



**Міністерство освіти та науки України
Державний біотехнологічний університет**

Т.В. Гавриш, О.М.Шаніна

Інноваційні технології переробки зерна
Лабораторний практикум

для студентів напрямку підготовки 181 «Харчові технології» другого рівня
вищої освіти (магістр)
освітня програма «Технологія зернопродуктів та зернові ресурси»

Харків
ДБТУ
2024

УДК 637.1(079)

Лабораторний практикум з дисципліни
«Іноваційні технології переробки зерна» для студентів напряму
підготовки 181 «Харчові технології»,
освітня програма «Технологія зернопродуктів та зернові ресурси»,
за освітнім рівнем «магістр»
/ укл. канд.техн.наук, доцент Гавриш Т. В., доктор техн. наук, професор
Шаніна О.М. – Харків: ДБТУ, 2024. – 51 с.

У лабораторному практикумі розглянуто широкий спектр передових методик та інноваційних рішень, що використовуються у сучасній переробці зерна.

Укладачі:

Гавриш Тетяна Володимирівна, канд.техн.наук, доцент
Шаніна Ольга Миколаївна, доктор техн. наук, професор,

Рецензент: Богомолів О.В. доктор техн. наук, професор, завідувач кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв Державного біотехнологічного університету.

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри «Технології хлібопродуктів і кондитерських виробів», протокол № 8 від 22.01.2024 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету переробних і харчових виробництв

Протокол від «19» березня 2024 р. № 5

Призначено для студентів напряму підготовки 181 Харчові технології, за освітнім рівнем «магістр» денної та заочної форми навчання.

© Гавриш Т.В.
Шаніна О.М.,
укладачі
© ДБТУ, 2024

ЗМІСТ

Передмова		4
Лабораторна робота 1	Вивчення впливу процесу озонування на технологічні властивості зерна та борошна	5
Лабораторна робота 2	Визначення режимів магнітної обробки свіжезмеленого пшеничного борошна	13
Лабораторна робота 3	Дослідження процесу дозрівання пшеничного борошна, підданого впливу магнітного поля направленої дії	20
Лабораторна робота 4	Дослідження дії магнітних полів на технологічні властивості зерна та борошна	26
Лабораторна робота 5	Поліпшення властивостей борошна та якості хліба шляхом додавання харчових добавок	29
Лабораторна робота 6	Підвищення ефективності холодного кондиціонування шляхом зміни рН води	32
Лабораторна робота 7	Оцінка точності методів експериментальних досліджень удосконалених драглеподібних систем	35
Література		41
Додатки		42
Тлумачний словник		50

Передмова

Сучасний світ харчової промисловості вимагає постійних змін та удосконалень для забезпечення високої якості та ефективності продукції. Зернові культури відіграють важливу роль у створенні різноманітних продуктів, що задовольняють смакові та дієтичні вимоги споживачів.

Метою цього лабораторного практикуму є ознайомлення із передовими інноваційними технологіями переробки зерна, які дозволяють досягти оптимального використання сировини та підвищити якість готової продукції. Даний практикум надає можливість вивчити та застосовувати новітні методи та прилади для оптимізації виробничих процесів.

Метою лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань, набутих на лекціях, у процесі самостійної підготовки та роботи з навчально-методичною літературою, оволодіння навичками дослідницької роботи, формування у студентів творчого підходу під час вирішення технологічних питань.

В ході лабораторної роботи кожний студент матиме індивідуальне завдання, яке можна виконати тільки в разі досконалого знання теоретичного матеріалу.

Лабораторна робота № 1

Вивчення впливу процесу озонування на технологічні властивості зерна та борошна

Мета: Визначити органолептичні показники якості хліба, навчитись проводити пробну лабораторну випічку

Об'єкт розгляду: зерно та борошно після озонування.

Предмет вивчення: органолептичні показники якості хліба, структурно-механічні показники якості хліба

Обладнання та матеріали: ваги технічні, лабораторний млин У1-ЕМЛ, набір сит, озонатор, прилад ВДК-1, пекарна камера.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Останніми роками в різних сферах народного господарства дедалі більшого поширення набувають різноманітні окиснювачі: хлор і хлорвмісні сполуки, перекис водню, моногідрит сечовини, оцтова кислота та її похідні, озон та інші.

Серед великого розмаїття окислювачів вигідно виділяється природний окислювач - озон. І це не випадково. Причиною такого вибору є те, що озон вирізняється високим окиснювальним потенціалом (поступається лише фтору та нестабільним радикалам), простотою, доступністю, дешевизною та можливістю отримання шляхом електросинтезу з повітря на місці споживання тощо. Але особливо важливим є те, що озон екологічно сумісний і він один (окрім кисню) бере участь у біопроцесах довкілля.

У зв'язку з високим окислювальним потенціалом озон має багато властивостей: бактерицидні, фунгіцидні, віруліцидні, дезодорувальні, інсектицидні, декумуризаційні, стимулювальні тощо.

Це різноманіття властивостей, властивих озону, відкриває великі можливості його широкого застосування в сільському господарстві.

До теперішнього часу роботи, пов'язані з використанням процесів озонування, проводилися в птахівництві та пов'язаними з ним процесами кормовиробництва, переробкою і зберіганням продуктів, утилізацією відходів, зниженням забрудненості довкілля, ветеринарно-санітарним захистом підприємств та ін.

Зараз широке використання озону розповсюджено для поліпшення хлібопекарських властивостей пшеничного борошна.

Для озонування борошна використовують озонатори серії StreamOzone, OzoneAgro, OzoneAir (розробка колективу науковців ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут»). Такі озонатори являються унікальним

обладнанням, яке дозволяє синтезувати озон зі звичайного повітря без додаткової підготовки повітря.

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Провести помел обробленого зерна пшениці (для вар. №№ 1-4.)

Таблиця 1 – Варіанти завдань

Номер варіанту	Вид продукту	Режими озонування	
		концентрація, г/см ³	тривалість, хв.
1	Зерно пшениці	без обробки	
2	Зерно пшениці	0,5	18
3	Зерно пшениці	0,5	30
4	Зерно пшениці	0,5	36
5	Борошно пшеничне	без обробки	
6	Борошно пшеничне	0,5	18
7	Борошно пшеничне	0,5	30
8	Борошно пшеничне	0,5	36

Оброблене зерно пшениці змелюють на лабораторному млині і розсіюють на ситах з номерами, які відповідають крупності обойного борошна.

2. Підготувати наважки рецептурних компонентів для проведення пробного лабораторного випікання.

Для проведення пробного лабораторного випікання студенти роблять наважки всіх рецептурних компонентів (табл. 2) і проводять заміс тіста.

Таблиця 2 – Рецептатура для приготування тіста безопарним способом

Вид сировини	Кількість, г	
	в/с	обойне
Борошно	150,0	150,0
Дріжджі пресовані	4,5	4,75
Сіль	1,95	3,3
Вода	за розрахунком	за розрахунком

Кількість води (m_v) у грамах для випікання хліба визначають за формулою:

$$m_v = \frac{(960 + G_d + G_c) \cdot 100}{100 - W_T} - (m_M + m_d + m_c), \quad (1)$$

де: 960 – суха речовина сортового борошна, г (для обойного борошна беруть 1282,5 г);

G_d – суха речовина дріжджів, г (вологість пресованих дріжджів беруть 75%);

G_c - суха речовина солі, г;

m_M – маса борошна, г;

m_d – маса дріжджів, г;

m_c – маса солі, г;

W_T – вологість тіста, %;

100 – перевідний коефіцієнт, %;

Вологість тіста приймають: з борошна вищого сорту – 43,5 %, першого сорту – 44,5 %, другого – 45,5 %, обойного – 49,0 %.

3. Приготувати тісто для проведення пробної лабораторної випічки.

Для цього необхідну кількість води зважують у ємності для бродіння тіста, потім до ємності вносять дріжджі, сіль і після ретельного перемішування – борошно що досліджується.

Замість ведуть до отримання тіста однорідної консистенції. У процесі бродіння тіста з борошна вищого сорту проводять два обминання через 60 та 120 хв. від початку бродіння, загальна тривалість бродіння тіста 170 хв. Для тіста з обойного борошна обминання проводять через 120 хв. від початку бродіння, загальна тривалість бродіння тіста 210 хв.

Виброжене тісто зважити відмітивши масу тістової заготовки, поділити на два шматки масою 100 г та піддати промінці. Першому шматку тіста надати продовгуватої форми та розмістити у змащену маслом форму, а другому – форму кульки й розмістити на листі.

Форму і лист зі шматками тіста поставити у термостат (температура 35 °С) для вистоювання.

Кінець вистоювання визначають органолептично за станом та зовнішнім виглядом тістових заготовок.

4. Зробити наважки для визначення кількості, якості та гідратаційної здатності сирі клейковини у борошні.

Визначення кількості і якості клейковини проводять за стандартною

методикою.

Для визначення кількості клейковини наважку борошна 25г поміщують у порцелянову чашку і замішують тісто з 14 мл водопровідної води з температурою 18 °С. Після замішування, отримане тісто добре проминають руками, скочують кульку, поміщують у чашку, прикривають склом (для запобігання звітрювання) і залишають на 20хв. При температурі 18 °С, щоб борошно рівномірно наситилось водою. Після чого починають відмивання крохмалю та оболонки. Відмивання ведуть без перерви під цівкою води над густим ситом, спостерігаючи за тим, щоб разом з крохмалем не відмивались частки клейковини.

Вміст сирої клейковини (в %) визначають за формулою:

$$K = m_k * 100 / m_b, \quad (2)$$

де: K – вміст сирої клейковини, %;

m_k – маса сирої клейковини, г;

m_b – маса наважки борошна, г.

Дані вимірювань занести до табл. 3.

Якість сирої клейковини характеризується її кольором і розтягуванням.

Колір визначають після остаточного відмивання клейковини і характеризують її як: світла, сіра, темна.

