення від нормального смаку є солодкий, гіркий, кислий.

Солодкий смак виникає в зерні при проростанні і є наслідком діяльності амілолітичних ферментів ( $\alpha$  і  $\beta$  - амілази), які розщеплюють крохмаль до декстринів і цукрів.

Проросле зерно відрізняється від нормального також за морфологічними ознаками. Вони мають розвинуті проростки і корінці. Солодкий смак відчувається також в недозрілому зерні, в якому зберігається підвищений вміст цукру, так як процеси синтезу крохмалю ще не завершені.

***Таке зерно при високому ступені дефектності відносять до зернової домішки.***

Гіркий смак найчастіше обумовлений попаданням в зерно частин рослин полину гіркого або полину Сіверса, які містять гірку речовину - глюкозид абсінтин. Дрібні частини полину запилюють зерно при обмолоті і залишаються на ньому. Коли рослини містять багато соку полину його попадання можливе на зернівки і при обмолоті. Крім гіркості, таке зерно має і запах полину внаслідок сорбції ефірних масел.

***Гірко-полинне зерно хлібоприймальні підприємства приймають лише по спец дозволу. Перед переробкою на млині для часткового знаття гіркоти зерно миють.***

Кислий смак відчувається при розвитку на зерні плісняви. Як звично, він супроводжується появою плісняво-тухлого запаху.

#### **4. Хід роботи**

##### ***4.1. Визначення запаху***

Проводиться в цілому або розмеленому зерні. З середнього зразка відбирають наважку масою 100 г, поміщають на сітку і пропарюють над посудом з гарячою водою 2-3 хв., або ж ціле (розмелене) зерно поміщають в чисту конічну колбу (100 мл) з водою ( $60-70^{\circ}\text{C}$ ), закривають пробкою і витримують 30 хв. Потім, відкриваючи на короткий час колбу, встановлюють наявність запаху.

##### ***4.2. Визначення смаку***

Із середнього зразка виділяють 100 г зерна, очищають від смітної домішки і розмелюють на лабораторному млинку. Із розмеленого зерна виділяють наважку біля 50 г і змішують її з 100 мл питної води. Отриману суспензію вливають у посуд зі 100 мл води, нагрітої до кипіння, ретельно перемішують скляною паличкою. Визначення смаку проводять органолептично після того, як суміш охолоне до  $30-40^{\circ}\text{C}$ . Смак зерна зазвичай перевіряють лише в партіях, які мають відхилення за кольором і запахом.

##### ***4.3. Визначення вологості методом сушіння.***

Основним методом визначення вологості є висушування наважок розмеленого зерна в електричних сушильних шафах СЕШ-І і СЕШ-ЗМ при температурі  $130^{\circ}\text{C}$  протягом 40 хв.

Із зразка, виділеного для аналізу, який поміщено в банку з притертою пробкою, відбирають близько 30г зерна, розмелюють на лабораторному млинку і негайно поміщають у банку з притертою пробкою, потім від нього відбирають дві наважки масою 6 г кожна, кладуть у попередньо зважені бюкси і знову зважують з точністю до 0,01 г. Перед завантаженням зразків шафу підігривають до температури 130°C і швидко ставлять 10 бюксів з наважками розмеленого зерна. Висушування триває 40 хв з моменту повторного встановлення температури 130±2°C. Через 40 хв бюкси з наважками виймають з шафи тигельними щипцями, закривають кришками і поміщають в ексікатор до повного охолодження - на 15-20 хв. Після охолодження бюкси зважують і за різницею мас наважок до і після висушування визначають масу втраченої вологи. При визначенні вологості всі зважування проводять з точністю до 0,01.

#### 4.4. *Визначення вологості з попереднім підсушуванням зерна*

Вологість зерна з попереднім підсушуванням визначають у випадку, коли вміст вологи в зерні понад 18 %. Відважують 20 г зерна, вміщують в сітчасті бюкси діаметром В... 10 см і підсушують у сушильній шафі при температурі 105 С протягом 30 хв, потім охолоджують в охолоджувачі й зважують. Після цього отримане зерно розмелюють, відбирають дві наважки по 5 г і знову висушують за методикою визначення вологості.

Вологість зерна, %, розраховують за формулою:

$$W=(m_1-m_2)/ (m_1-m),$$

де  $m_1$ - маса бюкси з наважкою до висушування;

$m_2$  - маса бюкси з наважкою після висушування;

$m$  - маса пустої бюкси.

### **5. Висновки**

### **6. Контрольні запитання**

1. Які показники якості зерна відносяться до органолептичних і які методи їх визначення?
2. Назвіть причини і наслідки змін органолептичних показників якості зерна
3. Які існують методи визначення вологості зерна шляхом висушування?
4. Назвіть параметри визначення вологості зерна прискореним методом та наведіть формулу розрахунку вологості.
5. Методика визначення вологості зерна з попереднім підсушуванням.
6. Вплив умов зберігання на якість зерна.
7. Особливості визначення органолептичних показників якості зерна.

### **Лабораторна робота №3**

#### **Оцінка якості зерна за рядом цільових показників**

1. **Мета роботи:** Навчитися визначати засміченість зерна та його натурну масу. Отримати навички визначення маси 1000 зерен;

**2. Матеріали і устаткування:** пурка, терези, набір гирьок, розбірні дошки, магніт, зразки зерна, колекція домішок, набір сит.

### **3. Короткі теоретичні відомості**

**Вага зерна в певному об'ємі називається натурною масою зерна.** В країнах, де впроваджена метрична система мір, її характеризують вагою літра зерна в грамах.

Натурна маса - показник якості, який вказує на виповненість зерна. Виповненість зерна має велике технологічне значення і характеризує його харчову цінність. Виповнене зерно або насіння має більший ендосперм ядра. За несприятливих умов формування зерна або насінини, вага оболонки, порівняно з вагою зерна, зростає, а ендосперм зменшується. Значне збільшення проценту оболонки призводить до зменшення виходу цінної частини продукції (білого борошна, крупи, олії).

Крім виповненості на натурну масу зерна впливає :

- форма і розмір зерна;
- характер поверхні зерна (шорсткувата, округла, і т.д.);
- вологість (чим вища вологість, тим нижча натурна маса зерна);
- домішки (органічні, легкі) помітно понижують натурну масу, а мінеральні – збільшують.

Пониження натурної маси в засмічених партіях зерна з підвищеною вологістю проходить і внаслідок меншої сипучості зернової маси, і її більш рихлої укладки в ємностях, в т.ч. в мірному стакані пурки.

Натурну масу визначають для пшениці, жита, ячменю, вівса, соняшника :

Пшениця	700-810 г/л
Жито	650-735 г/л
Ячмінь	530-640 г/л
Овес	440-590 г/л
Соняшник	350-470 г/л
Тритікале	550-750 г/л

**Натурну масу визначають за допомогою пурки.** Пурка складається із мірки об'ємом один літр, наповнювача, який має вигляд циліндра без дна з невеликим розширенням в нижній частині, другого циліндра з вмонтованою в нього лійкою. Остання має пружинну заслонку. Є також падаючий вантаж, виточений з металу, ніж у формі хвоста ластівки і ваги з різновагами. Всі частини пурки складені у спеціальному ящику, на кришці якого є гніздо для вкручування стійки вагів і накладка для закріплення мірки. Якщо в мірку опустити падаючий вантаж, а в щілину встановити ніж, то об'єм внутрішнього простору між поверхнею падаючого вантажу і нижньою площиною ножа буде дорівнювати літру.

Натурну масу вираховують як середнє арифметичне із двох визначень. Розходження між ними допускається не більше 5 г (для вівса 10 г). Якщо розходження більше, визначення проводиться третій раз.

Базисні і обмежувальні норми зерна основних культур України наведено у

таблиці 3.1. Показники якості деяких зернових культур- у таблиці 3.2.

