МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

Кафедра харчової
біотехнології і хімії

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт
з дисципліни

«ТЕХНОЛОГІЯ БОРОШНОМЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за спеціальністю 181 «Харчові технології»
денної та заочної форм навчання

Тернопіль, 2024

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Технологія борошномельного виробництва» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / Х.Ю. Кравченюк, А.Т. Лялик Тернопіль: ТНТУ, 2024. 27 с.

Рецензент:
к.т.н., старший викладач кафедри обладнання харчових технологій Деркач А.В.

Укладачі:
к.т.н., старший викладач кафедри харчової біотехнології і хімії Кравченюк Х.Ю.
к.т.н., доцент кафедри харчової біотехнології і хімії Лялик А.Т.

Методичні вказівки розглянуті на засіданні кафедри харчової біотехнології та хімії
Протокол № 2 від «30» серпня 2024 р.

Методичні вказівки розглянуті схвалені та рекомендовані до друку на засіданні методичної комісії факультету інженерії машин, споруд та технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.
Протокол № 1 від «30» серпня 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП…….. **4**

Лабораторна робота №1 Визначення засміченості зерна пшениці і жита……..... **5**

Лабораторна робота №2 Визначення фізико-технологічних властивостей зерна: кута природнього відхилення, скловидності зерна…… **11**

Лабораторна робота №3 Визначення щільності зерна …… **14**

Лабораторна робота №4 Визначення ефективності сортування подрібнення зерна пшениці……..... **15**

Лабораторна робота №5 Визначення впливу твердості пшениці на борошномельні властивості зерна…….. **16**

Лабораторна робота №6 Визначення органолептичних показників, кислотності борошна і вмісту металевих домішок…… **17**

Лабораторна робота №7 Визначення хлібопекарських властивостей пшеничного борошна за пробним випіканням…….. **19**

Лабораторна робота №8 Визначення хлібопекарських властивостей інших видів борошна за пробним випіканням……..…… **22**

Лабораторна робота №9 Формування помельних партій…… **23**

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ……..... **27**

ВСТУП

Дисципліна «Технологія борошномельного виробництва» є однією з основних фахових навчальних дисциплін підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 181 «Харчові технології». Вона забезпечує формування у студентів системних знань про сучасні технологічні процеси переробки зерна на борошно, основи проектування технологічних схем, особливості роботи борошномельного обладнання та методи контролю якості готової продукції.

Метою виконання лабораторних робіт є поглиблення теоретичних знань і набуття практичних навичок, необхідних для розуміння сутності технологічних процесів, що відбуваються під час підготовки зерна до помелу, помелу різних типів зернових культур, сортування продуктів подрібнення та отримання борошна із заданими технологічними властивостями.

Лабораторні заняття спрямовані на оволодіння методами експериментальних досліджень, визначення показників якості зерна та борошна, вивчення конструкцій і принципу дії основного борошномельного обладнання, а також на розвиток умінь аналізувати отримані результати й робити обґрунтовані технологічні висновки.

Виконання лабораторних робіт сприятиме формуванню професійної компетентності майбутніх фахівців харчової промисловості, їхній готовності до практичної діяльності на підприємствах зернопереробної галузі та впровадження сучасних технологічних рішень у борошномельному виробництві.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1
ВИЗНАЧЕННЯ ЗАСМІЧЕНОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ І ЖИТА

Мета роботи: ознайомитись із зовнішньою будовою найголовніших засмівачів зерна та класифікацією домішок; визначити засміченість зерна пшениці.

Основні теоретичні відомості

Всі партії зерна, які заготовлюють та розподіляють, - це зернова маса, що складається із зерна основної культури та різних домішок.

Засміченість - це процентний склад домішок, що містяться у даній партії зерна. Цей показник відноситься до обов'язкових і визначається при оцінюванні якості партії зерна будь-якого призначення.

Плоди та насіння всіх сміттєвих дикорастучих рослин, які засмічують зерно, можна поділити на такі групи:

1. повсюдні засмічувачі;
2. важко відокремлювані /спеціалізовані/ засмічувачі;
3. шкідливі домішки.

До повсюдних засмічувачів відносяться: пирій повзучий, кукіль, гречанка /гречишка/ в'юнкові, в'юнок польовий, полин гіркий.

До спеціалізованих засмічувачів відносять дику редьку, гречку татарську для гречки ;вівсюг для вівса ; костер житній та волошка синя для жита ; просо рисове; просо крупно-плідне /курмак/, просо куряче для рису; горошок, в'юнок та гречишка в'юнкова для проса.

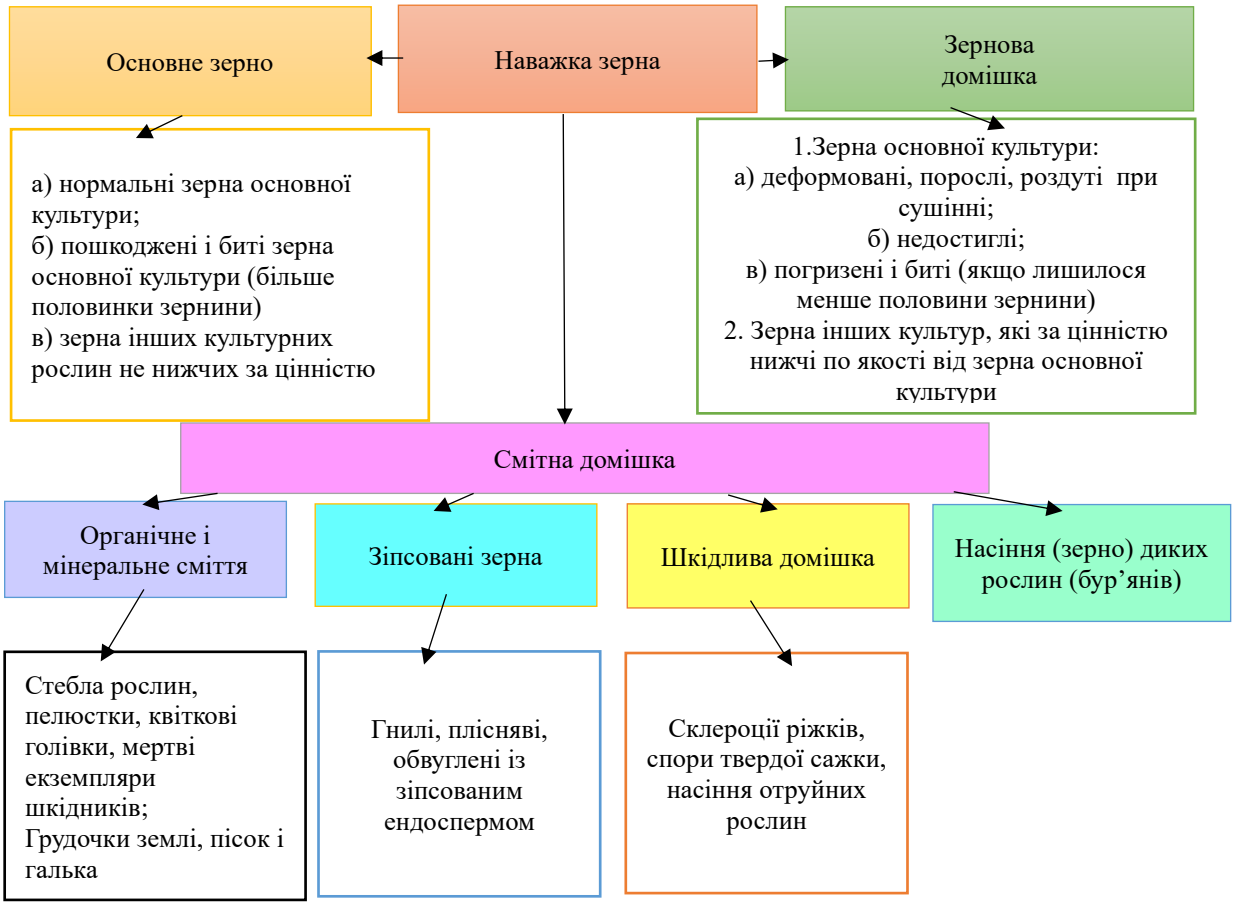

Рис. 1.1 Схема класифікації домішок у партіях зернової маси

Кукіль - форма насінин брунькоподібна, з боку спинки широко заокруглена, коло рубчика майже клиноподібно звужена, поверхня горбкувата. Забарвлення чорне, матове, іноді темно-коричневе.

Насіння куколю отруйне, воно містить у собі сапонін, який розчиняє червоні кров'яні тільця. Домішок куколю надає хлібу блакитнуватого відтінку та гіркого присмаку. Граничні

норми його у заготовленому зерні - не більше 1%, у класному розподілюваному зерні - не більше 0,5 відсотка.

Вівсюг - форма зернівки веретеноподібна або овальна, відрізняється від *вівса* тим, що коло основи мав так звану "підківку", в результаті чого зерно при дозріванні легко обсипається. Це зчленування служить розпізнавальною ознакою вівсюга. Забарвлення луски сіре, жовте, білувате, буре або світло-буре.

Домішки в зерні поділяють на смітні та зернові.

До смітних домішок відносяться всі компоненти зернової маси, які знижують вихід продукції та різко погіршують її якість.

До зернових домішок відносяться всі компоненти зернової маси, які ще можуть бути використані в невеликій кількості істотно не погіршують товарні властивості основного зерна.

До основного зерна відносяться повноцінні зерна основної культури, а також зерна основної культури, що дещо відрізняються за морфологічними та анатомічними ознаками але є придатними для технологічних цілей.