Для визначення розтягування, клейковину беруть трьома пальцями обох рук і над лінійкою рівномірно розтягують до розриву так, щоб усе розтягування тривало біля однієї секунди. У момент розриву клейковини відзначають довжину, на яку вона розтягнулася.

За результатом розтягування клейковину характеризують: коротка – до 10 см, середня – від 10 до 20 см, довга – понад 20см.

Дані вимірювань занести до табл. 3.

Для визначення пружності клейковини, користуються приладом ВДК, Для цього кульку клейковини масою 4г занурюють на 15 хв у склянку з водою температурою 18-20 °С, після чого розташовують на опорному столику приладу і відпускають пуансон, який стискає клейковину протягом 30с. Показання приладу знімають за допомогою стрілки та шкали або зчитують з електронного табло.

Залежно від показника приладу клейковина характеризується: незадовільно міцна – 0-35; задовільно міцна – 35-50; хороша – 55-75; задовільно слабка – 80-100; незадовільно слабка – 105 і більше.

Дані вимірювання заносять до табл.3.

Таблиця 3 – Показники якості та кількості клейковини

Вид борошна	Вміст сирової клейковини, %	Колір клейковини	Розтяжність клейковини	Гідратаційна здатність клейковини	Пружність клейковини

Гідратаційну здатність клейковини визначають, користуючись значенням вологості клейковини, і обчислюють її за формулою

$$G = \frac{W_{кл} * 100}{100 - W_{кл}}, \quad (3)$$

де G – гідратаційна здатність клейковини, % до маси сухої клейковини. Дані вимірювань занести до табл. 3.

5. Провести пробну лабораторну випічку.

Випікання проводять у печі зі зволоженням пекарної камери, за температури 220 – 230 °С протягом 28 хв. для хліба з сортового борошна та 200 – 210 °С протягом 50 хв. для хліба з обойного борошна.

6. Визначити упікання хліба.

Упік хліба визначається за формулою:

$$Y = \frac{m_t - m_{хл}}{m_t} * 100 \%,$$

де: m_t – маса тіста, г;

$m_{хл}$ – маса хліба, г.

7. Визначити органолептичні показники якості хліба.

Органолептичні показники якості хліба визначають за бальною оцінкою (табл. 2). Максимальна можлива оцінка якості дорівнює 100 балів. Оцінку якості хліба проводять після його остигання, не раніше ніж чим через 4 год. після випікання.

Таблиця 4 – Шкала бальної оцінки показників якості хліба з пшеничного борошна

Показники якості хліба і метод визначення	Бали	Кількісні норми або характеристики якості хліба
Правильність форми формового хліба	5,0	Хліб з куполоподібною верхньою скоринкою
	4,0	Хліб з помітно випуклою верхньою скоринкою
	3,0	Хліб з ледве випуклою верхньою скоринкою
	2,0	Хліб з плоскою верхньою скоринкою
	1,0	Хліб із увігнутою верхньою скоринкою
Колір скоринки	5,0	Від темно-золотистого до коричневого
	4,0	Золотистий чи інтенсивно-коричневий
	3,0	Світло-золотистий чи темно-коричневий
	2,0	Жовтий
	1,0	Блідий або «горілий»
Стан поверхні скоринки	5,0	Бездоганно гладенька, без пухирців і тріщин, підривів, глянцева
	4,0	Досить гладенька, одиничні дрібні пухирці, ледь помітні дрібні короткі тріщини і підриви, глянцева
	3,0	Ледь, шорсткувата, з помітними пухирцями, помітні невеликі тріщини і підриви, глянець слабкий
	2,0	Помітні пухирці, горбиста, крупні тріщини і підриви, помітні рубці, не глянцева, зморщена
	1,0	Розірвана скоринка з впливом м'якушки
Колір м'якушки	5,0	Дуже світлий
	4,0	Світлий
	3,0	Із сіруватим чи жовтуватим відтінком
	2,0	Сіруватий чи жовтуватий
	1,0	Сірувато-чи жовтувато-темний
Аромат (запах) хліба	5,0	Інтенсивно виражений, властивий для хліба
	4,0	Виражений, властивий для хліба
	3,0	Слабко виражений, властивий для хліба
	2,0	Невиражений, ледь сторонній, але приязний
	1,0	Дуже кислий, гіркуватий, сторонній, неприємний
Смак	5,0	Інтенсивно виражений, характерний хлібний
	4,0	Виражений характерний хлібний
	3,0	Недостатньо виражений, характерний хлібний
	2,0	Невиражений, ледь сторонній, але можливий
	1,0	Сильно кислий, гіркуватий, сторонній, неприємний

До таблиці 5 занести бальну оцінку досліджує мого хлібу.

УВАГА!!! Оцінку смаку хліба необхідно проводити після визначення структурно-механічних показників якості.

Таблиця 5 – Органолептична оцінка якості хліба (у балах).

Вид хліба	Бальна оцінка					
	правильність форми формового хліба	колір скоринки	стан поверхні скоринки	колір м'якушки	аромат (запах) хліба	смак

8. Визначити структурно-механічні показники якості хліба.

До структурно-механічних показників хліба відносять: еластичність та шпаристість м'якушки.

При оцінці **еластичності** м'якушки злегка натискають одним пальцем чи двома на поверхню зрізу, вдавлюють м'якушку та, швидко відірвавши палець від поверхні спостерігають за м'якушкою. При повній відсутності залишкової деформації еластичність м'якушки характеризують як хорошу, при наявності незначної остаточної деформації, тобто при майже повному відновленні – середня, при зминанні м'якушки та значній залишкової деформації – поганій.

При визначенні **шпаристості** хліба з середини виробу (м'якушки) вирізають шматок товщиною не менш 7-8 см з м'якушки виробу, на відстані не менш 1см від кірок роблять виїмки циліндром приладу Журавльова. Заповнений м'якушем циліндр вкладають на лоток так, щоб його ободок щільно входив у прорізь, що має лоток. Після цього хлібний м'якушок виштовхують з циліндра дерев'яною втулкою до стінки лотка і відрізають у краю циліндра. Проводять трикратні виїмки. Їх зважують водночас з точністю до 0,01г. Шпаристість X (в %) визначають за формулою:

$$X = \frac{(V - m/p) * 100}{V}, \quad (4)$$

де V – загальний об'єм виїмок, см^3 ;

m – маса виїмок, г;

p – щільність без шпаристої маси м'якушка, г/см^3

Щільність м'якушки дорівнює: з обойного борошна – 1,21; з борошна 1 сорту – 1,31; з борошна 2 сорту – 1,26.

9. Зробити висновки, щодо впливу озонування на органолептичні та фізико-хімічні властивості хліба

Питання для самоконтролю

1. Як дізнатись кількість води для випікання хліба.
2. Як визначити пружність клейковини.
3. Які структурно-механічні показники якості хліба.
4. За якою оцінкою визначають органолептичні показники якості хліба.

Лабораторна робота № 2

Визначення режимів магнітної обробки свіжезмеленого пшеничного борошна

Мета: провести помел зерна та магнітну обробку свіжезмеленого пшеничного борошна.

Об'єкт вивчення: зерно пшениці, обойне борошно, лабораторна магнітна установка “Нуклон СУХ”.

Предмет вивчення: засміченість зернової маси, вихід борошна, крупність борошна, кількість та якість клейковини борошна, режими магнітної обробки.

Обладнання та матеріали: ваги технічні, лабораторний млин У1-ЕМЛ, набір сит, лабораторна магнітна установка “Нуклон”, ємності для зберігання борошна.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Результати багатьох досліджень свідчать про позитивний вплив магнітних полів на обробку різної сировини в харчовій та переробній галузях промисловості. Це зумовило вивчення механізму дії певних конструкцій магнітних установок в світі.

Індукцію магнітного поля (МП) пропонується визначати в центрі магнітного зазору, що одночасно є й геометричним центром відстані між магнітами або магнітом і шунтом, у мілітеслах (мТл). Для магнітних пристроїв 1 класу цей показник визначається в геометричному центрі поверхні постійного магніту тієї площини, з якої стикається омагнічена речовина. Позначення пристроїв на постійних магнітах, що мають конкретну систему по пропонованій класифікації, проводиться, в основному, трьома цифрами:

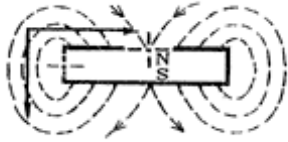
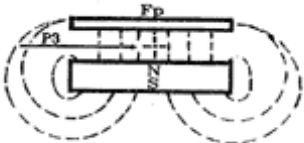
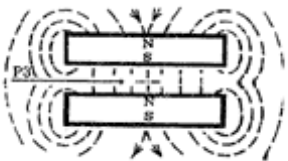
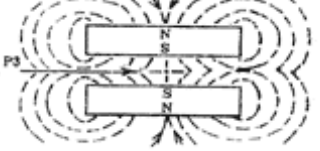
X - перша цифра означає клас;

X - друга - кількість секцій магнітних систем даного класу, перед якою ставиться крапка;

X - третя цифра, перед якою ставиться риска, означає індукцію в центрі зазору в мТл.

По місцю виміру магнітної індукції класифікують магнітні установки на 4 класи (табл.1)

Таблиця 1 - Класифікація пристроїв на постійних магнітах по місцю виміру магнітної індукції

Клас	Секції пристрою
1 клас - "Магніт-атмосфера" МП вільно замкнуте на одному магніті. Робочого проміжку нема МП "вільне"	
2 клас- "Магніт-сталевий шунт", МП замкнуте на феромагнітний шунт. МП у робочому зазорі (РЗ) "напівробоче".	
3 клас - "Магніт-Магніт за погодженням" МП замкнута узгоджено (різнополярно). МП у робочому зазорі - "робоче" (узгоджене).	
4 клас "Магніт-Магніт однойменними полюсами" МП не узгоджено (однойменними полюсами). МП у робочому зазорі - "обурене" (не узгоджене).	