Таблиця 3.1.

*Базисні і обмежувальні норми зерна*

Культура	Норми показників якості зерна						
	Базисні				Обмежувальні		
	натура зерна, г/л	вологість, %	домішка, %		вологість, %	домішка, %	
			смітна	зернова		смітна	зернова
Пшениця озима	755	14	1	3	17,18	5	15
Пшениця яра, м'яка	755	14	1	2	17,19	5	15
Жито	715	14	1	1	17	5	15
Ячмінь	630	14	2	2	17	8	15
Овес	460	14	1	2	17	8	15
Просо		13	1	1	17	8	15
Гречка		14	1	1	17	8	15
Кукурудза		22	1	2	25	8	15
Рис		14	3	2	19	5	10

Таблиця 3.2.

*Показники якості деяких зернових культур*

Назва показника зерна	Значення показників якості для культур				
	пшениця	жито	ячмінь	овес	кукурудза
Натура за категоріями, г/л					
Високонатурне	785 і вище	730 і вище	Понад 605	Понад 510	
Середньонатурне	745-785	700-730	Понад 545 до 605	Понад 460 до 510 вкл.	
Низьконатурне	Нижче 745	Нижче 700	545 і нижче	460 і нижче	
За станом вологості, %					
Сухе	До 14 вкл.	До 14 вкл.	До 14 вкл.	До 14 вкл.	До 16 вкл.
Середньої сухості	Понад 14 до 15,5 вкл.	Понад 14 до 15,5 вкл.	Понад 14 до 15,5 вкл.	Понад 14 до 15,5 вкл.	Понад 16 до 18 вкл.
Вологе	Понад 15,5 до 17 вкл.	Понад 15,5 до 17 вкл.	Понад 15,5 до 17 вкл.	Понад 16 до 18 вкл.	Понад 18 до 20 вкл.
Сире	Понад 17	Понад 17	Понад 17	Понад 18	Понад 20
За станом смітної домішки, %					
Чисте	До 1 вкл.	До 1 вкл.	До 2 вкл.	До 1 вкл.	До 1 вкл.
Середньої чистоти	Від 1 до 3 вкл.	Понад 1 до 2 вкл.	Понад 2 до 4 вкл.	Понад 1 до 3 вкл.	Від 1 до 3 вкл.
Смітне	Понад 3	Понад 2	Понад 4	Понад 3	Понад 3





Рис. 4.1 – Конструкція пурки: 1 – мірний циліндр, 2 – накопичувальний циліндр, 3 – циліндр з випускною лійкою, 4- ніж , 5 – зібрана пурка, 6 – вантаж.

#### **4. Хід роботи**

##### ***4.1.Визначення маси 1000 зерен.***

Маса 1000 зерен – показник, який характеризує безпосередньо крупність зерна та його виповненість. Тому він побічно оцінює борошномельні та круп'яні властивості зерна. Зерно з більшою масою 1000 зерен дозволяє отримати більший вихід продукції кращої якості.

Визначення поширюється на зерно зернових і бобових культур, а також насіння олійних культур і встановлює метод визначення маси 1000 зерен або 1000 насіння.

З середньої проби зерна або олійного насіння виділяють дві наважки, маса кожної з яких близька до маси 500 зерен або 500 насінин, і зважують їх на лабораторних вагах з точністю до другого десяткового знаку. Маса наважки близька до маси 500 зерен:

Овес, тритікале-20 г.

Пшениця, ячмінь-25 г.

З наважки вибирають цілі зерна або насіння, а залишок зважують з точністю до другого десяткового знаку. Визначають масу цілих зерен або насінин шляхом віднімання з маси наважки маси залишку. Вибрані з наважки цілі зерна або насіння підраховують вручну. Кожне визначення виконують у двох

паралельних наважках.

Визначення маси 1000 зерен або насіння на суху речовину.

Масу 1000 зерен або насінин ( $M_{1000}$ ) в грамах при фактичній вологості зерна або насіння обчислюють за формулою: (3.1)

$$M_{1000} = M_0 \cdot 1000 / N \quad (3.1)$$

де  $M_0$  – маса цілих зерен або насінин, г;

$N$  – кількість цілих зерен або насіння в масі  $M_0$ , шт.

Масу 1000 зерен або насіння ( $M_{1000CP}$ ) в грамах в перерахунку на суху речовину обчислюють за формулою: (3.2)

$$M_{1000 CP} = M_{1000} \cdot 100 / (100 - W) \quad (3.2)$$

де  $W$  – вологість зерна або насіння, %.

За остаточний результат визначення приймають середнє арифметичне двох результатів визначення маси 1000 зерен або насінин, якщо розбіжності між ними не перевищують у відсотках: - 10 – для зерна або насіння, що має масу 1000 зерен або насіння менше 25,0 г; - 6 – для зерна або насіння, що має масу 1000 зерен або насіння 25,0 г і більше. Якщо розбіжність перевищує норму, що допускається, то визначення повторюють і за остаточний результат приймають середнє арифметичне результатів другого визначення, якщо розбіжності між результатами не перевищують норми.

Округлення результатів визначення проводять таким чином: якщо перша з відкиданих цифр рівна або більше 5, то останню цифру, що зберігається, збільшують на одиницю, якщо менше 5, то її залишають без зміни. Остаточний результат маси 1000 зерен або насіння виражають: - до другого десяткового знаку – якщо маса 1000 зерен або насінин менше 10 г; - до першого десяткового знаку – якщо маса 1000 зерен або насінин 10 г і більше, але не перевищує 100 г; - до цілого числа – якщо маса 1000 зерен або насіння перевищує 100 г.

Подвійні зерна або насіння слід відділяти один від одного і підраховувати як два зерна або дві насінини.

#### **4.2. Визначення домішок у товарному зерні пшениці**

Засміченість зерна пшениці визначають після видалення із середнього зразка великих домішок (солома, колосся, грудочки землі, камінці), просіваючи його через сито з діаметром отворів 6 мм. Із середнього зразка виділяють наважку масою 50 г і знов просівають через набір п'яти сит: 1 - дно (піддон); 2 - сито з круглими отворами діаметром 1 мм (для видалення проходу, який відносять до смітної домішки); 3 - сито з продовгуватими отворами 1,7x20 мм (для видалення дрібних зерен); 4 - сито з продовгуватими отворами 2,5x20 мм (для полегшення розбору наважки); 5 - кришка.

Для просіювання вручну набір сит з наважкою ставлять на стіл із гладкою поверхнею або на скло. Просіюють протягом 3 хв, при цьому виконують 110-120 поздовжньо-зворотних (за довжиною поздовжніх отворів) рухів за хвилину,

з розмахом коливань близько 10 об./хв. Струшувати сито при просіюванні не дозволяється.

Дрібні домішки, які пройшли через сито з діаметром отворів 1 мм, зважують, не розбираючи фракції і повністю відносять до смітної домішки. За наявності у проході шкідливих домішок їх виділяють і приєднують до загальної маси шкідливих домішок, виділених з наважки. Прохід, що одержаний через сито 1,7x20 мм, розбирають на три фракції: смітну домішку, зернову домішку і основне зерно. Останнє належить до дрібної фракції.

Дрібне зерно зважують і виражають у процентах до маси наважки, що аналізується.

Із залишків на ситах 1,7x20 мм і 2,5x20 мм також виділяють смітну і зернову домішки і до них приєднують аналогічні домішки, що залишилися на ситі діаметром 1 мм.

Фракції смітної та зернової домішок зважують (кожну окремо) на технічних терезах з точністю до 0,01 г, їх масу виражають у процентах до маси взятої наважки з точністю до 0,01.