При виконанні аналізів наважки масою 25 г та більші зважують до десятих часток грама, всі інші - до сотих, а металомагнітні домішки - до десятитисячних.

Крупні домішки. Крупні домішки визначають середній пробі зерна. Пробу важать, а потім просівають на ситі з діаметром отворів 6 мм. Якщо діаметр отвору сита менше - 30 см, середню пробу просіюють частинами. Із сходу сита вручну вибирають крупні смітні домішки: солому, колосся, грудочки землі, гальку, крупне сім'я бур'янистих рослин і інші.

В крупно сім'яних культурах /кукурудза, горох, кормові боби, квасоля, кут, чина, сочевиця тарілчаста та ін/ крупні бур'янисті домішки виділяють із середньої проби вручну без просіювання. Колосся та стулки бобів відносять до бур'янистих домішок після виймання із них зерна /насінин/.

Крупні бур'янисті домішки важать окремо по фракціях, врахованих при визначенні бур'янистих домішок даної культури, і подають в процентах /відсотках/ по відношенню до маси середньої проби.

Крупну гальку в середній пробі виділяють та важать окремо і розраховують за формулою:

$$x_{\text{кр}} = \frac{m_1 \times 100}{m} \qquad (1.1)$$

де m_1 – маса окремо врахованої фракції крупних бур'янистих домішок, г ;

m – маса середньої проби зерна, г.

Явно виявлені бур'янисту та зернові домішки. Після визначення крупних домішок із середньої проби виділяють наважку масою, наведеною нижче.

Культура	Маса наважки, г
Сочевиця тарілчаста, боби кормові	200
Кукурудза, горох, квасоля, чина, нут	100
Пшениця, жито, ячмінь /в тому числі пивоварний/ гречка, овес, рис, сочевиця дрібно сім'яна, вика	50
Просо, сорго	25

Потім наважку зерна просіюють на наборі лабораторних сит з розмірами отворів, прийнятих для кожної культури. Сита установлюють у такому порядку: піддон; сито для виділення проходу, що відносить до бур'янистих домішок; сито для виділення дрібного зерна; сита для визначення крупності ; сита для полегшення розбору наважки.

Сита для визначення крупності та дрібних зерен служать одночасно і для визначення бур'янистих та зернових домішок.

При просіюванні вручну, якщо в комплекті тільки сита з круглими отворами, просіювання здійснюють круговими рухами без струшування. Якщо ж в комплекті сита з поздовжніми отворами, то просіювання роблять поздовжньо-зворотними рухами також без струшування в напрямі отворів. Бобові культури просіюють 1 хвилину, а інші культури - 3 хвилини при 110... 120 рухах за 1 хвилину. Амплітуда коливань сит близько 10 см.

Сходи всіх сит аналізують окремо, виділяючи бур'янисту та зернові домішки відповідно стандартам на кожну культуру.

До бур'янистих домішок відносяться: все проходження, одержуване при просіюванні зерна через сито, взято по стандарту для даної культури, крім проса, де тільки 3/4 проходження сита з отворами

розміром 1,4/20 мм зачисляють до бур'янистих домішок, а решту до зернових домішок: мінеральні домішки /частинки стебел та стрижені в колосся, остюки, плівки та ін./; сім'я дикорастучих та культурних рослин, які не відносяться до зернових домішок ; зіпсовані зерна всіх культурних рослин ; про гнилі заплісняві, обвуглені, підсмажені із явно та повністю зіпсованим ядром. При аналізі рису 1/4 частина зіпсованих недорозвинених або зелених зерен відчисляють до бур'янистих домішок, а 3/4 до зернових ; зерна всіх культурних рослин з повністю виїденим ендоспермом; шкідливі домішки: ріжки сажку /зону/, зерна, уражені гематодою, насінини плевелу оп'яняючого, гірчака повзучого, сафори лисохвостом, термопсису ланцетного /мишатника/, в'язелю різнокольорового, геліотропу опушеноплідного, триходесми сивої.

До зернових домішок відносять пошкоджені зерна основної культури, засміченість якої визначається таким чином: 50 відсотків битих та поїдених незалежно від характеру та розмірів пошкоджень, але не віднесених до бур'янистих домішок /інші 50 відсотків відносять до основного зерна/; розчавлені, щуплі - дуже недорозвинені ; покільчені - з корінцем або паростком, щ о вилізли наверх, або з утраченими корінцями або паростком, деформовані з явно зміненим кольором оболонки внаслідок кільчення ; прихоплені морозом - зморщені /деформовані/, білуваті /деформовані/, дуже потемнілі, зелені'.; пошкоджені самонагріванням або сушінням /підсмажені/, цвілі із зміненим кольором оболонок та порушені, ендоспермом від кремового до світло-коричневого кольору; роздуті при сушінні ; зелені ; зерна інших культур як цілі, так і пошкоджені /вказані в стандартах на окремі культури/, не віднесені по характеру пошкодження до бур'янистих домішок [7].

До основного зерна відносять цілі пошкоджені зерна основної культури, які по характеру пошкоджень не відносяться до бур'янистих чи зернових домішок.

Із проходження через сито, установлене для виділення бур'янистих домішок, виділяють тільки шкідливі домішки. Решту проходження цілком відносять до бур’янистих домішок. Виділену із сходжень сит та проходження через сито шкідливі домішки в складі бур’янистих домішок не враховують, а їх вміст визначають по додаткових наважках.

Подвійні зерна вівса перед просіюванням розділяють. Пусті плівки відносять до бур’янистих домішок, а дуже недорозвинені зерна – до зернових.

Якщо в наважці зерна знаходять домішки, враховані окремо /крім часника та донника/, їх не враховують, а визначають в додатковій наважці.

Таблиця 1.1

Розміри отворів лабораторних сит, мм

Культура	Сита для визначення		
	Дрібних	Проходження, яке відносять до бур’янистих домішок	Крупність
Пшениця	1,7×20	ǿ 1,0	-
Жито	1,4×20	ǿ 1,0	-
Ячмінь:			
а) продовольчий та кормовий	-	ǿ1,5	-
б) круп’яний	2,2×20	ǿ1,5	-
в) для пивоваріння	2,2×20	ǿ1,5	2,5×20
Овес	-	ǿ1,5	-
Овес круп’яний	1,8×20	ǿ1,5	-
Просо	-	1,4×20	-
Гречка	-	ǿ3,0	ǿ4,0
Рис – зерно не лущене	-	ǿ2,0	-
Кукурудза в зернах	8,0	ǿ2,5	-
Горох	I і II типи для харчово – концентратної	ǿ2,5	I тип, II тип ǿ7,0 ǿ6,0

	промислово сті 5,0 (для гороху круп'яного)		ó6,0 ó5,0 ó4,0 ó4,0 ó2,5 ó2,5
Квасоля продовольча		ó3,0	-
Сочевиця тарілчаста		ó2,5	ó6,3
Сочевиця дрібнонасінна та сорго		ó1,2	-
Чина, нут та вика		ó2,0	-
Боби кормові та соя	-	ó3,0	-
	-		
	-		
	-		
	-		

При аналізі круп'яного вівса із складу зернових домішок виділяють і окремо враховують: в сходженні з сита в отворами розмірам 1,8х20 мм - лущені зерна вівса ; зерна пшениці та полби ; зерна жита та ячменю; сумарний вміст в сходженні з сита та проходженні через сито з отворами розміром 1,8х20 мм зерен: пшениці та полби; жита та ячменю; кукурудзи, гороху, нуту, чини, сочевиці, сої, квасолі, ярової вики, кормових бобів.

При аналізі круп'яного ячменю із складу зернових домішок виділяють і окремо враховують сумарний вміст в сходжені із сита та проходженні через сито з отворами розміром 2,2х20 мм: непошкоджених зерен пшениці та полби, цілих та пошкоджених зерен жита та вівса, недозрілих та дуже недорозвинених зерен ячменю.

В круп'яному горосі цілі сім'ядолі та побите насіння, у яких залишилось більше половини сімені, враховують окремо в сходженні із сита та проходженні через сито з отворами діаметром 5 мм.

Вміст бур'янистих та зернових домішок в качанах кукурудзи визначають по зерну, одержаному в результаті лабораторного обмолоту качанів та очищеному від кусочків /шматочків/ стерженів. В цьому випадку побиті зерна /включаючи проходження через сито з отворами діаметром 2,5 мм/ та розчавлені здорові зерна в складі бур'янистої та зернової домішок не враховують, а відносять до основного зерна.

Насінини плоскої вики в сочевиці розпізнають за такими ознаками: у плоскої вики явно помітно рубчик /карб/ овальної форми, що займає 1/8 кола насінини, яка в цьому місці потовщена ; у сочевиці рубчик довжиною 2 мм і ледве помітний.

Не явно виявлені зіпсовані та пошкоджені зерна пшениці, жита, ячменю, сорго та вівса. Якщо при проведенні аналізу по визначенню засміченості зерна виявляються сумнівні за зовнішнім виглядом зерна, ступінь пошкодження яких встановити неможливо, роблять додатковий аналіз. Для цього із зерна вивільненого від явно виявленої бур'янистої та зернової домішок, виділяють наважку 10 г.

Всі сумнівні за зовнішнім виглядом зерна /окрім вівса/ розрізають, упоперек і виділяють зіпсовані та пошкоджені у відповідності до їх характеристик, показаних з стандартах на відповідну культуру.

Зі всіх зерен вівса наважки масою 10 г вручну знімають плівки і виділяють зіпсовані та пошкоджені зерна, котрі окремо важать разом зі знятими з них плівками.