Українськими фахівцями колективного науково-виробничого підприємства «Нуклон - 1» розроблено наступні магнітні установки «Нуклон СУХ»: «Нуклон -Бур» (скорочено «Бур»), «Нуклон - КЛ-У» (скорочено «У»), «Нуклон - КЛ-Х» (скорочено «Х»), які різняться між собою формою магнітів та розташуванням їх полюсів до сировини, яку обробляють.

Лабораторна установка «Нуклон-Кл-Х».

Схема розташування магнітів представлена на малюнку 1.1.

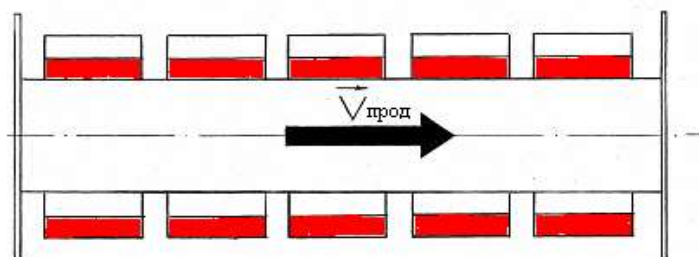


Рис. 1.1 – Схема розташування магнітів УМОЖ «Нуклон-Кл-Х»

Магнітна система являє собою модульну конструкцію. Кількість модулів рівняється п'яти. Кожен модуль конструктивно складається з однієї пари магнітів. Всі магнітні пари розташовуються за схемою «магніт-магніт», різнойменними полюсами друг до друга послідовно вектору швидкості рідини в робочому зазорі.

Магнітна модульна система по ходу руху рідини створює імпульсивне низькочастотне однополярне магнітне поле. Магнітне поле в робочому зазорі активної зони - робоче (погоджене).

Лабораторная установка «Нуклон-Кл-У»

Схема розташування магнітів представлена на малюнку 1.2.

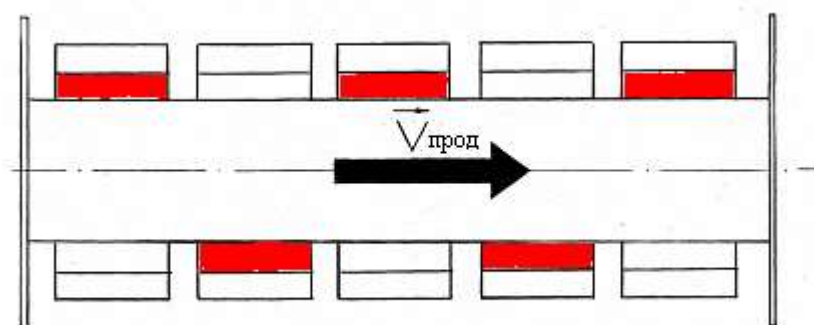


Рис. 1.2 – Схема розташування магнітів УМОЖ “Нуклон-Кл-У”

Магнітна система являє собою модульну конструкцію. Кількість модулів рівняється п'яти.

Кожен модуль складається з однієї пари магнітів. Всі магнітні пари розташовуються за схемою «магніт-магніт» різнойменними полюсами друг до друга послідовно вектору швидкості рідини в робочому зазорі зі зміною напрямку магнітних силових ліній у кожній наступній парі.

Магнітне поле в робочому зазорі активної зони робоче (погоджене).

Магнітна система по ходу руху рідини створює низькочастотне знакозмінне магнітне поле, за формою, що наближається до виду графічної залежності тригонометричної функції - синусоїди.

Лабораторна установка «Нуклон-Бур»

Схема розташування магнітів представлена на малюнку 1.3.

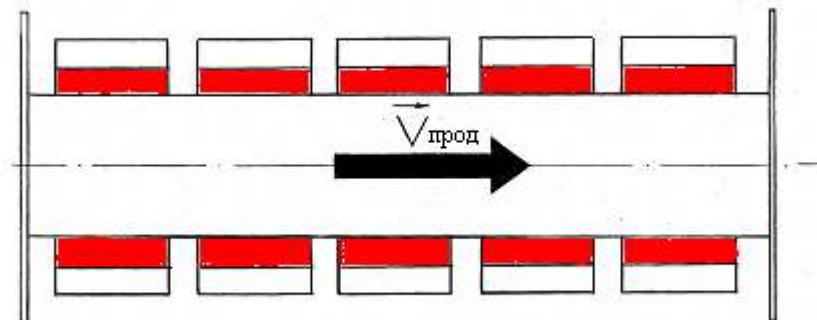


Рис. 1.3 – Схема розташування магнітів УМОЖ “Нуклон-Бур”

Магнітна система являє собою модульну конструкцію. Кількість модулів рівняється п'яти. Кожен модуль конструктивно складається з однієї пари магнітів. Всі магнітні пари розташовуються за схемою «магніт-магніт» однойменними полюсами друг до друга послідовно вектору швидкості рідини в робочому зазорі. Магнітна система по ходу руху рідини не погоджене й створює в робочому зазорі обурене (не погоджене) магнітне поле.

У площині перпендикулярній вектору швидкості потоку напруженість поля не змінюється.

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Підготовка зерна пшениці до помелу.

Взяти наважку зерна (G_1) масою 1000г. Вручну на спеціальній дошці для визначення засміченості відокремити зернову і смітну домішки (G_2) або за допомогою набору лабораторних сит.

Зважити зернову і смітну домішки, результати записати до табл. 2.

Таблиця 2 - Визначення засміченості зерна.

Найменування культури	№ визначення	Маса наважки зерна, г	Маса домішок, г	Вміст зернової домішки, %		Вміст смітної домішки, %	
				факт	норм	факт	норм
Пшениця	1						
	2						

Для визначення засміченості зерна користуватись формулою 1:

$$z = \frac{G_2}{G_1} \times 100, \quad (1)$$

Середнє значення засміченості (Z_{cp} ,%) визначити за формулою 2:

$$Z_{cp} = \frac{Z}{n} \quad (2)$$

де: n – кількість визначень.

2. Помел зерна.

1. Змолоти зерно пшениці на лабораторному млині У1-ЕМЛ (див. інструкцію проведення розмолу пшениці на лабораторному млині У1-ЕМЛ)
2. Розрахувати вихід обойного борошна.
3. Встановити за допомогою сит кількість висівок (к масі зерна)
4. Визначити крупність помелу через сита (додаток 1). Порівняти отримані дані за табл. 3.

Таблиця 3 – Ознаки та показники якості борошна пшеничного хлібопекарського

Борошно пшеничне хлібопекарське	Крупність		Вміст клейковини, %, не менше
	Залишок на шовковому ситі, № %, не більше	Прохід шовкового сита, № %	
1	2	3	4
Борошно хлібопекарське крупчатка:			
вищий гатунок	23/2	23/10 не більше	30 не нижче другої групи
перший гатунок	43/5	-	28 не нижче другої групи
другий гатунок	35/2	43/80 не менше	30 не нижче другої групи
обойне борошно	27/2	38/65	25 не нижче другої групи
	067/2	38/35 не менше	20 не нижче другої групи

3. Магнітна обробка борошна.

1. Обґрунтувати вибір режимів обробки на лабораторній магнітній установці “Нуклон СУХ”.

Вихідні дані магнітної обробки наведені в табл. 4

Варіанти завдань занести в табл. 5

Таблиця 4 – Вихідні дані для магнітної обробки борошна

№ п/п	Фактор	Режим обробки
1	Вид магнітної установки	“Нуклон - Бур”
		“Нуклон - КЛ-Х”
		“Нуклон - КЛ-У”
		Комбінована обробка:
		“Нуклон - КЛ-Х” - “Нуклон - КЛ-У” - “Нуклон - КЛ-Х”
		“Нуклон - КЛ-У” - “Нуклон - КЛ-Х” - “Нуклон - КЛ-У”
2	Кратність обробки борошна через магнітну установку, раз	3
		6
		10
3	Температура борошна, °С	+4
		+18

Таблиця 5 – Визначення виду магнітної установки та режимів обробки

№ варіанту	Вид магнітної установки	Кратність обробки, раз	T, °С	Схематичне зображення
1				
2				
3				
4				
5				

2. Провести магнітну обробку згідно з варіантом (маса наважки для 1 варіанта - 50г)

3. Зробити наважки для визначення кількості, якості та гідратаційної здатності сирої клейковини у борошні. Дані занести до табл.6.

Таблиця 6 – Показники якості та кількості клейковини

Вид борошна	Вміст сирої клейковини, %	Колір клейковини	Розтяжність клейковини	Гідратаційна здатність клейковини	Пружність клейковини

4. Підготовка зразків борошна для дозрівання.

Закласти зразки борошна в текстильну тару (мішечки) для дозрівання. Розмістити на стелажі в темне місце. Температура приміщення – 5-15⁰С, відносна вологість – 60-75%.

5. Висновки по роботі.

Питання для самоконтролю

1. Навести основні операції підготовки зерна до помелу?
2. Які повинні бути оптимальні умови зберігання борошна?
3. У чому сутність визначення крупності помелу борошна?

Лабораторна робота № 3

Дослідження процесу дозрівання пшеничного борошна, підданого впливу магнітного поля направленої дії

Мета: дослідження зміни показника газоутворювальної здатності під час дозрівання борошна пшеничного, підданого магнітній обробці направленої дії.

Об'єкт вивчення: борошно пшеничне, що дозріває (піддане обробці магнітним полем направленої дії та без обробки).

Предмет вивчення: показник - газоутворювальна здатність борошна.