За наявності у пробі пшениці зіпсованих або пошкоджених при самозігріванні й сушінні зерен, останні визначають поперечним розрізуванням, відбираючи їх з окремої наважки в 10 г, яка виділена із зерна, що залишилося після визначення засміченості. Кількість зіпсованих і пошкоджених зерен (окремо) виражають у процентах і додають до процентного вмісту смітної та зернової домішок з наважки 50г.

**Приклад.** У результаті аналізу 50-грамової наважки пшениці знайдено: смітної домішки 0,45 г, у тому числі зіпсованих зерен - 0,052 г, зернової домішки - 0,75 г, у тому числі пошкоджених сушінням зерен - 0,25 г. Маса зерна, що залишилася після виділення смітної та зернової домішок, дорівнює 48,8г.

У 10-грамовій наважці додатково знайдено зіпсованих зерен 0,04 г, пошкоджених - 0,10 г.

У 48,8 г додатково знайдено зерен:

зіпсованих  $(0,04 \cdot 48,8) / 10 = 0,19$  г;

пошкоджених  $(0,10 \cdot 48,8) / 10 = 0,49$  г.

Загальна кількість зіпсованих зерен в 50-грамовій наважці:  $0,19 + 0,05 = 0,24$  г, тобто 0,48 %, а пошкоджених зерен:  $0,49 + 0,25 = 0,74$ , або 1,48%.

Загальна кількість смітної домішки:  $0,80 + 0,48 = 1,28$  %; зернової:  $1,0 + 1,48 = 2,48$ %.

Якщо внаслідок огляду зразків зерна або аналізу наважки на засміченість буде виявлено в зерні угрицю, насіння в'язелю, гірчаку-софори, гірчаку рожевого, лишайника геліотропа опущеного, триходесми інканум, твердої або мокрої сажки, відбирають додаткову наважку і у ній визначають вміст шкідливих домішок у процентах.

Процентний вміст шкідливої (виключаючи визначену в звичайній наважці на засміченість) і смітної домішок сумують і одержують вміст всієї смітної домішки (в %).

Визначення (в %) зерен, пошкоджених сажкою: із зерен, що залишилися після виділення смітної та зернової домішок, беруть 20-грамову наважку, з неї (без

застосування лупи) відбирають зерна, пошкоджені сажкою, зважують і точністю до 0,1 %.

Вміст гальки (в %) визначають в окремій 500-грамовій наважці зерна, яке просіюють через сито з діаметром отворів 1,5 мм, зі сходу відбирають гальку, зважують. Крупну гальку в сході сита з діаметром 6 мм відбирають при визначенні крупних домішок із усього зразка.

Для визначення вмісту металевих домішок беруть зразок зерна масою 1 кг. Зерно розсипають на склі або гладенькій дошці рівним шаром товщиною не більше ніж 0,5 см. Металеві домішки із зерна виділяють підковоподібним магнітом (вантажопідйомність не менш ніж 12 кг). Ніжками магніту в зерні повільно проводять поздовжні й поперечні борозенки так, щоб віжки магніту дотикалися до скла (дошки). Металеві домішки - збирають у чашечку, а зерно знову розрівнюють шаром 0,5 см і вдруге виділяють металодомішки магнітом у тому самому порядку. Зібрані металеві частинки зважують з точністю до 0,0002 г на аналітичних терезах і виражають у міліграмах на 1 кг зерна.

### **5. Висновки**

### **6. Контрольні запитання**

1. Характеристика зерна за показниками якості.
2. Як поділяються домішки зерна?
3. Характеристика смітної та зернової домішок.
4. Натурна маса зерна та методика її визначення.
5. Технологічне значення вповненості зерна.
6. Яка методика визначення маси 1000 зерен? Що характеризує даний показник?
7. Від чого залежить точність вираження показника маси 1000 зерен і яка допускається розбіжність між паралельними його значеннями?

## **Лабораторна робота №4**

### **Визначення кількості і якості сирової клейковини в зерні пшениці**

**1. Мета роботи:** визначити вміст і якість клейковини в досліджуваному зерні пшениці.

**2. Матеріали і устаткування:** Зразок зерна пшениці призначений для аналізу; млинок; терези; порцелянові чашки; мірний циліндр 50 мл.; скляна паличка або шпатель для замісу тіста; кристалізатор; дротяне сито № 067; термометр; капронове сито №38; хімічні склянки; прилад ІДК-1.

### **3. Короткі теоретичні відомості**

Особливе значення в оцінці якості зерна пшениці мають ознаки, які характеризують його борошномельні і хлібопекарські властивості.

Істотне значення в формуванні ознак якості майбутнього печеного хліба мають потенціальні хлібопекарські властивості зерна, умови його вирощування, обробка і збереження.

На величину об'ємного виходу хліба впливає газотримуюча здатність тіста. Вона може бути різною і залежить від кількості і властивостей клейковини, яка являє собою специфічний сильно гідратований білковий комплекс. Якщо клейковина добра і її досить, то тісто дуже пластичне і добре утримує вуглекислий газ, що в ньому накопичується.

Клейковиною називають компакту гумоподібну масу, яка залишається в результаті обережного розмивання пшеничного тіста у воді. Після видалення із тіста водорозчинних речовин, крохмалю і клітковини, залишається нерозчинний у воді згусток певної пружності та еластичності.

Відмита із шматочка тіста клейковина називається **сирою**.

Склад клейковини. В клейковині міститься до 70 % води, яка є органічною складовою частиною набувнявілих (гідратованих) драглів. При перерахунку на суху речовину клейковина на 82-85 % складається з білків. У ній також міститься крохмаль (6-16%); небілкові азотисті речовини (3 – 5%), цукор (1-2 %) і мінеральні речовини (0,9 – 2 %). Всі вони входять до складу драглів клейковини і навіть при найстараннішому відмиванні її залишаються в білковій основі.

Основну масу білків клейковини становлять гліадин і глютенін у співвідношенні 1:1. Нерівномірний розподіл речовин у зерні відображається на кількості речовин у клейковині.

Якість клейковини характеризується її кольором, пружністю, розтяжністю і здатністю до бубнявіння.

За кольором клейковина може бути світла або темна. Світла за кольором клейковина має найкращу розтяжність і пружність. Темні тони свідчать про несприятливі впливи на зерно при досяганні, зберіганні і обробці.

Пружність – властивість клейковини повертатися до початкового стану після розтягування або надавлювання.

Розтяжність – здатність клейковини розтягуватися в довжину. Шматочок клейковини тим або іншим способом розтягують до розриву з таким розрахунком, щоб це розтягування тривало 10 сек. У момент розриву клейковини відмічають довжину, на яку вона розтягнулась.

За розтяжністю клейковина характеризується як :

**коротка** – при розтяжності 10 см

**середня** – при розтяжності від 10 см до 20 см

**довга** – при розтяжності понад 20 см.

Залежно від пружності і розтяжності клейковину підрозділяють на три групи :

**I група** – клейковина з доброю пружністю і довга або середня за розтяжністю. Клейковина цієї групи дає можливість одержати тісто з доброю формостійкістю і досить розпушене, завдяки чому хлібні вироби мають більший об'ємний вихід і пористість.

**II група** – клейковина з доброю або задовільною пружністю. За розтяжністю вона може бути короткою, середньою або довгою. Якщо такої клейковини досить, тісто має меншу газотримуючу здатність. Хліб випікається з меншим об'ємним виходом і пористістю, але здебільшого доброякісним.

**III група** – клейковина із слабою пружністю. Ця клейковина має властивість дуже витягуватися, провисати при розтягуванні, прориватися у всякому положенні під дією власної ваги, пливти, а також кришитися. З борошна, яке має клейковину цієї групи, виходить низькопористий, погано розпушений хліб з дуже малим об'ємним виходом.