Вміст зіпсованих та пошкоджених зерен, % розраховують за формулою, %

$$x_{z1} = \frac{m_{z1} \times m}{5}, \% \qquad (1.2)$$

де m_{z1}- маса зіпсованих та пошкоджених зерен, виділених з наважки масою 10 г

m - маса зерна, що залишилось після виділення із наважки масою 50 г бур'янистої та зернової домішок, г.

Загальний вміст зіпсованих та пошкоджених зерен встановлюють по сумі їх вмісту, виділених з наважки 50 г та з додаткової наважки 10 г :

$$Xz = 2mz_2 + Xz_1 \qquad (1.3)$$

де m_{z2} - маса явно виявлених зіпсованих чи пошкоджених зерен, виділених з наважки масою 50 г.

Результати визначення в якісних документах округлюють з точністю до 0,01 %.

Зіпсовані та пошкоджені зерна проса. Зерна проса в наважки масою 10 г лущать. Одержані після лущення і повністю звільнені від плівок ядра зважують, потім виділяють зіпсовані чи пошкоджені і окремо важать. Розрахунок здійснюють за формулою:

$$x_{z1} = \frac{4m_{z1} - m}{m_{заг}}, \% \quad (1.4)$$

m_{z1} - маса зіпсованих та пошкоджених ядер, виділених з наважки масою 10 г;

m - маса незвалених зерен, що залишились після виділення з наважки 25 г бур'янистої та зернової домішок, г;

$m_{заг}$ - маса, всіх ядер, одержаних в наважці менш 10 г.

Загальний вміст зіпсованих чи пошкоджених зерен проса, % виділених з наважки масою 25 г та із додаткової наважки масою 10 г, обчислюють за формулою:

$$x_z = 4m_{z2} + x_{z1} \quad (1.5)$$

де, m_{z2} - маса зіпсованих чи пошкоджених зерен, виділених з. наважки масою 25 г, **г.**

Допустимі розходження при, аналізі наведені у ДСТУ 4138-2002, де вказано процентний вміст зіпсованих або пошкоджених зерен проса та допустимі норми розходження, які коливаються від 0,1 до 2,1%, в залежності від вмісту зіпсованих чи пошкодженнях зерен.

Результати визначень зіпсованих або пошкоджених зерен в документах про якість записують з точністю до 0,01%.

Зіпсовані зерна гречки. З чистого зерна наважки 50 г після визначення бур'янистих та зернових домішок виділяють наважку масою 5 г, зерна гречки розрізають лезом бритви і беруть зерна з зіпсованим ядром.

Виділені зіпсовані ядра гречки разом з плівками та часточками ядра, що відокремились, зважують . Розрахунок роблять за формулою:

$$x_{z1} = \frac{2m_{z1} - m}{5}, \% \quad (1.6)$$

де m_{z1} – маса зіпсованих зерен гречки, виділених з наважки масою 5 г, г ;

m - маса необвалених зерен гречки, що залишились після виділення із наважки масою 50 г бур'янистих та зернових домішок, г.

Загальний вміст зіпсованих зерен гречки, % виділених із наважки масою 50 г з додаткової наважки масою 5 г, обчислюють за формулою:

$$x_z = 2m_{z1} + x_{z1} \quad (1.7)$$

де m_1 - маса зіпсованих обвалених зерен гречки, виділених з наважки масою 50 г, г.

Результати визначення зіпсованих зерен гречки в документах про якість записують з точністю до 0,01%.

Шкідливі домішки. Якщо під час зовнішнього огляду або в пробах та наважках виявляють шкідливі домішки, їх вміст визначають в додаткових наважках.

До шкідливих домішок відносяться: спорові, зерна, вражені, нематодом, плевели оп'яняючої, в'язель різнокольоровий, гірчак повзучий, софора лисохвістна, геліотроп опушеноплідний, триходесма сива, термопсис ланцетний, а також камінна головня - в ячмені, тверда головня - в житі та вівсі, тверда або мокра головня — в пшениці та просі /цілі мішечки або їх частини/.

Для аналізів беруть наступні наважки, г: головні в пшениці, житі та інших культурах, крім ячменю - 200 ; головні в ячмені - 500, плавелі п'янкій - 200, ріжків, зерен /вражених нематодою, в'язелю різнокольорового, гірчака повзучого, софори лисохвістої, геліотропу опушеноплідного, триходесми сивої, термопсису ланцетного - 500.

Наважку розбирають вручну, а виділені шкідливі домішки зважують окремо за видами та обчислюють, % за формулою:

$$x = \frac{m_д - 100}{m}, \% \quad (1.8)$$

де $m_д$ – маса виділених шкідливих домішок, г;

m – маса додаткової наважки, г.

В документах пре якість вказують загальну кількість шкідливих домішок, в тому числі їх окремі види з точністю до 0,01.

Завдання

Наважку пшениці кількістю 25 або 50 г просіюють через сито, важать і записують до відповідної фракції бур'янистих домішок. Залишки на ситі розбирають вручну на окремі фракції, важать на вагах і дані записують в таблицю 1.2

Таблиця 1.2

№ п/п	Домішки	Маса	
		г	%
	I Бур'янисті		
1	Весь прохід через сито 1 мм		
2	Мінеральні домішки		
3	Органічні домішки		
4	Насіння бур'янів та всіх культурних рослин, за виключенням жита та ячменю		
5	Зерна пшениці, жита та ячменю гнилі, плісняві, обвуглені з явно зіпсованим ядром		
6	Поїдені шкідниками (з повністю виїденим ядром)		
7	Шкідливі домішки (головня, ріжки, вугриця, в'язіль, гірчак, софора, плевели оп'яняючий)		
	II Зернові		
1	Поїдені та биті, якщо залишилось менше половини ядра		
2	Покільчені зерна		
3	Морозобійні		
4	Пошкоджені самонагріванням або сушінням		
5	Роздуті при сушінні плісняві		
6	Щуплі зерна		
7	Зелені		
8	Розчавлені		
9	Зерна жита та ячменю цілі та пошкоджені, що не відносяться до бур'янистих домішок		
	III Основні зерна		

Завдання

1. Ознайомитись з колекцією насіння бур'янистих рослин. Намалювати насінини найбільш поширених бурянів. Розібрати наважку насінин бурянистих рослин та навчитись їх розпізнавати.
2. Визначити засміченість пшениці та порівняти з вимогами ДСТУ для заготовлюваної пшениці.

Контрольні запитання

1. До яких негативних наслідків приводить наявність домішок у зерні?
2. Що відносять до бур'янистих домішок?
3. Що відносять до зернових домішок?
4. Що відносять до шкідливих домішок?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2
ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНА: КУТА ПРИРОДНЬОГО ВІДХИЛЕННЯ, СКЛОВИДНОСТІ ЗЕРНА

Мета роботи: ознайомитись з методами визначення скловидності, кута природнього відхилення зерна; навчитись визначати фізико-технологічні властивості зерна різних культур.

Основні теоретичні відомості

Визначення кута природнього відхилення

Від рухливості матеріалів залежить кут природного відкосу, тобто кут між твірною конуса (лінія природного відкосу) матеріалів, які вільно обсипаються, і горизонтальною площиною; іншими словами, це кут, при якому нахил у спокої зберігає граничну рівновагу. Кут цей тим більший, чим менша рухливість матеріалів. Для сипучих матеріалів кут природного відкосу дорівнює куту внутрішнього тертя або трохи менший від нього. Для зв'язних (зчеплених) матеріалів твірна поверхні відкосу не прямолінійна, через що визначається середній кут природного відкосу; цей кут більший за кут внутрішнього тертя і залежить від способу формування відкосу – насипанням або обваленням.

На рис.2.1. представлена схема приладу для визначення кута природного відкосу при насипанні й обваленні. Насипання в приладі здійснюється з визначеної висоти . Сам прилад є ємкістю 1 у вигляді паралелепіпеда з горизонтальною перегородкою посередині. Перегородка містить отвір 2, що перекривається заслінкою 3. Передня стінка приладу прозора. У верхню частину приладу при закритому заслінкою 3 отворі 2 насипається матеріал до деякої висоти , після чого заслінка висувається і частина матеріалу, що знаходиться над отвором, висипається на дно приладу. При цьому утворяться два природних відкоси: один – насипанням з кутом нахилу , а інший – обваленням з кутом нахилу . Для виміру цих кутів на стінці приладу наносяться шкали з поділками в градусах.

У табл.2.1. наведені межі коливань кутів природного відкосу для ряду рослинних матеріалів у повітряно-сухому стані. Конкретні значення кутів залежать від умов вирощування матеріалів, їхнього сорту, термінів збирання й інших факторів. З ростом вологості матеріалів ці значення збільшуються.

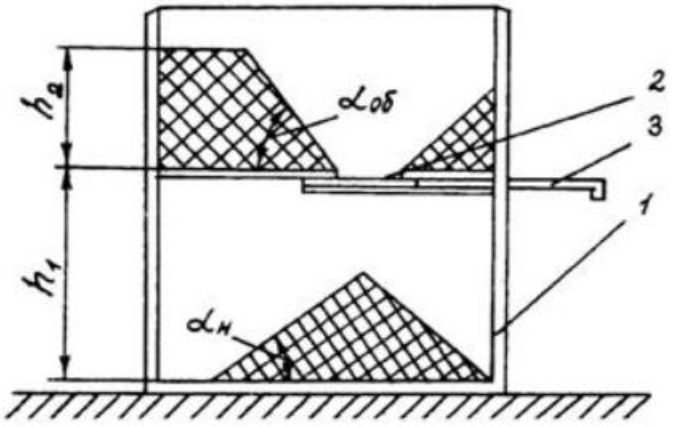

Рис. 2.1 Схема приладу для визначення кута природного відкосу рослинних матеріалів:
1 – ємкість; 2 – отвір; 3 – заслінка

Кут, що визначається у наведеному приладі, тим менший, чим більша висота в приладі, тому що чим більша, тим більша кінетична енергія падаючих матеріалів, що при падінні з великої висоти продовжують рух вбік, зменшуючи тим самим кут. Через це висота в приладі істотно не змінюється і знаходиться в межах 15...25 см.

