

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені ПЕТРА ВАСИЛЕНКА

О.В. Богомолів, В.С. Шерстюк,
Л.П. Гарник, П.В. Гурський

ПРАКТИКУМ

визначення якості борошна
та розрахунок складу помольних сумішей

Харків

КП «Міська друкарня»

2021

УДК 664.761:006.015.5(076.5)

В 42

Рекомендовано до друку Вченою радою
навчально-наукового інституту переробних і харчових
виробництв Харківського національного технічного університету
сільського господарства імені Петра Василенка.

Протокол № 5 від 28.01.2021.

Р е ц е н з е н т и:

М.С. Одарченко, канд. тех. наук, проф., декан факультету управління
торгівельно-підприємницькою та митною діяльністю Харківського
державного університету харчування та торгівлі;

А.І. Коваль директор філії «Хлібна база №88» Державного
підприємства «Полтавський комбінат хлібопродуктів»;

С.В. Щербань, технічний директор ТОВ «Білозаводський елеватор»

Богомолов О.В.

Б42 Практикум. Визначення якості борошна та розрахунок
складу помольних сумішей / О.В. Богомолов, В.С. Шерстюк,
Л.П. Гарник, П.В. Гурський - Харків, 2021. – 138 с.

ISBN 978-617-619-248-0

У практикумі представлено поняття й методики визначення
основних показників якості борошна та обладнання, що
використовуються при проведенні цих робіт, а також наведено
методику складання багатокomпонентних помольних сумішей
різними способами.

Практикум призначено для спеціалістів елеваторних та
борошномельних підприємств при визначенні якості борошна, а
також для студентів, що навчаються за спеціальністю 133 – галузеве
машинобудування при вивченні дисципліни «Організація
технологічних процесів борошномельного виробництва», а також
споріднених спеціальностей.

ISBN 978-617-619-248-0
2021

© Богомолов О.В., Шерстюк В.С.,
Гарник Л.П., Гурський П.В.
© ХНТУСГ 2021

ПЕРЕДМОВА

Україна, завдяки природньо-кліматичним умовам, здавна була всесвітньо відомою житницею, потужним виробником практично всіх зернових і зернобобових культур. На її території знаходяться близько 27% чорноземів планети [8].

На теперішній час зерно є, і буде, головним джерелом грошових надходжень, фінансовим фундаментом аграрних підприємств, від якого залежить розвиток усього сільського господарства та переробної промисловості України.

Обсяг виробництва зерна визначає, чи буде забезпечено населення головним продуктом харчування – хлібом, а промисловість – сировиною. Високорозвинене зернове господарство відіграє також велику роль у розвитку м'ясного і молочного скотарства, свинарства та птахівництва.

Зерно завдяки здатності зберігати протягом тривалого часу свої поживні властивості, а при різних технологічних обробках, набувати добрі смакові якості, є унікальною сировиною для виробництва високоякісних продуктів харчування та повноцінних кормів.

У групі десяти головних зернових і зернобобових культур перше місце займає пшениця, друге – рис, третє – кукурудза, далі – ячмінь, зернобобові, соя, сорго, просо, овес, жито. Ці культури займають 75,5 % площі всіх зернових у світі, а у світових ресурсах харчового рослинного білка їх частка дорівнює 70%.

На даний час найбільш розповсюдженим продуктом переробки зерна є борошно, основними видами якого є пшеничне та житнє. Від якості зерна та борошна залежить якість хлібобулочних виробів – одного з основних продуктів повсякденного харчування людини [2].

Практикум призначено для фахівців, які працюють у лабораторіях з визначення якості зерна та борошна на елеваторах, борошномельних та інших аналогічних підприємствах, а також для студентів технічних ЗВО першого та другого рівнів акредитації, які вивчають такі дисципліни, як

«Організація технологічних процесів борошномельного виробництва», «Організація технологічних процесів елеваторного виробництва», «Технологічне обладнання галузі зберігання і переробки зерна» й інших аналогічних дисциплін.

Практикум побудовано на підставі нормативно-правових документів та складається з восьми тем з визначення основних показників якості борошна та двох тем, присвячених методиці розрахунків складу помольних сумішей.

Кожна тема побудована за загальним принципом і включає: назву теми; загальні відомості за темою роботи; виклад основного матеріалу; методику визначення конкретних показників якості.

Під час вивчення тем, крім теоретичного матеріалу, передбачається проведення практичних робіт з визначення показників якості борошна.

Практикум містить додатки, в яких наведені технічні характеристики обладнання, що використовується під час визначення якості борошна.

Практикум може бути корисним для слухачів курсів підвищення кваліфікації працівників борошномельних, елеваторних й інших аналогічних підприємств, а також для студентів технічних спеціальностей, які навчаються за освітньою програмою «Інженерія переробних і харчових виробництв».

ТЕМА 1

ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ЗЕРНІВКИ ПШЕНИЦІ ТА ЖИТА

1.1. Загальні відомості

За своєю будовою зернівки пшениці й жита складаються з трьох основних частин – оболонки, ендосперму й зародку, кожна з яких має складну мікроструктуру. З біологічної точки зору оболонка є структурою, що захищає ендосперм від ушкодження, а в свою чергу ендосперм є запасом живильних речовин, необхідних для живлення зародку в момент його проростання й формування нової рослини. Під час переробки зерна оболонки й зародок видаляють, а з ендосперму отримують борошно.

Пшениця буває м'якою і твердою (див. додаток).

Зерно пшениці й жита включає білки, вуглеводи, жири, мінеральні речовини, мікроелементи, а також пігменти, вітаміни, ферменти й інші речовини. Зерно жита містить менше білків, ніж зерно пшениці, й більше пентозанів і цукрів, що перебувають в основному та в периферійних частинах зерна.

Кількісне співвідношення анатомічних частин зернівки пшениці й жита наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Кількісне співвідношення анатомічних частин зернівки пшениці й жита

Культура	Кількісне співвідношення, %			
	оболонки	зародок з щитком	алеїроновий шар	ендосперм
Пшениця	5,6...9,4	1,8...3,2	6,8...9,2	77...84
Жито	6,9...13,0	3,5...3,7	11,0...12,0	73...79

1.2. Форма й будова зерна пшениці

Форма зернівки пшениці представлена на рис. 1, 2. Зернівка пшениці має овальну форму, зерно м'якої пшениці характеризується опукло-подовженою формою, а твердої – подовженою.

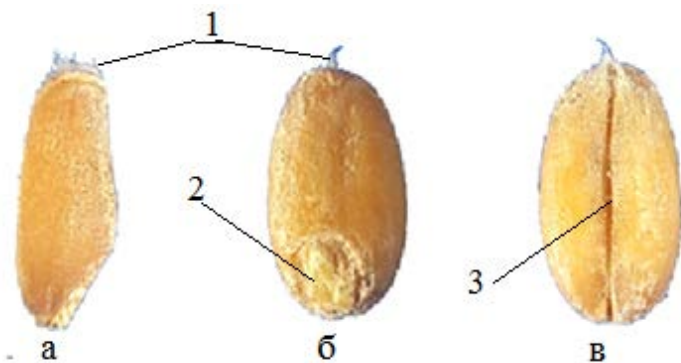


Рис. 1. Морфологічна будова зернівки пшениці: а – вид зі сторони бочка; б – вид зі сторони спинки; в – вид зі сторони червця. 1 – чубок; 2 – зародок; 3 – боріздка

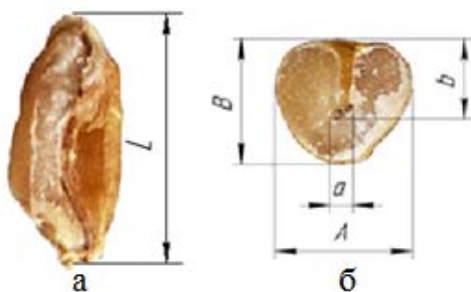


Рис. 2. «а» повздожній (по боріздці) і «б» поперечний перетин зернівки пшениці. L – довжина зернівки; B – товщина зернівки; A – ширина зернівки; b – глибина залягання боріздки; a – розмах петлі боріздки

Форма зерна властива відповідному сорту та є мало змінною ознакою.

Найбільш технологічною формою зерна є куляста форма.

Слід зазначити, що форма зерна в масі того самого сорту неоднакова. Чим зерно більш виконане, тим воно менш подовжене. Зате геометричні розміри його досить мінливі.

Лінійні розміри зерна пшениці, як видно з даних таблиці 2, варіюються в зерновій масі в значних межах. Вони тісно пов'язані зі щільністю зерна.

Геометричні розміри зерна за їх різною масою

Маса одиначного зерна, мг	Розміри, мм		
	довжина	ширина	товщина
20...22	5,01...6,08	2,39...2,07	1,94...2,80
22...25	5,62...6,05	2,60...2,72	2,03...2,84
23...26	5,12...6,81	2,50...2,82	2,40...2,85
25...27	5,14...6,74	2,54...2,90	2,44...2,88
28...30	5,71...6,84	2,54...2,90	2,34...3,06
30...34	6,88...7,40	2,78...3,47	2,40...3,12
36...40	6,82...7,75	2,80...3,59	2,70...3,30
44...52	6,98...8,40	3,30...3,96	3,20...3,47

Будова зернівки пшениці

Зернівка пшениці (рис. 3) складається з таких основних частин:

Оболонки розділяють на плодові й насінневі. Плодові оболонки розташовані на поверхні зернівки й порівняно легко можуть бути відділені в процесі шелушіння зерна. Насінневі оболонки міцно пов'язані з ендоспермом зерна, й тому їх відділення ускладнене. Їх виділяють у процесі здрібнювання зерна. Зерно з високим вмістом борошністого ядра дає можливість одержати з нього більший вихід борошна кращої якості.

Зародок з'єднаний з ендоспермом через проміжну структуру, яка називається «щиток». Ферменти, що знаходяться в щитку, сприяють, за певних умов, перетворенню органічних речовин ендосперму в розчинні форми й переходу їх з ендосперму в зародок. Цю біологічну особливість зародка використовують у технології підготовки зерна до розмелу для зміни його властивостей. Однак зародок при сортових помелах прагнутьвилучити, тому що з потраплянням його в борошно, він знижує її стійкість під час зберігання.

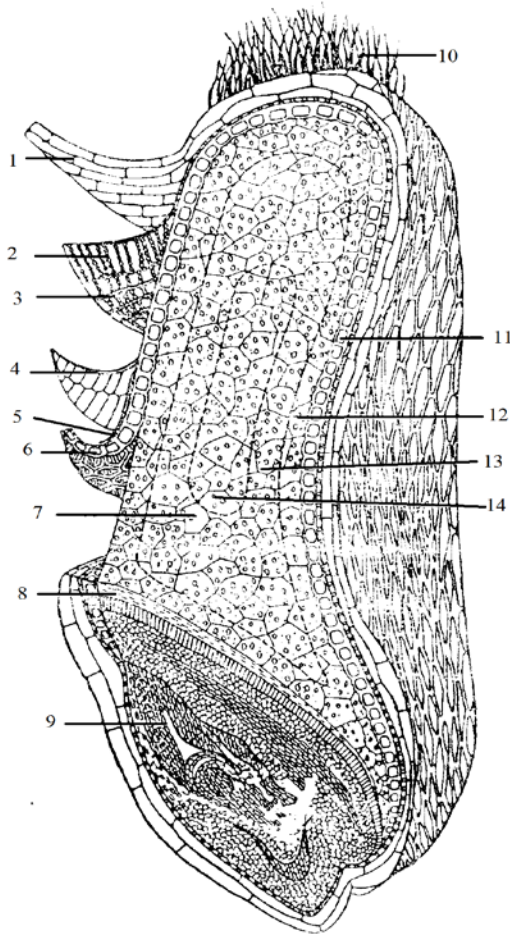


Рис. 3. Будова зерна пшениці (схема): 1 – епідерміс – поздовжні клітини; 2 – поперечні клітини; 3 – трубчасті клітини; 4 – насіннева оболонка; 5 – гіаліновий шар; 6 – алейроновий шар; 7 – ендосперм; 8 – незаповнений шар (щиток); 9 – зародок; 10 – чубок; 11 – поверхневі частини зерна; 12 – частини ендосперму, які прилягають до алейронового шару (направляють у борошно низьких сортів); 13 – основна частина ендосперму (направляють у хлібопекарське борошно); 14 – центральна частина ендосперму (направляють у борошно типу екстра)

Ендосперм – являє собою внутрішню частину зернівки та складається з двох частин – алейронового шару й борошністого ядра. Під час отримання високоякісного сортового борошна алейроновий шар видаляють разом із оболонкою, тому що в його складі перебуває значна кількість клітковини, пентозанів і геміцелюлози, які утворюють міцні клітинні структури, що важко піддаються подрібненню.

Борошністе ядро – центральна частина зернівки. Клітини борошністого ядра заповнені великими й дрібними часточками (гранулами) крохмалю, між якими розташовані прошарки білка – клейковина. Співвідношення великих і дрібних часточок крохмалю, щільність їх упакування й товщина білкових прошарків характеризують ядро зернівки, яке поділяють на борошністе, напівсклоподібне й склоподібне.

Середнє значення хімічного складу зерна пшениці та його анатомічних частин наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Середнє значення хімічного складу зерна пшениці та його анатомічних частин (за даними Н.В. Роменського)

Зерно та його частини	Вміст в % на суху речовину							
	кіль-кість	білків	крох-малю	цукрів	клітко-вини	пенто-занів	жирів	золи
Ціле зерно	100	16,06	63,07	4,32	2,76	8,10	2,24	2,18
Борошністе зерно, ендосперм	81,60	12,91	78,92	3,54	0,15	2,72	0,68	0,45
Алейроновий шар	6,54	53,16	-	6,82	6,41	15,44	8,16	13,93
Оболонки	8,62	10,56	-	2,59	23,73	51,43	7,46	4,78
Зародок	3,24	37,63	-	25,12	2,46	9,74	15,04	6,32

Геміцелюлоза – суміш складних полісахаридів рослин, які супроводжують целюлозу в стінках рослинних кліток. У рослин геміцелюлоза служить опорним конструкційним матеріалом.

Пентозани – компоненти геміцелюлозної частини рослин. Пентозан – колоїдний полісахарид $(C_5H_8O_4)_4$ –

продукт полімеризації моносахаридів – пентоз $C_5H_{10}O_5$ і крохмаль – $C_6H_{12}O_6$.

Алейроновий шар за своїм хімічним складом також являє собою цінну, в харчовому відношенні, частину зернівки. Він складається на 30...50 % з білків, у яких переважають водорозчинні фракції альбуміну й глобуліну, що не здатні утворювати клейковину. В алейроновому шарі зосереджена значна кількість мінеральних речовин, жиру, пентозанів, клітковини, цукрів і вітамінів групи В. У технологічних процесах простих помолів, при яких одержують відносно великі частки борошна, алейроновий шар направляють у борошно. У складних високосортних помолах основна його частина йде у висівки.

З таблиці 3 видно, що борошнисте ядро ендосперму складається в основному із крохмалю та білка. У ньому знаходиться 13...15 % білків, що складаються із фракцій гліадина й глютеїна, які здатні утворювати клейковину. Вміст мінеральних речовин (золи), жирів, клітковини, пентозанів і вітамінів – незначний. Ці речовини розподілені в середині борошнистого ядра нерівномірно. Найбільша кількість білку зосереджена в периферійних частинах борошнистого ядра, а найменша – в центральній частині. Аналогічно розташовані вітаміни й ферменти. Тому якість проміжних продуктів і борошна, отриманих з різних частин борошнистого ядра ендосперму, буде різною.

Оболонки за своїм хімічним складом належать до найменш цінної частини зерна. Вони складаються в основному з пентозанів і клітковини, які становлять 70...80 % маси оболонки. Вони містять невелику кількість білків, жирів та інших речовин. Плодові й насінневі оболонки трохи різняться за хімічним складом. Так, у насінневих оболонках у три рази більше білків, чим у плодових. А плодові оболонки містять більшу кількість клітковини й пентозанів. Тому в технологічних процесах простих помолів видаляють найбільш повно насінневу оболонку, а плодову прагнуть залишити. У складних багатосортних помолах видаляють як плодову, так і

насіenneву оболонки, які можуть погіршити якість виробленого борошна.

Зародок складається на 70...80 % з білків, цукрів і жирів. У ньому зосереджена основна кількість вітамінів групи В і вітаміну Е. Так, у зародку знаходиться в середньому вітаміну Е–158, В₁–62, В₂–14, В₆–25, РР–75 мг/1кг. Це свідчить про високу харчову цінність зародка. Але ці речовини зародка мають і високу активність ферментів, що приводить до невисокої стійкості як самого зародка, так і продуктів його переробки при зберіганні. Потрапляючи у борошно, зародок призводить до його прогоркання, підвищення його кислотності через окислення жирів, що входять до складу зародка. Тому в розвинених технологічних процесах виробництва борошна зародок видаляють із зерна й направляють його у висівки.

1.3. Форма й будова зерна жита (*secale*)

Зерна жита (рис. 4) мають різні форми. Їхні лінійні розміри коливаються в широких межах: довжина – 4...9,8 мм, ширина – 1,4...3,6 мм, товщина – 1,0...3,4 мм. Об'єм однієї зернівки коливається від 10 до 30 мм³. Розрізняють зерно овальне, коли відношення довжини до товщини дорівнює 3 до 1 або менше, і подовжене, коли це відношення більше.

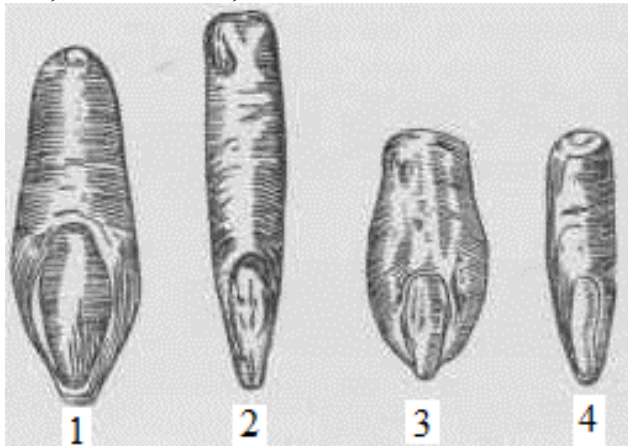


Рис. 4. Форма зерен жита: 1 – широке довге, 2 – вузьке довге, 3 – широке коротке, 4 – вузьке коротке

Ботанічна характеристика жита

З різних видів жита народногосподарське значення має один культурний вид – жито посівне. Жито посівне, культурне (*Secale cereale* L.) – це дворічна й однолітня рослина (озимі та ярові форми) із сімейства злакових. Плід жита – зернівка, яка під час обмолоту випадає з плівок. Зернівка в місці прикріплення до колосу – загострена, на верхньому кінці – тупа. Суцвіття – це колосся.

Анатомічна будова житнього зерна

Анатомічна будова житнього зерна наведена на рис. 5. Зовні зерно покрите плодовою оболонкою, яка прилягає безпосередньо до насінневої. Плодова оболонка чотиришарова.

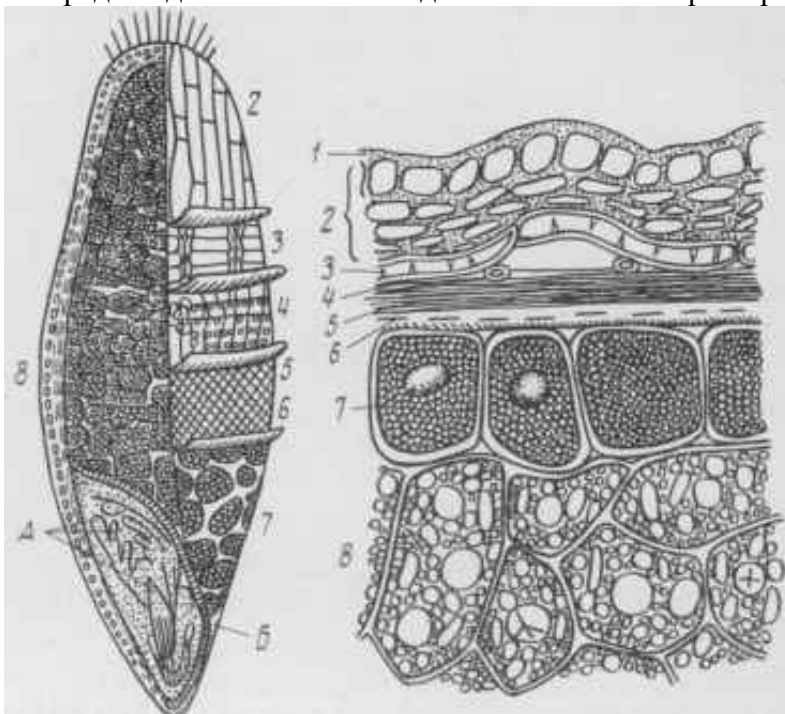


Рис. 5. Внутрішня будова зерна жита: А – зародок зерна; Б – щиток; 1, 2, 3, 4 – шари клітинок плодової оболонки; 5 і 6 – шари клітинок насінневої оболонки; 7 – алейроновий шар; 8 – ендосперм

Верхня шкірочка утворена клітинками, розташованими паралельно довжині зерна. Другий, середній шар складається з товстостінних клітинок, розташованих у 2-3 ряди також паралельно довжині зерна. Третій шар утворено поперечними клітинками, у незрілому стані він утримує хлорофіл. Четвертий шар – внутрішня шкірочка (внутрішній епідерміс) складається із трубчастих клітинок, розташованих уздовж зерна.

Насіннева оболонка двошарова: верхній шар її складається із двох перехресних рядів нижніх клітинок. Другий ряд цих клітинок містить барвник (пігмент) зеленого, жовтого або коричневого кольору, що надає забарвлення всьому зерну; тому цей ряд називається пігментним шаром. За пігментним шаром розташовано безбарвний гіаліновий шар. Насіннева оболонка напівпроникна, пропускає тільки воду, але не пропускає речовини, розчинні у воді.

Плодова й насіннева оболонки захищають житне зерно від зовнішніх впливів, охороняють зародок від потрапляння в нього шкідливих, отруйних речовин і від механічних ушкоджень. Вони пропускають усередину зерна повітря й, за певних умов, кисень, що має велике значення під час проростання зерна.

Між оболонкою й ендоспермом розташовано алейроновий шар, який складається з товстостінних, прямокутних (майже квадратних) клітинок, розташованих у два ряди (поблизу зародка цього шару немає). Клітинки алейронового шару багаті білком і жиром та містять значну кількість вітамінів.

Товщина оболонок зерна жита (дані Олександрова й Любарського) у мкм: плодових (усі шари) – 43...55, насінневих (усі шари) – 28...42 і алейронового шару – 51...68.

Основна маса зерна – ендосперм, являє собою сховище крохмальних клітинок із частковим вмістом білку. Крохмальні зерна й білкові речовини в клітинці перебувають у певних морфологічних взаєминах. Половина всіх білкових речовин є основою, у яку включені великі й дрібні крохмальні зерна. При здрібнюванні ендосперму частина білкової основи руйнується,

звільняючи крохмальні зерна. Однак на поверхні останніх залишається деяка кількість білку, прикріпленого до неї настільки міцно, що звичайні способи розмелу не можуть вилучити цей шар, який називається прикріпленим білком (Н.П. Козьміна). Величина крохмальних зерен жита коливається від 14 до 50 мкм.

Зародок зерна жита складається із центральної частини, що утворює зародковий вузол головного кореня, головної бруньки й щитка. Щитком називають частину зародку, що прилягає до ендосперму. Однією стороною щиток повернений до ендосперму, а іншою – охоплює зародок. Щиток передає живильні речовини від ендосперму до зародку, коли останній починає проростати. У клітинках зародка утримуються цукри, білки, жири й вітаміни, але немає крохмалю. Білки зародка за своїми фізіологічними функціями відрізняються від білків ендосперму. Вони служать для побудови тканин під час проростання зерна.

Зародок із щитком є живою частиною зерна. Придатність зерна для солодородження визначається життєздатністю й розвитком зародка. Ендосперм – джерело живильних речовин, необхідних для життя й розвитку зародка.

Зародок і особливо щиток зернівки є джерелами різних ферментів; білки ендосперму, адсорбуючи ферменти в дозрілому зерні, переводять їх у неактивний стан.

Ендосперм зерна буває переважно борошнистим і напівсклоподібним, зрідка – склоподібним. Найбільшу скловидність, зазвичай, мають зелені зерна й найбільш великі зерна.

Поверхня житнього зерна злегка зморшкувата. Забарвлення його буває різним й залежить від пігментів, розміщених у алейроновому шарі (зелений, синій, червоно-бурий), у насінневій оболонці (жовтий, коричневий, червонуватий) і в плодовій оболонці (солом'яно-жовтий).

Наведені складові частини зерна перебувають у певному співвідношенні, яке залежить від величини й структури зерна

(повне, щупле). Так, за даними Е.Д. Казакова [6], зерно характеризується показниками, наведеними в табл. 4.

Таблиця 4

Склад зерна жита

Показники	Складові частини зерна				
	плодові оболонки	насінневі оболонки	алейроновий шар	ендосперм	зародок із щитком
Вміст у % до сухої речовини					
середнє значення	5,10	2,93	11,18	77,69	3,71
КОЛИВАННЯ	4,81-5,47	10,13-12,91	10,13-12,91	75,96-79,19	3,43-4,01

Таким чином, головну масу в зернівці жита (близько 4/5 маси) становить ендосперм. Зародок становить не більше 4 % маси зерна; оболонка разом з алейроновим шаром – близько 20 %.