На кількість і якість клейковини в зерні пшениці впливають:

- 1) сортові особливості;
- 2) умови вирощування і збирання врожаю;
- 3) несприятливі впливи, яких зазнає зерно при зберіганні і обробці (підвищена вологість, підвищені температури сушіння, пошкодження клопом-черепашкою, проростання);
- 4) умови відмивання; температура води, її склад, час відлежування.

#### 4. Хід роботи

##### 4.1. Методика визначення кількості клейковини

Для визначення вмісту клейковини з середнього зразка виділяють наважку 60 г. Наважку очищають від смітної домішки за виключенням зіпсованих зерен пшениці і розмелюють на лабораторному млині.

Зерно обов'язково засипають у працюючий млин.

При розсіванні шроту через капронове сито № 38 прохід повинен складати не менше 40 %, в іншому випадку проводять додатковий помол продукту.

Після помолу борошно добре перемішують і виділяють 2 наважки по 25 г. Наважку переносять в порцелярову чашку і додають 14 мл водопровідної води. Замішують тісто, використовуючи скляну паличку. Після того, як тісто прийме нормальну консистенцію, збирають його частини, що прилипили до палички, ступки, пальців і з'єднують їх з кусочком тіста. Останній добре промивають, скручують у вигляді кульки і залишають в чашці на 20 хв. для рівномірного просочування частинок борошна водою і набрякання білків. Чашку накривають зверху кришкою.

Через 20 хв. починають відмивати клейковину в кристалізаторі. Коли в воді накопичується крохмаль і частинки оболонки, воду замінюють проціджуючи її через дрібне сито. Після того, як утвориться зв'язана тістоподібна маса, починають відмивання клейковини, під струменем води. Відмивання ведуть до тих пір, поки клейковина не буде повністю відмита і вода, що стікає при її відмиванні, не буде прозорою.

Відмиту клейковину віджимають між долонями, витираючи їх час від часу сухим рушником. При цьому клейковину декілька раз вивертають і знову віджимають між долонями, поки вона не почне злегка прилипати до рук. Віджату клейковину зважують. Якщо різниця між зважуваннями не перевищує 0,1 г то відмивку вважають завершеною. Кількість сирової клейковини виражають в процентах до наважки подрібненого зерна. Для цього одержану масу множать на 4.

При контрольних і арбітражних аналізах розходження в визначенні кількості сирової клейковини не повинно перевищувати  $\pm 2$  %. При замішуванні тіста,

відмивання і визначення кількості клейковини використовують недистильовану воду, температура якої повинна бути  $18 \pm 2^\circ \text{C}$ .

#### 4.2. Визначення якості клейковини

Із клейковини, яка повністю відмита і зважена беруть наважку 4 г.

Клейковину 3 – 4 рази мнуть пальцями формують в шарики і кладуть на 15 хв, в чашку з водою при температурі  $18 \pm 2^\circ \text{C}$ . Після цього визначають пружні властивості приладом ІДК –1 (вимірювач деформації клейковини, 1 модель).

Прилад служить для визначення групи якості клейковини пшениці за її здатністю здійснювати опір деформації.

##### *Порядок роботи з приладом ІДК – 1*

В центрі опорного столика розміщують зразок клейковини, який підготовлений до випробування по стандартній методиці. Натискають кнопку “Пуск” і через 2-3 сек відпускають її.

Показники приладу в умовних одиницях	Група якості	Характеристика клейковини
Від 0 до 15 і від 105 до 120	III	Незадовільна
Від 20 до 40 і від 80 до 100	II	Задовільна
Від 45 до 75	I	Добра

Пуансон (верхня пластинка) опускається і починає відрахунок часу, на протязі якого пуансон з силою 120 г тисне на клейковину (30 сек). Чим менша пружність клейковини, тим нижче опускається пуансон, тим більші будуть показники приладу. В залежності від показників приладу, які виражаються в умовних одиницях, клейковину відносять до відповідної групи якості.

Показники приладів записують з точністю до однієї поділки шкали (5 умовних одиниць). Частка до половини поділки шкали відкидається, а частка, що дорівнює половині поділки і більше, вважається за цілу поділку.

Результати аналізу записують в таблицю. Вага клейковини після 1 відмивки і наступних записують як повторність.

***Зерно сильних пшениць повинно відповідати таким вимогам :***

Клейковини	більше 28 %
Скловидність	не менше 60 %
Натурна маса	не нижча базисних кондицій
Якість клейковини	не нижче 1 групи.

***Для цінних пшениць*** ( вміст клейковини 25-28 %).

Якість клейковини не нижче 1 групи.

## **5. Висновки**

### **6. Контрольні запитання**

1. Методика визначення якості клейковин в зерні пшениці
2. Методи кількісного визначення якості клейковини.
3. Як впливає самозігріте, запліснявіле, проросле зерно пшениці на хлібопекарські властивості борошна?

4. Як в залежності від пружності і розтяжності клейковину підрозділяють на групи :

## Лабораторна робота № 5

### Контроль якості борошна різних сортів

**1. Мета роботи:** Отримати практичні навички при визначенні зольності та вологості борошна.

**2. Матеріали і устаткування:** муфельна піч, ваги лабораторні; шпатель, тиглі порцелянові; електрична плитка; баня піщана; щипці тигельні; ексикатор; пластинки скляні розміром 20×20 см; піпетка 1-го класу точності місткістю 2 см<sup>3</sup>; 1,61 % спиртовий розчин оцтовокислого магнію; шафа сушильна СЕШ- 3М з нагріванням сушильної камери до 1500<sup>0</sup>С та з терморегулятором, який забезпечує нагрівання та підтримування температури висушування в робочій зоні 130 – 140<sup>0</sup> С з похибкою ±20<sup>0</sup> С, бюкси металеві з кришкою діаметром 48 мм, висотою 20 мм.

### 3. Короткі теоретичні відомості

Визначення показників зольності борошна необхідні для того, щоб визначити його якість. Хлібопекарське, макаронне борошно за якістю поділяється на сорти (гатунки). Борошномельні заводи випускають борошно із зерна жита та пшениці.

Зольність – показник, який показує відсоток золи у відповідному зразку в перерахунку на суху речовину. Зола – це залишок, який можна отримати при спалюванні органічного досліджуваного зразка. При спалюванні органічних речовин Карбон, Гідроген, Нітроген та частково Оксиген згорають і виділяються у вигляді летких сполук. Ті речовини, які не згорають, або є нелеткими оксидами після згорання зразка залишаються у вигляді золи.

Мінеральні речовини, які безпосередньо входять до складу продукту, не згорають при його спалюванні і залишаються у вигляді золи називають «чистою золою». «Сирою» золою називають золу, яка утворюється при спалюванні харчових продуктів, які містять на поверхні або в своєму складі мінеральні забруднення (домішки) в результаті поганої або неправильної підготовки сировини (очищення) її зберігання та ведення технологічного процесу. Мінеральні речовини харчових продуктів обумовлюють їх фізіологічну цінність і тому мають важливе значення для людини. З однієї сторони вони відіграють важливу роль у процесах життєдіяльності організму: беруть участь у ферментативних реакціях, в обміні білків, ліпідів, вуглеводів, сприяють кислото-лужній рівновазі в організмі. З іншої сторони, деякі мінеральні речовини можуть бути шкідливими для організму людини. Токсичні мінеральні речовини накопичуються в харчових продуктах внаслідок техногенного впливу навколишнього середовища. До таких мінеральних речовин відносяться радіоактивні елементи та важкі метали. Склад мінеральних речовин і їх кількість визначають фізіологічну або харчову цінність харчового продукту та ступінь його чистоти, або безпечність. Мінеральні речовини, які



корисні для людського та тваринного організму і концентрація яких невелика - визначається мікрограмами на 100 г продукту - прийнято називати мікроелементами (Cu, Zn, B, Mo, Co, Ni ). Вміст в харчових продуктах таких мінеральних речовин, як K, Ca, Mg, N, P, S, Fe, Mn, Cl вищий на кілька порядків і їх називають макроелементами. Мінеральні речовини зерна жита та пшениці розміщуються, в основному, в периферійних частинах зернівки, а саме в його оболонках та алейроновому шарі. Процес виробництва борошна полягає у виділенні борошна із центральної частини зернівки (ендосперму) та формуванні побічного продукту цього процесу – висівок, які є сумішню оболонкових продуктів (плодових та насінних), зародку, алейронового шару. Те борошно, в якому вміст периферійних часток зернівки менший, має кращу якість. Разом із оболонковими продуктами при виробництві борошна видаляється і основна частина мінеральних речовин зерна. Отже, зольність борошна менша ніж зольність зерна, а зольність висівок, відповідно, вища. Крім того, візуально вміст висівок можна оцінити за кольором борошна – чим вищий вміст оболонкових продуктів у борошні, тим колір його темніший.