Таблиця 2.1.

Кути природного відкосу рослинних матеріалів

Назва і стан матеріалу		Кут природного відкосу	
		при насипанні	при обваленні
Зерно	пшениці	24°...26°	34°...36°
	рису	27°...34°	30°...38°
	кукурудзи	23°...27°	33°...37°
Насіння	буряка	34°...38°	42°...50°
	трав	18°...19°	25°...27°
	льону	17°...18°	23°...25°
Насіння бавовнику	опушене	32°...38°	34°...42°
	оголене	27°...30°	28°...32°

Групи рослинних матеріалів характеризуються також такою властивістю, як злежуваність, тобто властивістю підвищувати щільність і втрачати сипкість при тривалому збереженні, причому чим більша висота шару матеріалів, тим більша злежуваність, що пояснюється зростанням тиску на нижні шари матеріалів. Злежуваність збільшується також при наявності тиску на матеріал і його струшуванні. Вологі матеріали сильніше і швидше злежуються.

Визначення скловидності

Темно забарвлене має і більшу скловидність. У зв'язку з цим у товарній класифікації м'яких пшениць їх прийнято поділяти на підтипи в межах типу. Це стосується і білозернистої ярої пшениці.

Типи і підтипи пшениць встановлюються на основі ботанічних і біологічних особливостей і проценту скловидності.

Скловидність пшениці визначають за ДСТУ, який встановлює методи визначення скловидності:

- з використання діафаноскопу
- по результатах огляду зрізу зерна [8].

Визначення загальної скловидності.

Для визначення загальної скловидності виділяють без вибору 100 цілих зерен і розрізають їх поперек, посередині. Непотрібні половинки відкидають, а ті що залишаються розділяють на скловидні, частково скловидні, борошнисті.

Підраховують число зерен в двох групах, де по різниці (від 100 віднімають суму двох інших груп), вичисляють процент зерен в кожній групі по підрахунку. Потім до 80 % додають половину частково скловидних і таким шляхом одержують цифру загальної скловидності в процентах. Розходження між результатами паралельних аналізів не повинно перевищувати 5 %.

$$ОС = ПС + ЧС /2, \quad (2.1)$$

ПС – кількість повністю скловидних зерен, шт.

ЧС – кількість частково скловидних зерен, шт.

ОС – загальна скловидність [8].

Визначення скловидності діафаноскопом.

Визначення скловидності з використанням діафаноскопа ДСЗ-2.

В діафаноскопі ДСЗ-2 використовується фотометричний спосіб вимірювання оптичних властивостей зерна. Принцип роботи якого оснований на неоднаковій здатності зерна пропускати світловий потік.

Діафаноскоп ДСЗ-2 складається з наступних складових частин: корпуса, касети, механізму переміщення касети, джерела світла, лінзи і маски. Для визначення скловидності

зерна на діафаноскопі беруть наважку 50 г і звільнюємо від сміттєвої і зернової домішки. Основне зерно висипають на касету діафаноскопа і круговими рухами касети в горизонтальній площині досягають заповнення 100 вічок касети цілими зернами. Лишки зерна обережно зсипають, злегка нахиляючи касету. Потім касету встановлюють у проріз корпуса приладу і вмикають джерело освітлення. При допомозі рукоятки управління касету встановлюють у корпусі так, щоб у полі зору було видно перший ряд з зерном у касеті. Через окуляр проглядають і проводять підрахунки: скільки скловидних, борошнистих і напівскловидних зерен по кожному з 10 рядів. Скловидність визначають за формулою.

Для визначення скловидності зерна пшениці вручну 100 цілих зерен розрізають лезом поперек по їх середині. Зріз розглядають, а інші половинки зрізу пшениці відкидають. Розсортовують на:

- склоподібні - з повністю скловидним ендоспермом;
- борошнисті - з повністю борошнистим ендоспермом;
- частково склоподібне зерно - з частково борошнистим або частково склоподібним зерном.

Проводять розрахунки і визначають за формулою 2.1.

Скловидність визначають з закругленням до цілого числа. Розходження між результатами по визначенню скловидності між першопочатковим, повторним і контрольним визначенням повинно бути не більше 5%. Запис результатів аналізу:

Одержані результати записати до табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Культура	
Кількість скловидних зерен	
Кількість частково- скловидних	
Кількість борошнистих	
Загальна скловидність, %	

Завдання

1. Визначити скловидність зерна.
2. Одержані результати занести до таблицю.

Контрольні запитання

1. В чому полягав метод визначення кута природнього відхилення?
2. Що таке скловидність? На якому приладі визначається скловидність?
3. Якими методами визначають скловидність?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3
ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ЗЕРНА

Мета роботи: ознайомитись з методами визначення щільності зерна; навчитись визначати щільність зерна різних культур.

Основні теоретичні відомості.

Щільність зерна характеризується відношенням маси зерна до об'єму, який воно займає. Вона залежить від анатомічної будови та хімічного складу зерна і тому не однакова у зерна різних культур.

Анатомічна будова: наявність або відсутність квіткових плівок та плодових оболонок, їх процентний склад, ступінь зростання з ядром.

Хімічний склад: кількість та співвідношення хімічних речовин в зерні. Із основних хімічних речовин зерна найбільшу щільність мають крохмаль, цукор та білки /відповідно 1,48-1,64; 1,40-1,61 ; 1,25-1,34 г/см^3 /; найменшу - олія - 0,89-0,99 г/см^3; повітря - 0,0013 г/см^3.

Як показник якості щільність виражав ступінь фізіологічної зрілості. наповнення зерна і є ознакою, за якою можна сортувати та очищати зерно від різних домішок, в тому числі і щуплих зерен. Крім того, щільність може служити допоміжним показником якості зберігання зерна. Щільність зерна визначають декількома способами, головним чином за допомогою градуйованого посуду, розчинів, ареометрів, пікнометрів та інші. Найбільш простий є метод визначення щільності за допомогою градуйованої посудини. Для цього наважку зерна визначеної маси / 50 г цілих зерен, взятих з наважки, звільненої від домішок та неповноцінних зерен даної культури/ кладуть в градуйовану посуду з рідиною, визначають об'єм наважки та обчислюють щільність за формулою:

$$d = \frac{m}{V} \qquad (3.1)$$

де d – цільність зерна,
m – маса наважки,
V - об'єм зерна.

Необхідно пам'ятати, що при визначенні щільності зерна цим методом рідину потрібно брати таку, яка б не змочувала стінки зерен (ксилол, толуол, рослинне масло, нафту, гліцерин).

Завдання

1. Визначити щільність зерна різних культур (пшениці, ячменю, вівса, гороху, соняшника).

2. Одержані результати занести до таблиці 3.1

Таблиця 3.1

Культура	Щільність, г/см^3
Пшениця Ячмінь Овес Горох Соняшник	

Контрольні запитання

1. Які властивості зерна можна визначити за показником його щільності?
2. Якими способами можна визначити щільність зерна?
3. В чому полягав метод визначення щільності за допомогою градуйованої посуди?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4
ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОРТУВАННЯ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

Мета роботи: освоїти методики контролю ефективності процесу просіювання продуктів в розсіві.

Основні теоретичні відомості

Основне завдання процесу просіювання полягає в сортування продуктів подрібнення по крупності. При цьому одночасно відбувається і поділ продуктів по якості, так як різні фракції крупності формуються з частинок, що утворюються з різних частин зерна. Однак в одній і тій же фракції крупності присутні частинки різної якості. Остаточно поділ продуктів по якості відбувається на наступних етапах технологічного процесу при обробці (збагаченні) крупок в ситовіечних і шліфувальних машинах.

Під ефективністю процесу просіювання слід розуміти чіткість (точність) поділу подрібненого продукту на задані фракції крупності. Вирішення цього завдання залежить від таких факторів, як питоме навантаження на просіювальну поверхню, матеріал сита, гранулометричний склад продуктів, їх вологість, кінематичні параметри роботи розсіву, схема сортування і т. п. В результаті у виробничих умовах витяг продуктів подрібнення при сортування в розсівах не буває абсолютним, зазвичай деяку кількість проходових частинок потрапляє в сходову фракцію. Таким чином, є недосів продуктів [9].

Примітка. У виробничих умовах розмір недосіву регламентований нормами для різних систем. Можна прийняти, що для сходових продуктів він повинен знаходитися в межах 10 ... 15%.

Ефективність просіювання оцінюють двома показниками:

коефіцієнтом недосіву (%)

$$n_H = \frac{g_H}{g_O} 100$$

коефіцієнтом подрібнення (%)

$$n_H = \frac{g_u}{g_O} 100$$

де g_H - кількість проходових часток, що залишилися в сході,%; g_o-зміст проходових частинок в продукті до просіювання,%; g_i - кількість проходу,%. [9].