Обладнання та матеріали: борошно пшеничне, що дозріває (оброблене магнітним полем направленої дії та без обробки), ваги технічні, прилад Яго-Островського, духова шафа, мірний циліндр.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

У формуванні високоякісної хлібобулочної продукції істотну роль грають властивості пшеничного борошна - сировини, якість якого залежить від погодно-кліматичних й агротехнічних умов вирощування й збору врожаю, режимів зберігання й технологічних схем переробки зерна й подальшого його дозрівання. Свіжезмелене борошно, особливо зі свіжезібраного зерна, дає з високою за якістю зерна хліб з низькими якісними показниками. Таке борошно відрізняється підвищеною активністю ферментів, відносно слабкою клейковиною, має низьку водопоглинальну здатність. Тісто липке на дотик, швидко розжизжається при виброджуванні, має підвищену активність ферментів і низьку газоутворювальну здатність. При цьому змінюється вологість борошна залежно від параметрів навколишнього повітря; колір її стає світліше в результаті дії ліпоксігенази, що викликає окислювання й знебарвлення каротиноїдів; збільшується кислотність в основному за рахунок розкладання жиру й утворення жирних кислот, а також у результаті нагромадження інших кислотореагуючих речовин (кислих фосфатів, продуктів гідролізу білків й ін.).

Наслідком зростання кислотності є глибокі зміни у білків, зміцнення структурно-механічних властивостей клейковини, зменшення її розтяжності й збільшення пружності. Слабка безпосередньо після млива клейковина при дозріванні здобуває властивості середньої; середня по силі стає сильною, а сильна - дуже сильною. Дозрівання пов'язане з окисними процесами, що викликають ущільнення часток клейковини за рахунок виникнення додаткових дисульфідних водневих й інших зв'язків.

Хліб отриманий зі свіжезмеленого борошна має малий об'єм, липку м'якушку та знижену шпаристість. Тому в хлібопеченні його використання

не доцільне.

Для поліпшення хлібопекарських властивостей борошно піддають „відлежки”, тривалість якого становить 45-60 діб. Впродовж цього періоду відбуваються складні фізико-хімічні процеси, що сприяють покращенню хлібопекарських властивостей борошна.

У період збору зерна нового врожаю на хлібокомбінати може надходити борошно безпосередньо після млива, тому потрібен певний час для її дозрівання й поліпшення хлібопекарських властивостей. Часто відсутність ємностей і тривалість дозрівання не дозволяють довго зберігати свіжезмелене борошно, і воно надходить на виробництво, що приводить до деякого зниження якості хліба.

У зв'язку з цим важливе значення має завдання скорочення часу дозрівання борошна для одержання якісного продукту.

На сьогоднішній день для поліпшення технологічних властивостей свіжезмеленого борошна використовують хімічні поліпшувачі окисної дії, такі, як аскорбінова кислота, бромід калію, пероксид кальцію.

Для інтенсифікації процесів дозрівання борошна застосовують наступні способи: пневматичне переміщення борошна, безтарне зберігання та транспортування, активне аерування теплим повітрям, прогрівання інфрачервоним випромінюванням.

Стан вуглеводно-амілазного комплексу борошняної сировини характеризується газоутворювальною здатністю борошна та активністю амілолізу в тісті.

Для визначення газоутворювальної здатності моделюють процеси бродіння у хлібопекарському тісті, виключаючи можливий вплив якості дріжджів, і вимірюють загальний об'єм вуглекислого газу за 5 год бродіння. Порівнюють з нормативами.

Під газоутворювальною здатністю борошна розуміють кількість кубічних сантиметрів діоксиду вуглецю, виділеного при 30 °С за 5 год бродіння тіста із 100 г борошна, що досліджується (вологістю 14,0 %), 60 см³ води та 10 г пресованих дріжджів.

Методика газоутворення

1.Заміс тіста. Готують тісто зі 100 г борошна вологістю 14,0%, 60 см³ води і 10 г пресованих дріжджів. Температуру води розраховують за формулою (1), виходячи із заданої температури тіста 30 °С. Якщо вологість борошна не відповідає 14,0 %, його кількість перераховують, базуючись на вимозі, що тісто повинне не містити 86 г сухих речовин, за формулою

$$G_6 = \frac{86 \cdot 100}{100 - W_6} \quad (1)$$

де :

G_6 - кількість борошна на заміс тіста, т;

86 - кількість сухих речовин у тісті, г;

W_6 - вологість борошна, %.

Замішане тісто закачують у джгутик, опускають у колбу 1 об'ємом 500мл і зминають скалкою. Посудину з тістом закривають гумовою пробкою з трубкою, що з'єднує її з колбою 2, заповненою насиченим розчином хлориду натрію і ставлять у духову шафу PYRAMIDA (підтримують температуру 30 °С), при змозі - краще за допомогою термостата 5. Діоксид, що виділяється під час бродіння тіста в посудині 4, надходить у посудину 2 з хлоридом натрію і витісняє його у мірний циліндр 3. Газоутворювальну здатність борошна визначають за кількістю витісненого хлориду натрію протягом 5 год бродіння.

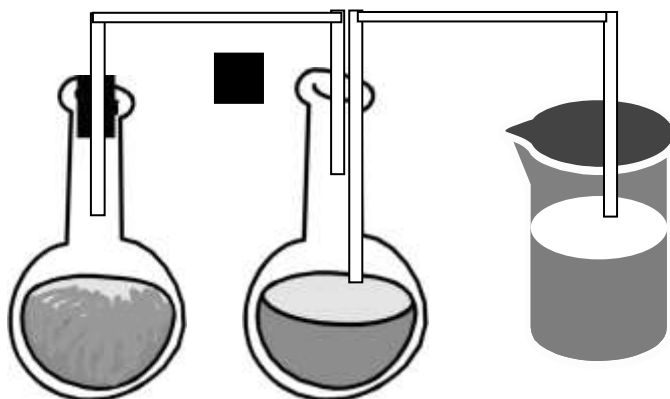


Рис.1.1 – Схема приладу Яго-Островського для визначення газоутворювальної здатності: 1 – колба з тістом, 2 – колба з насиченим розчином хлориду натрію, 3 – мірний циліндр.

Аналіз результатів випробувань зручно проводити після їх графічного оформлення. Для цього будують графік залежності кількості діоксиду вуглецю, виділеного з тіста, в перерахунку на 100 г борошна ($\text{см}^3/100\text{г}$) від тривалості бродіння (год), а також графік динаміки газоутворення ($\text{см}^3 \text{CO}_2/100\text{г} \cdot \text{год}$) у процесі бродіння (рис. 1.1).

Останній графік чітко відображає перехід дріжджів на зброджування мальтози. Аналіз цього графіка дозволяє прогнозувати активність газоутворення в тісті у період вистоювання, а також визначати оптимальний

момент для оброблення тіста.

Вважають, що оскільки другий екстремум цього графіка пов'язаний з подальшим дефіцитом у середовищі мальтози, в момент його досягнення слід припинити бродіння тіста. Така тривалість дозрівання тіста відповідає найкращій якості хліба.

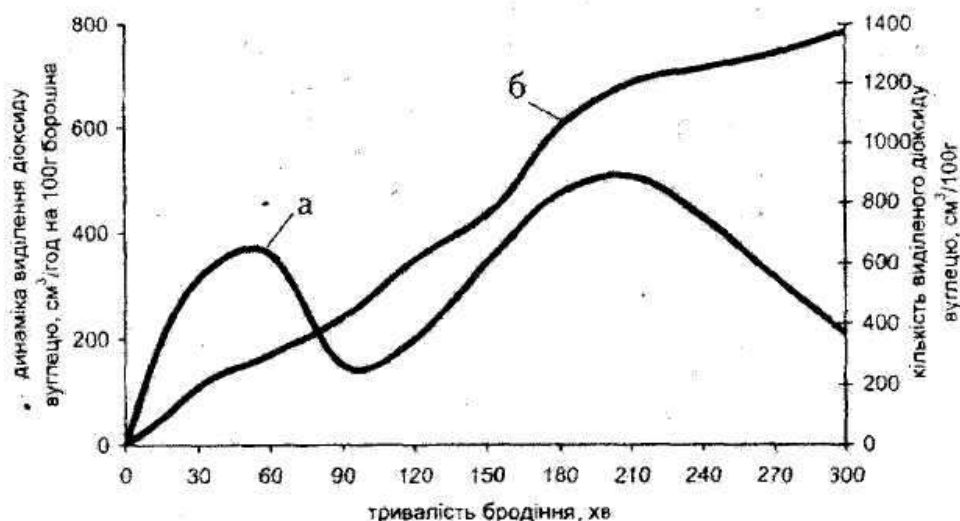


Рис.1.2 – Графіки виділення діоксиду вуглецю в часі: а – динаміка газоутворення; б – сумарне газоутворення за 5 годин бродіння тіста.

Графік (б) на рис. 1.2 побудований за накопичувальним принципом. Загальна кількість діоксиду вуглецю, виділеного за 5 год бродіння тіста, дає змогу оцінити борошно за його газоутворювальною здатністю. Якщо за 5 год бродіння виділилось менше ніж 1300 см^3 газу, вважають, що борошню «міцне на жар», тобто має низьку газоутворювальну здатність. Якщо виділилось від 1300 до 1800 см^3 газу, борошно має середню газоутворювальну здатність, більшу ніж 1690 см^3 – підвищену газоутворювальну здатність.

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Підготувати зразки тіста для визначення газоутворювальної здатності борошна, згідно описаної вище методики. Провести виміри кількості виділившогося діоксиду вуглецю протягом 5 годин через кожні 10 хвилин*.

2. Результати експериментальних досліджень занести в таблицю 1.

Таблиця 1 – Результати експериментальних досліджень

Найменування зразка	Кількість диоксиду вуглецю, см ³

3. Розрахувати сумарне газоутворення та швидкість газоутворення. Побудувати графіки (рис.1.2)

4. Побудова графіків. Для визначення сумарного газоутворення об'єм вуглекислого газу помножують на чотири (для перерахунку на 100 г борошна) та будують графік залежності кількості діоксиду вуглецю, виділеного з тіста, на 100 г борошна (см³/100г) від тривалості бродіння (год).

На динаміку газоутворювальної здатності впливає барометричний тиск у приміщенні та температура. Для побудови графіку динаміки газоутворення необхідно провести перерахунок за формулою 1.2, враховуючи ці параметри.

$$V_0 = \frac{V_t \cdot 273,15 \cdot B}{0.1 \cdot (273.15 + t)} \quad (2)$$

де V_0 – об'єм CO₂, приведений до нормальної температури і нормального тиску, см³;

V_t – об'єм CO₂, що виділився при температурі дослідження (°C) і барометричному тиску B , см³;

B – барометричний тиск у приміщенні, Па;

t – температура, при якій проводився дослід, °C.