У практиці технохімічного контролю харчових продуктів для оцінювання якості борошна, яка залежить від ступеню виділенні оболонкових продуктів, алейронового шару та зародку із нього (тобто зниження масової частки мінеральних речовин), застосовують два способи – визначення зольності та його білості. Для визначення масової частки мінеральних речовин (золи) використовують метод спалювання зразка та метод атомно-адсорбційної спектрометрії. Визначення зольності за методом спалювання зразка складається із двох способів, а саме – сухого та мокрого.

Сухий спосіб полягає в тому, що процес озолення зразка здійснюється при високій температурі (600 – 900°C) в тиглі в муфельній печі в умовах, які виключають втрату зольних елементів (механічні та хімічні). При цьому недопустимо доводити тигель до червоного накалювання, так як фосфати можуть сплавляти незгорілі частинки, що ускладнить повне вигорання вуглецю. Для зменшення вказаних та інших втрат озолення потрібно проводити з особливими застереженнями, суворо виконуючи умови методик. В ряді випадків при озоленні в муфелі температуру контролюють тільки за кольором прокалювання, що обмежує використання способу озолення. Озолення сухим способом тривале і може становити 6 годин та більше. Для прискорення процесу використовують різні прискорювачі (концентрована нітратна кислота, пероксид водню тощо) в присутності яких процес озолення скорочується до 2 – 3 годин. Наряду з цим існують прискорювачі, які не тільки прискорюють процес озолення, але й попереджують втрати фосфору, зв'язуючи його. Такими прискорювачами є магнію ацетат, кальцію ацетат та інші.

При мокрому способі озолення використовують суміш сульфатної та нітратної кислот або одну із них при температурі їх кипіння, а також пергідроль або інші окисники. Температура озолення становить приблизно 330°C. Для мокрого озолення можна використовувати об'єкти з високою вологістю та рідкі.

## **4. Хід роботи**

### *4.1. Визначення зольності борошна арбітражним методом*

Для визначення зольності сухим способом муфельну піч розігрівають до температури 600 – 900 °С (яскраво червоне накалювання камери муфеля). Фарфорові тиглі попередньо прокалюють до постійної маси, охолоджують і зважують. Всі зважування при визначенні зольності проводяться на аналітичних вагах з точністю до 0,0001 г. Добре перемішують середню пробу борошна, виділяють наважку в кількості 20 – 30 г, переносять її на скляну пластинку розміром 20×20 см, і розподіляють рівним шаром товщиною 3 – 4 мм, накривають скельцем такого ж розміру і притискають. Після цього прибирають скельце та з різних точок (не менше 10) набирають в підготовлені та зважені тиглі борошно масою 1,5 – 2,0 г. Зважування проводять на аналітичних терезах.

Тиглі з борошном розташовують на краю муфельної печі нагрітої до темночервоного кольору накалювання, що відповідає температурі приблизно 300 – 400 °С. Після припинення виділення продуктів сухої перегонки (димку) із наважки, не допускаючи її загорання, тиглі переносять у глибину муфеля. Озолення ведуть до повного зникання чорних частинок при температурі 600 – 900 °С (яскраво червоне накалювання камери муфеля). Колір золи повинен стати білим або сіруватим. Після спалювання тиглі із золою обережно виймають із камери муфеля спеціальними щипцями і залишають в ексікаторі до повного охолодження. Охолоджені тигля із золою зважують. Після охолодження в ексікаторі зважені тиглі, повторно прокалюють протягом 20 хв., витягують та охолоджують, якщо після цього маса тиглів із золою не зміниться, тобто різниця двох послідовних зважувань одного і того ж зразка не буде перевищувати похибки зважування (0,0002 г), то процес озолення вважається закінченим. В зв'язку з високою гігроскопічністю золи та тиглів зважування необхідно проводити швидко.

Відсоток золи (зольність) в перерахунку на вміст сухої речовини (СР) борошна обраховують за формулою: (5.1)

$$X = m_1 \cdot 100 \cdot 100 / (m \cdot (100 - W_6))$$

де  $m$  – наважка борошна, г;

$m_1$  – маса золи, г;

$W_6$  – вологість борошна, %.

Визначення масової частки золи та обрахунок зольності проводять двічі. Розрахунки проводять з точністю до 0,001 %. Визначають середнє значення зольності та заокруглюють результат з точністю до 0,01 % за правилами заокруглення. Результат є достовірним, якщо розбіжність між паралельними визначеннями не перевищує 0,02 %.

### *4.2. Визначення зольності борошна прискореним методом із застосуванням спиртового розчину оцтовокислого магнію.*

Підготовка тиглів та наважки проводиться так само, як описано в попередньому досліді. В якості прискорювача використовують спиртовий розчин магній ацетату. Для приготування прискорювача розчиняють 1,61 г

магній ацетату в  $100 \text{ см}^3$  етилового 96%-го спирту і додають 1-2 часточки кристалічного йоду.

Після розчинення йоду розчин фільтрують через паперовий фільтр. Спиртовий розчин магній ацетату повинен зберігатись в скляному посуді з притертою пробкою в сухому, прохолодному та темному місці. В кожен із тиглів (2 паралельних визначення) з наважками борошна піпеткою вносять рівно  $3 \text{ см}^3$  прискорювача – спиртового розчину магній ацетату. Тиглям дають постояти 1-2 хв. для того, щоб вся наважка була промочена прискорювачем. Тиглі з наважкою і прискорювачем переносять на металеву або фарфорову підставку безпосередньо у витяжну шафу. На скляний або металевий стержень намотують вату, змочують спиртом та підпалюють. Вміст тиглів підпалюють ватою, яка горить. Після вигорання спирту у тиглях їх переносять на передній край муфеля, нагрітого до яскраво-червоного накалювання. Після того, як вигорання тиглів закінчиться поступово переносять тиглі в зону червоного накалювання муфеля. Прокалювання необхідно вести до моменту, коли зола побіліє і в ній не буде видно темних точок неозоленого матеріалу (приблизно 1 годину). Тривалість озолення залежить від температури накалювання печі та від виду продукту. Після закінчення процесу озолення тиглі охолоджують в ексикаторі та зважують. Порядок розрахунку зольності борошна відрізняється від попереднього тим, що із прискорювачем внесено в дослідний зразок певну кількість мінеральних речовин, які будуть впливати на результат визначення зольності борошна, створюючи певну систематичну похибку. Щоб врахувати цю похибку визначають масову частку золи, яка міститься в  $3 \text{ см}^3$  спиртового розчину магній ацетату.

Визначення масової частки золи прискорювача проводять наступним чином: в два чисті та прокалені до постійної маси, охолодженні та зважені тиглі вносять по  $3 \text{ см}^3$  спиртового розчину оцтовокислого магнію. Вміст тиглів підпалюють і чекають доки припиниться горіння прискорювача в тиглях. Після цього тиглі переносять у муфель, а потім пересувають у глиб муфеля для озолення. Через 20 хв тиглі виймають, охолоджують в ексикаторі, зважують і визначають масу золи прискорювача.