Сума $n_H + n_i = 100\%$, так як $g_H + g_i = g_0$

Порядок виконання роботи

У лабораторії пробу подрібненого продукту масою 100 ... 300 г просівають на ситі заданого номера протягом різного часу (наприклад 0,5; 1, 2, 5 мін і т. д.), визначають зміну коефіцієнта вилучення і величину недосіву. Номер сита і маса проби залежать від характеристики продукту. Просіювання ведуть в розсіві-аналізаторі РЛ-7 [9].

У виробничих умовах пробу подрібненого продукту беруть з під вальцьових станків й визначають вміст проходових частинок при сортування на ситі певного номера (одне з сит, встановлених в розсіві даної системи). Потім беруть пробу-під розсіву (продукт, що йде сходом з даного сита) і визначають вміст у ній проходових частинок. За цими даними роблять розрахунок значень коефіцієнтів ефективності просіювання.

Контрольні запитання

1. Яке основне завдання процесу просіювання?
2. Що таке ефективністю процесу просіювання?
3. За якою методикою визначають ефективність сортування подрібнення зерна пшениці?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5
ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТВЕРДОСТІ ПШЕНИЦІ НА БОРОШНОМЕЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА

Мета роботи: провести порівняльний аналіз борошномельних властивостей твердої і м'якої пшениці для визначення їх технологічних переваг.

Основні теоретичні відомості

Твердість виявляє помітний вплив на борошномельні властивості зерна. Так, сумарне вилучення крупок і дунстів в обдирному процесі приблизно в 1,5 рази вище при помелі твердої пшениці в порівнянні з м'якою. Одночасно змінюється вилучення борошна з обдирних систем у зворотному співвідношенні. При проведенні холодного кондиціювання тверда пшениця потребує більш тривалого відволоження і більш високого зволоження, ніж м'яка. У м'якої пшениці погано вимелюються оболонки, що змушує подовжувати тривалість обдирного процесу розвитком його останніх систем.

Визначення твердості пшениці, підготовку зерна до помелу і його помел виконують відповідно до методичних рекомендацій. Щоб отримати достатню кількість даних для аналізу впливу твердості пшениці на результати помелу необхідно в експерименті використовувати 6...10 зразків зерна різної характеристики (3...5 м'яких і 3...5 твердих). Оцінка борошномельних властивостей залежить від типу лабораторної млинової установки та схеми помелу. При використанні установки МЛУ-202 визначають вихід борошна окремо в обдирному і помольному процесах і загальний вихід борошна. Для оцінки якості борошна можна використовувати показники зольності чи білизни. Бажано визначити їх для кожного потоку борошна, що дасть можли- 22 вість розробити кумулятивні криві зольності чи білизни для кожного із зразків аналізованого зерна. Додатково можна розрахувати сумарне вилучення крупок і дунстів в обдирному процесі (за сумою отриманих в помольному процесі борошна і висівок), а також помелоспроможність крупок. Достовірні результати можна одержати також при аналізі вмісту крохмалю у висівках: чим він вище, тим гірша помольність оболонок. Найбільш повну інформацію за борошномельними властивостями зерна дає розробка кількісно-якісного балансу помелу. Це ж відноситься і до варіанту помелу зерна в установці Нагема. Додатково можна порівняти тривалість обдирного і розмельного процесів, необхідну для досягнення постійного (заданого) виходу борошна (наприклад, 75%). При використанні установки Нагема можна проаналізувати склад і якість, виділених під час обдирного процесу, крупок і дунстів. Бажано також для порівняння результатів розмелювання зерна розрахувати показники ефективності К і n. Для розрахунку n необхідно визначити вміст крохмалю та сухої клейковини в розрахунку на суху масу зерна і борошна. Для виконання роботи організовують 6...10 груп по 2...3 студента, кожна з яких аналізує свій зразок зерна, що відрізняється по твердості від інших. Отримані результати піддають спільній обробці для пошуку залежності окремих показників борошномельних властивостей від твердості пшениці. Ця залежність може бути наведена у вигляді графіків, гістограм, рівнянь регресії. Для оцінки міцності зв'язків показників можна розраховувати і коефіцієнти кореляції і детермінації [10].

Порядок виконання робота

Для випробування борошномельних властивостей зерна відбирають пробу масою 3...10 кг з партії пшениці з відомою твердістю. Після очищення від домішок і холодного кондиціювання проводять помел зерна відповідно до методики, при цьому складають: кількісний чи кількісно-якісний баланс. При неможливості визначення зольності всіх проміжних і кінцевих продуктів слід розробити баланс борошна і побудувати кумуля- 23 тивні криві зольності борошна для кожного аналізованого зразка пшениці. Можна замінити визначення зольності борошна з окремих систем знаходженням її білизни, в цьому випадку викреслюють кумулятивну криву білизни борошна [10].

Контрольні запитання

1. Що таке твердість пшениці?
2. Як твердість впливає на борошномельні властивості зерна?
3. Як проводять визначення твердості пшениці?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6
ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ, КИСЛОТНОСТІ БОРОШНА І ВМІСТУ МЕТАЛЕВИХ ДОМІШОК

Мета: навчитися визначати органолептичні показники якості борошна, визначати кислотність, вологість борошна з метою правильного вибору режиму бродіння напівфабрикатів в умовах виробництва і металевих домішок з метою контролю якості сировини.

Основні теоретичні відомості

Органолептично у борошні досліджують запах, смак, колір і хрускіт (вміст мінеральних домішок). Для визначення **запаху** беруть 20 г борошна, висипають на чистий папір, зігрівають диханням і досліджують на запах. Для посилення відчуття запаху борошно пересипають у стакан, обливають гарячою водою при температурі 60°С, потім воду зливають і визначають запах. Запах доброякісного борошна - специфічний, слабовиражений, приємний. Не допускаються запахи плісняви, затхлості та інші сторонні запахи, що виникають через погане зберігання борошна і переробку недоброякісної сировини.

Смак і хруст визначають, розжовуючи одну-дві наважки борошна масою 1 г кожна. Смак борошна повинен бути слабовираженим, трохи солодкуватим без кислого, гіркого та інших сторонніх присмаків. Солодкий смак буває у борошна, одержаного із пророслого зерна. Сторонні присмаки виникають внаслідок прокисання та згіркнення борошна, наявності в ньому полику, гірчаку, в'язелю. Під час розжовування борошна не повинен відчуватися хруст. Він відчувається за наявності понад 0,03% твердих мінеральних домішок або 0,15-0,18 % м'яких порід (крейди, глини) [11].

Колір борошна залежить від природи зерна, повного або часткового видалення оболонок, крупності помелу. За кольором борошна можна орієнтовно визначити його сорт. Колір борошна визначають, порівнюючи досліджуваний зразок з еталоном або з описом у стандарті. На чисту суху дощечку (або скло) розміром 50х150 мм насипають випробоване борошно масою 3-5 г і борошно установленого зразка. Гладенькою лопаткою або ребром скла розрівнюють (без зміщення) обидві порції борошна з таким розрахунком, щоб вийшов шар завтовшки 5 мм і обидва зразки стикалися між собою. Потім поверхню борошна згладжують і, накривши скляною пластинкою, спресовують. Ребром лопатки або скла зрізують краї спресованого шару, так щоб на дощечці залишилася плитка борошна у вигляді прямокутника, після чого визначають колір за сухою пробою. Потім дощечку з борошном, обережно нахиливши, занурюють у посудину з водою. Після припинення виділення бульбашок повітря дощечку виймають, дають борошну обсохнути протягом 2-3 хв, визначають колір за мокрою пробою [11].

Показник кислотності не нормується стандартом на борошно, але застосовується на практиці. Кислотність характеризує свіжість і доброякісність борошна. Кислотність за бовтанкою свіжого пшеничного борошна знаходиться у таких межах, град: вищий сорт - 1-2; 1 сорт - 3-3,5; 2 сорт - 4-4,5; оббивне - 4-4,5. Під час зберігання кислотність борошна зростає.

Для визначення **кислотності** борошна за бовтанкою беруть наважку1 5±0,01 г, поміщають її в суху конічну колбу місткістю 150-200 см3 і приливають 50 см3 дистильованої води. Колбу струшують 2-3 хв до повного зникнення грудочок борошна, далі додають 4-5 краплин 1-відсотковою розчину фенолфталеїну і титрують розчином гідроокису натрію концентрації 0,1 моль/дм^3 до появи яскраво-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом хвилини. Кислотність (Х) борошна у градусах визначають за формулою 6.1:

$$X = \frac{V*100}{m*10} * K,$$

де V- об'єм розчину гідроокису натрію концентрації 0,1 моль/дм3, мл;

m - наважка борошна, г;

1/10-коефіцієнт перерахунку розчину гідрооксиду натрію концентрації 0,1 моль/дм на

1 н.;

К- поправочний коефіцієнт до титру розчину гідроокису натрію концентрації 0,1 моль/дм.

Кінцевий результат виводиться як середнє арифметичне з 2-3 –х титрувань [11].

Визначення кислотності по водяній витяжці

В колбу об‘ємом 300 см3 вносять 25 г борошна доливають 250 см3 дистильованої води мірною колбою, декілька крапель толуолу (щоб запобігти розвитку мікроорганізмів) суміш добре збовтують і залишають на 2 години при кімнатній температурі, зрідка збовтуючи. Рідину, яка відстоялася фільтрують через сухий фільтр в суху колбу, потім 25 см3 фільтрату переносять піпеткою в конічну колбу і титрують 0,1 моль/дм3 розчином лугу в присутності фенолфталеїну. Кислотність визначають за формулою 6.2:

$$X = 4 * V * K \qquad (6.2)$$

Результат визначають з точністю до 0,1град.