Зерна жита бувають зелені, жовті, коричневі, рідше зустрічаються фіолетові. Навіть на одному колосі зустрічаються зерна різного забарвлення й відтінків. Забарвлення їх визначається комбінацією зелено-синього фарбування алейронового шару з коричневим забарвленням насінневих оболонок і солом'яно-жовтого плодових оболонок. Зелено-синє забарвлення житніх зерен обумовлено присутністю в алейроновому шарі зеленого пігменту хлорофілу й синього – антоціану. У зелених зернах хлорофілу значно більше, ніж у зернах жовтих і коричневих. Зелені зерна, як правило, значно крупніші жовтих і коричневих. Зелені зерна мають найбільшу кількість ендосперму та найбільш тонку оболонку, що обумовлює одержання солоду з них з найбільшим виходом екстракту. Найменша кількість ендосперму знаходиться в зернах коричневого кольору.

Маса (вага) 1000 зерен жита залежить від сорту й району вирощування: вона коливається від 12 до 55 г, але частіше від 15 до 25 г. Масу 1000 зерен більшу ніж 28 г вважають високою, меншу 16 г – низькою. Натура жита – 710...750 г/л, шпаруватість – 38 %, питома маса зерна – 1,260...1,420 г/мл.

Щільність чистого крохмалю – 1,500 г/мл, чистого білку – 1,345 г/мл; щільність жиру – менше одиниці. Таким чином, чим більше в зерні крохмалю, тим більше його щільність і, навпаки, цей показник зменшується, якщо вміст білку або жиру в зерні знижується.

У табл. 5 наведені середні значення хімічного складу різних анатомічних частин жита (за матеріалами Е.Д. Казакова, В.Л. Кретовича й ін. авторів) [6].

Таблиця 5

Середні значення складових зерна жита та його частин

Зерно та його частини	Вміст в % на суху речовину						
	Кількість	Білків	Клітковини	Крохмалю й інших вуглеводів	Ліпідів	Золи	Інших речовин
Ціле зерно	100	14,03	2,36	65,7	1,74	2,02	14,13
Борошне зерно ендосперму	74,8	12,61	1,88	63,4	1,14	0,42	10,69
Оболонки з алейроновим шаром	22,1	16,00	3,70	48,2	2,40	7,36	22,34
Зародок	3,1	40,70	4,41	37,6	10,70	6,43	0,16

У жита менша кількість білка, ніж у пшениці. І ці білки не утворюють зв'язану клейковину через наявність великої кількості слизів. Крохмалю також менше й він легко клейстеризується. До складу оболонок й алейронового шару входить значна кількість клітковини, мінеральних речовин, пентозанів, але менше крохмалю й інших вуглеводів. Зародок

зерна жита відрізняється від зародка пшеничного зерна більш високим вмістом клітковини.

Контрольні питання

1. З яких основних трьох частин складається будова зернівки пшениці й жита?
2. Що являє собою зародок?
3. З яких шарів складається оболонка зернівки?
4. Що являє собою ендосперм?

ДОДАТОК

Ознаки, за якими розрізняють зерно м'якої від зерна твердої пшениці

Пшеницю відносять до сімейства злакових роду *Triticum*. Плід – це зернівка. Розповсюджено два виду: пшениця м'яка (*vulgare*) і пшениця тверда (*durum*), причому на частку м'якої пшениці припадає понад 90 % посівів і зборів. Види різняться між собою будовою колоса й зерна. Зерно м'якої та твердої пшениці розпізнається за ознаками: формою, величиною, кольором, структурою ендосперму, формою зародка, опушеністю чубка на верхній частині зерна, протилежній зародку (рис. 1).

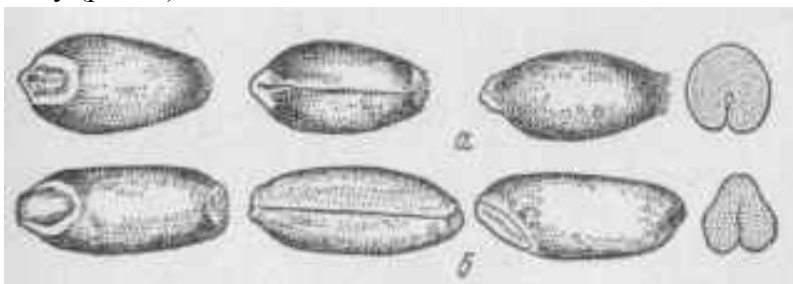


Рис. 1. Зерно пшениці: а – м'якої; б – твердої

У таблиці Д1 наведені ознаки зерна м'якої та твердої пшениці.

Із зазначених ознак найбільш стійкими треба вважати опушення й форму зерна. Такі ознаки, як консистенція або скловидність зерна та його крупність, значно варіюються залежно від сорту і умов вирощування пшениці. Так, у районах з посушливим кліматом зерно пшениці зазвичай склоподібне, а у вологих зонах – борошністе.

Ознаки, за якими розрізняються зерна м'якої та твердої пшениці

Ознаки	Пшениця	
	м'яка	тверда
Зернівка, форма	Яйцеподібна або овальна, у поперечному перетині округла з найбільшою шириною в першій третині зерна (ближче до зародку)	Довгаста, подовжена, більш ребриста, у поперечному перетині кутова, з найбільшою шириною в середині зерна
Величина зерна	Середньої крупності, може бути дрібнішою або крупнішою	Частіше крупне
Колір зерна	Білий або червоний різних відтінків	Бурштиново-жовтий, рідше червоний
Консистенція зерна	Частіше напівскловидна, борошниста, рідше повністю скловидна	Скловидна, рідше напівскловидна
Зародок, форма	Округлий, більше або менше угнутий	Продовгуватий, випуклий
Опушеність борідки	Зазвичай ясно виражена	Відсутня, або ледь помітна

ТЕМА 2

ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ БОРОШНА

2.1. Загальні відомості

Найважливішим показником оцінки якості борошна є масова частка вологи (вологість), що перебуває в ній. Вона пов'язана з енергетичною й поживною цінністю й стійкістю продукту під час зберігання. Для визначення цього показника застосовують стандартний метод за [1 або 5] і експрес-метод.

Вологість хлібопекарського борошна за стандартом повинна бути не більше 15,0%. Усі розрахунки на хлібопекарських підприємствах ведуть за базисною вологістю борошна, яка дорівнює 14,5%.

Борошно сухе (до 14%) добре зберігається протягом року. Борошно середньої сухості (14,5...15,5%) може зберігатися тільки в відносно прохолодні місяці року, а борошно вологе (15,5...17%) – тільки в зимовий час. У теплі місяці таке борошно злежується в грудки, самоігрівається, у ньому легко розмножуються комірні шкідники, розвиваються цвілі й бактерії. Сухе борошно в процесі випікання хліба, краще набрякає, тісто з нього не прилипає до робочих органів машин. З підвищенням вологості борошна на 1% вихід хліба зменшується приблизно на 2%.

Вологість борошна залежить головним чином від вологості зерна, з якого воно отримано. У борошна вологість, зазвичай, на 1...2% менша, ніж у зерна. Це пояснюється тим, що під час розмелу відбувається випаровування вологи з борошна. Вологість борошна може змінюватися залежно від умов зберігання. У сирому приміщенні вологість сухого борошна збільшується, а в сухому – зменшується.

Визначення вологості борошна здійснюється за ДСТУ 46.004-99, 2005 повітряно-тепловим методом, що полягає в зневоднюванні борошна в повітряно-тепловій шафі, СЕШ-3М (рис. 1) з фіксованими параметрами температури й тривалості сушіння.

Електрична сушильна шафа СЕШ-3М складається з робочої камери 1 у вигляді циліндричного барабана, усередині якого розташовується поворотна дископодібної форми платформа 9, блоку розігріву 2 і панелі керування 3. Робоча камера має дверцята 4 з вікном з термостійкого скла. Поворотна платформа має 10 поглиблень, розташованих з зовнішнього краю диска, спарених по двоє. Діаметр поглиблення дорівнює діаметру бюкси (рис. 3). У поглибленнях є отвори для проходу нагрітого повітря із блоку розігріву 2. Спарені поглиблення призначені для розташування в них двох бюкс для одного визначення вологості одного виду борошна.

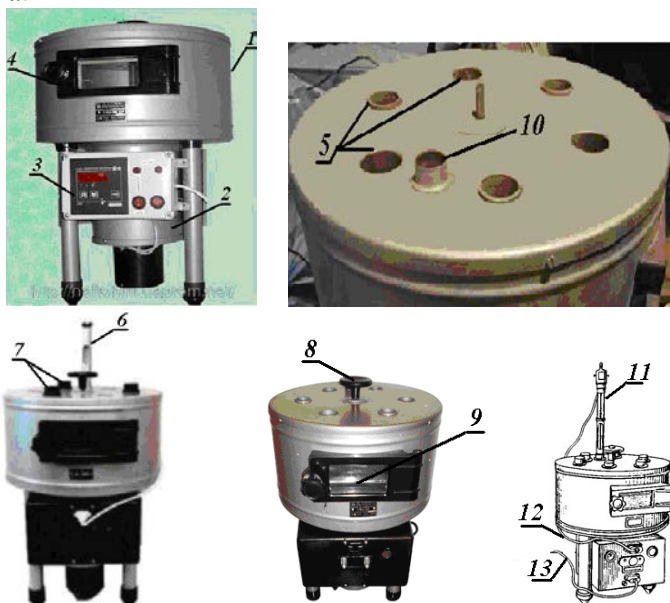


Рис. 1. Електрична сушильна шафа СЕШ-3М: 1 – робоча камера; 2 – блок розігріву; 3 – панель керування; 4 – дверцята шафи з вікном з термостійкого скла; 5 – вентиляційні отвори; 6 – футляр для термометра; 7 – заглушки для вентиляційних отворів; 8 – ручка для обертання платформи; 9 – платформа; 10 – отвір для установки термометра; 11 – термометр електроконтактний; 12 – шнур термометра; 13 – шнур для під’єднання до електричної мережі

Принцип дії СЕШ-3М засновано на рівномірному висушуванні проби за допомогою повітряного потоку, (повітряно-тепловий метод), що створюється відцентровим вентилятором і нагрівальними елементами платформи, яка обертається разом з пробами.

Сушильна камера шафи СЕШ-3М захищена шаром теплоізоляції. Поворотна платформа 9 обертається за допомогою турбінки із шестеренчастим редукторним приводом, розміщеним у кожусі нагрівача шафи. Обертання турбінки й обмін повітря в шафі відбуваються за рахунок повітряного потоку від відцентрового вентилятора.

Робочу температуру в сушильній камері створює електричний нагрівач, розміщений у нижній частині шафи. Підтримує її на стабільному рівні терморегулятор, який складається із ртутного контактного термометра й реле. Нагрівач складається із двох секцій: основна – потужністю 575 Вт і додаткова – 525 Вт. Додаткову секцію включають для прискореного розігріву шафи до температури 140°C. Максимальне припустиме нагрівання сушильної камери – 150°C. Робоча температура сушильної шафи для попереднього підсушування – 140°C, для сушіння – 105 і 130°C.

Середня тривалість розігріву шафи до 105°C – 10 хв, до 130°C – 15 хв. Спад температури після повного завантаження камери – не більше 10 %. Час відновлення температури при повному завантаженні камери – 10 хв. Місткість обертової платформи, для сітчастих бюкс – 5 шт, для алюмінієвих бюкс – 10 шт. Швидкість обертання платформи – 5 об/хв, електроживлення – 220/50 В/Гц, споживана потужність – 1200 Вт.

Випускаються 2 моделі СЕШ-3М: з терморегулятором у вигляді ртутного електроконтактного термометра й СЕШ-3Мс з електронним терморегулятором у вигляді термопар.

На верхній кришці СЕШ також є отвір 10 для встановлення ртутного електроконтактного термометра (рис. 2). Для фіксації термометра використовується спеціальний футляр 6.

Принцип роботи термометра заснований на зміні об'єму термометричної рідини (ртуті) і на здатності ртуті служити провідником електричного струму при замиканні контактів.

Термометр повинен працювати в ланцюгах постійного й змінного струму частотою (50 ± 1) Гц. З включенням термометра в ланцюг постійного струму, «мінус» джерела току повинен бути приєднаний до сполучного контакту термометра. Контакти мають маркування «+» і «-». Термометр повинен працювати у безіскровому режимі.

У схему підключення термометра закладено тиристорний вимикач, керований генератором на ОПТ і транзисторним ключем. Контакти термометра при цьому перебувають під напругою. У разі замикання контактів термометра генератор на ОПТ припиняє свою роботу й транзистор відключає навантаження від ланцюга змінного струму.

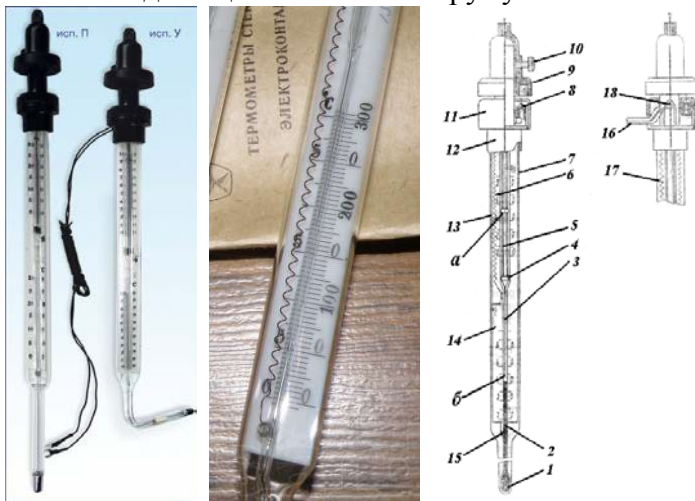


Рис. 2. Ртутні електроконтактні термометри ТПК-4П-103: Вик. П – прямий; Вик. У – кутовий. 1 – резервуар; 2 – капіляр; 3 – контакт рухливий; 4 – під'ятник; 5 – мікрогвинт; 6, 17 – нитки ніхромові; 7 – оболонка; 8 – клема; 9 – пристрій магнітний; 10 – гвинт; 11 – кришка; 12 – ковпачок; 13 – гайка; 14 – пластина шкальна; 15 – контакт нерухомий; 16 – дріт ТВЗ-25.13.00.000; 18 – гвинт клеми; а – нижній торець гайки 13; б – кінець рухливого контакту 3

Термометр електроконтактний вставляють у спеціальне гніздо на верхній кришці шафи нижньою частиною до плічок.

Настроювання термометра на необхідну температуру контактування роблять за допомогою магнітного пристрою, який, обертаючи в ту або іншу сторони, піднімають або опускають кінець вольфрамової нитки, установлюючи її на відмітці заданої температури контактування.

Попереднє настроювання роблять за верхньою шкалою, стежачи, щоб овальна гайка нижнім торцем була встановлена на відмітці заданої температури контактування. Після цього перевіряють положення кінця рухливого контакту щодо температурної відмітки за нижньою шкалою й проводять додаткове регулювання магнітним пристроєм.

2.2. Техніка визначення вологості. Стандартний метод

Стандартний метод. Перед проведенням визначення, борошно просівають на ситах для виділення домішок. У заздалегідь висушені й зважені бюкси (рис. 3) поміщають дві наважки борошна масою по 5,00 г з точністю до $\pm 0,01$ г. Бюкси з борошном тигельними щипцями (рис. 4) ставлять у електричну сушильну шафу СЕШ-3М, нагріту до температури 130°C . Кришки бюксів повинні бути покладені під їх дно. У момент, коли бюкси з наважками розміщують в сушильну шафу, температура в шафі трохи знижується. Відлік часу висушування починають із того моменту, коли температура в шафі досягне 130°C .

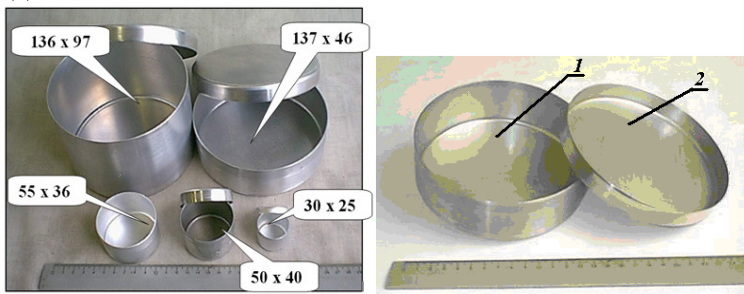


Рис. 3. Бюкси: 1 – ємність пустотіла; 2 – кришка

Висушування за такої температури продовжують протягом 40 хв (відхилення температури не повинне перевищувати $\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Після відключення блоку розігріву, бюкси тигельними щипцями (рис. 4) виймають із шафи й, використовуючи інші щипці, закривають бюкси кришками. Бюкси поміщають у шафу-ексикатор (рис. 5) на охолодження, не менше, ніж на 20 хв (але не більше 2 годин).



Рис. 4. Тигельні щипці з бюксою

Шафу-ексикатор виготовляють із ударостійкого полікарбонату. Для герметизації шафи використовують спеціальне силіконове ущільнення або магнітну смугу, покриту спіненою гумою, а спеціальний запор дозволяє експлуатувати ексикатор без змащення. У стандартній комплектації шафа забезпечується точним цифровим термометром і гігрометром.

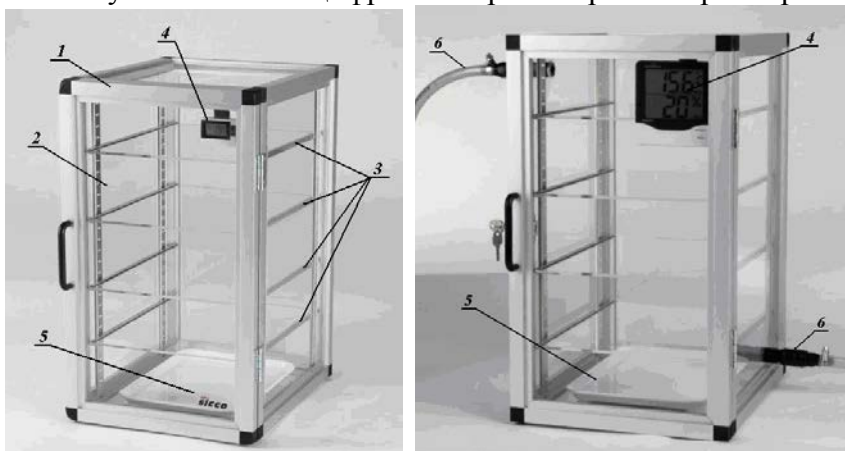


Рис. 5. Шафа-ексикатор: 1 – шафа; 2 – дверцята герметичні; 3 – полки; 4 – датчик температури й вологості; 5 – піддон; 6 – система підтримки мікроклімату

Масова частка вологи (вологість борошна) розраховується за формулою:

$$W = ((m_1 - m_2)/m) \times 100\%, \quad (1)$$

де W – масова частка вологи (вологість борошна), %;

m – маса наважки, г;

m_1, m_2 – маси бюкси з наважками до й після висушування, г.

Припустимі розбіжності під час проведення двох паралельних визначень – не більш 0,2 %.

Усі значення й розрахунки вносять у таблицю 1.

Таблиця 1

Результати визначення вологості борошна

Показники	Позначення	Номер бюкси	Номер визначення	Борошно	
				()	()
Маса порожньої бюкси, г	m_1	№ №	1 2		
Маса бюкси з наважкою до висушування, г	m_2	№ №	1 2		
Маса борошна, г	$m = m_2 - m_1$	№ №	1 2		
Маса бюкси з наважкою після висушування, г	m_3	№ №	1 2		
Маса вологи, що випарувалася, г	$m_2 - m_3$	№ №	1 2		
Масова частка вологи, розрахована за формулою: $W = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100\%$	W_m		1 2 ср.		
Висновок					

2.3. Експрес-метод визначення вологості

Метод засновано на висушуванні напівфабрикату на приладі Чижова ПЧМЦ (прилад Чижова модернізований цифровий), (рис. 6, а також див. додаток) з закладкою в нього паперових пакетиків з аналізованим матеріалом.

Експрес метод застосовується в лабораторіях підприємств харчової промисловості (хлібопекарській, кондитерській, молочній, м'ясопереробній, тощо).

Прилад використовується для визначення вологості зразків харчових продуктів з автоматичним регулюванням температури плит, для оперативного контролю вологості харчової сировини, напівфабрикатів і готової продукції.

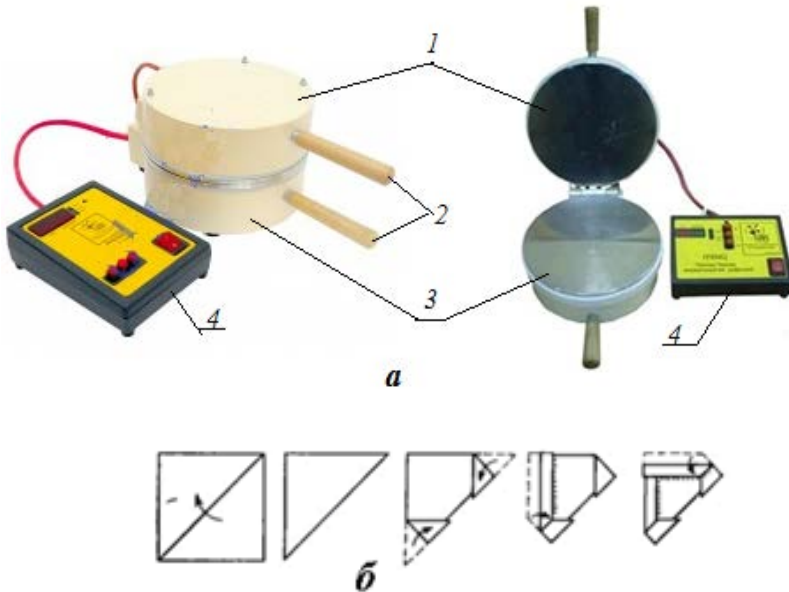


Рис. 6. Прилад Чижова (а): 1 – плита верхня; 2 – ручки; 3 – плита нижня; 4 – блок керування; (б) - схема виготовлення паперового пакета

Принцип роботи приладу полягає в зневоднюванні методом випарювання зразка сировини за рахунок його прогріву при необхідній температурі протягом заданого часу. Зневоднювання зразків проводиться в спеціальних пакетах. Пакети виготовляються зі слабо приклеєного паперу типу ротаторного або газетного, або складаються вручну (рис. 6, б).

Прилад складається із блоку висушування зразків, електронного блоку керування й контролю.

Блок висушування складається з верхньої й нижньої нагрівальних плит, які з'єднані між собою петлею. Верхній блок за допомогою ручки можна відкрити при закладанні пакета зі зразками. Конструктивно кожний нагрівальний блок

являє собою алюмінієву плиту із закріпленим у ній електронагрівальним елементом. Нагрівальні блоки закриті кришками.

Електронний блок керування складається з вузла регулювання й контролю температури та вузла встановлення часу витримки. Він служить для встановлення та автоматичного підтримання необхідної температури, а також для візуального контролю температури блоку висушування зразків. Цифровий індикатор дозволяє контролювати поточне значення температури блоку висушування з точністю до $0,1^{\circ}\text{C}$ при температурі від 1°C до 100°C і з точністю 1°C при температурі від 100°C до 199°C . Для контролю часу висушування зразків є таймер, який дозволяє зафіксувати витримку часу від 1 хв до 99 хв, або встановити режим з вимиканням часу.

Електронний блок автоматично здійснює нагрівання плит і підтримання встановленого значення температури висушування. Включення таймеру часу необхідно здійснювати безпосередньо після закладання пакета зі зразком сировини між плитами блоку висушування.

Під час роботи приладу датчик температури видає сигнал, пропорційний значенню температури, яку мають плити блоку висушування. Електронний блок обробляє сигнал датчика з метою відображення фактичного значення температури плит і продукує сигнали комутації електронагрівальних приладів. Цифровий індикатор дозволяє контролювати поточне значення температури блоку висушування зразків.

За відсутності стандартних пакетів їх виготовляють вручну. Для цього беруть квадратні аркуші паперу (розміром 16 на 16 см) і згинають їх навпіл у вигляді трикутника, загинаючи краї приблизно на 1,5 см (рис. 6, б). Два такі пакети розміщуються в приладі. Паралельно проводять два визначення.

Для виготовлення пакетиків використовують ротаторний або газетний папір. Виготовлені пакетики попередньо сушать у приладі при температурі 100°C протягом 3 хв, потім

поміщають в ексікатор на 15...20 с для охолодження.

Після висушування й охолодження пакетики зважують і зберігають в ексікаторі. Усі зважування виконують на технічних вагах з точністю до 0,01 г.

Зберігати паперові пакети рекомендується не більше двох годин. При цьому необхідно стежити за тим, щоб у піддоні ексікатора знаходився сухий хлористий кальцій.

У попередньо просушений і зважений пакетик поміщають наважки борошна масою 4...5 г, розподіляючи їх за можливості рівномірно по всій площі пакетика.

Прилад доводять до температури 150°C, поміщають пакетики з наважками на нижню плиту, прикривають верхньою і проводять зневоднення протягом 5 хв.

Масову частку вологи (W), у відсотках, розраховують за формулою:

$$W = ((m_2 - m_3) / (m_2 - m_1)) \times 100\% , \quad (2)$$

де m_1 – маса порожнього висушеного пакетика, г;

m_2 – маса пакетика з наважкою до висушування, г;

m_3 – маса пакетика з наважкою після висушування, г.

Результати визначення занести в таблицю 2.