Зольність борошна у відсотках до маси сухих речовин борошна ( $X_{\text{ср}}$ ) розраховують за формулою:

$$X = (m_2 - m_0 - m_{\text{пр}}) \cdot 100 \cdot 100 / (m_1 - m_0)(100 - W) \quad (5.2)$$

де  $m_0$  – маса пустого тигля, г;

$m_1$  – маса тигля з наважкою, г;

$m_2$  – маса тигля з наважкою після її спалювання, г;

$m_{\text{пр}}$  - маса золи в  $3 \text{ см}^3$  прискорювача, г;

100 – перерахунок маси золи на 100 г борошна;

W – вологість борошна, %;

$100 / (100 - W)$  – перерахунок маси золи на 100 г сухих речовин борошна.

Дані паралельних визначень аналізують за ступенем допустимих відхилень. Результати аналізу одного із зразків повинні мати відхилення між

паралельними визначеннями не більші, ніж 0,025 %. Результати з більшими відхиленнями не враховуються. Середнє значення розраховують за даними двох паралельних визначень і за ними встановлюють відповідність сорту борошна вимогам відповідних нормативних документів та правильності виконання експерименту.

Для того, щоб виразити зольність у відсотках до маси сухих речовини борошна у кожному аналізованому зразку визначають масову частку вологи прискореним методом.

#### *4.3. Визначення вологості борошна прискореним методом*

Для визначення вологості попередньо нагрівають електричну сушильну шафу СЕШ-3М з терморегулятором або іншу електричну шафу, яка забезпечить аналогічний результат, до температури 130 °С. Просушують пусті бюкси, охолоджують та зважують. Із середньої проби борошна беруть дві наважки по  $5,00 \pm 0,01$  г і насипають у металеві бюкси. Бюкси закривають кришкою і залишають в ексикаторі поки всі вони будуть з наважками. Підготовлені відкриті бюкси з наважками (кришки знаходяться під бюксами) переносять до сушильної шафи, кожному бюксу розміщують в окремому гнізді.

Шафу завантажують швидко і так, щоб всі гнізда були заповнені або бюкси розподілені в ній рівномірно. Вільні гнізда в шафі заповнюють пустими бюксами. В процесі завантаження шафи температура в ній буде падати і після цього її доводять за 5-10 хв. до значення 130 °С шляхом включення додаткового підігрівання. З моменту досягнення температури в шафі 130 °С процес сушіння продовжують 40 хв. Відхилення температури при висушуванні наважок не повинні перевищувати  $\pm 2$  °С. Через 40 хв бюкси з продуктом виймають із шафи тигельними щипцями, закривають кришками та ставлять для охолодження в ексикатор. Тривалість охолодження - 20 хв, але не більше 2 год. Бюкси зважують і результати оформлюють. Масова частка вологи  $W$ , %

$$W = ((m_1 - m_2) / (m_1 - m)) * 100,$$

де  $m_1$  - маса бюкси з наважкою до висушування;

$m_2$  - маса бюкси з наважкою після висушування;

$m$  - маса пустої бюкси.

Розрахунок вологості проводять з точністю до 0,01 %, а результат заокруглюють до першого десяткового знаку. Допустима розбіжність між паралельними визначеннями вологості не повинна перевищувати 0,2 %. Результати з більшими відхиленнями ніж допустиме не враховуються. Якщо розбіжність показника знаходиться в межі допустимих відхилень, тоді розраховують середнє значення показника вологості з точністю до 0,01 % і заокруглюють його значення з точністю до 0,1 %.

## **5. Висновки**

### **6. Контрольні запитання**

1. Які мінеральні речовини входять до складу харчових продуктів і борошна?
2. Як розподіляються мінеральні речовини серед частин зерна?

3. Яка залежність існує між зольністю та сортом борошна?
4. Які є методи визначення зольності?
5. Яка роль прискорювачів (нітратної кислоти, спиртового розчину оцтовокислого магнію) у процесі озолення?
6. Як приготувати розчин оцтовокислого магнію?
7. Як визначити масу золи, яка вноситься з прискорювачем?
8. Яких умов слід дотримуватись під час проведення процесу озолення (температура, робота з тиглями, муфельними печами)?
9. Які джерела помилок існують при визначенні зольності?
10. Яка роль фосфатів при визначенні зольності?

### **Лабораторна робота №6**

#### **Аналіз житнього ферментованого солоду**

**1. Мета роботи:** оцінити якість солоду за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

**2. Матеріали і устаткування:** термометр, конічна колба місткістю 150 мл., скло, прилад ВЧ (конструкція К. Н. Чижовой), ексикатор, ваги, конічна колба місткістю 200-250 мл., мірний циліндр ємністю 250 мл., фільтр, рефрактометр, конічна колба місткістю 100 мл., фенолфталеїн, розчин натрій гідроксиду, солод.

#### **3. Короткі теоретичні відомості**

Солодом називається проросле зерно, піддане спеціальній обробці. У хлібопекарській промисловості застосовують два види солоду: червоний ферментований житній солод і світлий неферментований солод. Останній називають ще активним в зв'язку з тим, що він містить дуже активні амілолітичні і протеолітичні ферменти. Світлий солод виробляють головним чином з ячменю і в невеликих кількостях з жита. Він використовується в основному в пивоварінні, а також в спиртовому, крохмально-патоковому і хлібопекарському виробництвах, як джерело амілолітичних ферментів при оцукрюванні крохмалю.

У хлібопекарській промисловості активний солод застосовується в якості покращувача борошна з низькою цукроутворювальною здатністю і для оцукрювання борошняних заварок при виробництві рідких дріжджів, а також входить в рецептуру деяких сортів хліба.

Житній ферментований солод використовується в хлібопеченні і при виробництві хлібного квасу як смакова і ароматична добавка.

Для отримання житнього ферментованого солоду жито після очищення замочують при температурі 13-18<sup>0</sup>С протягом 30-32 годин до вологості 50-52%. Замочене жито пророщують протягом 3-4 діб за температури 13- 19<sup>0</sup>С. Ферментацію солоду проводять при 55-65<sup>0</sup>С. Тривалість ферментації 4-5 діб.

На відміну від світлого солоду ферментований солод сушать при підвищеній температурі (до 100<sup>0</sup>С в самому зерні). В процесі ферментації і сушки майже всі ферменти в ньому практично інактивуються, чому червоний солод називають

ще неактивним. Речовини, що зумовлюють специфічний колір, приємний смак і аромат червоного солоду, утворюються на стадіях його ферментації (томління) і в перший період сушіння відбувається реакція взаємодії між аміносполуками (амінокислоти і пептиди) і вуглеводами (мальтоза, глюкоза, фруктоза), в результаті яких утворюються ароматичні темні речовини (меланоїдини) і ароматична фракція.

Якість житнього ферментованого солоду оцінюють за органолептичними і фізико-хімічними показниками (вологість, екстрактивність, кислотність та ін.) Розчинні у воді речовини солоду в основному представлені вуглеводами і в меншому ступені іншими сполуками (продуктами розщеплення білків, мінеральними солями та ін.). З вуглеводів в водний розчин з солоду переходять декстрини, мальтоза, глюкоза, фруктоза, сахароза та ін.

Солод при всіх інших рівних умовах вважається тим краще, чим вище вміст у ньому водорозчинних речовин. Низький вміст екстрактивних речовин свідчить про неправильні технології приготування солоду і негативно позначається на його якості (смак і аромат). Крім впливу на смак вони частково затримують процес черствіння хліба.