5. Перевірити абсолютну та відносну погрешності, точність проведення експериментальних досліджень по варіанту.

* – один із варіантів робить експериментальні дослідження у 3-х кратній повторності.

4. Зробити висновок по роботі, рекомендації по режимам обробці борошна магнітним полем направленої дії.

Питання для самоконтролю

1. Що характеризує газоутворювальна здатність борошна?
2. За якою методикою визначають газоутворювальну здатність

борошна?

3. Які фактори впливають на динаміку газоутворювальної здатності борошна?
4. На яких приладах визначають газоутворювальну здатність борошна?
5. Які процеси відбуваються при дозріванні та старінні борошна, їх вплив на якість?
6. Які мають бути оптимальні умови зберігання борошна.

Лабораторна робота № 4

Дослідження дії магнітних полів на технологічні властивості зерна та борошна

Мета: навчитись визначати термін омагнічування зерна та борошна для покращення технологічних властивостей

Об'єкт розгляду: зерно та борошно оброблене магнітними полями

Предмет вивчення: технологічні властивості зерна та борошна

Обладнання та матеріали: зерно пшениці, пшеничне борошно, ваги технічні, лабораторний млин У1-ЕМЛ, набір сит, прилад ВДК-1, прилад Чижової.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

В основі численних прийомів практичного використання магнітної обробки водних систем лежать, природно, певні зміни їх фізичних і фізико-хімічних властивостей. Виявленню таких змін присвячена велика кількість досліджень, як у нашій країні, так і за рубежом.

Магнітна обробка полягає в короткочасному впливі поля на оброблювану систему, після чого остання повертається до умов, що існували до обробки.

Щоб мати подання про можливість зміни водних систем у кожному окремому випадку й використати нестійкі стани, що досягаються магнітною обробкою, необхідно знати, як і в якому напрямку змінюються властивості оброблюваних систем під впливом магнітного поля.

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Провести помел обробленого зерна пшениці (для вар. №№ 1-4).

Таблиця 1 – Варіанти завдань

Номер варіанту	Вид продукту	Режими магнітної обробки	
		вид магнітної установки	тривалість, сек.
1	Зерно пшениці	без обробки	
2	Зерно пшениці	Нуклон СУХ-Х	1
3	Зерно пшениці	Нуклон СУХ-Х	3
4	Зерно пшениці	Нуклон СУХ-Х	10
5	Борошно пшеничне	без обробки	
6	Борошно пшеничне	Нуклон СУХ-Х	1

7	Борошно пшеничне	Нуклон СУХ-Х	3
8	Борошно пшеничне	Нуклон СУХ-Х	10

Оброблене зерно пшениці змелюють на лабораторному млині і розсіюють на ситах з номерами, які відповідають крупності обойного борошна.

2. Підготувати наважки рецептурних компонентів для проведення пробного лабораторного випікання (Додаток 2).

3. Приготовити тісто для проведення пробної лабораторної випічки (Додаток 2).

4. Зробити наважки для визначення кількості, якості та гідратаційної здатності сирої клейковини у борошні (Додаток 3).

Таблиця 2 – Показники якості та кількості клейковини

Вид борошна	Вміст сирої клейковини, %	Колір клейковини	Розтяжність клейковини	Гідратаційна здатність клейковини	Пружність клейковини

5. Провести пробну лабораторну випічку.

6. Визначити упік хліба (Додаток 4).

7. Визначити органолептичні показники якості хліба (Додаток 5).

До таблиці 3, занести бальну оцінку досліджує мого хлібу.

УВАГА!!! Оцінку смаку хліба необхідно проводити після визначення структурно-механічних показників якості.

Таблиця 3 – Органолептична оцінка якості хліба (у балах).

Вид хліба	Бальна оцінка					
	правильність форми формового хліба	колір скоринки	стан поверхні скоринки	колір м'якушки	аромат (запах) хліба	смак

8. Визначити фізико-хімічні показники якості хліба (Додаток 6).

9. Зробити висновки, щодо впливу магнітної обробки на органолептичні та фізико-хімічні властивості хліба.

Питання для самоконтролю

1. Використання магнітної обробки
2. Пристрої магнітної обробки
3. Принцип дії магнітної обробки на властивості борошна.
4. Визначення впливу магнітної обробки на властивості готового виробу

Лабораторна робота № 5

Поліпшення властивостей борошна та якості хліба шляхом додавання харчових добавок

Мета: вивчення впливу харчових добавок, що поліпшують властивості борошна та якість хліба

Об'єкт розгляду: різні види поліпшувачів

Предмет вивчення: технологічні властивості борошна та якість хліба

Обладнання та матеріали: борошно пшеничне, хлібопекарські поліпшувачі, ваги технічні, прилад ВДК-1, прилад Чижової, пекарська камера.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

У хлібопекарській промисловості багатьох країн уже майже століття вносять у тісто добавки, які поліпшують якість хліба – об'єм, формостійкість, структуру пористості м'якушки, тривалість зберігання.

При використанні харчових добавок повинна бути забезпечена відсутність токсичної, канцерогенної, алергенної чи іншої несприятливої дії на організм людини.

На цей час у різних країнах світу у виробництві харчових добавок застосовується більше 500 різних добавок, без врахування ароматизаторів, комбінованих добавок.

Згідно кодексу міжнародних організацій ФАО-ВОЗ існує система кодифікації добавок. Кожній добавці присвоєно три- або чотиризначний номер з літерою Е, який застосовується у сполученні з назвою класів.

Всі харчові добавки поділені на 23 класи: регулятори кислотності, антиокисники, консерванти, емульгатори тощо.

У хлібопекарському виробництві харчові добавки здебільшого використовують з метою:

- покращання якості продукції при переробці борошна з низькими хлібопекарськими властивостями;
- інтенсифікації технологічного процесу;
- покращання СМВ тіста;
- подовження тривалості зберігання виробів;
- надання виробам певних функціональних властивостей.

Залежно від призначення і принципу дії харчові добавки, що застосовуються у хлібопеченні, можна об'єднати в кілька груп: добавки окисної дії, відновної дії, ФП, ПАР, структуроутворювачі, органічні кислоти, мінеральні солі, ароматизатори, підсолоджувачі, консерванти, комплексні поліпшувачі.

В умовах України мабуть першочергове значення має використання

добавок з метою регулювання хлібопекарських властивостей борошна.

Технологічні заходи, що застосовуються при переробці борошна з низькими хлібопекарськими властивостями, такі, як зниження вологості напівфабрикатів, зміна кислотного і температурного режимів тощо, здебільшого призводять до зменшення виходу хліба, тобто до прямих втрат.

Більш ефективним є застосування добавок. При переробці борошна зі слабкою клейковиною доцільно застосовувати добавки окисної дії. У світовій практиці використовують йодат калію, персульфат амонію, аскорбінову кислоту. В умовах України доступною для застосування є аскорбінова кислота Е-300. Її присутність у хлібі відповідає вимогам гігієни харчування. Як відновник за своєю хімічною природою в тісті під дією ферменту аскорбінат оксидази вона окислюється в дегідроаскорбінову кислоту, що діє як окисник, її додають 0,006-0,01 % до маси борошна.

Хімізм взаємодії окисників з компонентами тіста повністю не розкритий. Вважається, що вони окислюють сульфгідрильні групи білків, внаслідок чого молекула білка ущільнюється. Поряд з цим знижується активність ферментів, інактивується глютатіон, клейковина укріплюється.

Укріплюючи клейковину, окислювачі підвищують її спроможність до гідратації. Це обумовлює підвищену водопоглинальну здатність тіста.

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Отримати досліджувані зразки борошна (для вар. №№ 1-4).

Таблиця 1 – Варіанти завдань

Номер варіанту	Склад зразка
1	Борошно пшеничне сильне (без добавок)
2	Борошно пшеничне слабе (без добавок)
3	Борошно пшеничне слабе з додаванням 0,001% аскорбінової кислоти до маси борошна
4	Пшеничне слабке

2. Підготувати наважки рецептурних компонентів для проведення пробного лабораторного випікання.

3. Приготовити тісто для проведення пробної лабораторної випічки.

Для цього необхідну кількість води зважують у ємності для бродіння

тіста та покращувачи, потім до ємності вносять дріжджі, сіль і після ретельного перемішування борошно.

4. Зробити наважки для визначення кількості, якості та гідратаційної здатності сирої клейковини у борошні.

Дані занести в табл.2.

Таблиця 2 – Показники якості та кількості клейковини

Вид борошна	Вміст сирої клейковини, %	Колір клейковини	Розтяжність клейковини	Гідратаційна здатність клейковини	Пружність клейковини

5. Провести пробну лабораторну випічку.

6. Визначити упік хліба.

7. Визначити органолептичні показники якості хліба.

УВАГА!!! Оцінку смаку хліба необхідно проводити після визначення структурно-механічних показників якості.

Таблиця 3 – Органолептична оцінка якості хліба (у балах).

Вид хліба	Бальна оцінка					
	правильність форми формового хліба	колір скоринки	стан поверхні скоринки	колір м'якушки	аромат (запах) хліба	смак

8. Визначити структурно-механічні показники якості хліба.

9. Зробити висновки, щодо впливу харчових добавок на поліпшення властивостей борошна та якість хліба.

Питання для самоконтролю

1. Асортимент харчових добавок
2. Використання харчових добавок у хлібопекарському виробництві.
3. Групи харчових добавок в залежності від призначення і принципу дії.
4. Принцип дії аскорбінової кислоти

Лабораторна робота № 6

Підвищення ефективності холодного кондиціонування шляхом зміни рН води

Мета: вивчити вплив рН середовища на зволоження зерна

Об'єкт розгляду: зерно зволожене з різним рН середовища

Предмет вивчення: зволожене зерно

Обладнання та матеріали: зерно пшениці, органічні кислоти, ваги технічні, термомерт, пурка, діафаноскоп, прилад ВДК-1.