Таблиця 2

Результати визначення вологості борошна

Показники	Позначення	Номер пакетика	Номер визначення	Борошно	
				()	()
Маса порожнього пакетика, г	m_1	№ №	1 2		
Маса пакетика з наважкою до висушування, г	m_2	№ №	1 2		
Маса борошна, г	$m = m_2 - m_1$	№ №	1 2		
Маса пакетика з наважкою після висушування, г	m_3	№ №	1 2		
Маса вологи, що випарувалася, г	$m_2 - m_3$	№ №	1 2		
Масова частка вологи, розрахована за формулою: $W = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100\%$	W_m		1 2 середнє значення		
Висновок					

Контрольні питання

1. Які показники якості борошна належать до фізико-хімічної групи?
2. Які способи визначення вологості борошна існують?
3. Що таке шафа-ексикатор і для чого вона слугує?
4. Описати техніку визначення вологості борошна з застосуванням сушильної шафи СЕШ-3М.
5. Описати техніку визначення вологості борошна з застосуванням приладу Чижова.

ДОДАТОК

Прилад Чижова ПЧМЦ



Прилад Чижова модернізований цифровий ПЧМЦ призначено для визначення вологості зразків харчових продуктів (включаючи хліб) з автоматичним регулюванням температури плит приладу. Застосовується для оперативного контролю вологості харчової сировини, напівфабрикатів і готової продукції.

Принцип роботи приладу полягає в зневоднюванні методом випарювання зразка сировини за рахунок його прогріву при необхідній температурі протягом заданого часу. Зневоднювання зразків проводиться в спеціальних пакетах. Пакети виготовляються зі слабо проклеєного паперу типу ротаторного або газетного. Подібне обладнання застосовується в лабораторіях підприємств харчової промисловості (кондитерській, молочної, м'ясопереробної, тощо).

Прилад Чижова ПЧМЦ характеризується:

- швидким виходом на робочий режим;
- блокуванням роботи приладу у разі перегрівання;
- високим ступенем стабільності підтримки температури за допомогою електронного терморегулятора;
- теплоізованим корпусом блоку висушування;
- підвищеною електробезпекою;
- простотою в експлуатації;
- зручністю в обслуговуванні.

Технічні характеристики

Діапазон установлюваних температур висушування, °С	Від +50 до +199
Дискретність установлюваних температур, °С	0,1
Відхилення температури плит блоку висушування зразків від заданої робочої температури, не більше, °С	±2
Час нагрівання блоку висушування зразків до встановленої робочої температури, не більше, хв	20
Зазор між дотичними робочими поверхнями плит блоку висушування зразків, мм	не більше 0,1
Джерело живлення – однофазна мережа змінного струму: напруга, В; частота, Гц; споживана потужність, Вт	220 50 700
Діапазон установлюваних значень часу висушування, хв	1...99
Дискретність установлюваних значень часу висушування, хв	1
Габаритні розміри, не більше, мм:	
блоку висушування	210×120
блоку керування	175×120×65
Маса, кг: блоку висушування	6,0
блоку керування	0,8

ТЕМА 3

ВИЗНАЧЕННЯ ЗОЛЬНОСТІ БОРОШНА

3.1. Загальні відомості

Вміст мінеральних негорючих речовин у борошні, зерні або крупі, виражений у відсотках, називається зольністю. Зольність є одним з основних показників гатунку борошна.

Зольність окремих частин зернівки неоднакова. Це має велике значення для контролю борошномельного виробництва. Найбільш високу зольність мають оболонки й алейроновий прошарок, дещо меншу – зародок і найнижчу – ендосперм. Від кількості зольних речовин залежить сортність борошна. Борошно відповідного гатунку повинно мати зольність не більше встановлених норм. Якщо зольність вище встановлених норм, то борошно вважається нестандартним.

Загалом, зольність показує, яка кількість мінеральних речовин міститься в борошні. У зерна пшениці мінеральні речовини зосереджені в оболонці. У внутрішній частині – ендоспермі, мінеральних речовин немає. Тому показник зольності побічно характеризує, яка кількість оболонки була здрібнена до дисперсного стану й перейшла в борошно. Для кожного гатунку борошна стандартом і тимчасовими технічними умовами встановлено певний показник норми зольності в перерахуванні на суху речовину борошна. Відхилення від норм допускається не вище 0,05 %.

Зольність визначають шляхом спалювання в попередньо прожареному й зваженому тиглі 1,5...3 г борошна. Вона не повинна перевищувати (у %): у борошна вищого гатунку – 0,55; 1-го – 0,75; 2-го – 1,25 %. Зольність борошна обойного лише на 0,07 % нижча зольності зерна.

Зольність борошна визначають або способом зоління без застосування прискорювача, або з застосуванням прискорювача, у якості якого виступає азотна кислота.

Для визначення зольності використовують керамічні

тиглі №3 (рис. 1) та муфельну піч №3 (рис. 3). Також застосовують тигельні щипці (рис. 2), аналітичні ваги (рис. 4), бюретки та піпетки ємністю 3 мл і хімічно чисту азотну кислоту.

Муфельна піч №3 є найбільш зручною в застосуванні для визначення зольності в умовах ХПП, хлібокомбінатів, млинів тощо. Вона складається з двох основних частин: корпусу та блоку розігріву з реостатом. Корпус представляє собою металеву теплоізольовану оболонку циліндричної форми в середині якої розміщується керамічний, циліндричної форми блок розігріву, з камерою в середній частині. Керамічна частина корпусу обгорнута хромонікелевою проволокою, кінці якої під'єднані до реостату, що має чотири положення та може забезпечити нагрівання камери до температур – 600...650; 850; 950 і 1200°C. Задня стінка печі глуха, а передня має дверцята з ручкою.

3.2. Техніка визначення

Техніка визначення без застосування прискорювача

Для визначення зольності борошна наважку масою 40...50 г просівають на лабораторному ситі. Потім відбирають 20...30 г і переносять на скляну пластинку розміром 20×20 см і за допомогою двох пласких совочків змішують. Потім борошно розподіляють рівним шаром і прикривають іншим склом такого ж розміру так, щоб шар вийшов не товстішим 3...4 мм. Прибравши верхнє скло, з різних місць продукту (не менше ніж з 10) совочком вибирають у заздалегідь підготовлені тиглі (рис. 1) борошно по 1,5...2,0 г, після чого двічі зважують тиглі з точністю до 0,002 г.



Рис. 1. Тигель керамічний №3

Підготовка тиглів. Перед застосуванням тиглі занурюють на 2 години в 50 % розчин соляної кислоти. Потім їх споліскують у соляній кислоті та промивають під проточною водою. Просушують, нумерують і остаточно висушують до постійної маси в сушильній шафі СЕШ-3М при температурі 100...150 °С протягом 2 годин.

Під час підготовки тиглів включають муфельну піч у перше положення і нагрівають її до яскраво-червоного кольору (~ 600...650 °С).

Тиглі з борошном, спеціальними тигельними щипцями, (рис. 2) розміщують біля дверцят муфельної печі, нагрівають до темно-червоного кольору. Після виділення продуктів сухої перегонки (без їхнього запалення) тиглі посувають углиб муфельної печі. Спалювання ведуть до повного зникнення темних часток, поки колір золи не стане білим або злегка сіруватим, після чого тиглі переносять в ексікатор для охолодження. Потім тиглі зважують на аналітичних вагах (рис. 4) і результати записують у журнал.

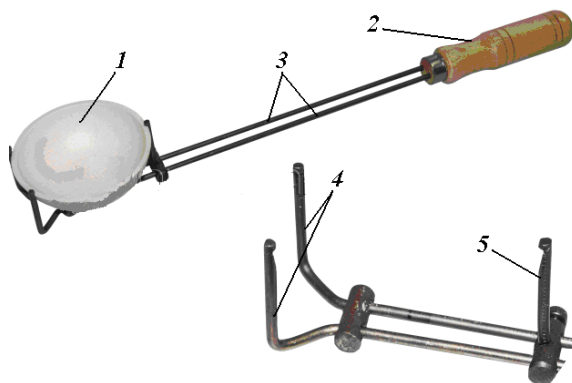


Рис. 2. Щипці тигельні: 1 – тигель; 2 – ручка дерев'яна; 3 – напрямні; 4 – фіксатор нерухомий; 5 – фіксатор рухомий

Зважені тиглі знов ставлять у розігріту муфельну піч (рис. 3) на 20 хвилин, після чого охолоджують і зважують. Якщо маса тигля зменшилася, то його знову поміщають у піч, і продовжують зоління доти, поки два останні зважування не дадуть однакових результатів. Розходження результатів не

повинно перевищувати 0,002...0,003 г. Після того, як тиглі досягли постійної маси, зоління вважається закінченим.



Рис. 3. Муфельна піч №3



Рис. 4. Ваги аналітичні

Масову частку золи (зольність) визначають за формулою:

$$Z = \frac{m_{zm} \cdot 100 \cdot 100 \%}{m_n \cdot (100 - W_m)}, \quad (1)$$

де m_{zm} – маса золи, г;

m_n – маса наважки борошна, г;

W_m – вологість борошна, %.

Середнє арифметичне із двох визначень приймають за фактичну зольність продукту. Розбіжність між двома паралельними визначеннями зольності не повинна перевищувати 0,025 %, а у контрольних і арбітражних визначеннях – 0,05 %.

Для пшеничного хлібопекарського борошна встановлені наступні норми зольності, у відсотках: вищий ґатунок – 0,55 %, перший ґатунок – 0,75 %, другий ґатунок – 1,25 %.

Усі результати занести в таблицю 1.

Таблиця 1

Результати вимірів зольності

Показники	Позначення, од. виміру	Номер визначення	Борошно	
			()	()
Маса тигля	m_m , Г	1 2		
Маса тигля з борошном	m_{mm} , Г	1 2		
Маса наважки борошна	m_n , Г	1 2		
Маса тигля із золюю	m_{mz} , Г	1 2		
Маса золи борошна	m_{zm} , Г	1 2		
Масова частка золи (зольність) (формула 1)	Z , %	1 2 ср.		
Висновок				

Визначення зольності з застосуванням у якості прискорювача азотної кислоти

Провести всі підготовчі операції як і з визначення зольності без прискорювача. Зоління проводять протягом приблизно 1-ї години, поки борошно в тиглі не набуде сірого кольору та перетвориться в сіру масу. Потім тиглі виймають з печі, ставлять на фарфорову або металеву підставку й охолоджують без ексикатора. Після охолодження в кожен тигель піпеткою додають 2...3 краплі хімічно чистої азотної кислоти. Для випарювання азотної кислоти тиглі ставлять на

відкриті дверцята розжареної муфельної печі. Випарювання проводять обережно, не допускаючи кипіння кислоти та її розбризкування, яке може привести до втрати продукту, що озолується. Після закінчення випарювання кислоти, тиглі посувають до середини печі, розігрітої до яскраво-червоного кольору й ведуть зоління до повного вигорання органічного продукту. Ця процедура займає приблизно 20 хвилин. Подальші розрахунки ведуть як і в попередньому визначенні.

Результати заносять у журнал.

Контрольні питання

1. Які показники якості борошна належать до фізико-хімічної групи?
2. Розкрити поняття «зольність».
3. Описати техніку визначення зольності.

ТЕМА 4

ВИЗНАЧЕННЯ КРУПНОСТІ ПОМЕЛУ БОРОШНА

4.1. Загальні відомості

Показник «крупність помелу» відноситься до групи фізико-механічних показників якості борошна.

Розмір часток борошна є одним із показників її якості. При здрібненні ендосперму утворюються частки розміром від декількох мікрон до 180...190 мкм. У пшеничному борошні вищого та 1-го гатунку приблизно половина часток мають розміри менше від 40...50 мкм, а рештка знаходяться в межах від 45...50 до 190 мкм.

Крупність помелу дуже впливає на хлібопекарські властивості борошна, причому різне за якістю зерно вимагає різного помелу. Зерно, що містить високоякісну клейковину, вимагає більш тонкого помелу, ніж зерно зі слабкою клейковиною.

На хлібопекарські властивості борошна впливає не тільки розмір, але й форма часток. Форма часток борошна залежить від особливостей застосованої для помелу зерна борошномельної техніки й технології. Дослідження за цим напрямком активізувалися після впровадження в практику сучасних методів дослідження з використанням комп'ютерної техніки.

Тонко розмелене борошно має кращі показники відбиття променів світла та віддзеркалює більше світла, ніж борошно, що складається з більш крупних часток. Для тонко розмеленого борошна характерні підвищена газотвірна й знижена газоутримувальна здатність. Хліб з гарного, але надмірно здрібненого борошна виходить більш низької якості.

Приготування хлібобулочних виробів із занадто тонко розмеленого борошна приводить до наступних дефектів:

- зниження об'ємного виходу готової продукції;
- швидке черствіння;
- більш темна кірка й більш темний, ніж за звичай, м'якуш хліба;
- розпливчаста форма виробів, що випікаються на поду.

Борошно, розмелене в недостатньому ступені (занадто крупне), виглядає більш темним. Таке борошно гірше поглинає воду й сутужніше заміщується. Великі частки борошна повільно набухають та проявляють підвищену стійкість до дії ферментів. Цукроутворювальна здатність крупно розмеленого борошна знижена. Дріжджові бактерії погано зброджують таке тісто. Хліб з недостатньо розмеленого борошна характеризується більш низьким об'ємом і грубою пористістю м'якушки. Кірка хліба в умовах дефіциту цукрів може мати бліде забарвлення.

Високосортне борошно, звичайно, має більш однорідний гранулометричний склад (складається з більш однорідних за розміром і формою часток), ніж низькосортне борошно. Наприклад, у борошні вищого гатунку переважна більшість часток становить розмір 30...40 мкм, а для обойного борошна цей показник має більш широкий діапазон – 30...670 мкм. Неоднорідність розмірів часток призводить до зниження хлібопекарських властивостей борошна.

Крупність помелу залежить не тільки від роботи здрібнювальних верстатів, але й від особливостей зерна. Борошно з м'якої пшениці має більше дрібних часток, ніж борошно, отримане з твердої пшениці.

Для визначення крупності помелу застосовують, як правило, два сита, що розташовуються один над одним. На верхньому ситі з чарунками більшого розміру визначають залишок крупних часток (схід з сита), а за допомогою нижнього сита, з чарунками меншого розміру, визначають кількість дрібних часток (прохід сита). Прохід з нижнього сита збирається в спеціальний піддон такого ж діаметру, як і діаметр

обичайок сит.

Сита виготовляють з дротяних сіток, або з шовкової, або синтетичної (поліамідної) тканини, що натягнуті на металеву обичайку (додаток 1).

Визначення крупності розмелу проводять на лабораторних просіювачах. Деякі види просіювачів наведені в додатку 2.

Крупність розмелу характеризується проходом через сито певного номера й залишком на ситі певного номера (номер сит залежить від гатунку і типу борошна). Наприклад, при просіюванні борошна пшеничного 1-го гатунку на ситі № 35 повинно залишитися (схід з сита) не більше 2 % і просіятися через сито (прохід сита) № 43 не менше 75 %. (У даному прикладі номер сита показує, яка кількість чарунок розташована на 1 см довжини сита.)

Розміри часток борошна вищого й першого гатунку зазвичай знаходяться в діапазоні від декількох мікрон до 180...190 мкм. У звичайному хлібопекарному борошні цих сортів приблизно половина часток має розміри менше 40...50 мкм, а інша половина – в межах від 45...50 до 190 мкм.

У борошні другого гатунку та особливо в обойному борошні, знаходиться значно більше великих часток. Наприклад, в обойному борошні до 67 % часток з розмірами біля 200 мкм, а 15 % з розмірами біля 600 мкм.

Зважування сходової та проходової фракцій відбувається на аналітичних вагах, деякі типи яких наведені в додатку 3.

4.2. Техніка визначення

1. Вміст фракцій борошна різної крупності визначають за ДСТУ 46.004-99 шляхом просіювання. Визначення маси наважки з номінальним значенням $m_n \geq 25$ г проводять до десятих часток грама, при $m_n < 25$ г – до сотих часток грама.

2. Визначення крупності продукту проводять з наважки,

виділеної із середньої проби, масою 50 г.

Для визначення крупності підбирають сита, установлені нормативно-технічними документами на відповідний вид продукту.

Наважку продукту висипають на верхнє сито, закривають кришкою, закріплюють набір сит на платформі розсіву й включають розсів.

Через 8 хв, просіювання припиняють, постукують по обичайках сит і знову продовжують просіювання протягом 2 хв.

Під час просіювання наважки продукту на кожне сито вкладають 5 очисників.

Із закінченням просіювання очисники із сит видаляють. Залишок верхнього сита й прохід нижнього сита зважують і виражають у відсотках до маси взятої наважки.

Допускається просіювання наважки вручну за дотримання умов, зазначених вище.

3. Якщо вологість продукту вище 16,0 %, то його підсушують при кімнатній температурі протягом 1...2 год у розсипаному стані з регулярним перемішуванням до вологості 15,0...16,0 %. Визначення вологості проводять за ГОСТ 13586.5-93 (див. ЛПЗ №2).

4. У картках для аналізу результати визначення у ваговому та процентному вираженні проставляють без округлення.

5. У лабораторних журналах результати визначення проставляють: з результатом визначення до 0,5 % – з точністю до 0,1 %, а понад 0,5 % – з точністю до 1,0 %.

6. Округлення результатів визначення проводять у такий спосіб: якщо перша із цифр, що відкидається, менша п'яти, то останню, що зберігається цифру не міняють; якщо перша із цифр, що відкидається, більше або дорівнює п'яти, то останню цифру, що зберігається, збільшують на одиницю.

7. Значення розбіжностей, які допускаються, при контрольних визначеннях крупності пшеничного й житнього борошна зазначені в таблиці. Для всіх інших видів борошна значення розбіжності, що допускається, за залишком на ситі не повинні перевищувати 2,0 %.

Для висівок значення розбіжності, що допускається, з проходу

через сито не повинне перевищувати 2,0 %.

8. При контрольному визначенні за остаточний результат випробування приймають результат первісного визначення, якщо розбіжність між результатами контрольного й первісного визначень не перевищує розбіжності, що допускається, встановленого за результатом контрольного визначення.

У разі перевищення значення, що допускається розбіжністю, за остаточний результат визначення приймають результат контрольного визначення.

Результати дослідження порівняти з контрольними значеннями таблиці 1.

Таблиця 1

Контрольні значення визначення крупності розмелу борошна

Вид борошна	Значення розбіжності, що допускається, %, не більше	
	за залишком на ситі	за проходом через сито
Борошно макаронного розмелу:		
вищого гатунку	2,0	4,0
першого й другого гатунку	1,0	4,0
Борошно пшеничне й житнє хлібопекарське:		
вищого гатунку	2,0	-
питлівка, другого гатунку, пшеничне й житнє обойне, житнє обдирне	1,0	4,0
пшеничне першого гатунку й житнє сіяне	1,0	6,0

Контрольні питання

1. Які показники якості борошна належать до фізико-хімічної групи?

2. Що таке крупність помелу?

3. З якого типу зерна отримують більш дрібні частки борошна?

4. З якого типу зерна отримують більш крупні частки борошна?

5. Що являє собою просіювач борошна з визначення його крупності?

6. Як крупність помелу впливає на гатунок борошна?

7. До яких дефектів хлібобулочних виробів призводить занадто тонкий розмел борошна?

8. До яких дефектів хлібобулочних виробів призводить занадто крупний розмел борошна?

ДОДАТКИ

Додаток 1

Сита лабораторні



Лабораторні сита використовують для просіювання сипких матеріалів з визначення гранулометричного складу як вручну, так і механічно.

Сито лабораторне випускають з діаметром обичайки 200 і 300 мм. Усі сита повинні мати санітарно-епідеміологічне посвідчення та свідоцтва про калібровку.

Ситовий аналіз виконується за допомогою одного або декількох сит, піддону й кришки. Кількість сит, а також розміри чарунок сит і форма отворів визначаються умовами проведення аналізу.

Кожне лабораторне сито має цифрову інформацію про номінальний розмір отворів в мм або в номері. Прохід з сита можна збирати в піддон, який може встановлюватися під будь-яке сито.

Обичайка сита виконується з нержавіючої або оцинкованої харчової сталі товщиною 0,55 або 0,8 мм.

Сита виготовляють відповідно до стандартів:

- металоткані (дротяна сітка з нержавіючої сталі) з квадратними чарунками за ГОСТ 6613-86, ГОСТ 3826-82, ТУ-14-4-507-74, ТУ 14-4-137-9;

- лабораторні метало-пробивні ТУ 23.2.2068-94, ТУ 5.897-11722-95;

- шовкові (поліамідні) за ГОСТ 4403-91.

Розсіви лабораторні. Загальні відомості

Розсіви лабораторні застосовуються в лабораторіях ДХІ (державна хлібна інспекція), у ВТЛ (виробничо-технічна лабораторія) при ХПП, борошномельних і зернопереробних підприємствах, на хлібозаводах, у кондитерській, харчовій, комбікормовій, тютюновій, фармакологічній і хімічній промисловості та в сільському господарстві.

За допомогою розсівів лабораторних визначають: крупність борошна, крупи, комбікормів; загальний і пофракційний склад зернової й сміттєвих домішок; кількість та крупність вмісту дрібного зерна пшениці, жита, ячменю, проса, гречки, риса, кукурудзи; якість крупи манної, рисової, кукурудзяної; якість дробленого рису, колотих ядер і мучки гречаної крупи, дробленого ядра в колотому горосі; визначення зараженості й пошкодженості зерна шкідниками.

Розсіви складаються з корпусу, робочого столу з пристроями для установки й закріплення сит, механізму привода робочого столу, панелі керування.

Конструкція затискачів, які розташовані на робочому столі, передбачають установку одного або трьох комплектів сит діаметром обичайки 200 мм з кількістю сит від одного до трьох з піддоном і кришкою, або одного комплекту сит з діаметром обичайки 300 мм.

Просіювання здійснюється за рахунок кругового поступового руху сит у горизонтальній площині. Такий вид руху забезпечують три кривошипи від електродвигуна через пасову передачу.

Розсів включається в роботу поворотом рукоятки реле часу, яке має відповідну шкалу й виключається автоматично після закінчення встановленого часу роботи.

Розсіви тригніздові

Призначені для одночасного розділення на фракції трьох продуктів різної якості, що дозволяє, одночасно визначати крупність, наприклад, борошна вищого, першого і другого гатунків.

2.1. Розсів РЛУ-3



Технічна характеристика РЛУ-3

Частота коливання, об/хв	120/200±10%
Амплітуда коливання, мм	25
Установлена потужність, кВт	1,5
Електричний струм, В/Гц	220 / 50
Габаритні розміри, мм	450 × 400 × 400
Маса (без сит), кг не більше	20

2.2. Розсів РЛ-3



2.3. Розсів У1-ЕРЛ-10-02



Технічна характеристика

Частота коливань, об/хв	200
Розмах коливань, мм	50
Установлена потужність, Вт	25
Діаметр обичайки сит, мм	200
Габаритні розміри, мм: довжина × ширина × висота (з набором сит)	500×460×420
Маса, кг	37,0

2.4. Розсів РЛУ-1



Технічна характеристика РЛУ-1

Частота коливань, об/хв	120/200±10%
Амплітуда коливання, мм	25
Установлена потужність, кВт	1,5
Живлення, В/Гц	220 / 50
Габаритні розміри, мм Довжина × ширина × висота (з набором сит)	450×400×400
Маса (без сит), кг не більше	20

Для борошномельної промисловості передбачена конструкція затискачів, яка дозволяє встановлення чотирьох комплектів сит діаметром обичайки 200 мм, включаючи три сита, піддон й кришку.

2.5. Розсів РЛ



Розсів РЛ-1 – одногніздовий для 6 сит СЛ-1, 3-х донець і кришки або комплекту сит для аналізу ураженості зерна.

Технічні характеристики

Частота коливань, об/хв	200
Розмах коливань, мм	50
Установлена потужність, Вт	25
Діаметр обичайки сит, мм	200
Габаритні розміри, мм: довжина × ширина × висота (з набором сит)	500×460×420
Маса, кг	37,0

3.1. Ваги лабораторні «Техноваги»



Основні характеристики

Країна виробник	Україна
Клас точності	IV
Одиниці виміру маси	Грам, Карат
Найменша маса зважування, г	1,0
Найбільша маса зважування, г	1500,0
Дискретність, г	0,02
Матеріал чаші/платформи	Нержавіюча сталь
Діаметр чаші/платформи, мм	145,0
Мінімальна робоча температура	10,0°C
Максимальна робоча температура	40,0°C
Живлення	220В/акумулятор

3.2. Ваги аналітичні призмові, агатові CAUW 120



Аналітичні ваги – це високоточний ваговимірювальний прилад, призначений для застосування в лабораторіях для точного вимірювання маси як штучних, так і рідин й сипких матеріалів з точністю зважування до 0,001 мг.

Механізм зважування захищено від протягів, перепаду температур та вологості, потрапляння пилу скляним футляром.

Ваги електронні на тензометричних датчиках, на які спирається платформа трьома призмами, які зроблені з агату.

Тема 5

ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ БОРОШНА

5.1. Загальні відомості

Залежно від роду зерна розрізняють пшеничне, житнє, вівсяне, кукурудзяне, горохове, соєве борошно. Пшеничне борошно є основним видом борошна в нашій країні і у більшості країн Європи. Житнє борошно посідає друге місце за обсягом виробництва. На Україні товарне значення також має борошно, яке виробляється з суміші насіннь пшениці й жита в різних пропорціях.

За характером помелу й ступеню очищення зерна від оболонки і зародків борошно поділяється на наступні сорти:

- пшеничне: крупчатка, вищий, перший і другий ґатунки, обойне борошно;

- житнє борошно: сіяне, обдирне, обойне борошно.

Якість борошна визначають за результатами аналізу середнього зразка (маса 2,5 кг), відібраного від партії. (Правила відбору зразка й методика визначення якості борошна викладено в ДСТУ 46.004-99). Усі сорти борошна характеризуються рядом показників якості, які поділяються на дві групи: органолептичні й фізико-хімічні.