- Норми кислотності пшеничного борошна:
- вищий сорт - 3,0 град
- I сорт -3,5 град II
- сорт - 4,5 град
- пшеничне обойне - 5,0 град
- Норми кислотності житнього борошна:
- житнє сіяне – 40 град
- житнє обдирне - 5,0 град.
- житнє обойне – 5,5 град. [12]

Визначення вмісту металевих домішок

На гладкій поверхні розсипають I кг борошна товщиною 0,5 см. Потім полюсами підковоподібного магніту двічі проводять поздовжні і поперечні борозни, таким чином, щоб все борошно було оброблене магнітом. Ніжки магніту повинні проходити в самій товщині борошна і злегка доторкуватись поверхні на якій знаходиться борошно. Борошно з магніту здувають, а частинки розглядають. Так повторюють 3 рази. Кожний раз борошно змішують і розрівнюють. Масу домішок виражають в мг на I кг борошна. Вантажопідйомність магніту повинна бути не менше 12 кг. Допустимі норми : З мг на 1 кг борошна [12].

Обробка результатів:

Результати дослідження заносять у таблицю, порівнюють їх із вимогам стандарту, аналізують і роблять висновок щодо якості борошна.

Контрольні питання

1. За якими органолептичними показниками визначається якість борошна
2. Чим пояснюється підвищена зольність низьких ґатунків борошна?
3. Як визначається вологість борошна?
4. Що називається клейковиною пшеничного борошна?
5. Класифікація борошна
6. Чому борошно має кислу реакцію?
7. Чому кислотність різних сортів борошна різна. Які орієнтовні норми кислотності борошна різних сортів?
8. Розкажіть методику проведення досліду по кислотності борошна.
9. Який допустимий вміст металодомішок в борошні?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7
ВИЗНАЧЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА ЗА ПРОБНИМ ВИПІКАННЯМ

Мета роботи: засвоїти методики і визначити хлібопекарські властивості пшеничного борошна за кількістю і якістю клейковини, газоутворюючою здатністю та автолітичною активністю, опанувати методику проведення пробної лабораторної випічки.

Основні теоретичні відомості

Борошно є одним з основних видів сировини. На хлібопекарських підприємствах використовують в основному пшеничне і житнє борошно. Пшеничне борошно повинно відповідати вимогам стандартів. Крім показників, зазначених у стандартах, для правильного ведення технологічного процесу виробництва хліба необхідна також оцінка хлібопекарських властивостей борошна. Під хлібопекарськими властивостями борошна розуміють його здатність утворювати хліб потрібної якості.

Хлібопекарські властивості пшеничного борошна характеризуються такими показниками, як газоутворююча здатність, “сила” борошна, водопоглинальна здатність і автолітична активність борошна, здатність борошна до потемніння в процесі приготування хліба, крупність і колір борошна

Білкові речовини борошна здатні у присутності води при замісі і наступному бродінні тіста інтенсивно набухати. При цьому нерозчинені у воді білкові фракції утворюють зв’язну, пружну та еластичну масу, яка називається клейковиною. Від кількості і якості клейковини залежать водопоглинальна здатність борошна і структурно-механічні властивості тіста. Тому кількість клейковини у пшеничному борошні та її властивості можна розглядати як один з показників “сили” борошна [12].

Виділена із тіста і віджата сира клейковина являє собою сильно гідратований гель високомолекулярних білкових речовин, які утримують значну кількість води (150...250 %). При цьому, чим вища вологоємкість клейковини, тим менша її пружність і більше розпливання. Це зв’язано з щільністю упакування білкових макромолекул, яка визначається третинною і четвертинною структурами клейковини. Кількість сирої клейковини регламентована і повинна бути для борошна вищого сорту не менше 24 %, І сорту – 25 %, 2 сорту –21 % та оббивного – 18 %. Але на “силу” борошна сильно впливає не тільки кількість клейковини, а і її властивості. Вони характеризуються пружністю, еластичністю і розтяжністю. Чим більше у борошні клейковини і вища її структурна міцність, тим "сильніше" борошно і кращі структурно-механічні властивості тіста з нього“Сила” пшеничного борошна характеризує його здатність утворювати тісто з певними структурно-механічними властивостями (СМВ). Тому методи визначення СМВ тіста водночас є методами визначення хлібопекарської якості борошна. Газоутворююча здатність борошна характеризується кількістю діоксиду вуглецю, яка виділяється за 5 годин бродіння тіста при температурі 30 °С із 100 г борошна базисної вологості (14,5 %), 60 мл води і 10 г пресованих дріжджів [13].

Газоутворення залежить від кількості у тісті власного цукру борошна. Залежно від якості зерна та виходу борошна загальна кількість у борошні цукру, який зброджується дріжджами, коливається у межах від 0,7 до 1,8 % на сухі речовини. Власний цукор борошна має велике значення тільки на самому початку бродіння тістаОстаннім часом у практику хлібопечення України впроваджується метод визначення на спеціальному приладі ПЧП-3 числа падіння (показник в’язкості), який запропонований шведським вченим Хагбергом і широко застосовується за кордоном.

Число падіння характеризує активність α - амілази за ступенем розрідження клесйтеризованої в киплячій водяній бані водно-борошняної суспензії й виражається у тривалості (с) вільного падіння штоку приладу ПЧП-3 від верхнього краю пробірки з клейстеризованою суспензією до її дна. Чим активнішаα-амілаза, тим в'язкість клейстеризованої суспензії буде нижчою і тим меншою буде величина числа падіння.

Згідно ДСТУ число падіння не менше: для борошна вищого, першого, другого сортів - 160 с; для оббивного - 105 с [13].

Для оцінки хлібопекарських властивостей борошна, крім визначення показників його “сили”, газоутворюючої здатності та кольору, використовують пробні випічки. Залежно від умов проведення, вониможуть бути лабораторними та виробничими. Тісто на підприємствах готується різними способами. Вибір способу тістоприготування залежить від виду виробу, ґатунку борошна та апаратурно-технологічної схеми виробництваи [13].

Для приготування виробів із пшеничного борошна використовують двофазні способи (опарні, з використанням рідких напівфабрикатів), однофазні (безопарні), прискорені з використанням хлібопекарських поліпшувачів та ін. Опари найчастіше готують: традиційним способом – вологістю 48...50 % з 45...55 % борошна від загальної його кількості, призначеного для приготування тіста; великими густими – вологістю 41...45 % з 60...70 % борошна; рідкими – вологістю 68...72 % з 25...35 % борошна від загальної його кількості. Для розпушування тіста використовуються хлібопекарські дріжджі (пресовані, сушені, швидкорозчинні, дріжджове молоко), рідкі дріжджі, а також дріжджі у сполученні із пресованими та сушеними дріжджами.

Для виготовлення виробів із житнього борошна та суміші його з пшеничним застосовують способи, які передбачають приготування заквасок як біологічних розпушувачів тіста, заварок, а також підкислюючих хлібопекарських добавок в сполученні з дріжджами та інші способи. Житні закваски готують густими, рідкими, які застосовують без використання заварки або з їх використанням, концентрованими бездріжджовими молочнокислими (КМКЗ). Для розпушування тіста можуть використовуватися хлібопекарські дріжджі та рідкі дріжджі.

У лабораторних умовах проводять лабораторні випічки з невеликої кількості борошна. Такі випічки звичайно проводять для визначення хлібопекарських властивостей борошна, а також для дослідження впливу рецептури, властивостей сировини, способу тістоприготування, параметрів технологічного процесу, добавок та ін. на властивості тіста та якість хліба.

Процес приготування тіста традиційними способами є найбільш тривалим. Для його скорочення запропоновано багато способів. Один із таких способів – приготування тіста за інтенсивною “холодною” технологією. Сутність способу полягає у інтенсифікації мікробіологічних, колоїдних, біохімічних процесів, які відбуваються при визріванні тіста у результаті посиленої механічної обробки тіста при замісі, внесенні при замісі хлібопекарських поліпшувачів, зниження початкової температури бродіння тіста до 25...28 °С, збільшення кількості пресованих дріжджів до 3,5...6,0 % від маси борошна, проведення процесу визрівання тіста не у великій масі тіста після замісу, а в сформованих тістових заготовках при вистоюванні.Використання такого способу дозволяє приготувати хлібобулочні вироби на протязі 2...2,5 год, підвищувати вологість виробів, економити борошно за рахунок зниження його витрат при бродінні, скорочувати ємності та виробничіплощі тістоприготувальних відділень і т.п. [13].

Визначення хлібопекарських властивостей борошна

Визначення газоутворюючої здатності борошна

Влабораторіях хлібопекарських підприємств для визначення газоутворюючої здатності борошна та контролю за процесом спиртового бродіння за об’ємом виділеного діоксиду вуглецю застосовують прилад АГ-1М.

В термостат наливають дистильовану воду та після установлення на терморегуляторі заданої температури бродіння тіста (30 °С) вмикають прилад АГ-1М у електромережу напругою 220 В.

Для визначення газоутворюючої здатності борошна замішують тісто у тістомісильній машині з борошна масою 100 г, вологістю 14,5 %, води об’ємом 60 мл і пресованих дріжджів масою 10 г. Якщо вологість борошна (Wб) відрізняється від базисної, необхідно його масу Gб (в г) для замісу тіста розрахувати за формулою [13].

$$Gб = 85,5 \cdot 100/(100 – Wб). \quad (7.1)$$

Температуру води (tв, °С) для замісу тіста визначають за залежністю

$$tв = 30 + 1,275 \cdot Gб \cdot (30 + tб)/251,4 + К, \quad (7.2)$$

де tб – температура борошна, °С;

К– поправочний коефіцієнт (К = 1...3, весною –2, зимою –3).