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Вивчити фактори, що впливають на ефективність воднотеплової обробки зерна: рН середовища та тривалість.

Необхідно підготувати по 10 наважок зерна (вагою 10 г у марлевих мішечках) для кожного варіанту завдань (табл.1). Розмістити їх по 10 шт. у п'ять ємкостей для зволоження, залити водою з температурою 20°C, підтримуючи заданий температурний режим протягом усього періоду зволоження.

Таблиця 1 – Варіанти завдань

Номер варіанту	Значення рН води, у якій набухає зерно
1	рН 7
2	рН 5
3	рН 3
4	рН 9
5	рН 11

Для вимірювання показників маси та об'єму через заданий інтервал часу (через 2, 5, 10, 20 хв. і потім через кожні 20 хв.) дістати по одній наважці з ємкостей для зволоження. Провести вимірювання показників: прирощення вологи (у г) та прирощення об'єму (см³ або мл).

Прирощення вологи визначати ваговим методом за різницею маси зразка між вимірюваним та попереднім значенням.

Прирощення об'єму визначати наступним чином. Підготувати скляну або полімерну прозору ємкість (на 200мл з градуйованою шкалою ціною поділки 5 мл) з піском або іншим сипким матеріалом на рівні 100 мл. Зволожену наважку зерна звільнити від марлі, ретельно підсушити його поверхню ганчіркою, змішати з піском або сипким матеріалом. Перенести

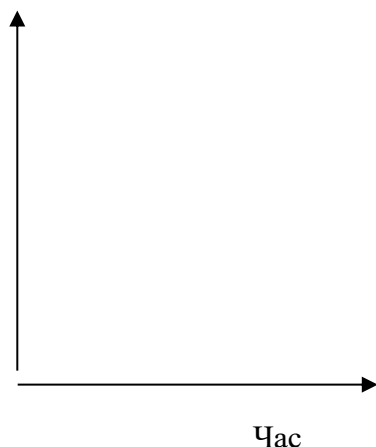
суміш до градуйованої ємкості і визначити об'єм суміші. Прирощення об'єму розрахувати як різницю між цими двома вимірюваннями.

Дані навести в таблиці 2 та у вигляді графіків для кожного варіанту зерна (рис.1,2), на яких відобразити по п'ять кривих відповідно до вивчених значень рН середовища.

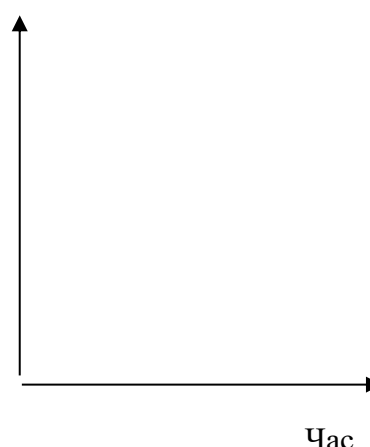
Таблиця 2 – Результати досліджень процесів водопоглинання різними зразками зерна

Тривалість відлежування, хв	Прирощення маси наважки зерна, г, за рН середовища					Прирощення об'єму зерна, мл, за рН середовища				
	7	5	3	9	11	7	5	3	9	11
2										
5										
10										
20 і т.д.										

Прирощення



Прирощення об'єму,



2. Визначити в досліджуваних зразках зерна показники натурності, скловидності, стискаємості клейковини. Результати вимірювань занести в табл.3.

3. Зробити висновки про інтенсивність водопоглинання зерна за різних значень рН середовища.

Таблиця 3 - Оцінка якості зерна та його здатності до водопоглинання за різних значень рН середовища

Значення рН середовища	Показники якості зерна			Максимальне прирощення вологи, %	Максимальне прирощення об'єму, %
	скловидність, %	натура, г/л	стискаємість клейковини, од.пр.		
7					
3					
5 і т.д.					

Питання для самоконтролю

1. Який температурний режим води потрібно підтримувати протягом усього періоду зволоження.
2. Як визначити прирощення вологи за різницею маси зразка між вимірюваним та попереднім значенням.
3. Як рН води впливає на здатність зерна до водопоглинання.

Лабораторна робота № 7

Оцінка точності методів експериментальних досліджень удосконалених драглеподібних систем

Мета роботи: визначити значення міцності драглеподібних систем із застосуванням первинної математичної обробки результатів експерименту

Об'єкт розглядання: драглеподібні системи

Предмет розглядання: показник міцності драгля, середнє арифметичне значення вимірюваного параметру, абсолютна помилка, дисперсія, середньоквадратична помилка.

Обладнання та матеріали: ваги технічні, агар, склянки об'ємом 50 мл.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Ветеринари і власники домашніх тварин рекомендують харчування, що повністю або значною мірою складається з консервованого корму або натуральної їжі, вказуючи на більш високий вміст вологи в таких продуктах. Це призводить до збільшення споживаної кількості вологи (порівняно з сухим кормом), що корисно для здоров'я тварини. Консервований корм також містить значно менше зернових та інших побічних складових, що містять вуглеводи.

Формування комплексу структурно-механічних властивостей консервованої комбікормової продукції є необхідним як з точки зору раціональної організації технологічного процесу їх виробництва, так і для споживачів продукції. Певні реологічні властивості проміжних та кінцевих продуктів залежать від режимів роботи технологічного обладнання; вони гарантують збереження якості продукції під час її реалізації або транспортування. Крім того, структура є однією з найважливіших характеристик консистенції при їх споживанні.

Драглеподібні системи мають властивості напівтвердих тіл. Серед цих властивостей найбільш важливою в теоретичному та практичному плані характеристикою є міцність драглів. Цей показник забезпечується реалізацією драглеутворювальної здатності сировини, завдяки якій утворюється драглеподібна структура.

Драглеутворювальна здатність відноситься до тих функціональних властивостей вуглеводних біополімерів, які в даний час можна трактувати на молекулярному рівні. Для утворення полісахаридного драгля ланцюгові молекули повинні організуватися в просторову сітку, в осередках якої був би розчинник (вода).

Драгли – це обмежено набухлі полімери, їх можна розглядати як окрему форму еластичних гелів. Вони утворюються з розчинів полісахаридів червоних морських водоростей, які самовільно втрачають плинність і переходять в систему з певними властивостями твердого тіла (драгли). Причиною такого фазового переходу «рідина – тверде тіло» є виникнення зв'язків між макромолекулами за рахунок певних молекулярних контактів. У розчині починають утворюватися короточасні асоціати внаслідок взаємодії гідрофільних ділянок макромолекул, а також за рахунок молекулярних контактів між гідрофобними ділянками різних молекул. Коли час існування асоціатів стає досить тривалим, то система з утвореною просторовою сіткою починає виявляти властивості твердої фази. Драглеутворення відбувається тоді, коли ланцюг макромолекул формує сітку, здатну утримувати дисперсійне середовище. Такі драгли за своїм складом – чиста рідина, але з властивостями, притаманними твердому фізичному тілу.

Процес драглеутворення з розчинів агару починається з неупорядкованих витків, які через лівообертальну подвійну спіраль та водневі зв'язки утворюють основу для макросітки, що й надає драглу міцності (рис. 1). На користь цього твердження додавання реагентів, здатних зв'язувати протони, яке перешкоджає формуванню водневих зв'язків і формуванню драглів.

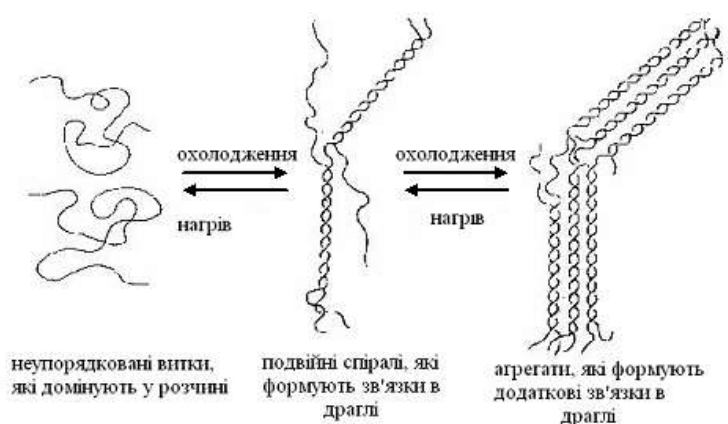


Рис. 1 – Умовна схема механізму утворення драглів агару

Накопичено наукові дані щодо факторів, здатних поліпшувати протікання процесу драглеутворення, а саме:

- лужна обробка збільшує міцність драглів карагенану за рахунок перетворення сульфатних залишків на ангідриди, що збільшує гідрофобність системи;
- солі-модифікатори змінюють загальний заряд макромолекул до оптимального значення, утворюючи більш міцні драгли;
- поліатомні спирти підвищують ступінь воденезв'язаності системи та виявляють драглеукріплювальну дію;

3	1% агар+10% цукор												
4	1% агар+15% цукор												
5	1% агар+20% цукор												
6	1% агар+25% цукор												
7	1% агар+30% цукор												

2. Здійснити математичну обробку результатів експерименту. Для цього визначити середнє арифметичне значення вимірюваного параметру, відхилення від середнього значення для кожного результату (абсолютну помилку), дисперсію та стандартне відхилення отриманих результатів (середньоквадратичну помилку). Результати математичної обробки оформити у табл.2.