Житній ферментований солод повинен мати показник екстрактивності не менше 48%.

У процесі пророщування і томління (ферментації) солоду відбувається помітне наростання в ньому вмісту кислот і кислореагуючих речовин. Ряд спостережень показує, що висока кислотність позитивно впливає на утворення забарвлення солоду під час сушіння. На показник кислотності хліба кислотність солоду впливає незначно.

Кислотність солоду виражається в см<sup>3</sup> 1 н. розчину лугу, що пішла на титрування кислот і кислореагуючих речовин, що містяться в 100 г сухих речовин солоду.

За стандартними нормами кислотність житнього ферментованого солоду не повинна перевищувати 35.

#### **4. Хід роботи**

##### *4.1. Органолептична оцінка якості солоду*

Смак і запах солоду визначають в витяжці, приготовленої в склянці настоюванням солоду в дистильованій воді в співвідношенні 1: 5 при температурі 60 °С. Після перемішування вміст склянки закривають годинниковим склом, після двохвилинного настоювання визначають смак і запах органолептичним методом.

Відповідно до вимог стандарту ферментований житній солод повинен мати кисло-солодкий смак, що наближається до смаку житнього хліба, без гіркого і присмаленого присмаку. Запах повинен бути властивим даному виду солоду (без запаху цвілі і гнилі); колір - від коричневого до темнобурого з червонуватим відтінком.

##### *4.2. Визначення вологості*

Солод багатий розчинними у воді речовинами, які є гарним живильним середовищем для мікроорганізмів. Тому при підвищенні в ньому вологості

вище 10% можуть початися бактеріальні процеси з усіма негативними наслідками для якості солоду. Рекомендується два методи визначення вологості солоду: висушування

-в сушильній шафі при 105<sup>0</sup>С до постійної маси;

-висушування на вологомірі Чижової при 160<sup>0</sup>С 4 г солоду протягом 10 хв.

Вологість тонкорозмеленого солоду не повинна перевищувати 10%, а солоду в зернах - 8%.

Маса порожнього пакета (m<sub>2</sub>) г \_\_\_\_\_

Маса пакета з пробєю до висушування (m<sub>1</sub>) г \_\_\_\_\_

Маса пакета з пробєю після висушування (m<sub>3</sub>) г \_\_\_\_\_

Масова частка вологи (W)% \_\_\_\_\_

#### 4.3. Визначення екстрактивності

10 г солоду зважують з точністю до 0,01 г і поміщають в конічну колбу на 200-250 см<sup>3</sup> з добре пригнаною пробкою. Потім вносять піпеткою 100 см<sup>3</sup> дистильованої води за температури 10-20<sup>0</sup>С і настоюють солод протягом 15 хв, збовтуючи через кожні 5 хв протягом однієї хвилини. Потім вміст колби, за винятком осаду, фільтрують через складчастий фільтр в суху колбу. Перші порції фільтрату повертають на фільтр, фільтрацію припиняють, коли набирається 60-70 см<sup>3</sup> фільтрату (солодового екстракту).

Отриманий зазначеним вище способом солодовий екстракт використовується як для визначення показника екстрактивності рефрактометричним методом, так і для визначення кислотності солоду і його кольору.

Досліджуваний фільтрат поміщають між призми прецизійного рефрактометра і виконують на ньому 2-3 відліку. За середньою арифметичною величиною цих вимірів, виражених в одиницях приладу, знаходять рефрактометричний показник вмісту сухих речовин у відсотках в досліджуваному фільтраті.

Помноживши отриману величину на 10 (розведення), знаходять величину рефрактометричного показника вмісту водорозчинних речовин в 100 г солоду. Потім, знаючи цю величину, перераховують на 100 г сухих речовин солоду (Y), помноживши значення на 100 і поділивши на (100-W).

Після цього вносять поправку, що враховує завищення рефрактометричних показника за рахунок вмісту в солоді декстринів та інших речовин, що впливають на показання рефрактометра, і розраховують реальний вміст екстрактивних речовин в солоді за формулою 6.1.

$$E = 0,901Y - 0,11 \quad (6.1)$$

Показання рефрактометра при .<sup>0</sup> С

Поправка на температуру \_\_\_\_\_

Показання рефрактометра при 20<sup>0</sup>С \_\_\_\_\_

Рефрактометричний показник вмісту сухих речовин у фільтраті (за таблицею)% \_\_\_\_\_

Рефрактометричний показник вмісту екстрактивних речовин в 100 г солоду в перерахунку на суху речовину солоду%  
(домножити на 100/(100 - W) ) \_\_\_\_\_

Реальний вміст екстрактивних речовин солоду  
(Після внесення поправки)% \_\_\_\_\_

#### 4.4. Визначення кислотності

У конічну колбу місткістю 100 см<sup>3</sup> вносять 2 см<sup>3</sup> досліджуваного фільтрату, 50 см<sup>3</sup> дистильованої води, 2 краплі 1% -го спиртового розчину фенолфталеїну і титрують 0,1 н. розчином натрій гідроксиду до появи рожевого забарвлення.

Кислотність солоду розраховують за формулою 6.2.

$$X = 50nK \cdot 100 / (100-W), \quad (6.2)$$

де X - кислотність солоду, см<sup>3</sup> 1 н. розчину натрій гідроксиду в перерахунку на сухі речовини солоду;

n - кількість 0,1 н. розчину натрій гідроксиду, який пішов на титрування 2 см<sup>3</sup> фільтрату, см<sup>3</sup>;

K - поправочний коефіцієнт 0,1 н. розчину натрій гідроксиду;

W - вологість солоду, %.

Кількість 0,1 н. розчину NaOH, який пішов на титрування 2 см<sup>3</sup> фільтрату, (n) см<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

Кислотність солоду, см<sup>3</sup> 1 н. розчину NaOH в перерахунку на 100 г сухих речовин солоду \_\_\_\_\_

#### **5. Висновки**

#### **6. Контрольні запитання**

1. При виробництві яких харчових продуктів застосовують солод?
2. За яких режимів проводять ферментацію солоду?
3. Назвіть органолептичні показники якості солоду.
4. Назвіть фізико-хімічні показники якості солоду.
5. Принцип роботи рефрактометра.

#### **Методичні вказівки для ЗВО, що наваються за індивідуальним графіком**

Студенти, що навчаються за індивідуальним графіком, готують протоколи лабораторних робіт і в разі відсутності можливості їх відпрацювання, захищають дані, одержані іншими студентами групи. Також в якості відпрацювання лабораторної роботи допускається наявність письмових відповідей на всі питання до кожної лабораторної роботи. Оформлені протоколи з відповідями на питання студенти здають або під час консультацій або пересилають їх на електронну адресу викладача (з'ясувати у старости групи) або завантажують у Moodle ( систему дистанційного навчання).

Модульні контрольні роботи тестового характеру розташовані в системі Moodle і виконуються студентами, що навчаються за індивідуальним графіком у будь-який час, але до початку сесії.