Фізико-хімічні показники – це такі показники, які визначаються з використанням приладів і отримані результати не залежать від суб'єктивних властивостей виконавця.

До органолептичних показників належать: запах, смак та колір борошна.

Запах борошна – борошно має слабкий запах, властивий зерну, з якого воно вироблено. Такий запах вважається нормальним. Унаслідок великої ємності (високому ступеню здрібнювання) борошно дуже легко вбирає сторонні запахи. Так, при наявності в борошні домішок насіння, частин стебла й листя бур'янистих рослин, борошно набуває запахів, властивих

відповідним домішкам.

Борошно, заражене кліщем, набуває неприємного "медяного" запаху. Особливо небезпечним є наявність у борошні запаху нафтопродуктів і хімікатів. Таке борошно вважається дефектним і у їжу непридатним. До непридатного також належить борошно, що має солодовий, пліснявий, затхлий запах, придбаний унаслідок неправильного зберігання.

Смак борошна – борошно має смак, властивий смаку зерна, з якого воно виготовлено, цей смак за умови доброякісності борошна вважається нормальним. У борошна цілком нормальної якості може відчуватися ледь помітний солодкуватий присмак. Усі інші присмаки: гіркуватий, кислуватий, солодовий тощо, а також явно сторонні, наприклад, нафтопродуктів та інші, вказують на дефектність борошна.

Колір борошна – визначається органолептично за сухою пробою (вручну, або на приладі Пекара), або за мокрою пробою.

Колір пшеничного борошна – білий, з деякими відтінками. Відтінки варіюються від кремового, жовтого до сірого і залежать від багатьох факторів. У свіжезмолотого борошна, відтінки насамперед залежать від якості самого зерна (типу, підтипу та його скловидності), а також від сорту борошна. Колір борошна може змінюватися при тривалому зберіганні в неналежних умовах.

За зовнішнім виглядом, аналізуючи візуально білизну, можна виділити ряд градацій кольору борошна, але спосіб цей суб'єктивний, залежить від індивідуальних властивостей колірному зору конкретної людини й не може вважатися надійним. Є обмеженим і наш набір словникових термінів: "темний", "світлий", "дуже темний" і т.д. Можуть додаватися відтінки. Наприклад – борошно біле з кремовим відтінком, або жовтуватим, сірим, синім та інше. Для уточнення відтінку і ступеня білизни можуть застосовуватися спеціальні таблички у вигляді еталонних кольорів, під якими вказана білизна і відтінок. Порівнюючи зразок з еталоном, встановлюють колір

борошна. Це більш-менш точний, але суб'єктивний спосіб встановлення кольору борошна.

Іноді сортове борошно, стандартне по зольності і проходу на ситах, буває темніше нормального кольору для даного сорту. У цих випадках оцінку якості борошна проводять на підставі кольору випеченого хліба по його свіжих зрізах.

5.2. Техніка визначення органолептичних показників якості борошна

Визначення запаху

Взяти близько 20 г борошна, висипати його на чистий папір або на суху, чисту скляну пластинку та спробувати визначити його запах. Для цього необхідно піднести пробу борошна до носу й обережно вдихнути повітря. При цьому, в приміщенні, де проводиться визначення, повинно бути чисте повітря, без сторонніх запахів з температурою +18...22 градуси та нормальний атмосферний тиск.

Запах борошна повинен відповідати слабкому запаху зерна, з якого воно вироблено. Якщо запах практично не відчувається, то необхідно висипати борошно в склянку, облити теплою водою (+60 °С) потім, після невеликої витримки (до 10 с), обережно злити воду й знову спробувати визначити запах.

Сторонні запахи в борошні неприпустимі.

Результати визначення занести в таблицю 1.

Якщо борошно не має сторонніх запахів, то у відповідній графі таблиці 1 слід зробити запис, наприклад, «запах борошна відповідає запаху зерна, з якого воно вироблено й не має сторонніх запахів». Якщо борошно має сторонні запахи, то їм необхідно дати відповідну характеристику та зробити відповідний запис в таблиці 1. Наприклад – запах борошна має солодкуватий запах.

Людина, яка проводить такий аналіз, повинна бути здоровою й мати нормальну чутливість до запахів.

Визначення смаку

Смак борошна визначають шляхом пережовування однієї або двох наважок (близько 1 г кожна), при цьому зосереджують увагу на смак і присмаки борошна. Смак і присмаки борошна повинні бути властиві зерну, з якого воно вироблено. Смак пшеничного борошна повинен бути прісним без сторонніх присмаків. Також уважно стежать, чи не відчувається хрускіт на зубах від присутності в борошні мінеральних домішок (піску, тощо). Борошно з такими домішками вважається непридатним для харчових цілей.

Результати визначення занести в таблицю 1.

Людина, яка проводить такий аналіз, повинна бути здоровою, не мати алергічних реакцій і мати нормальну чутливість до смаків.

Органолептичний спосіб визначення кольору борошна за сухою пробою

Колір встановлюють, порівнюючи випробуваний зразок борошна зі зразком або з характеристикою кольору, наведеного в стандарті, тимчасових технічних умов або нормах якості. При цьому звертають увагу на наявність окремих частинок оболонки або сторонніх домішок, які порушують однорідність кольору. Найкраще колір визначати при денному світлі, що дуже важливо і є обов'язковим для арбітражних аналізів.

Відповідно до державного стандарту колір борошна визначають, порівнюючи плитки борошна, які пресують вручну або за допомогою приладу Пекара.

Для визначення кольору борошна за сухою пробою беруть дві чисті, сухі скляні пластинки розміром 50 на 150 мм. Від зразка борошна, яке досліджується, відбирають порцію (3...5 г) і розміщують на одній з пластин. Цю порцію накривають другою пластиною та спресовують її до товщини 3...4 мм. Після цього знімають верхню пластину й надають пробі прямокутної форми. Пластину, з підготовленим таким чином зразком, порівнюють з еталонним зразком і роблять висновок.

Еталонний зразок може бути у вигляді кольорового зображення, а може бути у вигляді еталонного зразка борошна. Якщо користуються еталонним зразком борошна, його також готують як і зразок, що досліджується, потім дві пластинки розташовують поруч та визначають колір і відтінок.

Колір борошна визначають при розсіяному денному світлі. Результати визначення занести в таблицю 1.

Людина, яка проводить такий аналіз, повинна бути здоровою і мати нормальний зір і нормальне сприйняття кольорів без ознак дальтонізму.

Пресування плиток борошна за допомогою приладу Пекара

За цим способом борошно пресують наступним чином: безпосередньо із середнього зразка алюмінієвим лоточком беруть борошно й лоточок поміщають всередину корпусу приладу. Тримаючи прилад у лівій руці, великим пальцем натискають на головку, відпускають рамку, що знаходиться над лоточком, і пресують борошно, після чого лоточок з пресованим борошном висувають з приладу. Так само роблять з борошном, прийнятим за зразок. Обидва лоточки кладуть поруч і визначають колір порівнюючи зразки.

Органолептичний спосіб визначення кольору борошна за мокрою пробою

У мокрій пробі борошна ще ясніше виявляється колір і його відтінки, видно забарвлення борошна й частинок висівок, особливо у вищих сортах. Тому дощечку з спресованим квадратиком борошна похило поміщають у посудину з водою і тримають у ній до повного припинення виділення бульбашок повітря з борошна, потім дощечку виймають, дають злегка обсохнути верхньому шару (протягом 2...3 хв) і визначають колір, порівнюючи зразки борошна з еталоном.

Результати визначення органолептичних показників якості борошна занести у таблицю 1.

Органолептичні показники якості борошна

Показники	Борошно	
	()	()
Запах: за сухою пробою; за мокрою пробою		
Смак		
Хрускіт (наявність мінеральних домішок)		
Колір за сухою пробою; за мокрою пробою		
Висновок		

Контрольні питання

1. На які групи поділяються показники, що характеризують якість борошна?
2. Які показники якості борошна належать до органолептичної групи?
3. Описати техніку визначення запаху борошна.
4. Описати техніку визначення смаку борошна.
5. Описати техніку визначення кольору борошна.

ТЕМА 6

ВИЗНАЧЕННЯ БІЛОСТІ БОРОШНА

6.1. Загальні відомості

Показник «білість борошна» застосовується на заміну показника «зольність» на підприємствах, оснащених фотометрами та включених в установленому порядку до переліку підприємств на вироблення та відпуск борошна за цим показником.

Білість борошна характеризує повноту розділення ендосперму й периферійних часток зерна в процесі помелу. Частини ендосперму та оболонки мають різну здатність відбивати світлові промені. Показник «білість» визначається зональним коефіцієнтом відбиття в умовних одиницях приладу РЗ-БПЛ.

Між білістю й зольністю борошна експериментально встановлено високий кореляційний зв'язок. Метод визначення білості більш простий і більш економний за часом, ніж зольність, тому ряд млинів контролює сортність борошна за білістю. Визначати білість можна на лабораторних приладах дистанційного контролю.

Білість пшеничного борошна визначають на фотометричних приладах, які мають назву білізноміри.

Білість пшеничного борошна визначається відповідно до ДСТУ 46.004-99 і відображається в умовних одиницях приладу РЗ-БПЛ. Кожний сорт борошна повинен відповідати певній величині умовних одиниць приладу РЗ-БПЛ (табл. 1).

Вимірювачі білості борошна (білізноміри), призначені для оперативного й точного виміру сортності борошна, залежно від ступеня її білизни. Колір борошна, як правило, визначається відбивною здатністю вхідних до її складу висівкових часток і ендосперму. Чим вона вища, тим біліший колір, тим кращим вважається якість борошна.

Принцип дії білізноміру засновано на виміру коефіцієнта

відбиття видимого спектра променів у заданому інтервалі довжини хвиль, від ущільнено-згладженої поверхні борошна й визначенні показника білості. Чим вище рівень відбитого світла, за показаннями білизноміру, тем вище сорт борошна.

Дані пристрої застосовуються в сільському господарстві й зернопереробній промисловості, а також у харчових лабораторіях і хлібопекарнях і, нарешті, у контролюючих організаціях. Наприклад, на борошномельних підприємствах білизномір дозволяє оперативно контролювати технологічний процес виробництва, а на хлібопекарських – контролювати якість борошна на вході.

Білизномір може застосовуватися для визначення якості будь-якого виду борошна: пшеничного (загального призначення й хлібопекарського), а також житнього. Крім цього, використовуючи різні світлофільтри, з його допомогою можна вимірювати ступінь білості цукру, крохмалю й інших харчових продуктів, а також крейди й навіть паперу.

Білизномір борошна – оптичний лабораторний прилад, який використовується при оснащенні зернової лабораторії на рівні з вологомірами, вимірником деформації клейковини, скловидності, зольності й іншим устаткуванням для аналізу якості зерна.

Білість борошна – цифровий критерій, що визначає сорт у разі оптового та роздрібного продажу, ціну на зерно, хлібопекарські й смакові якості хлібобулочних, кондитерських і макаронних виробів і залежить від:

- виду зернової культури (пшениця, жито);
- у межах однієї зернової культури, наприклад, пшениці, від сорту;
- у межах одного сорту від розміру часток висівок (ступеню розмелу плодкових оболонок зерна, зародка й ендосперму);
- умов зберігання в силосі елеватора, включаючи вологість і температуру зерна.

У сухому борошні процеси потемніння, загальмовані за рахунок низької активності амінокислоти – тирозину, яка

переходить у меланін, що й забезпечує потемніння борошна. Вміст тирозину підвищений у житньому борошні, тому воно значно темніше.

6.2. Білість борошна – базові терміни

За зовнішнім виглядом, аналізуючи візуально білість, можна виділити ряд градацій кольору борошна, але спосіб цей суб'єктивний, залежить від індивідуальних властивостей колірному зору конкретної людини й не може вважатися надійним. Обмежено й набір словникових термінів: “темний”, “світлий”, “дуже темний” тощо. Можуть додаватися відтінки. Наприклад – борошно біле з кремовим відтінком, або жовтуватим, сірим, синім тощо.

Для уточнення відтінку і ступеня білості можуть застосовуватися спеціальні таблички у вигляді еталонних кольорів, під якими вказана білість і відтінок. Порівнюючи зразок з еталоном, встановлюють колір борошна. Це більш-менш точний, але суб'єктивний спосіб встановлення кольору борошна, який не містить кількісної неупередженої характеристики.

Необхідно спеціалізоване лабораторне устаткування, що об'єктивно й неупереджено оцінює білість борошна в цифровому вираженні.

У лабораторіях хлібоприймальних пунктів, підприємствах хлібобулочної й кондитерської промисловості для визначення білості використовується спеціалізований лабораторний прилад – білізномір борошна, який вимірює відбивну здатність розмеленої проби зерна, ущільненої й згладженої в спеціальній кюветі.

Метод відбиття також використовується в інфрачервоних фотоспектрометрах, що працюють у відповідному режимі (наприклад, преміум аналізатор зерна Suprig (додаток 5), зернових продуктів, кормів тощо).

Стандарт передбачає визначення білості пшеничного й житнього борошна.

6.3. Основні показники, що використовуються під час дослідження білості борошна

З подачею світла від джерела через світлофільтр на поверхню підготовленого до аналізу борошна, його білість залежить від співвідношення частини відбитого й поглиненого світлового сигналу.

Жовто-зелений світлофільтр ЖЗС-9 (рис. 1), застосовується як під час фотозйомки, так і встановлюється у фотоелектричний білизномір борошна. Він пропускає світло тільки з довжиною хвилі 540 нм, відокремлюючи інші.



Рис. 1. Світлофільтр ЖЗС-9 жовто-зелений

Зональний коефіцієнт відбиття

1. Білість борошна. Визначається на основі зонального коефіцієнта відбиття, який вимірюється в діапазоні від 67 % до 100 % і виражається в умовних одиницях. Зазначені відсотки свідчать, що світлофільтр пропускає тільки 1/3 частину спектра ($100 - 67 = 33$ %).

2. Умовні одиниці білості борошна. У свою чергу 1/3 частина спектра ділиться на 100 умовних дискретних одиниць, тобто після розподілу 33 % на 100, кожній дискретній одиниці білості борошна відповідає 0,33 %.

3. Показник білості борошна. Визначається методом відбиття та узагальнюється за результатами аналізу двох проб і корегується на рівень помелу борошна.

Фотометр повинен відповідати наступним вимогам:

- забезпечувати погрішність виміру не більше 1 %;
- мати функцію калібрування;

- визначати й відображати білість борошна в інтервалі 0...100 %.

Крім безпосередньо білізноміру, перед визначенням показника білості борошна, необхідно підготувати: розсів; лабораторні сита із шовкової або поліамідної тканини; совочки та ємності для наважок борошна; млин лабораторний (ножовий або молотковий).

Білізномір РЗ-БПЛ-ЦМ – базове лабораторне устаткування.

Загальний вигляд білізноміру для визначення білості й сортності борошна РЗ-БПЛ-ЦМ представлено на рис. 2.

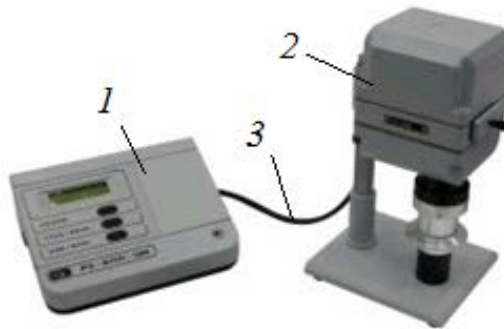


Рис. 2. Загальний вигляд білізноміру РЗ-БПЛ-ЦМ: 1 – електронний блок; 2 – фотометричний вимірювач; 3 – кабель

6.4. Методика роботи на білізномірі-фотометрі РЗ-БПЛ-ЦМ

Розглянемо як визначає білість борошна білізномір-фотометр РЗ-БПЛ-ЦМ. Він складається з електронного блоку 1, який забезпечує функції управління й індикації та фотометричного вимірювача 2, які з'єднані між собою кабелем 3.

Оптичний лабораторний прилад установлюється на столі. Він чимось схожий на мікроскоп, тільки без окуляра, оскільки результати автоматично переводяться в цифрову форму й відображаються на рідкокристалічному дисплеї електронного

блоку. Час тестів не перевищує декількох секунд.

Перед кожним вимірюванням, білизномір РЗ-БПЛ-ЦМ підлягає обов'язковій процедурі калібрування (рис. 3), для чого в наборі передбачені калібрувальні пластини (сіра й світло-кремова).

Перша з них для настроювання, друга – для контролю. Двоступінчастий процес гарантує точне визначення білості борошна. Калібрування запускається натисканням клавіші «Режим». Вставляється пластинка, яка підводиться під оптичний елемент, після чого потрібно натиснути на клавішу «град/введення».



Рис. 3. Процедура калібрування

На екрані з'являється число. Як тільки воно зникне, натискаємо нижню клавішу – «вим/фікс». Ця ж клавіша буде використовуватися й під час безпосередніх вимірів, коли буде визначатися білість борошна. На дисплеї з'являється значення зонального коефіцієнта відбиття. Показник повинен відповідати паспортним даним для даної каліброваної пластини. Після цього ставиться друга пластинка.

Натискаємо клавішу «Режим», потім «вим/фікс». Проба борошна перемішується й заповнюється перша кювета. Ущільнення можна провести ущільнювальною планочкою або звичайною ложкою (рис. 4). Ця процедура необхідна для видалення залишків повітря в зразку борошна. Акратно знімається верхній, зайвий шар. Так само заповнюється друга кювета. Перша кювета вставляється у вимірювальне гніздо (рис. 5) й натискається «вим/фікс». На дисплеї з'являються цифри, які показують білість борошна у відсотках.



Рис. 4. Ущільнення та вирівнювання досліджуваного зразку



Рис. 5. Процес вимірювання

Записуємо результат. Скло оптичного блоку необхідно очистити чистою м'якою тканиною, щоб результати першого виміру не впливали на наступні виміри. Аналогічні процедури проводяться із другою кюветою.

Два отримані показання складаються, діляться на 2 і знаходять середньоарифметичне значення. У випадку, якщо за результатами двох послідовних вимірів виявиться, що розбіжність перевищує 1,0 умовну одиницю, дослідження необхідно повторити.

Залежно від показника білості, за таблицею 1 визначають сорт борошна.

Сорт борошна залежно від білості

Борошно хлібопекарне	Білість борошна, ум. од.
Вищий сорт	54,0...80,0
1 й сорт	36,0...53,0
2-й сорт	12,0...35,0
Обойне	Без обмежень

Існують й інші типи обладнання для визначення білості борошна, з якими можна ознайомитися в додатках 1...5.

Контрольні питання

1. Що характеризує показник «білість борошна»?
2. На якому обладнанні визначають білість борошна?
3. У чому полягає принцип роботи білізноміра?
4. Як співвідносяться між собою поняття «білість борошна» і «зольність борошна»?
5. Що таке «умовні одиниці білості борошна»?

ДОДАТКИ

Додаток 1

Білизномір «Блік-РЗ»



Білизномір «Блік-РЗ» призначено для вимірювання спрямованого зонального коефіцієнта відбиття борошна і визначення його білизни з наступною статистичною обробкою результатів вимірювань, проведених у автоматичному режимі оцінки сортності борошна по білизні за ГОСТ 26361 для оперативного контролю технологічного процесу на підприємствах борошномельної промисловості, визначення вхідного показника якості борошна на хлібопекарських підприємствах.

Технічні характеристики білизноміра борошна БЛІК-РЗ

Спектральний діапазон, нм	540 ± 50
Діапазон вимірюваних коефіцієнтів відбиття, %	45...90
СКО вимірювань коефіцієнтів відбиття, не більше, %	0,3
Основна абсолютна похибка вимірювань, не більше, %	1
Кількість автоматично вимірюваних зон на зразку борошна, не менше	10
Час визначення білизни одного зразка, с;	60
Режим роботи	безперервний
Індикація	цифрова
Робоча температура навколишнього середовища, °С	+10...35
Відносна вологість повітря, не більше, %	80
Електроживлення, В/Гц	220/50
Габарити, не більше, мм	260×250×110
Маса, кг	не більше 4

Білізномір лабораторний РЗ-БПЛ-ЦМ



Білізномір лабораторний РЗ-БПЛ-ЦМ призначено для визначення якості та сортності борошна на підприємствах борошномельної та хлібопекарської промисловості шляхом вимірювання коефіцієнта відбиття та показників білизни борошна в окремих ділянках, що виділяються кольоровими світлофільтрами.

Прилад РЗ-БПЛ-ЦМ має розширену сферу застосування, крім визначення білизни борошна може застосовуватися для контролю сипучих матеріалів таких, як: крейда, тальк, сухе молоко, а також папір.

Технічні характеристики РЗ-БПЛ-ЦМ

Час безперервної роботи, не менше, годин	8
Час підготовки приладу до роботи, не більше, хв	15
Габаритні розміри блоку реєстрації, не більше, мм	195×175×85
Габаритні розміри головки вимірювальної, не більше, мм	160×130×265
Діапазон показань коефіцієнтів відбиття, %	10...100
Довжина хвилі в максимумі пропускання світлофільтрів, нм	540+5
Маса блоку реєстрації, кг	0,8
Маса головки вимірювальної, кг	2,5
Основний діапазон вимірювань коефіцієнтів відбиття, %	40...100
Межа допустимого значення основної абсолютної похибки під час вимірювання коефіцієнтів відбиття, %	1
Межа допустимого значення випадкової складової основної абсолютної похибки, %	0,2

Білизномір лабораторний СКИБ-М



Білизномір лабораторний СКИБ-М призначено для експрес-визначення білизни пшеничного борошна (ГОСТ 26361-2013) у підрозділах Держхлібінспекції, на борошномельних комбінатах, хлібо заводах, підприємствах торгівлі, міні-пекарнях і млинах. Зручний і простий в експлуатації СКИБ-М забезпечує стабільність визначення якості борошна, енерго-ресурсозбереження, раціональне складування і використання борошна залежно від його показників. Не вимагає налаштування й регулювання в процесі роботи, компактний і легкий – поміщається в кишені.

Технічні характеристики білизноміру борошна СКИБ-М

Продуктивність, виміри на хвилину	2...3
Час виміру, с	2
Погрішність вимірів, не більше, ум. од. РЗ-БПЛ	2
Збіжність свідчень, не більше, ум. од. РЗ-БПЛ	1
Відповідність з РЗ-БПЛ-Ц, не менше, ум. од.	2
Електроживлення, В/Гц	220/50 або від батареї
Споживана потужність, не більше, W	0,4
Маса приладу зі встановленими акумуляторами, г	550

Комплект постачання: прилад з батареєю, футляр, кювета, дозатор, пензлик, пластинка, паспорт.

Білизномір борошна «РЗ-ТБМС-М»



Білизномір портативний РЗ-ТБМС-М призначено для визначення сорту борошна по білизні відповідно до ГОСТ 26361-2013. Принцип дії – вимір коефіцієнта дифузного відображення світла від ущільненої поверхні борошна з застосуванням класичного методу інтегруючої півсфери. Сфера застосування – борошномельна й хлібопекарська галузі; органи контролю якості борошна; органи сертифікації борошна.

Характеристика РЗ-ТБМС-М

Габарити приладу у футлярі з усім приладдям 160×90×190 мм, маса – 1,5 кг. Жорстка прив'язка результатів вимірів до Державної метрологічної схеми. Заводське налаштування та перевірка приладу робляться за еталонним набором зразків білизни НМБ-569. Збереження нормативної бази. Показання приладу і норми відображаються в умовних одиницях білизноміра РЗ-БПЛ за ГОСТ 26361-2013.

Пожежовибухобезпечний. Може застосовуватися як у лабораторії, так і в цеху. Живлення приладу – від змінних елементів і/або від мережевого адаптера (9В постійного струму). Мінімальна кваліфікація операторів. Простота роботи з приладом і детальний опис дій оператора дозволяють проводити виміри особам без спеціальної освіти.

Технічні характеристики РЗ-ТБМС-М

Робочий діапазон виміру білизни, ум. од.	0...100
Межі основної похибки виміру білизни борошна, що припускається, %	0,7
Межа СКО результату вимірів, не більше, %	0,35
Збіжність показань приладу, не нижче, ум. од.	1
Відтворюваність вимірів, не нижче, ум. од.	2
Час встановлення робочого режиму, не більше, с	10
Час одного виміру (без заповнення), не більше, с	5
Час безперервної роботи приладу за умов живлення від мережі змінного струму, не менше, діб	10
Споживана потужність, не більше, Вт	0,6
Габаритні розміри, не більше, мм	160×90×190
Маса, не більше, кг	1,5

Додаток 5

Інфрачервоний експрес аналізатор зерна серії SupNIR-2700



Інфрачервоний експрес аналізатор серії SupNIR-2700 виробництва компанії Focused Photonics Inc. розроблено для задоволення потреб зернових елеваторів і зернотрейдерів, виробників комбікормів, зернопереробних і борошномельних підприємств, підприємств олійно-жирового комплексу та інших підприємств агропромислової галузі. Він дозволяє швидко й просто провести аналіз цілого зерна, олійних культур, продуктів переробки, порошоків.

До складу приладу входять інфрачервоний аналізатор, ноутбук з діагоналлю екрана 15" і з програмним забезпеченням зі всіма доступними калібровками контрольних зразків зерна, а також готові калібровки відповідно до інших продуктів замовника. Готові калібровки продуктів створено методом PLS/ANN.

Робота на інфрачервоному аналізаторі SupNIR 2700 досить проста й не потребує спеціальної підготовки персоналу.

Програмне забезпечення RIMP, що встановлено на ПК аналізатора, повністю україномовне та русифіковане й дозволяє керувати фотоспектрометром, проводити аналіз та переглядати результати вимірювань, виконувати налагодження та створювати нові калібровки продуктів.