Таблиця 2 – Дані математичної обробки результатів експерименту по дослідженню міцності драглеподібних систем

№ з/п	y_k	$y_k - \bar{y}$	$(y_k - \bar{y})^2$
1	2	3	4
1	$y_1 =$		
2	$y_2 =$		
3	$y_3 =$		
k	$y_k =$		
	$\Sigma(y_k) =$		$\Sigma(y_k - \bar{y})^2 =$
	$\bar{y} =$		
	$S^2 =$		
	$\delta =$		
	$\sigma =$		

Для оцінки надійності одержаних результатів необхідно встановити довірчий інтервал вимірюваного параметру та відносну помилку за формулами 1-3

$$\bar{y} - \delta < y_0 < \bar{y} + \delta \quad (1)$$

$$\delta = \frac{S \cdot t_{\alpha}}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

де S - оцінка стандартного відхилення, яку знайдено раніше

n - число дослідів;

t_{α} - критерій Ст'юдента.

$$\sigma = \frac{\delta \cdot 100}{y} \quad (3)$$

Виключити грубі помилки за допомогою критерію Ст'юдента, користуючись формулами 4-5 та табл. 3

$$t_p = \frac{y_k - \bar{y}}{S} \quad (4)$$

$$t_p > t_{\alpha}, \quad (5)$$

Таблиця 3 - Значення критерію Ст'юдента t_{α}

Число ступенів волі	Рівень достовірності		Число ступенів волі	Рівень достовірності		Число ступенів волі	Рівень достовірності	
	95 %	99 %		95 %	99 %		95 %	99 %
1	12,75	63,66	12	2,18	3,06	23	2,07	2,81
2	4,30	9,92	13	2,16	3,01	24	2,06	2,80
3	3,18	5,84	14	2,14	2,98	25	2,06	2,79
4	2,78	4,60	15	2,13	2,95	26	2,06	2,78
5	2,57	4,03	16	2,12	2,92	27	2,05	2,77
6	2,45	3,71	17	2,11	2,90	28	2,05	2,76
7	2,36	3,50	18	2,10	2,88	29	2,04	2,76
8	2,31	3,36	19	2,09	2,89	30	2,04	2,75
9	2,26	3,25	20	2,09	2,84	31	2,02	2,70
10	2,23	3,17	21	2,08	2,83	32	2,00	2,66
11	2,20	3,11	22	2,07	2,82	33	1,98	2,62

3. Побудувати графічну залежність впливу обраного фактору на показник міцності драглів.

4. Зробити висновки щодо точності отриманих експериментальних даних міцності драглеподібних систем та впливу обраного фактору на процес структуроутворення драглів.

Питання для самоконтролю

1. Які фактори впливають на процес структуроутворення драгледобібних систем?
2. Що називають помилкою спостереження в експериментальних дослідженнях?
3. Яким чином включають грубі помилки з експериментальних даних?
4. Як оцінюють надійність одержаних результатів?

Література

1. Мерко, І.Т. Наукові основи і технологія переробки зерна. / І.Т. Мерко, В.О. Моргун. – Одеса: Друк, 2001. – 360 с.
2. Півоваров О. А. Інноваційні методи визначення показників якості зерна : навч. посіб. / О. А. Півоваров, О. С. Ковальова, В. С. Кошулько ; Дніпровський держ. аграр.-екон. ун-т. – Дніпро : ДДАЕУ, 2023. – 325 с.
3. Хімія та аналіз харчових продуктів: Лабораторний практикум. – Навчально-методичний посібник. – Івано-Франківськ: Вид. Супрун В.П., 2019. – 105 с.
4. Рожко І.С., Кулик Ю.В. Навчальний посібник з дисципліни «Стандартизація, управління якістю, технологія зберігання та переробки продукції рослинництва». Частина перша: «Технологія зберігання зернових мас». Львів, 2018. 76 с.
5. Технологічні комплекси харчових виробництв : навчальний посібник / В. І. Теличкун, О. М. Гавва, Ю. С. Теличкун, О. О. Губеня, М. Г. Десик, О. М. Чепелюк. – Київ : Видавництво «Сталь», 2017. – 456 с.
6. Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи технологій харчових виробництв : Навчальний посібник. – Київ : Центр навчальної літератури, 2006. – 640 с.
7. Прісс О.П., Кюрчев С.В., Жукова В.Ф., Гапріндашвілі Н.А. Т 381 Технологічні властивості сировини: навчальний посібник для самостійної роботи студентів / О.П. Прісс, С.В. Кюрчев, В.Ф. Жукова, Н.А. Гапріндашвілі. - Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. - 224 с.
8. Сухенко Ю.Г., Серьогін О.О., Сухенко В.Ю., Рябоконт Н.В. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах: [Підручник] / За ред. проф. О.О.Серьогіна. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2016. – 338 с.

Додаток 1

Визначення крупності помелу обойного борошна

Крупність помелу визначають у наважці, виділеної із середньої проби масою 100 г (для обойного борошна), використовуючи ручний розсів Журавльова. Підбирають сита, установлені нормативними документами на відповідний вид продукту. Наважку продукту висипають на верхнє сито. Просівають. Після закінчення 8 хв просівання припиняють, постукують по обичайках сит і знову продовжують просівання протягом 2 хв. По закінченні просівання залишок верхнього сита й прохід нижнього сита зважують на технічних вагах з точністю до 0,01% і обчислюють у відсотках до маси взятого навішення.

У період просівання користуються піщаними годинниками на 10 хв.

Додаток 2

Приготування пшеничного хліба безопарним способом**Уніфікована рецептура**

Сировина	Кількість сировини, %
Борошно	100
Дріжджі пресовані	2,5
Сіль	1,5

Замішування тіста. Сировину дозують за масою. Дріжджі і сіль зважують з точністю до 0,1 г, борошно і воду – до 1,0 г.

У підготовлений посуд для замішування тіста вносять борошно. У частині води, необхідної для замішування тіста, розчиняють сіль і розводять попередньо подрібнені дріжджі. Підготовлену таким чином сировину і воду вносять у посуд з

борошном і замішують тісто спочатку за допомогою шпателя, потім руками до повного перемішування і отримання однорідної маси.

Замішане тісто зважують з точністю до 1 г, вимірюють температуру і кислотність.

Бродіння тіста. Тісто укладають в посуд і залишають для бродіння у термостаті при температурі 32⁰С і відносній вологості повітря 80-85 %. Загальна тривалість бродіння тіста – 170 хв. Через 60 і 120 хв після початку бродіння проводять обминання тіста. Після бродіння вимірюють температуру і кислотність тіста.

Розділ тіста. Тісто зважують і поділяють на дві рівні частини. Одному шматку надають продовгуватої форми (для формового хліба), іншому – форму кулі (для подового хліба).

Перший шматок укладають у змазану рослинною олією форму, кругий – на змазаний лист.

Вистоювання. Форми и лист з тістом ставлять у термостат і піддають вистоюванню за температури 35-38 ⁰С і відносній вологості повітря 80-85 %. Тривалість вистоювання- 35-40 хв.

По закінченню вистоювання форми і лист ставлять у піч.

Тривалість випікання формового хліба з борошна вищого сорту – 30 хв.,
подового хліба – 28 хв.

Після випікання скоринку хліба змащують водою, хліб зважують.

Додаток 3

Кількість клейковини у зерні і борошні визначають методом, заснованим на відмиванні водою вручну сирої клейковини з тіста після 20 – хвилинного відлежування при температурі 18 ± 2 °С. Наважку борошна 50 г замішують з 26 см³ води. Кількість сирої клейковини виражають у відсотках від борошна базисної вологості (14,5 %). При іншій вологості борошна (W_b , %) масу борошна (G_b г) розраховують за формулою:

$$G_b = 21,38 \cdot 100 / (100 - W_b) \quad (1)$$

Об'єм води (V_b , мл) розраховують за формулою:

$$V_b = 76 - G_b \quad (2)$$

При використанні тістомісилки ТЛ-І-75 у діжу наливають необхідний об'єм води V_b при температурі 18 ± 2 °С і висипають відповідну наважку борошна G_b . Тісто замішують протягом 30 с і залишають на 20 хвилин для відлежування у закритій посудині.

Після закінчення цього часу починають відмивати клейковину від крохмалю і оболонки у чашці з водою, а потім – під слабким струмочком води з температурою 18 ± 2 °С над густим ситом. Відмивають клейковину, поки вода, яка стікає при виділенні клейковини, не стане прозорою. Повноту відмивання клейковини визначають за реакцією йоду на крохмаль, або за відсутністю помутніння у промивальній воді.

Відмиту клейковину добре віджимають руками і зважують. Кількість сирої клейковини $G_{\text{сир.клейк}}$ (в %) визначають за формулою:

$$G_{\text{сир.клейк}} = m_{\text{клейк}} \cdot 100 / G_b \quad (3)$$

де: $m_{\text{клейк}}$ – маса сирої клейковини, г;

G_b - наважка борошна, г.

Визначення якості сирої клейковини

Якість сирої клейковини оцінюють за її пружністю. Пружні властивості клейковини визначають на приладі ВДК - І. Для цього зважують дві наважки клейковини масою 4 г, формують з них кульки і після 15 - хвилинного відлежування

у воді температурою 18 ± 2 °C кладуть на столик приладу. Потім натискають кнопку “Пуск” і протягом 30 с пробу клейковини деформують стисканням. Показання приладу записують після вмикання лампочки “Відлік” на панелі. Після цього натискають кнопку “Гальмо”, повертають пуансон у початкове положення і повторюють дослід з іншою кулькою клейковини. За результатами дослідів визначають середнє арифметичне значення деформації клейковини на ВДК - I.

Якість сирії клейковини також характеризується її кольором (світла, сіра, темна), розтяжністю над лінійкою (до 10 см – коротка, 10...20 см – середня, більше 20 см – довга) і еластичністю.