Всклянки кладуть попередньо зважені проби тіста (≈50 г) з точністю 0,01 г

ретельно закупорюють гумовими пробками. Потім за допомогою насоса рівень олії установлюють на 1,0...1,5 см вище нульової позначки шкали, повертають кран в положення, при якому склянка з'єднується з мірником та відмічають час початку досліду.

Виділений при бродінні діоксид вуглецю витісняє з мірника олію, об'єм якої відповідає об'єму утвореного газу. Визначаючи по шкалі через певні проміжки часу рівень олії у мірнику, знаходять об'єм діоксиду вуглецю V1 (в мл), який утворився в процесі спиртового бродіння аналізованої пробиматеріалу при температурі повітря Т (в °С) і барометричному тиску Р (МПа). Його приводять до нормальних умов (НТТ: 0 °С і 0,1МПа).Об'єм приведеного до нормальних умов діоксиду вуглецю знаходять за рівнянням [13].

$$Vo=273,15\cdot V1/(0,1\cdot (273,15+T)) \qquad (7.3)$$

Порядок проведення роботи

При проведенні лабораторної роботи студенти визначають хлібопекарські властивості отриманих зразків пшеничного борошна, а саме: газоутворюючу здатність зразків борошна, додатково можна визначити кількість та якість клейковини, її гідратаційну здатність, розпливання кульки тіста з дослідних зразків тіста та число падіння.

Відповідно до завдання студенти складають рецептуру і замішують тісто заданої вологості і температури, проводять пробне випікання.

За даними дослідів газоутворючої здатності (ГУЗ) борошна будують графіки зміни об'єму CO_2, який утворився, та інтенсивності газоутворення в залежності від тривалості спиртового бродіння та дослідних зразків тіста.

Результати дослідів записують в таблиці 7.1-7.2

Таблиця 7.1.

Газоутворююча здатність пшеничного борошна

Показники	Взірці борошна	Бродіння, год					
		0, 5	1,0	1, 5	2, 0	2, 5	3,0
Газоутворення борошна							

Таблиця 7.2.

Хлібопекарські властивості борошна за показниками якості

Показники	Зразок борошна		
	1	2	3
Кількість сирої клейковини, %			
Вологість клейковини, %			
Кількість сухої клейковини, %			
Гідратаційна здатність клейковини, %			
Розпливання кудьки тіста D, мм			
Сила борошна			

Контрольні питання:

1. Що характеризує "сила" пшеничного борошна?
2. Якими фізико-хімічними показниками характеризується якість клейковини?
3. Як визначають кількість сухої клейковини?
4. Для чого проводиться пробна лабораторна випічка?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8
ВИЗНАЧЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ІНШИХ ВИДІВ БОРОШНА ЗА ПРОБНИМ ВИПІКАННЯМ

Мета роботи: засвоїти методики і визначити хлібопекарські властивості інших видів борошна за кількістю і якістю клейковини, газоутворюючою здатністю та автолітичною активністю, опанувати методику проведення пробної лабораторної випічки.

Основні теоретичні відомості

Борошно є одним з основних видів сировини. На хлібопекарських підприємствах використовують в основному пшеничне і житнє борошно. Ячмінне, кукурудзяне, соєве, вівсяне, гречане, рисове, горохове та інші види борошна виготовляються у обмеженій кількості.

Кукурудзяне борошно виробляють тонкого помелу, крупного помелу і типу оббивного. За харчовою цінністю і хлібопекарським властивостям воно поступається пшеничному і житньому борошну, але енергетична цінність його дещо вище. Кукурудзяне борошно не утворює зв'язаного еластичного тіста, білки його набухають слабко. Застосування кукурудзяного борошна тонкого помелу – виготовлення пісочних, заварних кондитерських виробів, місцевих хлібних виробів. Борошно крупного помелу і типу оббивного в кулінарії не використовується [13, 14].

Вівсяне борошно має низькі хлібопекарські властивості, гіркуватий присмак, надає виробам темного кольору. Але завдяки його високій харчовій цінності, зумовленій значним вмістом повноцінного білка, вітаміну В1, макро- і мікроелементів (особливо калію, магнію, заліза), вироби, які містять вівсяне борошно призначаються при лікувальному й профілактичному харчуванні людей з захворюваннями шлунково-кишкового тракту.

Ячмінне борошно – використовують як складову частину сировинного набору тіста для хлібобулочних виробів з метою підвищення їх харчової цінності. Ячмінне борошно багате на повноцінні білки, пентозани (речовини, що утворюють слизи), калій, кальцій, магній.

Соєве борошно є цінним високобілковим продуктом, його застосовують у кондитерській промисловості для виробництва цукерок, при виготовленні млинцевого борошна та у хлібопекарському виробництві. Виробляється дезодорованим незнежиреним, напівзнежиреним та знежиреним двох сортів – вищого і І-го.

Дезодороване не знежирене борошно отримують зі світлозабарвленого насіння сої, яке перед помелом дезодорують (пропарюють з метою видалення пахучих речовин). Вихід його складає 90%. Колір борошна кремовий, воно багате на білки (38-43% проти 12-16% у пшеничного та житнього), жири (17-20%), декстрини, клітковину, мінеральні речовини (4-6%).

Напівзнежирене борошно виготовляють з шроту (після отримання олії методом пресування). Це борошно теж є дезодорованим (шляхом прогрівання), жовтого або світло-коричневого кольору.

Знежирене борошно виготовляють зі шроту (після видалення олії екстрагуванням). Колір його світло-жовтий або сірий.

Кулінарне борошно (млинцеве). До складу його входять пшеничне борошно, цукор, сухе молоко, хімічні розрихлювачі, сіль. Використовують для виготовлення млинців та інших кулінарних виробів. За видом основної складової кулінарне борошно поділяється на пшеничне, соєве, кукурудзяне [13, 14].

Вітамінізоване борошно. Біологічна цінність сортового борошна за вітамінами значно нижча, ніж оббивного. Незважаючи на цей факт, попит на вироби з пшеничного та житнього борошна високих сортів увесь час росте. Тому спеціалістами була розроблена технологія введення в борошно синтетичних вітамінів – В1, В2, РР. На ярликах, які кріпляться на мішки з таким борошном наносять смужку з надписом «вітамінізоване» з переліком доданих вітамінів.

Високобілкове борошно виготовляється з пшениці, жита, інших культур із врахуванням особливостей будови ендосперму. У високобілковому борошні міститься 20-25% білка проти 12-16% у звичайному. Кількість сирої клейковини сягає 50-60%, вона є дуже пружною з короткою розтяжністю. Використання високобілкового борошна – поліпшення хлібопекарного

борошна невисокої якості; виробництво макаронних виробів та виготовлення листкового тіста; формування нових сортів борошна дієтичного та лікувального призначення.

Порядок проведення роботи

При проведенні лабораторної роботи студенти визначають хлібопекарські властивості отриманих зразків обраного борошна, а саме: газоутворюючу здатність зразків борошна, додатково можна визначити кількість та якість клейковини, її гідратаційну здатність, розпливання кульки тіста з дослідних зразків тіста та число падіння [13].

Відповідно до завдання студенти складають рецептуру і замішують тісто заданої вологості і температури, проводять пробне випікання з обраним борошном.

Результати дослідів записують в таблиці 7.1-7.2.

Контрольні питання:

1. Які види борошна використовують у хлібопекарському виробництві?
2. Які хлібопекарські властивості пшеничного борошна порівняно з іншими видами борошна?
3. Для чого проводиться пробна лабораторна випічка?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9
ФОРМУВАННЯ ПОМЕЛЬНИХ ПАРТІЙ

Мета: вивчити сукупність основних технологічних приміщень млину, розташування обладнання

Для здійснення усіх технологічних операцій у склад млина входять наступні спорудження спеціального призначення:

- основні виробничі об'єкти - борошномельний елеватор або склад сировини, млин, цех готової продукції;
- об'єкти підсобно-виробничого й обслуговуючого призначення – цех відходів, прийомні й відпускні пристрої для зерна, готової продукції, відходів, майстерні різного призначення, матеріальні склади, енергетичне господарство, водопровідні, каналізаційні, транспортні мережі й спорудження, лабораторії технохімічного контролю й т.п.; адміністративні й культурно-побутові об'єкти.

Відповідно до призначення кожному виробничому об'єкту відведена певна роль у реалізації цільового завдання технології - переробити зернову сировину з максимальною ефективністю, одержати продукцію заданих асортиментів і якості з мінімальними експлуатаційними витратами.