Для більшості культур аналізатор SupNir 2700 здатен працювати з цілим зерном, без необхідності проводити попередній розмел на лабораторному млині. Це значно полегшує роботу лаборанта, значно зменшує загальний час проведення дослідження та мінімізує можливі похибки.

Клас точності виробництва аналізатора дозволяє переносити калібровки, які створені за стандартними зразками, з одного аналізатора на інший.

Багатофакторний аналіз якості зерна займає менше однієї хвилини й не потребує хімічних реактивів, лабораторної посуду, додаткових приладів та обладнання, а також навченого персоналу зі спеціальними знаннями.

Робота на аналізаторі

1. Після надходження проби до лабораторії необхідно виконати мінімальну пробопідготовку зразка, яка полягає в очищенні від сміттєвих домішок і, якщо необхідно, провести розмел.

2. Очищеним зразком заповнити кювету та встановити її на підставку приладу.

3. Натиснути кнопку «ВИМІР» і менш ніж за хвилину зчитати результат виміру з екрану ПК.

Принцип роботи

Складові зерна й харчових продуктів можна визначити в ближньому інфрачервоному (БІД) діапазоні.

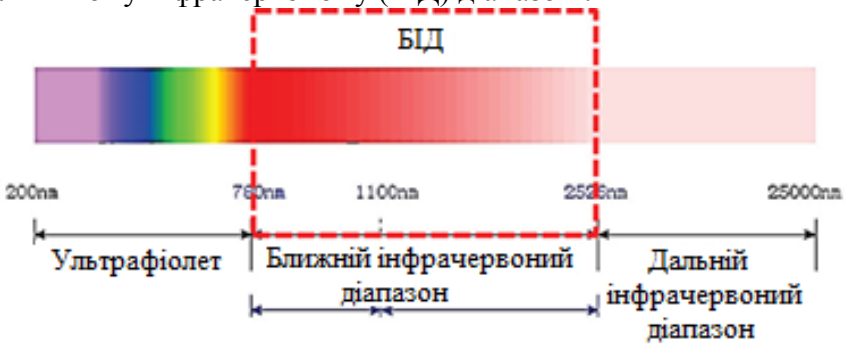


Рис. 1. Лінія спектру з зоною, у якій працює аналізатор

SupNIR 2700 є повноскануючим спектрометром решітчастого типу, який працює в режимі дифузного відбиття світла, у діапазоні відбиття хвиль:

- SupNIR-2720 (1000...1800 нм),
- SupNIR-2750 (1000...2500 нм).

Це дозволяє, в даному діапазоні хвиль, точно визначити такі базові складові зерна й зернових продуктів, як: волога, білок, жир, клітковина, крохмаль, зола.

Окрім базових компонентів, аналізатор може з високою точністю визначити вміст амінокислот і мінеральних домішок.

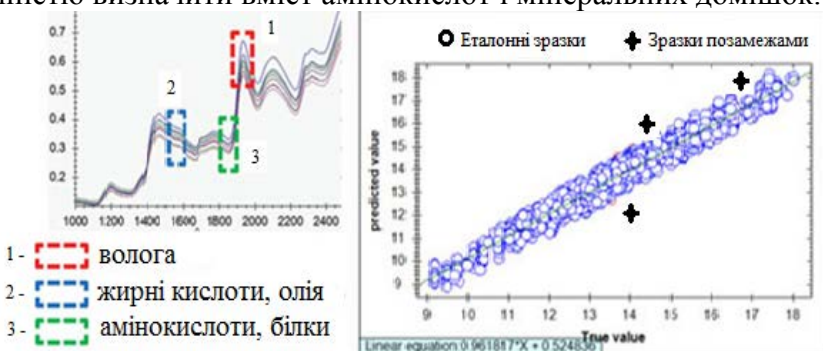


Рис. 2. Приклад результатів дослідження

Використання світлоприймача з Арсенід-Галія-Індія – компроміс між класом точності й ціною. Зчитування спектра має досить чистий сигнал і низький рівень світлошуму, що в подальшому дозволяє отримувати результати вимірювань із високим ступенем співвідношення зі стандартним, лабораторним методом.

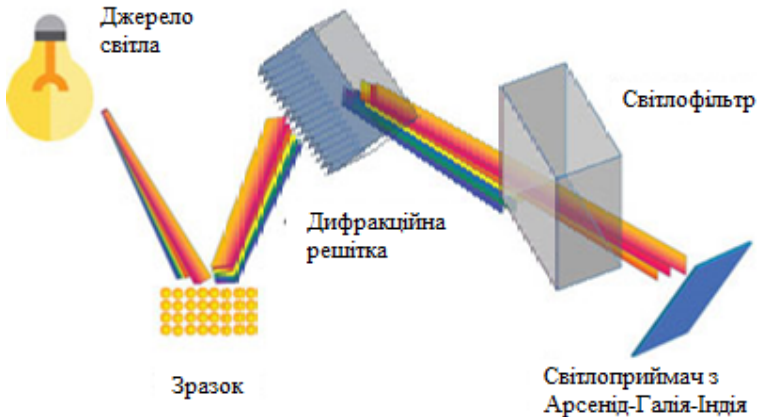


Рис. 3. Фізичний принцип роботи аналізатора

Інтенсивність світла на заданій довжині хвилі перераховується в складові за допомогою готової калібрувальної моделі продукту (зерна, макухи, шроту, кормів для тварин і птиці), заснованої на великій кількості даних спектрів зразків, аналізованих стандартним хімічним методом в акредитованій лабораторії.

Для розрахунку складових, SupNir проводить від 1 до 255 вимірювань (стандартно – 30), що спільно з обертанням кювети, дозволяє отримати достовірне значення складових.

Результати експрес аналізу виводяться на екрані комп'ютера, з можливістю подальшого вивчення або побудови графіків.

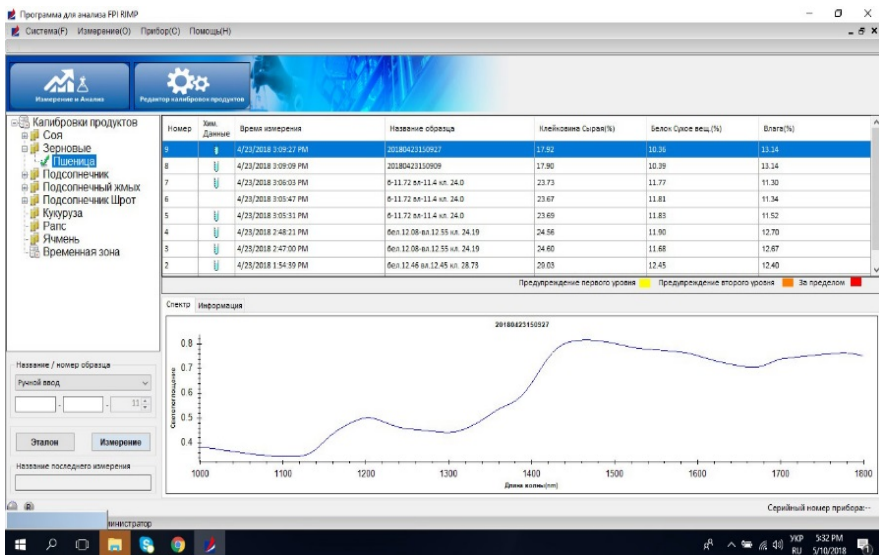


Рис. 4. Приклад відображення результатів дослідження

Комплект поставки:

1. SupNIR-2700;
2. Аксесуари для зручної роботи: алюмінієва підставка, скребок для порошоків, пензлик для очищення;
3. Кювета для цільного зерна;
4. Кювета для порошкоподібного (розмеленого) продукту;
5. Інструкція по експлуатації українською або російською мовою;
6. Ноутбук з 15" діагоналлю екрана і Windows 10 російською або українською мовою;
7. Програмне забезпечення RIMP українською або російською мовою;
8. Всі доступні калібрування продуктів;
9. Свідоцтво про калібрування приладу (Пшениця – Білок, по 1 точці);
10. Доставка приладу до підприємства;
11. Навчання роботі з пристроєм і програмою для аналізу;
12. Первинне настроювання за зразками.
13. 2 роки безкоштовного гарантійного обслуговування.

Обслуговування

Інфрачервоний аналізатор SupNIR 2700 не потребує регулярного технічного обслуговування й може працювати до 5 років без переналагодження.

Аналізатор оснащено системою автоматичної діагностики, яка під час кожного запуску перевіряє силу потоку світла, точність виходу на задану довжину хвилі та повторюваність вимірів.

Устрій аналізатора дозволяє самостійно (за необхідності) замінювати джерело світла, гарантований строк служби якого складає 5000...10000 годин.

У разі необхідності, за допомогою програми TeamViewer можна отримати віддалену допомогу щодо налагодження, калібрування та роботи.

З 2016 року ЧП "Технотест Плюс" є офіційним представником і сервісним центром компанії Focused Photonics Inc. на території України, Молдови, Казахстану та Румунії з постачання й обслуговування інфрачервоних аналізаторів типу SupNIR 2700 та комплектувального обладнання й пристосувань.

ТЕМА 7

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ КЛЕЙКОВИНИ

7.1. Визначення кількості сирої та сухої клейковини в зерні. Загальні відомості

Клейковиною називають комплекс білкових речовин зерна, здатних при набряканні у воді утворювати зв'язану еластичну масу.

Клейковина - це білок, який міститься виключно в певних травах (рід *Triticum*). Це композиція з двох білків, *гліадину* та *глютеніну*, пов'язаних з крохмалем у насінні пшениці та суміжних зернах.

Клейковина являє собою гумоподібну клейку щільну масу, яка залишається в руках при відмиванні пшеничного тіста у воді. При цьому з тіста виділяється (відмивається) з водою і відходить крохмаль і частки висівок. Клейковина складається в основному з білків, а також невеликої кількості крохмалю (який міцно утримується білками), клітковини, жирів і мінеральних речовин.

Клейковину, відмиту зі шматочка тіста, називають сирою.

У ній утримується до 70 % води, яка входить до складу набряклої (гідратованої) маси – клейковини. У перерахунку на суху речовину в клейковині утримується:

82...88 % – білка (переважно гліадин і глютенін);

6...16 % – крохмалю;

2...2,8 % – жиру;

3...5 % – небілкових азотистих речовин;

1...2 % – цукру;

0,9...2 % – мінеральних сполук (солі).

Усі перераховані компоненти входять у набряклу масу клейковини й залишаються навіть при самому ретельному відмиванні.

Найцінніші білки пшениці – гліадин і глютенін (від французького слова глютен – клейковина), мають здатність набухати й утворювати клейковину.

Вміст сирої клейковини в зерні пшениці коливається від 7 до 50 %.

Багатоклейковинними пшеницями вважають такі, у яких сирої клейковини більше 28 %.

Кількість і якість клейковини також залежить від гатунку борошна й від його процентного виходу.

Хлібопекарські якості пшеничного борошна в основному залежать від кількості клейковини та її деформуючої здатності (пружності й розтяжності).

На кількість і якість сирої клейковини, що відмивається із пшеничного тіста, впливають температура води та час відлежування грудочки тіста й клейковини. Тому в методиці визначення кількості та якості сирої клейковини в зерні пшениці передбачене сурове дотримання цих й інших умов.

Відмиту клейковину оцінюють органолептично за кольором й фізичним властивостям.

За кольором клейковина буває: світлою, сірою, темною.

Світла клейковина має найбільш гарну пружність і розтяжність.

Темні тони свідчать про вплив несприятливих факторів при дозріванні зерна, обробці й зберіганні.

Кількість клейковини визначають у такий спосіб. Наважку зерна масою 50 г, виділену із середнього зразка за допомогою дільника або вручну, очищують від бур'янистої домішки, за винятком зіпсованих зерен пшениці, жита і ячменя, і розмелюють на лабораторному млині так, щоб при просіюванні через дрогове сито № 067 залишок на ньому розмеленого зерна не перевищував 2 %, а прохід через капронове або шовкове сито № 38 становив не менш 40 %.

Якщо залишок на ситі № 067 складе більше 2 % або прохід через капронове або шовкове сито № 38 складе менше 40 %, проводять додатковий розмел продуктів, що залишилися на ситах. Тривалість просіювання - не менше 1 хв. Для

очищення капронових або шовкових сит під час просіювання застосовують 4 – 5 гумових кружків, які поміщають на сито. Діаметр кружків - близько 1 см, товщина - 0,3 см. Якщо досліджуване зерно має вологість вище 18 %, то необхідно наважку зерна перед розмелом підсушити, до вологості не більше 18 %, або при кімнатній температурі або в термостаті (сушильній шафі) при температурі не вище 50°C.

З розмеленого зерна (шроту) після ретельного перемішування виділяють наважку масою 25 г або більше з таким розрахунками, щоб вихід сирової клейковини був не менше 4 г. Шрот поміщають у порцелянову ступку або чашку й заливають водою, температура якої повинна бути 18±2°C.

Кількість води для замісу тісту залежно від маси наважки треба брати відповідно до таблиці 1.

Таблиця 1

Необхідна кількість води для замісу колобка тіста залежно від маси наважки борошна

Маса наважки, г	Кількість води, мл
25	14
30	17
35	20
40	22

Існує ручний і механічний способи відмивання клейковини.

7.2. Ручний спосіб відмивання клейковини

При ручному замішуванні борошно й воду перемішують за допомогою шпателя та замішують тісто доти, поки воно не стане однорідним. Часточки тіста, що пристали до шпателя й стінок чашки (або ступки), очищають ножом і приєднують до утвореного шматка тіста. Після закінчення замісу отримане тісто гарно проминають руками, скочують у вигляді кулі, кладуть у чашку, прикривають склом і залишають на 20 хв для того, щоб усі частки розмеленого зерна рівномірно

просочилися водою й білки, що утворюють клейковину, набрякли. Потім обережно відмивають клейковину.

Клейковину відмивають під слабким струменем води (температура води $18\pm 2^{\circ}\text{C}$) над густим шовковим або капроновим ситом. Спочатку відмивання ведуть обережно, щоб разом із крохмалем і оболонками не відірвалися шматочки клейковини, а коли більша частина крохмалю й оболонок буде відмита, промивання можна вести енергійніше. Шматочки клейковини, що відірвалися, ретельно збирають із сита й приєднують до загальної маси клейковини.

Допускається відмивати клейковину у великій чашці або в тазу, куди наливають не менш 2 л води з температурою $18\pm 2^{\circ}\text{C}$. Тісто занурюють у воду й, розминаючи його пальцями, промивають у воді. При цьому з тіста виділяється крохмаль і частки оболонок, а в руці залишається клейковина.

Промивну воду в міру накопичення в ній відмитого крохмалю й часток оболонок міняють 3-4 рази, причому щораз її проціджують через густе шовкове або капронове сито для виділення шматочків клейковини, що випадково відірвалися. Останні збирають із сита й приєднують до загальної маси клейковини.

Відмивання ведуть доти, поки клейковина не буде майже повністю відмита й вода, що стікає при віджиманні клейковини, не стане майже прозорою (без каламуті).

Відмивати клейковину із пророслого зерна або ушкодженого клопами-черепашками необхідно більш повільно й обережно, особливо на першій стадії.

Для встановлення повноти відмивання клейковини застосовують йодну пробу на крохмаль. Для цього до вичавленої з відмитої клейковини краплі води додають краплю розчину йоду в йодистому калії (0,2 г йодистого калію й 0,1 г кристалічного йоду розчиняються в 100 мл. дистильованої води). Відсутність фарбування в синій колір указує на повне видалення крохмалю.

Застосовують також і інший спосіб: у чисту воду, налиту в добре вимиту склянку, вичавлюють із клейковини 2-3 краплі

промивної води. Відсутність помутніння вказує на повноту видалення крохмалю із клейковини.

Відмиту клейковину добре віджимають руками від зайвої води. Віджимають клейковину завжди однаковим прийомом: між долонями, витираючи їх час від часу сухим рушником. При цьому клейковину кілька разів вивертають пальцями, поки вона не почне прилипати до рук.

Віджату клейковину зважують на технічних вагах з точністю до 0,01 г. Після першого зважування клейковину промивають ще протягом 2...3 хв під повільним струменем води, знову віджимають і зважують. Якщо різниця між двома зважуваннями не перевищує $\pm 0,1$ г, відмивання вважається закінченим. Кількість сирової клейковини виражають у відсотках до наважки здрібненого зерна. Результати визначення вмісту сирової клейковини в документах про якість зерна (сертифікатах і посвідченнях) проставляють із точністю до 1,0 %.

Припустима норма відхилення при контрольних і арбітражних визначеннях кількості сирової клейковини повинна бути не більше ± 2 %.

При визначенні кількості клейковини описаним вище методом не виключений вплив суб'єктивності визначення й, крім того, витрачається багато часу (близько години). Однак жоден зі створених дотепер приладів для відмивання клейковини не є досить задовільним, особливо при відмиванні клейковини, що має відхилення від норм за якістю.

7.3. Механічний спосіб відмивання клейковини

Останнім часом при визначенні кількості та якості клейковини для механізації й прискорення цього процесу застосовуються нові пристрої й обладнання: ДВЛ-3 – дозатор води лабораторний, призначений для механізації дозування води в процесі замісу тіста; ТЛ-2 – тістомісилка лабораторна для механізації замісу тіста при відмиванні клейковини; МОК – обладнання для відмивання клейковини з пшеничного борошна або шроту, отриманого з зерна.

Дозатор води лабораторний ДВЛ-3 (рис. 1, додаток 3) призначений для механізованого дозування води в процесі замісу тіста при визначенні кількості та якості клейковини пшениці.

Дозування води розраховане на 13...20 мл. Мірний циліндр-шприц «Рекорд» має ємність 20 мл.

Принцип роботи приладу засновано на створенні періодичного розрідження й надлишкового тиску в мірному циліндрі (принцип поршневого насоса).

При повороті ручки до горизонтального положення поршень шприца переміщається вниз, у результаті чого створюється тиск, який закриває впускний клапан і відкриває випускний. Поршень переміщається вниз до зіткнення із дном шприца.

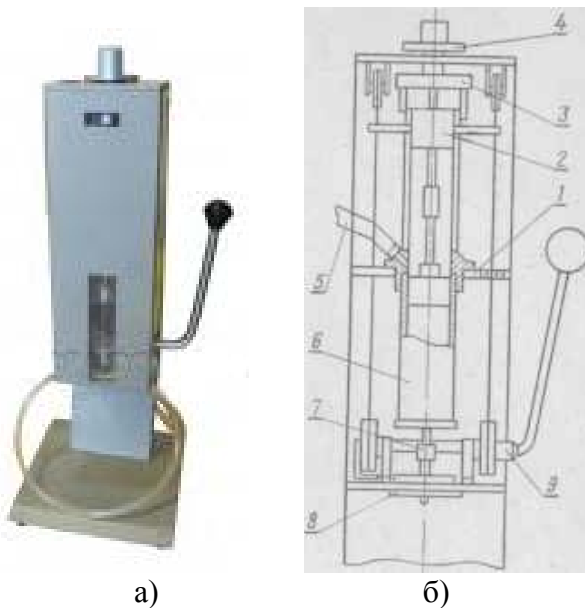


Рис. 1. Дозатор води ДВЛ-3 (а – загальний вигляд; б – принципова схема): 1 – корпус; 2 – повзун; 3 – оцифрований лімб; 4 – перемикач доз, 5 – дренажна трубка; 6 – шприц; 7 – трійник-насадка; 8 – втулка; 9 – привод

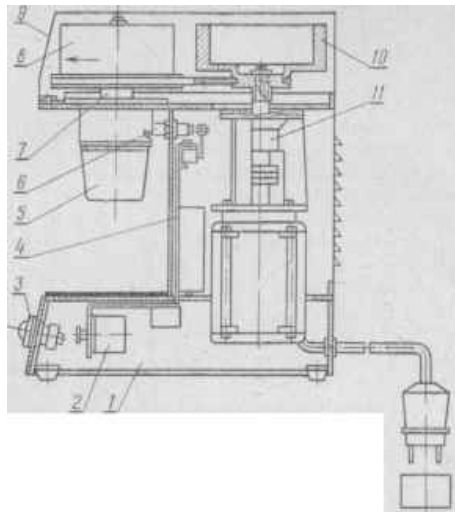
Вода через відкритий випускний клапан надходить через дренажну трубку в діжу тістомісильної машини ТЛ-2.

Тістомісилка лабораторна ТЛ-2 (рис. 2) призначена для механізації замісу тісту при визначенні кількості та якості клейковини.

Принцип роботи тістомісилки полягає в наступному. У діжу поміщають необхідну кількість борошна й води. Заміс тіста відбувається в результаті змішування борошна й води за допомогою обертової голівки, що складається з корпусу, валу, зубчатої передачі, водила, двох вилок і кожуха. Підготовка приладів ДВЛ-3 і ТЛ-2 до роботи й порядок роботи викладені в доданій до приладу інструкції.



а)



б)

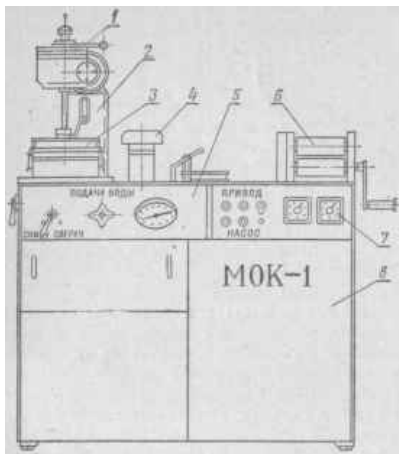
Рис. 2. Тістомісилка ТЛ-2 (а – загальний вигляд; б – принципова схема): 1 – корпус; 2 – таймер часу; 3 – панель керування; 4 – електропанель; 5 – діжа; 6 – зажим; 7 – голівка; 8 – шків; 9 – кожух; 10 – шків-маховик; 11 – привод

Обладнання МОК-1, або МОК-1М (рис. 3) призначене для механізованого відмивання клейковини, визначення кількості сирової клейковини в пшениці й пшеничному борошні. Воно застосовується на хлібоприймальних пунктах і підприємствах зі зберігання й переробки зерна.

Відмивання клейковини відбувається в механізмі, який у закритому виді утворює герметичну камеру, у ній обертається робочий орган з рифлями спеціальної конфігурації. Привод здійснюється від електродвигуна через черв'ячний редуктор.

Принцип роботи полягає у відмиванні клейковини в робочій камері, при цьому крохмаль і оболонки зерна виносяться потоком води на вловлювальне сито.

Якщо маса відмитої клейковини менше 4 г, необхідно збільшити масу наважки розмеленого зерна й заново відмити клейковину.



а)



б)

Рис. 3. Обладнання для відмивання клейковини (а – МОК-1; б – МОК-1М): 1 – регулятор зазору; 2 – електропривод; 3 – механізм відмивання; 4 – електронасос; 5 – пульт керування; 6 – вальці; 7 – сигнальний годинник; 8 – корпус

Якість клейковини, що кришиться, гумоподібної, що легко рветься, не формується встановленим методом у кульку, відносять до III групи без визначення на приладі.

Клейковина, яка не відмивається, визначається терміном «така, що не відмивається».

Також для механічного відмивання клейковини

застосовуються й інші механізми (дивись додатки), одним з яких є комплекс обладнання Глютоматик 2200 (додаток 2).

Під час приймання зерна від господарств лабораторії хлібоприймальних підприємств кількість і якість клейковини визначають тільки при надходженні сильної й твердої пшениці та пшениці найцінніших сортів. Для аналізу використовують середньодобові зразки.

У випадках необхідності повторного визначення якості клейковини її відмивають із нової наважки здрібненого зерна.

На якість клейковини можуть вплинути всілякі фактори. Одна із причин, що обумовлює різке погіршення якості клейковини – ушкодження пшениці клопами-черепашками.

Клейковина, відмита із зерна, ушкодженого клопами-черепашками, через якийсь час починає розпливатися, втрачає пружність, її фізичні властивості дуже швидко погіршуються. У процесі відлежування вона перетворюється в липку масу, яка мажиться, та в таку, що тягнеться нитками.

Зміна фізичних властивостей клейковини в цьому випадку пояснюється тим, що при більш тривалому відлежуванні клейковини фермент сильніше руйнує білки. Цю обставину необхідно врахувати при оцінці якості клейковини із зерна, ушкодженого клопами-черепашками.

При сильному ушкодженні зерна, клейковина відмивається у вигляді сметаноподібної клейкої маси, яку не вдається зібрати в грудку або навіть відмити.

Клейковина із зерна, яке було ушкоджено внаслідок проростання або самозігрівання (солодового), або було ушкоджено під час сушіння при неправильних режимах, звичайно буває темного кольору, зниженого виходу, меншої розтяжності, губчатої структури, така, що коротко рветься або, навіть така, що кришиться. Вона повільно утворює грудку, окремі частки її погано злипаються один з одним. Це пояснюється тим, що деяка частина білків клейковини не встигає набухати, що позначається й на її кількості.

У зв'язку з погіршенням властивостей клейковини хліб з такого зерна випікається малого об'єму, кірка нерівна, із

тріщинками, м'якушка темного кольору, нееластична, волога на дотик або мокра і липка.

Смак хліба із дефектного зерна, солодкуватий, часто гіркий. Домішка недорозвинених зелених зерен надає йому специфічний трав'янистий присмак.

7.4. Визначення вмісту сухої клейковини

Вміст клейковини може бути визначеним і відносно сухої речовини, що передбачено державним стандартом на методи визначення кількості і якості клейковини. Для цього наважку сирої клейковини масою 4 г після визначення її якості поміщають на попередньо висушене й зважене годинникове скло (або чашку Петрі (додаток 6)) і розтягують на поверхні у вигляді тонкої плівки. Висушують у сушильній шафі при температурі 103...105°C протягом 3...4 годин. Після цього скло із клейковиною переносять в ексікатор і охолоджують протягом 20 хв. Потім зважують і знову ставлять у сушильну шафу при тій же температурі на 1 годину. Скло із клейковиною знову охолоджують в ексікаторі й зважують. Якщо маса зменшилася, то висушування продовжують до досягнення постійної маси.