Показники якості клейковини

Група	Колір	Еластичність	Розтяжність	Пружність, од шкали приладу ВДК-1	
				вищого, першого, оббивного	другого
I	Світлий або з жовтим відтінком	Хороша	Середня або довга	55-75	55-75
II					
Задовільно міцна	Світлий або з сірим відтінком	Хороша або задовільна	Коротка	35-50	40-50
Задовільно слабка	Світлий або з сірим відтінком	Задовільна	Середня або довга	80-100	80-100
III					
Незадовільно міцна	Темний	Нееластична	Крихка коротка	0-30	0-35
Незадовільно слабка	Темний	Нееластична, провисає при розтягуванні	Сильно тягнеться	105 і більше	105 і більше

Визначення маси сухої клейковини та її гідратаційної здатності

Кількість сухої клейковини визначають висушуванням наважки сирії клейковини на приладі ВНДІХП-ВЧМ (конструкції Чижової). Для цього два квадратних аркуші з довжиною сторони 16 см згинають по діагоналі трикутником,

загинаючи краї на 1,5 см. Пакет висушують у приладі ВНДІХП-ВЧМ протягом 3 хвилин, потім переносять у ексікатор для охолодження.

Після охолодження і зважування з точністю 0,01 г у пакети кладуть наважки клейковини масою 4 г (можна після визначення пружності на приладі ВДК-І). Після цього пакети з клейковиною переносять у прилад ВНДІХП-ВЧМ для висушування протягом 10 хвилин при температурі 160 °С. Після висушування пакети охолоджують у ексікаторі і зважують.

Розраховуємо за формулою:

$$W_{\text{клейк}} = (m_1 - m_2) \times 100 / m_{\text{клейк}} \quad (1)$$

де: m_1 – маса пакета з клейковиною до висушування, г;

m_2 – маса пакета з клейковиною після висушування, г;

$m_{\text{клейк}}$ – маса сирі клейковини, г.

Кількість сухої клейковини у борошні $G_{\text{сух.кл.}}$ (в %) розраховують за формулою:

$$G_{\text{сух. кл.}} = G_{\text{сир. кл.}} \cdot (100 - W_{\text{клейк.}}) / 100 \quad (2)$$

Гідратаційна здатність (Γ , %) характеризує здатність клейковинних драглів поглинати воду при набуханні білкових речовин борошна. Вона визначається за формулою:

$$\Gamma = (G_{\text{сир. кл.}} - G_{\text{сух. кл.}}) \times 100 / G_{\text{сух. кл.}} \quad (3)$$

Додаток 4

Упикання хліба являється одним із визначаючих факторів технологічних затрат і виходу хліба. При упіканні в основному витрачається вода. Упикання хліба залежить від факторів режиму випічки, а також від параметрів тістової заготовки. Визначають по формулі:

$$U_{\Pi} = 100 \times (M_{T3} - M_{ГХ}) / M_{T3} \quad (1)$$

де: M_{T3} і $M_{ГХ}$ – маса відповідно тістової заготовки і гарячого хліба, кг.

В цілому в залежності від виду виробу упікання складає 6 – 14 %

Додаток 5

Органолептичні показники визначаються при огляді і дегустації хліба і хлібобулочних виробів.

Зовнішній вигляд насамперед визначається формою виробів. Вона повинна бути правильною, відповідно даному сортові хліба. Подові вироби не повинні бути розпливчастими, мати бічні випливи. Для більшості подових виробів не допускаються притиски, з яких легко починається пліснявіння м'якушки. Формові вироби мають трохи опуклу верхню скоринку без бічних напливів. У реалізацію не допускаються вироби м'яті або деформовані.

Поверхня виробів повинна бути гладкою, блискучою, без великих тріщин і відривів, не забрудненою.

Колір скоринки повинен бути рівномірним, не блідим і не підгорілим. Розрізняють наступні кольори забарвлення – блідий, жовтий, золотаво-жовтий, світло-коричневий і темно-коричневий. Для багатьох видів виробів нормується також товщина скоринок (для житніх і житньо-пшеничних – до 3-4 мм, пшеничних – до 1,5-3 мм).

Стан м'якушки – важливий показник якості хліба. Хліб гарної якості має рівномірну дрібну тонкостінну пористість, без порожнин і ознак закалу (ущільнення ділянок м'якушки). У ній немає сторонніх включень у вигляді непромішаних грудочок борошна або предметів, які випадково потрапили (друзок, обривків шпагату). Розрізняють колір м'якушки – білий, сірий, темний. М'якушка свіжого хліба м'яка, добре пропечена, не липка і не волога, еластична, після легкого натиснення пальцем приймає первинну форму. При повній відсутності залишкової деформації еластичність м'якушки вважають доброю, при незначній залишковій деформації – середньою, при зім'ятості м'якушки і значній залишковій деформації – поганою. У черствого хліба з'являється твердість, кришкуватість.

Смак і запах хліба визначають при його дегустації і фіксують: нормальний, прісний, кислий, гіркуватий. Запах має або не має сторонніх запахів, або властивий даному виробу.

Додаток 6

Визначення кислотності хліба

Кислотність хліба зумовлена продуктами бродіння тіста і виражається в градусах Неймана. Під градусом кислотності розуміють кількість мл 1н розчину NaOH, необхідного для нейтралізації кислот, що містяться в 100 г м'якушки.

Згідно з арбітражним методом, подрібнену м'якушку хліба масою 25 г розміщують у молочну пляшку місткістю 500 см³ і порціями при перемішуванні доливають з мірної колби дистильовану воду об'ємом 250 см³ кімнатної температури. Пляшки ретельно закривають пробкою, струшують 2 хв і відстоюють протягом 10 хв. Потім суспензію знову струшують 2 хв і залишають в спокої на 8 хв.

Шари рідини, що відстоялися, фільтрують через марлю в суху склянку. Потім відбирають піпеткою по 50 мл фільтрату в конічні колби місткістю 200..250 см³ і титрують 0,1 н розчином NaOH в присутності 2-3 крапель 1%-го спиртового розчину фенолфталеїну до отримання слаборожевого забарвлення, не зникаючого протягом 1 хв. Кислотність хліба $K_{хл}$ (в град) обчислюють за формулою:

$$K_{хл} = 2 \cdot K \times V, \quad (1)$$

де: K – поправочний коефіцієнт до титру 0,1 н розчину лугу;

V - об'єм 0,1 н розчину NaOH, мл.

Визначення пористості хліба

Під пористістю розуміють об'єм пор, що знаходяться в даному об'ємі м'якушки і виражений у відсотках. Якщо загальний об'єм проби м'якушки з порами позначити через V, а об'єм безпористої (спресованої) маси цієї ж наважки м'якушки через V₁, то пористість хліба $\Pi_{хл}$ (в %) можна підрахувати за формулою:

$$\Pi_{хл} = 100 \cdot (V - V_1) / V \quad (1)$$

Для визначення пористості формового хліба після пробної лабораторної випічки вирізають з середини шматок завширшки 7-8 см. Потім пробником Журавльова роблять декілька виїмок, з яких готують стандартні проби хлібної м'якушки об'ємом 27см³. Приготовлені виїмки зважують з точністю до 0,01 г на технічних вагах. Пористість хліба розраховують за формулою:

$$\Pi_{хл} = 100 \cdot (V - m/\rho) / V \quad (2)$$

де: V – загальний об'єм виїмок, см³;

m - маса виїмок м'якушки, г;

ρ – густина безпористої маси хліба (для борошна 1 сорту $\rho=1,31$ г/см³).

Тлумачний словник

Озонування - реакція окиснення органічних сполук під дією озону. У лабораторній практиці використовується для одержання карбонільних сполук.

Окислювальний потенціал - міра окиснювальної або відновлювальної здатності середовища E_h , яка залежить від зміни в розчині концентрацій йонів H^+ та OH^- . Вимірюється у мілівольтах. Віддзеркалює здатність приєднання або віддачі електронів в окисно-відновних реакціях.

Озон - потужний окислювач, набагато більш реакційноздатний, ніж двоатомний кисень.

Бактерицидна властивість - властивість деяких чинників різної природи викликати загибель бактерій.

Фунгіцидна властивість - властивість деяких чинників різної природи викликати загибель мікроскопічних грибів.

Віруліцидна властивість - властивість деяких чинників різної природи викликати загибель вірусів.

Дезодорувальна властивість - це здатність засобів припиняти ріст і розмноження мікроорганізмів для зменшення або запобігання неприємного запаху.

Обойне борошно - це самий грубий помел для випічки хліба, в ньому зустрічаються зернові крупинки до 600-700 мкм.

Клейковина - група живильних білків, виявлених в насінні злакових рослин, особливо пшениці, жита, вівса і ячменю. Термін «клейковина» позначає білки фракції проламінів і глютелінів, причому велика частина клейковини припадає на частку перших.

Гідратаційна здатність клейковини – здатність поглинати воду

Індукція магнітного поля - векторна фізична величина, основна характеристика величини і напрямку магнітного поля. Сила дії магнітного поля на заряджені частинки й тіла, які мають магнітний момент і рухаються відносно даного магнітного поля.

Магнітне поле - фізичне поле, яке діє на рухомі електричні заряди і на тіла, що володіють магнітним моментом, незалежно від стану їх руху, складова електромагнітного поля, за допомогою якої здійснюється взаємодія між рухомими електрично зарядженими частинками.

Дозрівання борошна - поліпшення хлібопекарських якостей борошна при зберіганні називається дозріванням. Протягом періоду дозрівання у борошні відбуваються фізичні, колоїдні та біохімічні процеси. Змінюються його колір,

кислотність, білково-протеїновий і вуглеводно-амілазний комплекси, вміст вологи та жиру.

Вуглеводно-амілазний комплекс борошна - вуглеводно-амілазним комплексом борошна прийнято називати сукупність факторів, що зумовлюють накопичення цукрів у тісті, інтенсивність процесу газоутворення, розпушеність тіста та забарвлення скоринки хліба.

Газоутворювальна здатність борошна - характеризує спроможність борошна забезпечити цукрами процеси бродіння тіста, вистоювання тістових заготовок і забарвлення скоринки хліба.

Газоутримувальна здатність тіста - полягає в утриманні в тісті вуглекислого газу, який утворюється під час бродіння. Газоутримувальна здатність тіста є тим більшою, чим більше в ньому міститься білків і чим вищою є якість клейковини.

Канцерогенна дія – здатність викликати ракові пухлини.

Алергенна дія - змінена чутливість організму людини до чужорідних речовин.