Так, основна функція виробничого елеватора - це прийом, оперативне зберігання й створення запасу зерна, що забезпечує безперебійну роботу борошномельного заводу протягом тривалого періоду (не менш, ніж протягом трьох місяців). При цьому головною виробничою функцією елеватора залишається формування помольної партії зерна високої якості відповідно до типу технології. За технологічним регламентом зерно відповідно до рецептури помольної партії не рідше, ніж один раз у добу передається з елеватора на борошномельний завод і розміщається в блоці ємкостей для неочищеного зерна. Місткість цих ємностей повинна забезпечити безперебійну роботу млина не менш, ніж на одну добу.Безсумнівно, що в ряді об'єктів різного призначення найбільш складним у технологічному відношенні є власне борошномельний завод або млин.Традиційно до складу борошномельного заводу входять ємності для неочищеного зерна й відволожування, підготовче (зерноочисне) відділення, що здійснює очищення зерна від домішок, суху й вологу обробку поверхні зерна й гідротермічну обробку, а також розмельне відділення, де із зерна одержують основну продукцію.Процес виробництва борошна на млинах здійснюється в багатоповерхових будинках, що дозволяє ефективно використати гравітаційний або самопливний транспорт зерна, проміжних і кінцевих продуктів. Технологічний процес на млинах здійснює складний комплекс машин і механізмів різного призначення, об'єднаних єдиною метою.Побудова технології на етапі підготовки залежить від багатьох факторів, у числі яких вид культури, що переробляється; ступінь засміченості зерна; ефективністьтехнології на окремих етапах; конструктивні особливості застосовуваного встаткування; складність окремих операцій, наприклад, застосування різних способів гідротермічної обробки й т.п. У розмельному відділенні млина складність технології визначається в основному заданим ступенем поділу основних анатомічних частин зерна - периферії у вигляді оболонок, зародка й ендосперму. Як відомо, периферія зерна дає основний побічний продукт технології - відрубай, а ендосперм - борошно. Чим менше оболонок попадає в борошно й чим менше ендосперму виявиться у висівках, тим вище ефективність технології. Це досягається вибірковим здрібнюванням ендосперму зі збереженням цілісності оболонок, тобто дотриманням строго певних режимів здрібнювання. Бажання зберегти оболонки в цілісності (і не допустити їхнього інтенсивного здрібнювання й влучення в борошно) визначає м'який поступовий вплив подрібнювачів на зерно й проміжні продукти. Звідси й зростання загальної кількості систем здрібнювання, а також систем для сортування продуктів здрібнювання по крупності й добротності, тобто зростання складності технології. Складність технології також зростає, якщо основна готова продукція (борошно) виходить у вигляді крупчастих часток ендосперму. Така технологія здійснюється в макаронних мливах твердої й високо скловидної м'якої пшениці. При більше простих мливах, коли необхідно виробляти борошно більш низьких сортів, інтенсивність технології в цілому й на окремих етапах зростає. Це означає, що для досягнення однакового кількісного результату число систем впливу

скорочується, що приводить до дроблення оболонок і влученню їх у борошно. Технологія стає більш простою, але менш ефективною. У цеху готової продукції здійснюються заключні операції з борошном і крупою: формується сорт продукції; може здійснюватися збагачення борошна вітамінами; відбувається впакування борошна й крупи у великогабаритну тару, розфасовка в дрібну тару, а також безтарне зберігання;проводяться всі операції по відпуску продукції споживачеві й т.п.

Функціонування борошномельного комплексу також пов'язане з різними операціями з відходами й побічними продуктами технології. Так, для великого підприємства кількість зернових відходів може досягати десятків і більше тон щодоби, а кількість висівок - ще більшої величини, з огляду на те, що їхній вихід від маси переробленої сировини більш ніж у п'ять разів перевищує вихід зернових відходів. У функцію цеху відходів може входити підробіток відходів, остаточне сортування по категоріях, дроблення, формування партій на реалізацію, виробництво кормових сумішей і т.п.

Операції з висівками можуть здійснюватися як у цеху готової продукції, так і в цеху відходів. Не зважаючи на незначну насипну масу висівок, зберігання їх вимагає наявності спеціалізованих ємностей достатньої місткості. Тому у функцію цеху відходів або цеху готової продукції може входити гранулювання або брикетування висівок, що збільшує ефективність використання ємкостей і. можливість безперебійної роботи підприємства.

По існуючих технічних умовах дозволяється робити відпустку свіжемеленого борошна тільки після проходження певного тимчасового періоду дозрівання. У цей час завдяки складним біохімічним процесам відбуваються істотні зміни в борошні, що приводять до зміцнення клейковини, поліпшення її пружних властивостей і, як наслідок, до оптимізації хлібопекарських властивостей борошна. Тому борошномельний комплекс повинен мати можливість зберігати в тарі й без тари певну кількість виробленого борошна.

У реальному виробництві по різних причинах не завжди вдається досягти необхідного співвідношення між основними й допоміжними об'єктами, як по їхній наявності, так і по оснащеності. Так, функцію виробничого елеватора можуть виконувати звичайні склади для зберігання зерна, що знижуєможливості підприємства по формуванню помольних партій і попередньому очищенню зерна від домішок. Положення ще більше ускладнюється, коли постачання борошномельного заводу здійснюється безперервним підвозом зерна автомобільним або залізничним транспортом.

В основному виробництві можуть бути відсутні умови для проведення самих необхідних технологічних операцій. Так, часто при проведенні гідротермічної обробки зерна немає можливості дотримувати необхідної кратності процесу й витримувати необхідний час відволожування через відсутність необхідної кількості ємностей. Це приводить до порушення режимів підготовки зерна й до зниження ефективності переробки в цілому.

Непродумане, не забезпечене виробничою потужністю збільшення продуктивності борошномельного заводу також приводить до зниження ефективності функціонування виробництва. В основному, це виражається в зменшенні виходу високих сортів борошна й у збільшенні середньозваженої зольності борошна загального виходу. Борошномельне підприємство не завжди може мати у своєму складі цех готової продукції, оснащений засобами для змішування потоків борошна, вітамінізації, упакування в тару різної місткості, безтарного зберігання й відпустки борошна й т.п. На більшості підприємств це відділення готової продукції, розташована в борошномельному корпусі й призначене для впакування продукції у великогабаритну тару. Все це також ускладнює роботу борошномельного комплексу в цілому.

Особливі умови можуть виникнути при експлуатації борошномельного заводу малої потужності, коли допоміжні цехи відсутні повністю або їхньої функції виконують інші об'єкти з обмеженими можливостями, а основне виробництво недостатньо оснащене встаткуванням, ємностями, складськими приміщеннями й т.п.

Завдання

1. Виконати вертикальний розріз споруди млину (у вигляді схеми) із зображенням відповідного устаткування виробничих приміщень (по поверхах).
2. Навести основні види виробничого обладнання, характеристику обладнання, розташованого у виробничих приміщеннях млину. Вивчити види проміжних і кінцевих продуктів, що утворюються в ході технологічного процесу (дані звести в таблицю 9.1.).

Таблиця 9.1.

Характеристика проміжних і кінцевих продуктів помелу

Найменування продукту	Опис зовнішнього вигляду	Де утворюється продукт	Куди потрапляє далі	Примітка

Зробити загальні висновки по роботі (особливості та відповідність технологічного процесу Правилам, ефективністьвикористання обладнання та ін.).

Контрольні питання:

1. Які основні функції виконує сучасний борошномельнийкомплекс?
2. Які виробничі об’єкти відносять до основних, які – до підсобно-виробничих і обслуговуючих?
3. У чому міститься основне призначення елеватору тапідготовчого відділення млину?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 6645:2004. Борошно пшеничне. Визначення вмісту сухої клейковини [Чинний від 01.04.2006]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. IV, 4 с.
2. ДСТУ 1055:2006. Крупи, що швидко розварюються. Технічні умови. [Чинний від 2007-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 16 с.
3. ДСТУ 2209-93. Борошно, побічні продукти і відходи. Терміни та визначення. [Чинний від 1994-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1993. 55 с.
4. ДСТУ 3768:2010. Пшениця. Технічні умови. [Чинний від 2010-04-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 14 с.
5. ДСТУ 4522:2006. Жито. Технічні умови. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 12 с.
6. ДСТУ 4138-2002. Зерно і продукти його переробки. Методи визначення якості. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
7. Практикум «Харчові технології» URL: https://foodtechnologies.dp.ua/wp-content/uploads/2021 (дата звернення 5.07.2024)
8. Кириленко Л.В. Технологія зберігання і переробки зерна. Методичні вказівки для проведення лабораторних робіт для студентів факультету технології виробництва та переробки продукції тваринництва денної та заочної форми навчання ОКР «бакалавр» галузі знань 0517 «Харчова промисловість та переробка сільськогосподарської продукції» напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія». Вінниця: Видавничий центр ВНАУ. 63 с.
9. Методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт «ТЕХНОЛОГІЯ ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА» URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/15829/1/tzipz-181-prakt-2023.pdf (дата звернення 15.07.2024)
10. Методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологія виробництва борошна, круп та комбікормів» URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4797/1/Dudyak_I.TVBKK_Lab.pdf (дата звернення 15.07.2024)
11. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Загальні технології харчових виробництв» для студентів, які навчаються за спеціальністю 181 «Харчові технології» освітньої програми «Ресторанні технології» СВО «Бакалавр» денної та заочної форм навчання / А.В. Жмудь. Одеса: МГУ, 2024. 93 с.
12. Овсієнко С.М. Технологія хліба, макаронних, кондитерських виробів та харчоконцентратів. Методичні вказівки до практичних занять для підготовки здобувачів вищої освіти факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва та ветеринарії галузь знань 18 «Виробництво та технології» спеціальність 181 «Харчові технології» першого (бакалаврського) освітнього рівня. Вінниця. 2022. с. 77.
13. Мерзлов С.В. Харчові технології. Посібник до лабораторнопрактичних занять в умовах ННДЦ та в аудиторії студентів денної форми навчання напряму підготовки 6.051701 – харчові технології та інженерія згідно з вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу / С.В. Мерзлов, Н.М. Ломова, С.А. Наріжний, О.О. Сніжко. Біла Церква, 2016. 450 с.
14. Борошно стародавніх пшениць, продукти переробки круп'яних культур та шроти у технології хліба: монографія / В.І. Дробот та інші. Київ: ПрофКнига, 2018. 188 с.