## Перелік питань до екзамену

1. Стан зернопереробної галузі України
2. Зерно. Особливості будови та хімічного складу зернової сировини. Будова і форма зерна.
3. Характеристика основних зернових культур. Класифікація зернових культур.
4. Гібридизація злаків. Хімічний склад зерна пшениці.
5. Технологічні властивості зерна пшениці і жита.
6. Борошномельні властивості зерна. Хлібопекарні властивості зерна пшениці.
7. Основні властивості зернової маси. . Технологічне значення і методи змішування зерна.
8. Подільність сумішей. Методи сепарування.
9. Сепарування за геометричною ознакою.
10. Сепарування за аеродинамічними властивостями,
11. Сепарування за густиною та станом поверхні,
12. Сепарування за магнітними властивостями
13. Технологічний ефект сепарування. Способи обробки поверхні зерна, технологічний ефект процесу.
14. Підготовка зерна до розмелу. Очистка поверхні зерна. Воднотеплова обробка зерна.
15. Подрібнення зернових продуктів. Сортування продуктів розмелу.
16. Збагачення проміжних продуктів розмелу. Оцінка відходів зернопереробної промисловості
17. Борошно та його асортимент.
18. Оцінка якості різних сортів пшеничного і житнього борошна.
19. Хлібопекарські властивості пшеничного, житнього борошна та тритікале. Інші види борошна
20. Види солоду та їх застосування у харчовій промисловості
21. Принципова технологічна схема виробництва світлого ячмінного пивоварного солоду та характеристика основних технологічних операцій.
22. Очищення та сортування зерна. Замочування зерна.
23. Пророшування зерна.
24. Особливості технології ряду пивоварних солодів (барвний, карамельний, палений, пшеничний та ін.)
25. Особливості технології житнього неферментованого та ферментованого солодів.
26. Особливості технології пшеничного солоду .Особливості технології солоду для спиртового виробництва.
27. Вихід солоду, відходи його виробництва та їх використання

28. Асортимент борошна, що виробляється на заводах України. Основні показники його якості.
29. Борошномельні властивості зерна. Їх значення для організації і ведення технологічного процесу виробництва борошна.
30. Будова зерна. Вплив співвідношення анатомічних частин на організацію технологічного процесу. Хімічний склад зерна пшениці і жита.
31. Відходи борошномельного виробництва. Класифікація і контроль.
32. Житнє борошно. Особливості його виробництва.
33. Класифікація методів водно–теплової обробки зерна пшениці.
34. Холодне кондиціонування. Показники ефективності процесу.
35. Класифікація помелів. Прості повторювальні помели. Принципова схема. Призначення кожного етапу.
36. Класифікація продуктів подрібнення за якістю і крупністю.
37. Класифікація продуктів, які одержують при очищенні й переробці зерна на борошномельних заводах. Необхідність такої класифікації.
38. Класифікація та види помелів. Призначення та необхідність такої класифікації.
39. Макаронні помели. Принципова схема. Призначення кожного з етапів.
40. Методи водно–теплової обробки. Їх призначення. Методи гарячого кондиціонування.
41. Наукові основи подрібнення зернових продуктів. Види подрібнення. Подрібнення у вальцьовому верстаті. Ефективність проведення процесу.
42. Наукові основи сепарування зернових продуктів. Сепарування за добротністю. Збагачення крупок. Показники, що характеризують ефективність процесу.
43. Необхідність формування помельних партій зерна та методи їх розрахунку.
44. Організація очистки і підготовки зерна пшениці до сортового помелу на заводах обладнаних комплектним обладнанням.
45. Організація технологічного процесу на мінімлинах. Переваги і недоліки мінімлинів.
46. Основні вимоги, щодо розміщення зерна на борошномельних заводах.
47. Основні завдання і види контролю борошномельного виробництва.
48. Особливості виробництва макаронного борошна при сортових помелах пшениці.
49. Очистка і підготовка зерна на борошномельних заводах обладнаних комплектним обладнанням. Очистка поверхні зерна мокрим способом.
50. Показники, що характеризують борошномельні властивості зерна пшениці і жита. Їх вплив на організацію технологічного процесу.
51. Показники, що характеризують технологічні властивості зерна пшениці і жита.
52. Показники, що характеризують хлібопекарські властивості зерна пшениці і жита. Їх значення і вплив на організацію технологічного процесу.
53. Показники, що характеризують загальний стан зернової маси.

Методи їх визначення.

54. Помел зерна в борошно. Види помелів і їх класифікація.

55. Помели з послідовно – паралельним і послідовним подрібненням зернових продуктів.

56. Призначення та методи сепарування зернових продуктів. Поділ суміші. Сепарування за магнітними властивостями і станом поверхні.

57. Прості помели. Принципова схема. Призначення кожного етапу.

58. Розсійники. Призначення. Основні схеми просіювання. Фактори, що впливають на ефективність процесу.

59. Сепарування зернових продуктів за геометричними

характеристиками. Види сит і їх характеристика. Фактори, що впливають на ефективність просіювання.

60. Формування помельних партій зерна. Необхідність їх формування і методи розрахунку їх складу.

61. Якість борошна. Контроль якості борошна. Показники якості борошна різних сортів.

62. Якість житнього борошна різних сортів. Методи контролю показників якості.

63. Якість макаронного борошна різних сортів. Необхідність визначення показників його якості. Методи контролю якості борошна.

64. Принципова технологічна схема виробництва світлого ячмінного пивоварного солоду та характеристика основних технологічних операцій.

65. Очищення, сортування, замочування зерна в технології виробництва солоду.

66. Пророщування зерна.

67. Особливості технології різних пивоварних солодів (барвний, карамельний).

68. Особливості технології різних пивоварних солодів (палений, пшеничний та ін.)

## Рекомендована література

### Базова

1. Мерко І.Т., Моргун, О. В. Наукові основи і технологія переробки зерна [Текст] : Підруч. Одеса : Друк, 2001. 348 с.
2. Казаков Е. Д., Карпиленко Г. П. Биохимия зерна и хлебопродуктов [Текст] : Учеб. 3-е изд., перераб. и доп. С.Пб. : Гиорд, 2005. 512 с.
3. Технологическое оборудование и поточные линии предприятий по переработке зерна [Текст] : учебник / Глебов Л.А., Демский А.Б., Веденьев В.Ф., Яблоков А.Е. Москва : ДеЛи принт, 2010. 696 с.
4. Авдусь Б. П., Сапожникова А.С. Определение качества зерна, муки и крупы [Текст] . 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Колос, 1976. 333 с.

5. Бутковский В. А., Мельников Е.М. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства (с основами экологии) [Текст] : Учеб. Москва : Агропромиздат, 1989. 464 с.
6. Егоров, Г. А. Технология муки. Технология крупы [Текст] : Учеб. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Колос, 2005. 296 с.
7. Вобликов, Е. М. Технология элеваторной промышленности [Текст] : учебник С.Пб. : Лань, 2010. 384 с.
8. Мерко І.Т. Технології мукомельного і круп'яного виробництва. Видання 2-е, перероб. і доп. Одеса: Друкарський дім, 2010. 472 с.

### **Допоміжна**

1. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах [Текст] / Крошко Г.Д., Левченко В.І., Нікітчук Л.П. та ін. . М-во агропромислового комплексу України, Київ. ін-т хлібопрод. Київ : ВІПОЛ, 1998. 145 с
2. Пшениця. Технічні умови. ДСТУ 3768:2019 [чинний від 2019-06-10 ] Київ , 2019. ДП «УкрНДНЦ».
3. ДСТУ ISO 21415-1:2009 (ISO 21415-1:2006, IDT) Пшениця та пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирої клейковини ручним способом.
4. ДСТУ 2209-93. – [Чинний з 01.07.1994] Борошно, побічні продукти і відходи. Терміни і визначення. Київ: Держстандарт України, 1993. 56 с.
5. Малин Н. И. Технология хранения зерна. Москва: Колос, 2005. 280 с.

### **Інформаційні ресурси**

- <https://eln.stu.cn.ua/course/view.php?id=4278&notifyeditingon=1#> -(посилання на сторінку дисципліни в системі дистанційного навчання Moodle)
- [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=579](https://agromage.com/stat_id.php?id=579)
- [https://studopedia.su/11\\_103234\\_rekuperatsIya-I-utilIzatsIya-vIdhodIv-ta-kompleksna-pererobka-sirovini.html](https://studopedia.su/11_103234_rekuperatsIya-I-utilIzatsIya-vIdhodIv-ta-kompleksna-pererobka-sirovini.html)
- <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=404>
- <https://books.google.com.ua/books>