Під час висушування клейковини на приладі Чижова використовують пакетик, виготовлений зі слабопроклеєного паперу (типу ротаторного, газетного паперу) або пластинку з алюмінієвої фольги. Квадратний аркуш паперу або фольги (довжина сторони 16 см) згинають по діагоналі у вигляді трикутника, загинаючи краї паперу приблизно на 1,5 см. Пластинку або пакетик попередньо сушать у приладі при температурі 160°C протягом 3 хв. Потім прохолоджують у ексікаторі протягом 2 хв, зважують і знову поміщають у ексікатор. До використання зважені пакетики або пластинки допускається тримати в ексікаторі не більш 2 години.

Пакетик або пластинку з наважкою сирої клейковини поміщають у прилад при тій же температурі й висушують протягом 10 хв, потім переносять у ексікатор, охолоджують

протягом 2 хв і зважують.

Кількість сухої клейковини визначають у відсотках до маси наважки сирої клейковини, для цього отриману масу множать на 25.

Різниця між кількістю сирої й сухої клейковини дає уяву про її водопоглинаючу здатність, яка має велике значення в технології хлібопечення.

За кількістю сухої клейковини можна одержати приблизну уяву про вміст білків. Як правило, вміст білків на 1...3 % більше, ніж кількість сухої клейковини.

Контрольні питання

1. Що називають клейковиною зерна?
2. Охарактеризувати склад клейковини.
3. Які існують способи одержання клейковини?
4. Який вміст клейковини в пшеничному борошні?
5. Які кольори властиві клейковині та як вони співвідносяться з її властивостями і якістю?
6. Перелічити фактори, що впливають на кількість клейковини.
7. Що таке сира й суха клейковина?

ДОДАТКИ

Додаток 1

Клейковина – терміни та визначення

У стандарті на визначення кількості та якості клейковини застосовані наступні терміни з відповідними визначеннями:

1. Клейковина борошна – комплекс білкових речовин борошна, здатних при набряканні у воді утворювати зв'язну еластичну масу.

2. Кількість клейковини (кількість сирової клейковини) у борошні – відношення маси відмитої сирової клейковини до маси наважки борошна, виражене у відсотках.

3. Якість клейковини – характеристика, обумовлена сукупністю реологічних властивостей (розтяжність, пружність, еластичність), які обумовлюють величину деформації стиску клейковини, сформованої у вигляді кульки масою 4 г, що виражається в умовних одиницях приладу типу ВДК одиниць. ВДК одиниці класифікуються за групами.

4. Клейковина, що кришиться – клейковина дуже міцна, що сильно кришиться, губкоподібна, незв'язна, що являє собою роздроблену масу, якість якої неможливо визначити на приладі ВДК.

5. Клейковина, що не відмивається – клейковина дуже слабка, яку неможливо сформувати в зв'язану масу, з метою визначення її якості на приладі типу ВДК

6. Режим відмивання клейковини з тіста, що кришиться – режим відмивання клейковини з борошна, що не утворює при дворазовому й більше замісів зв'язного тіста.

7. Суха клейковина – клейковина, отримана з сирової шляхом видалення незв'язаної води штучним сушінням.

8. Кількість сухої клейковини – відношення маси висушеної (сухої) клейковини до маси аналізованої проби борошна, визначене у відсотках.

9. Борошно макаронне – борошно з м'якої або твердої пшениці, призначене для виготовлення макаронних виробів.

Система для визначення кількості клейковини Глютоматик 2200

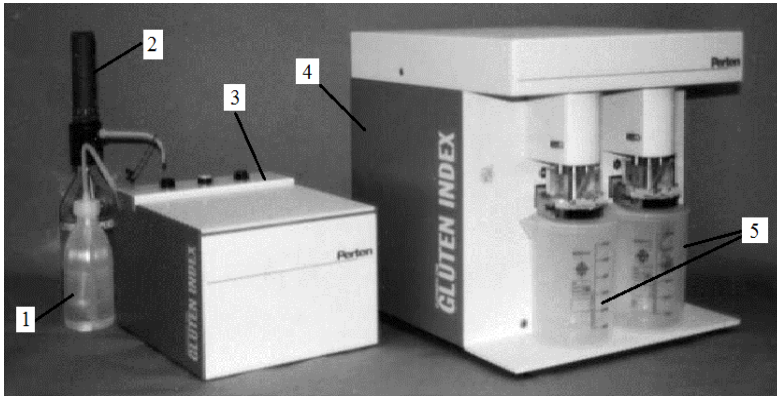


Рис. 1. Комплект приладів для відмивання клейковини:
1 – промивна ємність; 2 – дозатор води; 3 – центрифуга 2015;
4 – Глютоматик 2200; 5 – стакани для відмивання

Система Глютоматик складається з приладу для замішування тіста, відмивання клейковини 2200, центрифуги 2015 і приладу для визначення кількості сухої клейковини Глюторк 2020.

Система Глютоматик дозволяє визначити кількість сирої клейковини шляхом одночасного аналізу двох проб борошна за одне визначення. Для цього у відмивочні стакани вносять по 10 г пшеничного борошна, додають 4,8 мл 2%-го розчину солі й замішують тісто (тривалість замісу – 20 с). У цих же стаканах, із замішаного тіста, за стандартною методикою, протягом 5 хв відмивають клейковину. З кожного стакана збирають клейковину, формують кульки, розміщують їх у спеціальних касетах, закріплюють у центрифусі й віджимають вологу. Робота центрифуги відбувається в автоматичному режимі протягом 1 хв. Після віджимання вологи, клейковину збирають, зважують і визначають кількість сирої клейковини.

Визначення індексу клейковини. Індекс клейковини – умовний показник реологічних властивостей клейковини, який розраховується як відношення маси клейковини, яка

залишилася на сітці в касеті після центрифугування, до загальної маси відмитої клейковини. При визначенні індексу клейковини у центрифугу встановлюють дві фторопластові касети, після чого відбувається центрифугування відмитої клейковини. За рахунок дії відцентрових сил одна частина клейковини проходить крізь сітку касети, а друга залишається на її поверхні.

Індекс клейковини розраховується за формулою:

$$G = G_1/G_0 \times 100\%,$$

де G_1 – маса клейковини, що залишилася на сітці касети після центрифугування, г;

G_0 – загальна маса відмитої клейковини, г.

Співвідношення цих частин визначається як «сила клейковини».

Кількість сухої клейковини визначається шляхом висушування відмитої клейковини між двома тefлоновими пластинами приладу Глюторк 2020 при температурі 150°C протягом 4 хв.

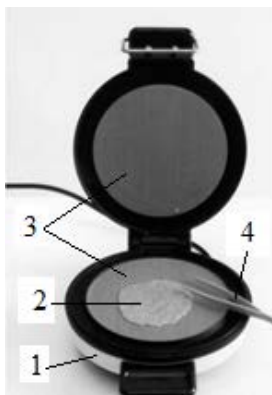


Рис. 2. Глюторк 2020: 1 – прилад; 2 – суха клейковина; 3 – тefлонові пластины; 4 – пластмасовий пінцет

Технічні характеристики

Модель	Живлення, В/Гц	Потужність, Вт	Розміри, мм	Вага, кг
Глютоматик 2200	220/50	185	330×350×320	24
Центрифуга 2015	220/50	90	220×265×165	9
Глюторк 2020	220/50	840	190×250×100	2

Дозатор води лабораторний ДВЛ-3



Технічна характеристика дозатора ДВЛ-3

Діапазон дозування	мл 13...20
Кількість фіксованих доз	5
Продуктивність, доз/хв	124/15
Привід	Механічний
Межі відносної похибки, що припускається, %	±2
Циліндр-шприц Шс-20Б	ТУ 64-1-863-80
Характер шприця	Рівномірний
Кількість каналів	1
Габарити	190×215×480
Маса	7кг

Тістомісильні установки

4.1. Тістомісильна лабораторна установка У1-ЕТВ



Тістомісильна лабораторна установка У1-ЕТВ застосовується в лабораторіях борошномельних, хлібопекарних, науково-дослідних та інших підприємствах, які займаються оцінкою якості борошна та хлібобулочних виробів.

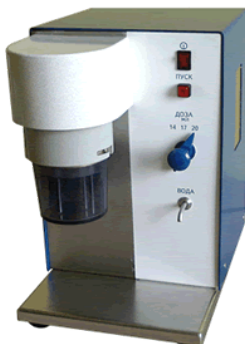
Тістомісильна лабораторна установка У1-ЕТВ може використовуватися для замісу при проведенні лабораторних випічок хліба з борошна масою 0,7...1,2 кг.

Тістомісильна лабораторна установка У1-ЕТВ має спеціальний замок, зв'язаний з механізмом блокування запуску електродвигуна, який спрацьовує при відкриванні замка.

Технічна характеристика тістомісильної лабораторної установки У1-ЕТВ

Продуктивність, замішування/год	22
Час одного замішування, с	60 ± 1,5
Ємність дежі, л	3 ± 0,2
Частота обертання робочого органу, об/хв	10 ± 1
Встановлена потужність, кВт	0,55
Розміри робочого місця, мм:	
довжина	475
ширина	290
висота	280
Маса, до, кг	30
Гарантійний строк роботи, років	6

4.2. Тістомісилка для клейковини з вбудованим дозатором води «У1-ЕТК-1М»



Тістомісилка призначена для замісу тіста з цільнозмолотого зерна пшениці (шроту), борошна хлібопекарного й макаронного помолів при визначенні кількості та якості клейковини.

Принцип роботи тістомісилки полягає в змішуванні компонентів у діжі з утворенням у ній тіста, його інтенсивному перемішуванні штифтами, які обертаються в діжі, й формуванні тіста у вигляді циліндра.

Тістомісилка складається з діжі (циліндричного стакану), місильної головки, привода, вузла дозування води, панелі керування й корпусу.

Місильна головка облаштована блокувальним пристроєм, який унеможливує запуск електродвигуна при знятій чи невірному встановленій діжі. Вузол дозування води має 3-х позиційний перемикач доз на 14, 17 і 20 мл з точністю $\pm 2\%$ для замісу тіста відповідно з 25, 30 і 50 г наважки шроту або борошна. На верхній кришці корпусу встановлене оглядове віконце для спостереження за роботою вузла подачі води. На передній частині корпусу розташовано штуцер випуску води.

Технічна характеристика тістомісилки У1-ЕТК-1М

Маса проби для замішування, кг	0,01...0,05
Продуктивність, заміси/годину	40
Тривалість одного замісу, с	60
Об'єм діжі, л	0,25
Частота обертання робочого органу, об/хв	60
Потужність, кВт	0,25
Габаритні розміри, мм	320×225×335
Маса, кг	25

Пристрій для відмивання клейковини МОК-1М



МОК-1М – це настільний пристрій, призначений для механізованого відмивання клейковини та має вбудований бачок для води.

Принцип роботи засновано на механічному впливі робочого органу, що обертається, на пробу тіста у відмивочній камері під час безперервного подавання до неї води. При цьому відбувається виділення сирієї клейковини, а частки крохмалю і оболонки виносяться на уловлювальне сито прийомної ванни.

МОК-1М складається з корпусу, відмивочного вузла, електроприводу, регулятора зазору, гідравлічної системи, блоку-реле часу, пульту керування.

Перед початком роботи пробу борошна або шроту ретельно перемішують і виділяють наважку масою 25 г з розрахунку, що відмітої клейковини повинно бути не менше 4 г. Для відмивання клейковини застосовують питну воду, жорсткість якої складає від 2 до 7 моль/м³. Замість тіста виконують або вручну, або за допомогою тістомісилки.

Технічні характеристики МОК-1М

Продуктивність (кількість відмивань за годину)	1...4
Частота обертання робочого органу (на холостому ході), об/хв	57 + 3 (57 -2)
Витрати води на одне відмивання, л	9,2
Дозволена розбіжність за кількістю клейковини між паралельними відмиваннями, не більше, %	±2
Потужність, кВт/Гц	220/50
Габаритні розміри, мм	550×330×530
Маса, кг	35

Чашки Петрі

Чашка Петрі — прозорий лабораторний посуд у формі невисокого плаского циліндру, який закривається прозорою кришкою подібної форми, але дещо більшого діаметру.



Чашки Петрі виготовляють з прозорого скла, у сучасному виконанні – з прозорого полістиролу. Вони не деформуються при температурі до 75°C. Завдяки таким факторам, як міцність та висока прозорість, вони підходять для багатьох хімічних та мікробіологічних робіт і дослідів.

Чашка Петрі була винайдена в 1877 році і була названа в честь її винахідника – німецького бактеріолога Юліуса Ріхарда Петрі, асистента мікробіолога Роберта Коха.

Розмір чашок (діаметр) коливається від 50 до 150 мм і має висоту 15 мм.

Чашки Петрі випускаються різних розмірів. Вони можуть бути одно-, двох- і трьохсекційними.

Односекційні чашки Петрі

Каталожний номер	Розміри, мм
LK9001	150×15
LK9002	90×20
LK9004-J	90×15
LK9005	70×15
LK9008	60×15

Двохсекційні чашки Петрі

Каталожний номер	Розміри, мм
LK9003	90×15

Трьохсекційні чашки Петрі

Каталожний номер	Розміри, мм
LK9004-J3	90×15

Чашки Петрі випускаються по 10 штук у герметичній упаковці.

ТЕМА 8

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ КЛЕЙКОВИНИ

8.1. Загальні відомості

Основними компонентами борошна є крохмаль і клейковина. У середньому клейковина складає від 20 до 30 %, а крохмаль відповідно від 70 до 80 %.

Крохмаль у борошні – це вуглевод, який у фізичній формі має вигляд дрібнодисперсної кристалічної речовини, яка не розчиняється у воді. Тому крохмаль можна відділити від клейковини шляхом відмивання у воді (дивись ЛПЗ № 7 «Визначення кількості клейковини»).

Клейковина – це сполуки рослинного білку, основними з яких є гліадин і глютенін. Ці білки здатні поглинати воду й утворювати клейку масу, яка і «склеює» крохмальні зерна, за рахунок чого й утворюється тісто.

Тісто може бути бездріжджовим (лаваш, макаронні вироби), а для випікання хлібобулочних виробів застосовують дріжджове тісто, до складу якого входять борошно, вода та дріжджі (за необхідністю різні наповнювачі).

При замісі тіста, дріжджі (одноклітинні гриби, які знаходяться в стані анабіозу), під дією вологи й температури пробуджуються та починають свою життєдіяльність. Ця діяльність полягає в інтенсивному розмноженні, диханні й споживанні енергії. Енергія отримується з крохмалю шляхом його розчеплення, а дихання здійснюється за рахунок кисню, яким насичується борошно під час просіювання перед замішуванням тіста.

У процесі дихання споживається кисень і виділяється вуглекислий газ. Він накопичується в тісті, розтягуючи при цьому клейковину. Утворюються порожнини в тісті. Від якості (пружності) клейковини залежить наскільки великими будуть ці порожнини. При випіканні клейковина запікається й утворюється пориста структура хлібобулочних виробів.

Залежно від багатьох факторів (умови зростання, зберігання, ураження шкідниками, технології підготовки до переробки) клейковина може бути різної якості.

До показників якості клейковини відносяться – **пружність, розтяжність та еластичність.**

Одним із найважливіших показників якості клейковини є пружність, яка визначається на приладі типу ІДК (індикатор деформації клейковини).

Відповідно до [4] (таблиця 1) якість клейковини поділяється на три групи.

Таблиця 1

Групи якості клейковини за пружністю

Групи якості клейковини	Показання приладу ІДК, ум. од.	Характеристика клейковини	Якість хлібобулочних виробів
1	45...75	Гарна	Стійкість, розпушеність, великий об'ємний вихід, пористість
2	20...40	Задовільно міцна	Менший об'ємний вихід, доброякісний хліб
	80...100	Задовільно слабка	
3	0...15	Незадовільно міцна	Низькопористий, погано розрихлений, малий об'ємний вихід, не відповідає стандартам за зовнішніми ознаками
	105...120	Незадовільно слабка	

Залежно від показань приладу ІДК клейковина поділяється на три групи якості.

Клейковина першої групи характеризується як «гарна». Така клейковина, при бродінні, утворює в тісті високопористий

об'ємний каркас, заповнений бульбашками газу. Вироби з борошна з такою клейковиною мають гарний зовнішній вигляд, структура пориста та пружна.

Клейковина третьої групи якості характеризується, як «незадовільно міцна» або «незадовільно слабка».

Незадовільно міцна клейковина – це клейковина, яка занадто міцна, погано розтягується, сильно опирається розтягуванню. Тиску, який утворюють бульбашки вуглекислого газу, недостатньо для розтягування клейковини. Під час бродіння тісто погано підходить, утворюється малопориста структура, хлібобулочні вироби малоеластичні.

Незадовільно слабка клейковина – це клейковина, яка занадто слабка, легко розтягується, швидко рветься, вона не здатна утримувати бульбашки вуглекислого газу. Під час бродіння тісто погано підходить, утворюється малопориста структура, хлібобулочні вироби малоеластичні, при випіканні тісто не тримає форму й розповзається.

Клейковина другої групи займає проміжне положення між клейковиною першої та третьої групи.

Таким чином, високоякісна клейковина повинна мати хорошу еластичність, середню здатність до розтягування та середні показники пружності.

8.2. Визначення якості сирої клейковини на приладі ІДК

Основним приладом для визначення якості клейковини є прилади типу ІДК – індикатор деформації клейковини (див. додатки).

Принцип роботи приладу ІДК полягає в дії сили масою 120,0 г на кульку клейковини масою 4,0 г протягом 30 с.

Для визначення якості з остаточно відмитої, віджатої й зваженої клейковини виділяють пробу для аналізу масою 4,0 г. Якщо одержано велику кількість сирої клейковини, то допускається виділення двох проб для аналізу масою по 4,0 г.

Формування кульки клейковини

Виділену масу сирої клейковини формують у вигляді кульки за допомогою пристрою для формування клейковини ПФК (рис. 1).

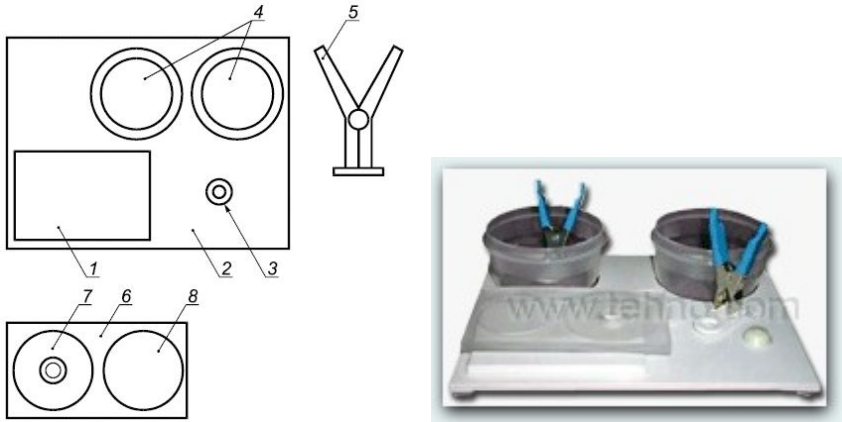


Рис. 1. Схема та зовнішній вигляд пристрою для формування клейковини ПФК: 1 – пластина для розкочування клейковини; 2 – столик; 3 – фішка; 4 – кювети; 5 – затискач; 6 – формувальна планка; 7 – філь’ера; 8 – кільце

Для цього клейковину поміщують на столик 2 для розкочування, притискають формувальною планкою 6 (площиною, протилежною обмежувальному кільцю 8) і розплющують до утворення пластини товщиною не більшою 3 мм. При формуванні слабкої клейковини, щоб уникнути її розпливання, розплющування проводять планкою 6 з обмежувальним кільцем 8. Після розплющування клейковини на неї накладають планку так, щоб центр філь’ери 7 збігався із центром пластини клейковини. Легким натиском клейковину направляють у філь’еру й круговими рухами формують з неї кульку. Клейковину, що залишилася у філь’ері вичавлюють за допомогою фішки 3. Для цього планку із клейковиною накладають філь’ерою на фішку, продовжуючи притискати лівою рукою планку із клейковиною до фішки; правою рукою беруть затискач 5, розкривають і обхоплюють їм нижню

частину кульки клейковини з боку зовнішньої конусної поверхні. Закритий затискач із кулькою клейковини опускають у воду. Сформована клейковина повинна бути кулястої, гладкої форми, без розривів, тріщин і повітряних пухирців, з рівномірно скріпленою за допомогою затискача нижньою частиною кульки. А якщо ні, то необхідно провести формування повторно, але не більше трьох раз. Час формування однієї кульки клейковини повинен становити від 20 до 25 с.

Для ручного способу відмивання клейковини допускається проводити формування сирої клейковини вручну. Для цього клейковину обминають три-чотири рази пальцями, надаючи їй кулясту форму із гладкою, без розривів, тріщин і пухирців повітря поверхнею й добре скріпленою нижньою частиною. Кульку клейковини поміщають для відлежування в ємність, заповнену водою, місткістю 0,25 дм³. У разі неможливості підтримання температури води на рівні 18...20 °С, ємність місткістю 0,25 дм³ ставлять в іншу ємність місткістю 4,0 дм³, заповнену водою для підтримання температури води на рівні 18...20 °С. Тривалість відлежування перед визначенням якості, становить для ручного способу відмивання – 15 хв, для механізованого – 10 хв. Після відлежування кульку клейковини виймають із ємності, знімають затискач, поміщають нижньою частиною точно в центр столика приладу типу ІДК і проводять вимірювання.

Результати виміру пружно-еластичних властивостей клейковини виражають в умовних одиницях приладу ІДК. Зняття показань із індикаторного табло приладу здійснюють із точністю до 0,1 од. ІДК.

Залежно від результату виміру клейковину відносять до групи якості відповідно до таблиці 2.

Якщо клейковина після відмивання являє собою таку, що сильно кришиться, губкоподібну, незв'язну, роздроблену масу, яка не формується в кульку, то її відносять до такої що кришиться, й не визначають якість на приладі типу ІДК.

**Класифікація якості клейковини,
отриманої із пшеничного борошна**

Група якості	Характеристика клейковини	Якість клейковини, од. ІДК			
		борошно хлібопекарське й загального призначення*		борошно макаронне	
		гатунок: екстра, крупчатка, вищий, перший, обойна;	гатунок: другий;	з м'якої пшениці**	з твердої пшениці***
		гатунок: екстра, вищий, перший, обойна;	гатунок: другий;	гатунок: екстра, вищий (крупка), перший (напівкрупка)	гатунок: вищий (крупка), перший (напівкрупка), другий
Що кришиться		Не визначається			
III	Незадовільно міцна	не більше 32	не більше 37	-	-
II	Задовільно міцна	33...52	38...52	-	-
I	Середня (гарна)	53...77		48...77	48...82
II	Задовільно слабка	78...102		78...102	83...107
III	Незадовільно слабка	103 і більше		103 і більше	108 і більше
Що не відмивається		Не визначається			

* Характеристика борошна - за нормативними документами держави, що прийняла стандарт.

** Характеристика борошна - за ДСТУ 31491.

*** Характеристика борошна - за ДСТУ 31463.

Якщо клейковина являє собою після відмивання незв'язану масу, що розтікається, яку неможливо зібрати й сформувати в кульку, то вона належить до такої, що не відмивається, та її якість не визначають.

Також відмиту клейковину оцінюють органолептично за кольором, який вказує на її якісні характеристики.

За кольором клейковина буває: світлою, сірою, темною.

Світла клейковина має найбільш гарну пружність і розтяжність.

Темні тони свідчать про вплив несприятливих факторів при дозріванні зерна, обробці й зберіганні.

Кількість визначень якості клейковини

Проводять два визначення в умовах повторюваності, тобто тим самим методом на ідентичних об'єктах випробувань, в одній і тій же лабораторії, тим самим оператором, з використанням того ж самого устаткування, у межах короткого проміжку часу. Результат визначення якості сирої клейковини вказують у картках для аналізу й у документах про якість із точністю до 1 од. ІДК.

За результат визначення якості клейковини приймають середньоарифметичне значення двох визначень округлене до цілого числа (за правилами округлення).

Приклад. Середньоарифметичне значення двох визначень якості клейковини становить 57,5 од. ІДК. Тоді в картках для аналізу й документах про якість указують якість клейковини 58 од. ІДК.

Якщо абсолютна розбіжність між результатами двох визначень в умовах повторюваності не перевищує за якістю клейковини – 5 од. ІДК, то обидва результати визнають прийнятними, та як остаточний результат указують середньоарифметичне значення результатів двох вимірів.

Якщо абсолютна розбіжність перевищує 1,0 % за кількістю сирої клейковини й/або 5 од. ІДК за якістю клейковини, то необхідно одержати ще два результати вимірів. Якщо після цього діапазон результатів чотирьох вимірів

дорівнює або є меншим абсолютної розбіжності, то за остаточний результат повинно прийматися середньоарифметичне значення результатів чотирьох вимірів. А якщо ні, то в якості остаточного результату повинна фіксуватися медіана результатів чотирьох вимірів відповідно до пункту 5.2.2.1, ДСТУ ІСО 5725-6:2005.

Якщо критична різниця двох середньоарифметичних значень результатів визначень в умовах відтворюваності (у різних лабораторіях, різними операторами, з використанням різного устаткування тим самим методом на пробах одного й того ж борошна), не перевищує:

- за кількістю сирої клейковини – 2,0 %,
- за кількістю сухої клейковини – 0,5 %;
- за якістю клейковини – 5 од. ІДК,

то обидва результати визнають прийнятними.

За остаточний результат приймають середньоарифметичне значення результатів двох вимірів.

За результатами випробувань складають звіт, який повинен містити:

- посилання на діючі нормативні документи за якими проводилися дослідження;
- посилання на використовуваний спосіб відмивання: ручний або механізований;
- вказівка на тип лабораторного млина, тістомісилки й приладу ІДК, у випадку відмивання клейковини механізованим способом – вказівка на тип пристрою МОК;
- одержані результати;
- докладно всі дії, не зазначені в діючому стандарті, або фактори, які могли вплинути на результат.

У разі отримання клейковини, що не відмивається або такої що кришиться, в картках для аналізу та документах про якість роблять запис – клейковина така, що не «відмивається» або клейковина така, що «кришиться».

8.3. Визначення пружності сирії клейковини на приладі ІДК-3М

Індикатор деформації клейковини ІДК-3М (рис. 2, 3) призначено для визначення якості клейковини зерна пшениці й пшеничного борошна хлібопекарського та макаронного помелу за її здатністю чинити опір деформуючому навантаженню стискування між двома поверхнями протягом 30 с. Сфера застосування: лабораторії ХПП, борошномельних та хлібопекарських підприємств, державних хлібних інспекцій, сільськогосподарських підприємств і організацій, науково-дослідних установ, що займаються оцінкою якості зерна пшениця і продуктів його переробки.



Рис. 2. Загальний вигляд приладу ІДК-3М

Процес виміру на приладі ІДК-3М повністю автоматизований і складає не більше 35 с. Результати виміру миттєво фіксуються на цифровому табло. Індикатор ІДК-3М має єдине для приладів калібрувальне число. Характеризується підвищеною надійністю і безшумністю роботи приладу.

Прилад простий і зручний в експлуатації, має підвищену надійність, не вимагає тривалого та спеціального навчання оператора.

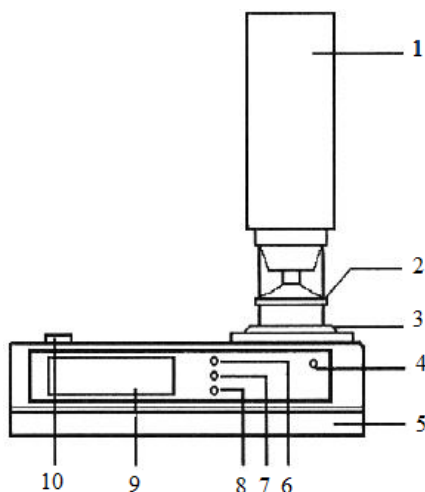


Рис. 3. Схема приладу ІДК-3М: 1 – головка вимірювальна; 2 – рухомий тарувальний вантаж; 3 – нерухома поверхня; 4 – індикатор «Мережа»; 5 – блок керування й індексації; 6 – індикатор «Результат»; 7 – індикатор «Відлік часу»; 8 – індикатор «Готовність»; 9 – індикатор «Ум. од. ІДК»; 10 – кнопка «Пуск»

Точність приладу дозволяє однозначно визначати групу якості клейковини при вирішенні спірних питань, що виникають у результаті аналізу, показники якого знаходяться на межі двох груп якості.

Прилад з високою точністю визначає якість слабкої клейковини в пшениці з метою оптимального підбору поліпшувачів для надання пшениці більш високих хлібопекарських властивостей. Процес має систему внутрішньої діагностики, що дозволяє виключити підстроювання і юстирування приладу впродовж усього періоду експлуатації.

Загальний опис і принцип роботи приладу ІДК

Індикатор деформації клейковини ІДК призначено для визначення якості клейковини в зерні пшениці й пшеничному борошні хлібопекарського й макаронного помелу за величиною

її деформації під впливом навантаження певної величини протягом заданого інтервалу часу.

Прилад складається із блоку керування 5 й вимірювальної головки 1.

На передній частині корпусу блоку електронного керування знаходяться кнопки «Пуск», індикатор відліку одиниць ІДК, світлодіоди режиму роботи приладу.

У нижній частині головки розташовано рухливе тароване навантаження вагою 120 г, яке виконане у вигляді конусу з діаметром основи 35 мм, величина ходу якого становить 20 мм.

Частини вимірювальної головки, що контактують із клейковиною, виконані з високолегованої нержавіючої сталі.

Вертикальне переміщення тарованого навантаження забезпечується електродвигуном, розташованим у вимірювальній головці. Утримання тарованого навантаження на висоті 20 мм здійснюється шляхом подачі напруги на електромагніт, розташований у вимірювальній головці, що створює електромагнітне поле для утримання навантаження. Після зняття напруги з електромагніту тароване навантаження вільно падає з висоти 20 мм на випробуваний зразок. Через 30 с відбувається включення електродвигуна й підйом навантаження. Вимірювальний пристрій у вимірювальній головці подає сигнали, відповідні величині деформації зразка клейковини.

З досягненням тарованим навантаженням висоти 20 мм відбувається відключення електродвигуна й одночасне включення електромагніту, в магнітному полі якого втримується тароване навантаження.

Керування електродвигуном і електромагнітом, а також обробка сигналів вимірювального пристрою здійснюється блоком керування й індикації.

Режими роботи приладу відображають світлодіоди: 1-й – режим готовності до роботи; 2-й – режим 30-секундного відліку часу; 3-й – закінчення вимірювання й можливість зчитування із приладу результату виміру.

Порядок роботи на приладі ІДК-3М:

- включити прилад, загориться світлодіод «МЕРЕЖА», на індикаторі з'явиться значення «000,0»;

- тароване навантаження повинно перебувати в нижньому положенні;

- натиснути кнопку «ПУСК»;

- переконатися, що почав мерехтити світлодіод «ВІДЛІК ЧАСУ»;

- через 30 секунд відбудеться підйом тарованого навантаження на висоту 20 мм, загориться світлодіод «РЕЗУЛЬТАТ». На індикаторі з'явиться значення каліброваного числа.

- переконатися, що отримане значення числа відрізняється від 150,7 на величину, що не перевищує $\pm 0,5$ ум. од.;

- підготовлений зразок клейковини покласти точно в центр столика;

- натиснути кнопку «ПУСК»;

- переконатися, що відбулося падіння тарованого навантаження на випробуваний зразок і почав мерехтити світлодіод «ВІДЛІК ЧАСУ». На індикаторі при цьому повинне бути значення «000,0»;

- через 30 секунд відбудеться підйом тарованого навантаження; на індикаторі з'явиться результат виміру, загориться світлодіод «РЕЗУЛЬТАТ» і світлодіод «ГОТОВНІСТЬ»;

- зняти випробуваний зразок клейковини зі столика й підготувати новий зразок;

- по закінченню роботи прибрати залишки клейковини зі столика й тарованого навантаження м'якою вологою тканиною, прилад готовий до наступних вимірювань або його можна виключити.

Залежно від результату виміру клейковину відносять до групи якості відповідно до таблиці 3.

Таблиця 3

Градації значень в умовних одиницях ІДК для різних груп якості клейковини борошна і зерна

Група якості клейковини	Характеристика клейковини	Показання приладу в умовних одиницях				
		Зерно пшениці	Борошно хлібопекарне		Макаронне борошно вищого і 1-го гатунку	
			Вищого, 1-го сорту, обойна	2-го сорту	з твердої пшениці	з м'якої пшениці
I	Гарна	45...75	55...75	55...75	50...80	50...75
II	Задовільно слабка	80...100		80...100	85...105	80...100
II	Задовільно міцна	20...40	35...50	40...50	-	-
III	Не задовільно слабка	0...15	0...30	0...30	-	-
III	Не задовільно міцна	105 і більше	105 і більше	105 і більше	105 і більше	105 і більше

8.4. Визначення розтяжності клейковини

Про фізичні властивості судять за розтяжністю й еластичністю клейковини, які визначають після визначення її кольору.

Під **розтяжністю клейковини** розуміють властивість її розтягуватися в довжину. При цьому зразок клейковини масою 4 г після 15-хвилинного відлежування обережно беруть трьома пальцями обох рук і над лінійкою з міліметровими поділками рівномірно розтягують до розриву так, щоб усе розтягування тривало 10 с. Під час розтягування не допускається підкручування клейковини. У момент розриву клейковини відзначають довжину, на яку вона розтяглася. За розтяжністю клейковина характеризується в такий спосіб: коротка

(розтяжність до 10 см), середня (від 10 до 20 см) і довга (понад 20 см).

Розтяжність також можна визначати за значенням приладу ІДК.

Для переведення показника розтяжності клейковини над лінійкою (см) показання приладу ІДК слід множити на коефіцієнт 5, тому що одна поділка шкали приладу відповідає 0,5 мм.

8.5. Визначення еластичності клейковини

Еластичністю клейковини називається властивість її відновлювати первісну форму після зняття розтяжного зусилля. Про еластичність клейковини можна судити за її поведінкою при визначенні розтяжності, крім того, установлюють еластичність окремих шматочків клейковини, що залишилися після визначення розтяжності. Шматочок клейковини трьома пальцями обох рук розтягують над лінійкою з міліметровими розподілами приблизно на 2 см і відпускають або шматочок клейковини здавлюють між великим і вказівним пальцями. За ступенем і швидкістю відновлення первісної довжини або форми шматочка клейковини судять про її еластичність. Клейковина гарної еластичності повністю або майже повністю відновлює свою форму. Клейковина незадовільної еластичності зовсім не відновлює форму, задовільної еластичності – займає проміжне положення між гарною й незадовільною еластичністю.

Еластичні властивості клейковини з борошна нормальної якості перебувають у зворотній залежності від її розтяжності; чим більш розтяжна клейковина, тим вона менш еластична.

Слабка клейковина або зразу після її відмивання, або навіть під час відмивання, утворює суцільну липку грудочку з великою розтяжністю. Сильна клейковина відразу після відмивання зазвичай утворює часточки, що погано злипаються, або суцільну пружну грудочку губчатої структури.

Залежно від еластичності й розтяжності клейковину

поділяють за стандартом на 3 групи:

1 група – клейковина з гарною еластичністю; за розтяжністю – довга або середня;

2 група – клейковина з гарною еластичністю, за розтяжністю – коротка, а також із задовільною еластичністю, за розтяжністю – коротка, середня або довга;

3 група – клейковина малоеластична, така, що сильно тягнеться, провисає при розтягуванні, та розривається під дією власної маси, така, що пливе, а також нееластична й така, що кришиться.

При заповненні якісних посвідчень на клейковину, борошна що відпускається, 1 група характеризується як «гарна», 2 група – «задовільна». При зниженій якості клейковини (3 група) вказують відповідну ознаку «нееластична», «така, що кришиться», тощо.

Результати дослідження якості клейковини занести до таблиці 4.

Таблиця 4

Визначення масової частки і якості сирої клейковини в борошні

Найменування	Значення
Маса наважки борошна, г	
Маса відмитої клейковини, г	
Масова частка сирої клейковини, в % до маси борошна	
Колір клейковини	
Якість клейковини: показання приладу ІДК-3М, ум. од.	
Група якості	
Розтяжність, см	
Еластичність	
Висновок	

Якість клейковини повинна бути не нижче 2-ої групи в умовних одиницях приладу ІДК.

Контрольні питання

1. Що називають клейковиною зерна?
2. Охарактеризувати склад клейковини.
3. Назвіть способи одержання клейковини.
4. Чим характеризується якість клейковини?
5. Охарактеризувати пружність, розтяжність і еластичність клейковини.
6. Які кольори властиві клейковині та як вони співвідносяться з її властивостями та якістю?

ДОДАТКИ

Додаток 1

Пристрій для формування клейковини ПФК



Пристрій для формування клейковини призначено для часткової механізації процесу формування клейковини в кульку перед визначенням якості клейковини на приладах типу ІДК.

Пристрій складається зі столика, пластини для розкатки клейковини, фішки, двох затискачів, двох кювет, а також формуючої планки з філь'єрою й обмежувальним кільцем.

Застосування пристрою для формування кульки з клейковини виключає вплив людського фактору, через що можливі розбіжності в показниках якості клейковини при визначенні на приладах типу ІДК.

Технічні характеристики приладу ПФК

Середній час формування кульки, с	23
Габаритні розміри столика з кюветами, мм	230×190×65
Маса, найбільше, кг	0,5

Прилад для визначення якості клейковини ІДК-1М

**Комплект поставки:**

- індикатор деформації клейковини лабораторний типу ІДК-1М;
- мірні плиткі: товщиною 2,15 мм – 1 шт., товщиною 10,55 мм – 1 шт.;
- пластина-викрутка – 1 шт.;
- запобіжник ВПБ6-2 ОЮО.481.021 ТУ.

Технічні характеристики ІДК-1М

Діапазон виміру залишкової деформації, мм (ум. од.)	10,55...2,15 (0...120)
Тип індикатору	стрілочний
Основна погрішність приладу при переміщенні пуансону, мм (ум. од.)	від 2,15 до 10,55 ($\pm 2,5$)
Хід пуансону, мм	20
Величина деформуючого навантаження, г	120 ± 1
Час дії пуансону на зразок клейковини, с	30 ± 1
Напруга живлення, В	$220 + 10 \%$
Габаритні розміри, мм	$220 \times 214 \times 220$
Маса, кг	5

Прилад ІДК-3М



Технічна характеристика ІДК-3М

Границі вимірювання деформації клейковини, ум. од.	0...150,7
Величина деформуючого навантаження, г	120
Дозволене відхилення величини деформуючого навантаження, г	від -5 до +2
Час дії деформуючого навантаження на зразок клейковини, с	$30 \pm 1,5$
Час безперервної роботи приладу	необмежений
Похибка вимірювання величини деформації клейковини, ум. од.	$\pm 0,5$
Калібрувальне число, ум. од.	$150,7 \pm 0,5$
Габаритні розміри, мм	200×110×240
Маса приладу, кг, не більше	1,7

Прилад ІДК-ЗМУ



Принцип і метод роботи засновано на вимірюванні величини залишкової деформації проби клейковини зерна пшениці й пшеничного борошна, хлібопекарського й макаронного помолів (ДСТУ 27839-2013. Борошно пшеничне. Методи визначення кількості і якості клейковини).

Прилад застосовується в лабораторіях елеваторів, хлібоприймальних підприємств, борошномельних заводів, сортовипробувальних селекційних станцій, інших підприємств, де потрібна оцінка якості пшениці й виробленої з неї продукції.

Технічна характеристика

Межі вимірювання деформації клейковини, мм (ум. од.)	0...10,55 (0...150,7)
Межі абсолютної основної погрішності, що допускається у всьому діапазоні вимірювання деформації, мм (ум. од.)	$\pm 0,035$ ($\pm 0,5$)
Вага рухливого тарованого навантаження, г	120
Час дії рухливого тарованого навантаження на зразок, с	30
Хід пуансону, мм	20
Напруга, В	220 \pm 20
Частота, Гц	50
Установлена потужність, не більше, Вт	20
Габарити (Д \times Ш \times В), мм	198 \times 190 \times 248
Маса, кг	3,3

Прилад ІДК-5М



Індикатор деформації клейковини ІДК-5М – це сучасний електронний прилад, оснащений високочутливими датчиками, цифровими індикаторами, захищений від механічних і електричних перевантажень.

Прилад допускає безпервну роботу.

Прилад забезпечує свої технічні характеристики в межах норм, установлених ТУ при живленні його від мережі змінного струму частотою $50 \pm 0,5$ Гц, напругою 220 ± 22 В та після прогріву протягом 20 хвилин.

Потужність, споживана приладом від мережі змінного струму при номінальній напрузі, не більше – 25 Вт.

**Технічні характеристики вимірювача деформації
клейковини ІДК-5М**

Діапазон вимірів при зміні відстані між нижньою площиною навантажувального диска й нерухомим столиком, мм (одиниць ІДК)	від 10,55 до 2,15 (від 0 до 150)
Номінальна ціна найменшого розряду, одиниць ІДК	1
Межі абсолютної погрішності виміру, що допускаються в діапазоні одиниць ІДК від 0 до 120 одиниць ІДК	± 1
Номінальний час вимірювання впливу вантажу на зразок клейковини, с	30
Межі погрішності часу впливу вантажу, що допускається, с	$\pm 0,5$
Номінальна маса вантажу, що створює деформуюче навантаження, г	120
Межі погрішності, що допускаються, для маси вантажу, г	-5, +2
Максимальна відстань між нерухомим столиком і натискним диском, мм	20
Межі погрішності, що допускаються, максимальної відстані між нерухомим столом і натискним диском, мм	0,1
Номінальна товщина контрольних плиток, що входять у комплект приладу, мм	2,15 і 10,55
Межі погрішності, що допускаються, товщини контрольних плиток, мм	$\pm 0,01$
Габаритні розміри приладу, мм:	
довжина	130
ширина	150
висота	190
Маса приладу, не більше, кг	2,2
Маса приладу із ЗІП у транспортному упакуванні, не більше, кг	2,7

Прилад ІДК-7



Індикатор (вимірювач) деформації клейковини ІДК-7 призначено для визначення якості клейковини зерна пшениці й пшеничного борошна за ДСТУ 27839-2013 шляхом вимірювання її пружно-еластичних властивостей.

Під час впливу на зразок клейковини протягом 30 с, прилад визначає її здатність опиратися деформуючому навантаженню стиску й виражає результат в одиницях ІДК із погрішністю 0,5 умовних одиниці ІДК.

Технічні характеристики

Межі виміру деформації клейковини	0...150,7 ум. од.
Маса тарованого навантаження	120 г
Відхилення, що допускається, маси тарованого навантаження	від -5 до +2 г
Час впливу деформуючого навантаження на зразок клейковини	30 ± 1 с
Час безперервної роботи приладу	безупинно
Погрішність виміру величини деформації клейковини	±0,5 ум. од.
Каліброване число	150,7±0,5 ум. од.
Габаритні розміри	200×110×240мм
Маса приладу	не більш 1,7 кг

Головними конструктивними елементами вимірювача деформації клейковини, що задають габарити приладу, є корпус блоку керування й вимірювальна головка, з'єднані один з одним циліндричною стійкою.

Переваги приладу:

- автоматичне самокалібрування приладу перед початком роботи;
- самодіагностика приладу;
- двострочний, символний LCD дисплей;
- підказки користувачеві;
- сплячий режим;
- міцний металевий корпус;
- вологозахищені кнопки, ступінь захисту ір66 ISO;
- можливість додаткової установки термодатчика для роботи приладу в заданих температурних діапазонах.

Для зниження споживання електроенергії, у випадку тривалих простоїв, прилад автоматично переходить у «режим сну» з вимиканням підсвічування й опусканням тарованого навантаження. Для виводу з «режиму сну» або для його включення вручну необхідно натиснути кнопку «Паркування».

Робота з приладом допускається при температурі +10...35°C і вологості до 80 % (25°C). У випадку охолодження приладу нижче 10°C його потрібно витримати мінімум 2 години при кімнатній температурі.

ТЕМА 9

РОЗРАХУНОК СКЛАДУ ДВОКОМПОНЕНТНОЇ ПОМОЛЬНОЇ СУМІШІ

9.1 Загальні відомості [16]

Для ефективної роботи борошномельного підприємства необхідно направляти на здрібнювання партії зерна з певними постійними технологічними властивостями. Це дозволяє скоротити до мінімуму настроювання й переналагодження борошномельного обладнання, налагодити й підтримувати роботу обладнання в певному режимі, постійно контролювати й оперативно коректувати, при необхідності, режими здрібнювання, розсіву, вимолу й процентного виходу готової продукції.

Крім цього, переробка зерна з постійними технологічними властивостями, забезпечує одержання борошна з постійними технологічними якостями (вміст і якість клейковини, зольність і ін.), що дозволяє хлібопекарським і кондитерським підприємствам застосовувати постійні технології виробництва своєї продукції, що є досить важливим фактором в одержанні кінцевої продукції з високими споживчими властивостями. Тому однієї з важливих завдань підготовчого відділення борошномельного виробництва є створення стабільних помольних сумішей по типовому складу, кількості і якості клейковини, скловидності й іншим показникам. Крім того, формування помольних сумішей дозволяє використовувати партії зерна зі зниженими технологічними властивостями.

Розробляє рецептуру помольних сумішей головний технолог або начальник цеху при участі начальника виробничо-технологічної лабораторії (ВТЛ) і начальника елеватора (зерносховища). Рецептура складається таким чином, щоб з однієї сторони максимально раціонально використовувати наявне на елеваторі зерно, а з іншого сторони, створити такі помольні суміші, на яких борошномельне

підприємство могло б як можна довше працювати (але не менш 10 днів).

Найпоширеніші вимоги до складу помольної суміші, і припустимі відхилення наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Вимоги до складу помольної суміші

Найменування показника	Величина показника, %	Припустиме відхилення показника, %
Скловидність	50...60	1,5
Зольність	не більш 1,97	-0,02
Клейковина	26...28	1,0
Вологість*	15,5	1,0
Вміст бур'янистої домішки у тому числі шкідливої	не більш 0,4 не більш 0,5	

*Допускається змішувати різні партії зерна, якщо їх вологість різниться не більше ніж на 1 %.

Помольні суміші складають, як правило, по скловидності, а також по зольності або клейковині. На підприємствах малої потужності помольні суміші складають із 2-х або 3-х компонентів. На великих підприємствах можуть складатися багатокомпонентні суміші, де число компонентів може бути 4 і більше.

Для розрахунків складу помольних сумішей існують розрахунковий, табличний, графічний методи й метод складання пропорцій. Ці методи засновані на тому, що всі показники якості, що враховуються, підкоряються закону аддитивності, тобто можуть бути знайдені розрахунками середньозваженої величини.

9.2 Розрахунки складу двокомпонентної помольної суміші

Для розрахунків складу помольної суміші, що складається з 2-х компонентів застосовують розрахунковий метод, метод складання пропорцій, графічний і табличний методи.

1. Розрахунковий метод

Розрахунки ведуть по формулах, вирішуючи систему із двох рівнянь:

$$\begin{cases} Mx = m_1x_1 + m_2x_2 \\ M = m_1 + m_2 \end{cases},$$

звідки знаходимо m_1 й m_2

$$\begin{aligned} m_1 &= M(x - x_2)/(x_1 - x_2) \\ m_2 &= M - m_1 \end{aligned},$$

де M - задана маса помольної суміші;

$m_{1,2}$ - шукана маса відповідно 1-го й 2-го компонента помольної суміші;

x - заданий параметр помольної суміші (скловидність, зольність, або клейковина);

$x_{1,2}$ - значення параметра відповідно 1-го й 2-го компонента помольної суміші.

Правильність розрахунків перевіряють, визначаючи значення заданого параметра помольної суміші по формулі:

$$x = (m_1x_1 + m_2x_2) / M.$$

Наприклад: необхідно скласти помольну партію масою 200 тон зі скловидністю 55 %, якщо є партії зерна зі скловидністю 45 і 70 %.

У цьому випадку " x " - це скловидність помольної партії, яка позначається буквою "С" і дорівнює 55 %, а C_1 і C_2 - відповідно дорівнюють 45 і 70 %. $M=200$ т.

Записуємо умову завдання.

$M=200$ т; $C=55$ %; $C_1=45$ %; $C_2=70$ %; Знайти $m_{1,2} = ?$

Розв'язок. Знаходимо величини m_1 і m_2

$$m_1 = 200(55 - 70)/(45 - 70) = 120,$$

$$m_2 = 200 - 120 = 80$$

Перевірка: $C = (120 \cdot 45 + 80 \cdot 70) / 200 = 55$.

Висновок. Маса вхідних у помольну суміш компонентів визначена правильно.

2. Метод складання пропорцій (метод зворотних пропорцій)

Метод заснований на визначенні співвідношення частин компонентів, що входять у помольну суміш. Розрахунки ведуть у такий спосіб.

2.1. Визначення кількості частин 1-го й 2-го компонентів:

$$n_1 = c - c_1; \quad n_2 = c_2 - c,$$

де $n_{1,2}$ - кількість частин 1-го й 2-го компонентів;

$c_{1,2}$ - величини відповідно 1-го й 2-го компонентів;

c - середньозважена величина 1-го й 2-го компонентів.

2.2. Загальна кількість частин компонентів визначається по одній із двох формул:

$$n = n_1 + n_2, \text{ або } n = c_2 - c_1.$$

2.3. Визначення масової частки однієї частини компонента ведеться по формулі (розрахунки вести до 3-го знаку після коми):

$$m = M/n, \text{ т.}$$

2.4. Визначення маси компонентів.

Для того, щоб правильно визначити масу вхідних у помольну суміш компонентів, необхідно застосовувати метод зворотних пропорцій, який полягає в тому, що маса, припустимо, 1-го компонента визначається як добуток масової частки однієї частини помножене на кількість частин другого компонента, (тобто на різницю між показником другого компонента й середньозваженою величиною). Аналогічно й для другого компонента.

$$m_1 = n_2 \times m; \quad m_2 = n_1 \times m.$$

Перевірка збіжності помольної суміші по масі

$$M = m_1 + m_2.$$

Перевірка збіжності середньозваженої величини компонента, по яким формується помольна суміш, проводиться також з урахуванням методу зворотних пропорцій

$$C = (c_1 \times n_2 + c_2 \times n_1) / (n_1 + n_2).$$

Використовуючи умови попереднього прикладу, розв'язок методом складання пропорцій має вигляд:

визначення кількості частин 1-го й 2-го компонентів

$$n_1 = 55 - 45 = 10; \quad n_2 = 70 - 55 = 15;$$

визначаємо загальну кількість частин компонентів

$$n=10+15=25; \text{ або } n=70-45=25;$$

визначення масової частки однієї частини

$$m=200/25=8 \text{ т};$$

визначення маси компонентів

$$m_1 = 15 \cdot 8 = 120 \text{ т}; m_2 = 10 \cdot 8 = 80 \text{ т}.$$

Перевірка збіжності мас помольної суміші

$$M=m_1+m_2=120+80=200 \text{ т}.$$

Перевірка збіжності середньозваженої величини по кількості частин компонентів

$$C = (45 \cdot 15 + 70 \cdot 10) / 25 = 55.$$

Перевірка збіжності середньозваженої величини по масі вхідних компонентів

$$C = (120 \cdot 45 + 80 \cdot 70) / 200 = 55.$$

Висновок; маси компонентів для складання помольної суміші визначені вірно.

3. Графічний метод

Графічний метод є наочним варіантом методу складання пропорцій.

Розрахунки ведуть у такий спосіб. На прямої лінії (рис. 1), у довільному масштабі, відкладають величини заданих показників c_1 , c і c_2 . У розглянутому випадку це показники скловидності 45, 55 і 70 %. Між показниками ставлять різницю між ними – 10, 15 і 25.

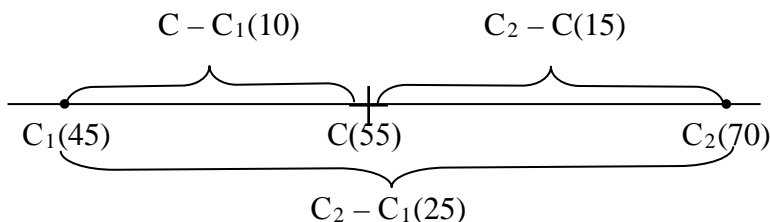


Рис. 1. Графічний метод розрахунків 2х компонентної помольної суміші

Далі визначають масу однієї частки.

$$m = M / (C_2 - C_1) = 200 / 25 = 8.$$

Для визначення маси вхідних у помольну суміш компонентів використовують метод зворотних пропорцій, по яким для одержання партії пшениці зі скловидністю 55 % необхідно взяти пшениці з скловидністю 45 % - 15 частин, а пшениці зі скловидністю 70 % - 10 частин. Тоді маса компонентів визначиться по формулі;

$$m_1 = m(c_2 - c), m_2 = (c - c_1).$$

$$m_1 = 8(70 - 55) = 120 \text{ т}; m_2 = 8(55 - 45) = 80 \text{ т}.$$

Перевірочні розрахунки проводяться за методикою перевірочних розрахунків викладених у п. 1 або 2.

4. Табличний метод

Це такий же метод розрахунків, як і методи 2 і 3, але в ньому послідовність розрахунків представлена у вигляді таблиці 2.

Таблиця 2

Порядок розрахунків помольної суміші, що складається з двох компонентів

Показники	Компоненти суміші		Необхід на суміш
	перший	другий	
1. Необхідна маса, т	?	?	200
2. Скловидність, %	45	70	55
3. Відхилення скловидності 1-го й 2-го компонентів від заданого	$55 - 45 = 10$	$70 - 55 = 15$	-
4. Співвідношення компонентів у партії	15	10	$15 + 10 = 25$

Масу компонентів знаходимо по формулах (при цьому також використовуємо метод зворотних пропорцій):

- першого – $m_1 = M \times n_1 / n = 200 \times 15 / 25 = 120 \text{ т};$

- другого – $m_2 = M \times n_2 / n = 200 \times 10 / 25 = 80 \text{ т}.$

Перевірочний розрахунки проводять для визначення середньозваженої скловидності отриманої партії описаними раніше способами.

Завдання

Розрахувати склад помольної суміші різними методами відповідно до варіантів завдань (див. додаток).

Контрольні питання

1. За якими показниками, переважно, складають помольні суміші?
2. Які існують методи розрахунку помольних сумішей?
3. За якою формулою перевіряють вірність проведених розрахунків?

Додаток

Варіанти завдань до самостійної роботи.

Визначити масу вхідних у помольну суміш компонентів розрахунковим, табличним, графічним і методом зворотних пропорцій.

Варіанти завдань для самостійної роботи

Варіанти завдань	Маса помольної партії	Скловидність %		
		Задана	1-й партії	2-й партії
1	1000	50	35	60
2	1100	51	40	65
3	1200	52	45	70
4	1300	53	35	60
5	1400	54	40	65
6	1500	55	45	70
7	1600	56	35	70
8	1700	57	40	75
9	1800	58	45	80
10	1900	59	35	70

ТЕМА 10

РОЗРАХУНОК СКЛАДУ БАГАТОКОМПОНЕНТНОЇ ПОМОЛЬНОЇ СУМІШІ

Розрахунки складу 3-х компонентної суміші [16]

Для розрахунків складу 3-х компонентної суміші застосовують розрахунковий, графічний і табличний методи.

1. Розрахунковий метод.

Розрахунки ведуть по формулах:

$$\begin{cases} Mx = m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3 \\ M = m_1 + m_2 + m_3 \end{cases}$$

Ця систему рівнянь має три невідомі (x_1 , x_2 , x_3) і два рівняння. Для розв'язку цих рівнянь необхідно ввести додаткову умову, яка стала б третім рівнянням цієї системи. Такою умовою може бути рівність двох з будь яких обумовлених мас. При цьому можливі три варіанти розв'язку даного завдання:

$$m_1 = m_2, \quad m_1 = m_3 \quad \text{і} \quad m_2 = m_3.$$

Відповідно можна одержати три різні варіанти розв'язку, для m_3 , коли $m_1 = m_2$, для m_2 , коли $m_1 = m_3$ і для m_1 , коли $m_2 = m_3$. Кожне із цих розв'язків має вигляд:

$$m_1 = M \frac{x - 0,5(x_2 + x_3)}{x_1 - 0,5(x_2 + x_3)}, \quad m_2 = m_3$$

$$m_2 = M \frac{x - 0,5(x_1 + x_3)}{x_2 - 0,5(x_1 + x_3)}, \quad m_1 = m_3$$

$$m_3 = M \frac{x - 0,5(x_1 + x_2)}{x_3 - 0,5(x_1 + x_2)}, \quad m_1 = m_2$$

Після визначення величин мас, що входять у помольну суміш, обов'язково проводять перевірочний розрахунок.

Перевірочний розрахунок проводиться шляхом визначення середньозваженої величини заданого показника по формулі.

$$C = \frac{m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3}{m_1 + m_2 + m_3}.$$

Цей метод гарний тим, що можна вирішувати завдання для всіх трьох варіантів, одержати три різні розв'язки й вибрати оптимальне. Однак у цьому варіанті можуть бути випадки, при яких завдання не має розв'язки.

Розглянемо приклад.

Необхідно скласти помольну суміш масою 300 т із середньозваженою скловидністю 55 %, із зерна трьох партій пшениці зі скловидністю відповідно 40, 50 і 60 %.

Записуємо умову завдання:

$$M=300 \text{ т}; Z=55 \%; Z_1=40 \%; Z_2=50 \%; Z_3=60 \%.$$

Визначити – m_1 ; m_2 ; m_3 ;

Розв'язок. Знаходимо m_1 .

$$m_1 = 300 \frac{55 - 0,5(50 + 60)}{40 - 0,5(50 + 60)} = 300 \frac{55 - 55}{40 - 55} = 300 \frac{0}{-15}.$$

Висновок. Завдання розв'язку не має. Розрахунки по масі m_1 проводити не можна. Проводимо розрахунки по масі m_2 .

$$m_2 = 300 \frac{55 - 0,5(40 + 60)}{50 - 0,5(40 + 60)} = 300 \frac{5}{0}.$$

Висновок. Розрахунки по масі m_2 проводити не можна.

Ведемо розрахунки по масі m_3 .

$$m_3 = 300 \frac{55 - 0,5(40 + 50)}{60 - 0,5(40 + 50)} = 300 \frac{10}{15} = 200 \text{ т}.$$

Визначаємо маси m_1 і m_2 .

$$m_1 = m_2 = 0,5(300 - 200) = 50 \text{ т}.$$

Перевірочний розрахунки.

$$Z = \frac{50 \cdot 40 + 50 \cdot 50 + 60 \cdot 200}{50 + 50 + 200} = \frac{16500}{300} = 55.$$

Висновок. Розрахунок проведений, вірно.

2. Графічний метод

Графічний метод наочно показує співвідношення частин помольної суміші й дозволяє виключити зайві обчислення, які

можуть зустрічатися при розрахунковому методі знаходження мас компонентів суміші.

Побудови при графічному методі проводяться так само, як і для двох компонентної суміші. Тут також використовують метод зворотних пропорцій.

На прямій лінії (рис. 1) у довільному масштабі відкладаються величини відомих показників. Для більшої наочності через точку значення середньозваженої величини проводиться вертикальна лінія.

Далі зверху проставляється різниця між середньозваженою величиною й величиною кожного з показників.

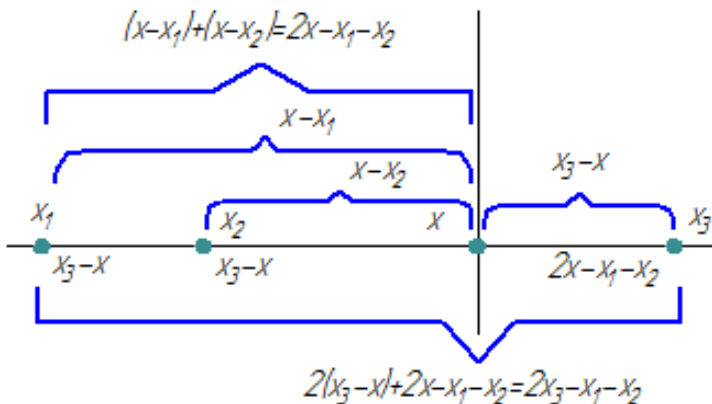


Рис. 1. Графічний метод розрахунків 3-х компонентної помольної суміші

Для тих двох показників, які виявилися по одну сторону від вертикальної риси ці різниці складаються. Ця сума є величиною тієї кількості частин компонента, який перебуває по іншу сторону від вертикальної риси.

Ця величина проставляється знизу під цим компонентом. Це значить, що під компонентом x_3 повинна стояти сума $2x - x_1 - x_2$. Під першими двома компонентами проставляється відповідно значення $x_3 - x$. При цьому обов'язковою умовою є рівність по масі двох компонентів, що перебувають по одну сторону від вертикальної риси.

Просумувавши значення, проставлені під кожним з компонентів, одержимо загальну величину вхідних у помольну суміш компонентів, яка також проставляється знизу.

Після цього визначається маса кожної зі складової помольної суміші. Розрахунки ведеться по формулах:

$$m_1 = M(x_3 - x) / (2x_3 - x_1 - x_2),$$

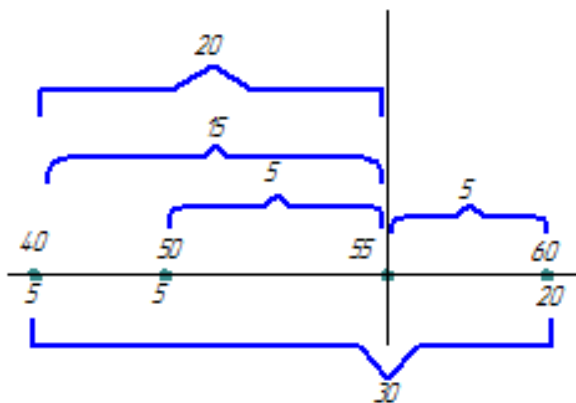
$$m_2 = M(x_3 - x) / (2x_3 - x_1 - x_2),$$

$$m_3 = M(2x - x_1 - x_2) / (2x_3 - x_1 - x_2).$$

Після визначення мас компонентів, що входять у помольну суміш обов'язково перевіряють правильність розрахунків, визначаючи середньозважену величину помольної партії, при цьому використовують ту ж формулу, що й у розрахунковому методі.

Приклад. Скласти помольну суміш масою $M=300$ т, із середньозваженою скловидністю $C=55\%$ із трьох партій зерна зі скловидністю відповідно: $C_1=40\%$, $C_2=50\%$, $C_3=60\%$.

Розв'язок. Проводимо пряму лінію, відкладаємо на ній відповідні значення й проводимо визначення величин складових частин.



Одержуємо: Число частин, що входять у помольну суміш рівно 30. Для маси зі скловидністю 40% обернено пропорційною частиною є величина, що перебуває з іншої сторони від вертикальної лінії, тобто величина 5. Для маси зі скловидністю 50% - аналогічно. Для маси зі скловидністю 60% обернено пропорційною частиною є величина 20.

Визначаємо величини мас помольної суміші.

$$m_1 = m_2 = 300 \cdot 5 / 30 = 50 \text{ т}, m_3 = 300 \cdot 20 / 30 = 200 \text{ т}.$$

Перевірка: $3 = (50 \cdot 40 + 50 \cdot 50 + 200 \cdot 60) / 300 = 55$.

Висновок. Маси помольної суміші визначені вірно.

3. Табличний метод

Табличний метод розрахунків – це зведені в таблицю розрахунки, проведені графічним методом. Так само, як і на графіку в таблиці визначається співвідношення частин компонентів помольної суміші, а визначення мас компонентів проводиться по формулах. При розподілі частин компонентів також використовується метод зворотних пропорцій.

Практично це виглядає в такий спосіб.

Необхідно скласти помольну суміш масою $M=300$ т із середньозваженої скловидністю 55 % із трьох партій зерна зі скловидністю відповідно 40, 50, 60 %.

Записуємо умову завдання: $M=300$, $C=55$ %, $C_1=40$ %, $C_2=50$ %, $C_3=60$ %.

Визначити: m_1 , m_2 , m_3 .

Таблиця розрахунків частин компонентів помольної суміші

Етапи розрахунків	Показники складових частин компонентів і середньозваженої величини партії зерна			
	перший	другий	середньозважений	третій
1. Скловидність, %	40	50	55	60
2. Відхилення показників від середньозваженого	$55-40=15$	$55-50=5$	-	$60-55=5$
3. Розрахункове співвідношення частин компонентів	5	5	-	$15+5=20$
4. Сума частин помольної суміші	$5+5+20=30$			

Визначення мас компонентів

$$m_1 = \frac{300 \cdot 5}{30} = 50 \text{ т}, m_2 = \frac{300 \cdot 5}{30} = 50 \text{ т}, m_3 = \frac{300 \cdot 20}{30} = 200 \text{ т}.$$

Перевірка збіжності середньозваженої величини.

$$z = \frac{50 \cdot 40 + 50 \cdot 50 + 200 \cdot 60}{50 + 50 + 200} = 55\% ,$$

$$M = 50 + 50 + 200 = 300 \text{ т.}$$

Висновок. Розрахунки проведено вірно.

Складання багатокомпонентних помольних сумішей

Продуктивність сучасних борошномельних підприємств становить від 100 до 2200 т зерна на добу. Як ми вже відзначали раніше, склад помольної суміші повинен бути стабільним як можна більш тривалий період часу, але не менш ніж 10 діб. Навіть для комбінатів з мінімальною (100 т) продуктивністю такий запас повинен становити 1000 т. Один силос для зберігання зерна вміщає, приблизно, 70 т. Елементарний розрахунок показує, що для складання 2х компонентної суміші необхідно використовувати зерно з 15 силосів. А це значить, що в кожному з 7...8 силосів повинне знаходитися зерно з однаковими показниками, що зустрічається вкрай рідко. Тому суміші готують із 4х і більш компонентів, рівномірно витрачаючи їх із силосів.

Розрахунки складу багатокомпонентних помольних сумішей можна вести графічним, табличним і розрахунковим методами. Метод складання пропорцій не такий наочний, як графічний або табличний і може привести до помилок при проведенні розрахунків.

При розрахунковому методі визначення вхідних у помольну суміш компонентів розрахунки ведуть по формулах:

$$\begin{cases} M \cdot Q = m_i \left(\sum_{i=1}^k q_i \right) + m_j \left(\sum_{j=1}^l p_j \right) \\ M = k \cdot m_i + l \cdot m_j \end{cases} .$$

Розв'язкою даних рівнянь є вираження 1 і 2 залежно від того, яка маса спочатку визначається ті або тј відповідно.

$$1) \left\{ \begin{array}{l} m_i = M \frac{\sum_{j=1}^l P_j - l \cdot Q}{k \cdot \sum_{j=1}^l P_j - l \cdot \sum_{i=1}^k q_i} ; \\ m_j = \frac{M - k \cdot m_i}{l} \end{array} \right. ; \quad 2) \left\{ \begin{array}{l} m_j = M \frac{k \cdot Q - \sum_{i=1}^k q_i}{k \cdot \sum_{j=1}^l P_j - l \cdot \sum_{i=1}^k q_i} ; \\ m_i = \frac{M - l \cdot m_j}{k} \end{array} \right.$$

де - M – маса помольної суміші, що складається;

Q – середньозважена величина помольної суміші;

m_i – маси компонентів з показниками меншими середньозваженої величини;

q_i – величини показників менші, чим середньозважена величина;

k – кількість компонентів з величиною показника менше, чим середньозважена;

m_j – маси компонентів з показниками більшими середньозваженої величини;

p_j – величини показників більше, ніж середньозважена величина;

l – кількість компонентів з величиною показника більше, ніж середньозважена величина.

Обов'язковими умовами при розв'язку цих рівнянь є наступні умови:

- маси i -тих компонентів рівні між собою і маси j -тих компонентів рівні між собою, але маси i -тих компонентом не дорівнюють масам j -тих компонентів;

- показники мас i -тих компонентів повинні бути менше середньозваженої величини, а показники мас j -тих компонентів повинні бути більше середньозваженої величини ($q_i < Q < p_j$).

Перевірка правильності отриманих рішень, проводиться, визначаючи середньозважену величину й масу помольної партії.

$$Q = \frac{m_i \cdot \sum_{i=1}^k q_i + m_j \cdot \sum_{j=1}^l p_j}{k \cdot m_i + l \cdot m_j}; \quad M = k \cdot m_i + l \cdot m_j;$$

Розрахунки з використанням табличного й графічного методів ведуться аналогічно розрахункам трикомпонентної помольної суміші, доповнюючи таблицю або графік відповідними величинами.

Використовуючи дані методики можна скласти помольні суміші з будь-якою кількістю компонентів.

Контрольні питання

1. З якою метою складають багатоконпонентні помольні суміші?
2. Які існують методи розрахунку багатоконпонентних помольних сумішей?
3. За якою формулою перевіряють вірність проведених розрахунків?

Завдання

Розрахувати склад 3-х компонентної помольної суміші різними методами відповідно до варіантів завдань додатку.

Додаток

Визначити масу вхідних у помольну суміш компонентів розрахунковим, табличним, графічним і методом зворотних пропорцій.

Варіанти завдань для самостійної роботи

Варіанти завдань	Маса помольної партії	Скловидність %			
		Задана	1-й партії	2-й партії	3-й партії
1	31000	50	35	40	60
2	30000	51	40	50	65
3	29000	52	45	60	70
4	28000	53	35	40	60
5	27000	54	40	50	65
6	26000	55	45	60	70
7	25000	56	35	45	70
8	24000	57	40	50	75
9	23000	58	45	55	80
10	22000	59	35	45	70

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александров К.Г. Анатомія рослин, М.: "Вища школа" 1999 -448с.

2. Богомолів О.В., Брагінець М.В., Богомолів О.О. Питання розвитку зернопереробної галузі агропромислового комплексу України. Інженерія переробних і харчових виробництв, №2 (1). Харків – 2017. – С. 8 – 11.

3. Бутковский В.А. Мукомольное производство. - М.: Агропромиздат, 1990. - 382с.

4. Егоров Г.А. Технология муки. Технология крупы. 4-е изд., перераб. и доп. - М.: КолосС, 2005. - 296 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

5. Електронний ресурс: <https://ukrvesi.com.ua/p635947009-vesy-laboratornye-tve.html>.

6. Казаков Е.Д., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. 2-е издание переработанное и дополненное. - М.: «Агропромиздат», 1989. - 368 с.: ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

7. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств /А.А. Виноградова, Г.М. Мелькина, Л.А. Фомичева и др.; Под ред. Л.П. Ковальской. – М: Агропромиздат, 1991. – 335 с.: ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

8. Лобас М.Г. Розвиток зернового господарства України. К.: – 1997. С.447.

9. Методи визначення показників якості продукції рослинництва // Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 12 грудня 2016 року № 540.

10. Мерко І.Т.. Наукові основи і технологія переробки зерна. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. Одеса, 2001 р.

11. Мерко И. Т. Технология мукомольного и крупяного производства, М.: Агропромиздат, 1990. – 288 с.

12. Общая технология пищевых производств /Под ред. Ковалевской Л. П. — М.: Колос, 1993. -384с.

13. Технология переработки зерна. Учебник. Под ред. Г. А. Егорова, изд. 2-е. доп. и перераб. — М.: Колос. 1977. - 376 с.

14. Технологія переробки продукції рослинництва. /Під ред. О.В. Богомоллова, Ф.В. Перцевого. - Харків: Видавництво Навч.-метод. Центру заочного навчання с.-г. ВУЗів України, 2011. - 324 с.

15. Технология хлебопекарного производства /Л.Я. Ауэрман – С.-П.: Профессия, 2005, 146 с.: ил. – (учебное пособие).

16. Шерстюк В.С., Богомоллов О.В. Расчет состава помольных смесей. Вісник ХДТУСГ // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних та харчових виробництв. – Харків: ХДТУСГ, 2001. – Вип.5. - С. 303-317.

17. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов /Под ред. Л.А. Трисвятского. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 415 с.: ил. – (Учебники и ученые пособия для студентов высших учебных заведений).

18. ГОСТ 13586.5-93 Зерно. Метод определения влажности.

19. ГОСТ 27558-87. Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста.

20. ГОСТ 6613-86. Сита металоткані, СЛМ.

21. ДСТУ ГОСТ 27494:2019 Борошно та висівки. Метод визначення зольності (ГОСТ 27494-2016, IDT).

22. ДСТУ 27839-2013 Борошно пшеничне. Методи визначення кількості і якості клейковини.

23. ДСТУ ISO 6645:2004 Борошно пшеничне. Визначення вмісту сухої клейковини (ISO 6645:1981, IDT).

24. ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови».

25. ДСТУ 46.004-99, 2005. Борошно пшеничне. Технічні умови.

26. ДСТУ ISO 21415-1:2009 Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирової клейковини ручним способом (ISO 21415-1:2006, IDT).

27. ДСТУ ISO 21415-2:2009 Пшениця і пшеничне

борошно. Вміст клейковини. Частина 2. Визначання сирії клейковини механічним способом (ISO 21415-2:2006, IDT)

28. ДСТУ ISO 3310-1:2017 Сита. Технічні вимоги та випробування. Частина 1. Сита лабораторні з металевого дроту (ISO 3310-1:2016, IDT).

29. ДСТУ ГОСТ 26361:2019 Мука. Метод определения белизны (ГОСТ 26361-2013, IDT)

30. ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-6:2005 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике (ГОСТ ИСО 5725-6-2003, IDT).

ЗМІСТ

Передмова	3
ТЕМА 1 Вивчення будови зернівки пшениці та жита	5
1.1. Загальні відомості	5
1.2. Форма й будова зерна пшениці	5
1.3. Форма й будова зерна жита (secale)	11
Додаток	18
ТЕМА 2 Визначення вологості борошна	20
2.1. Загальні відомості	20
2.2. Техніка визначення вологості. Стандартний метод	24
2.3. Експрес-метод визначення вологості	26
Додаток	31
ТЕМА 3 Визначення зольності борошна	33
3.1. Загальні відомості	33
3.2. Техніка визначення	34
ТЕМА 4 Визначення крупності помелу борошна	39
4.1. Загальні відомості	39
4.2. Техніка визначення	41
Додатки	45
ТЕМА 5 Визначення органолептичних показників якості борошна	52
5.1. Загальні відомості	52
5.2. Техніка визначення органолептичних показників якості борошна	54
ТЕМА 6 Визначення білості борошна	58
6.1. Загальні відомості	58
6.2. Білість борошна – базові терміни	60
6.3. Основні показники, що використовуються під час дослідження білості борошна	61
6.4. Методика роботи на білізномірі-фотометрі РЗ-БПЛ-ЦМ	62
Додатки	66
ТЕМА 7 Визначення кількості клейковини	76
7.1. Визначення кількості сирої та сухої клейковини в зерні. Загальні відомості	76
7.2. Ручний спосіб відмивання клейковини	78
7.3. Механічний спосіб відмивання клейковини	80

7.4. Визначення вмісту сухої клейковини	85
Додатки	87
ТЕМА 8 Визначення якості клейковини	95
8.1. Загальні відомості	95
8.2. Визначення якості сирої клейковини на приладі ІДК...	97
8.3. Визначення пружності сирої клейковини на приладі ІДК-3М	103
8.4. Визначення розтяжності клейковини	107
8.5. Визначення еластичності клейковини	108
Додатки	111
ТЕМА 9 Розрахунок складу двокомпонентної помольної суміші	119
ТЕМА 10 Розрахунок складу багатоконпонентної помольної суміші	126
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	134

Навчальне видання

Богомолів Олексій Васильович
Шерстюк Валерій Сергійович
Гарник Людмила Петрівна
Гурський Петро Васильович

ПРАКТИКУМ

Визначення якості борошна
та складання помольних сумішей

Підпис. до друку 29.03.2021 р
Формат 60×84 1/16.

Умов. друк. Аркушів – 8. Папір офсетний. Друк офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Наклад 30 прим. Зам. № 104

КП «Міська друкарня»
м. Харків, 61002, вул. Алчевських 44.
Свідоцтво про державну реєстрацію
серія ДК, № 5495, від 22.08.2017