

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

**Кафедра харчової  
біотехнології і хімії**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

*до виконання лабораторних робіт*

*з курсу*

**«ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ  
ВИРОБНИЦТВ»**

для студентів всіх форм навчання

**спеціальності**

**181 «Харчові технології»**

ТЕРНОПІЛЬ - 2020

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Теоретичні основи технології харчових виробництв» розроблено відповідно до навчального плану для студентів всіх форм навчання спеціальності 181 Харчові технології / укладачі Вічко О.І., Сторож Л.А. / Тернопіль: ТНТУ, 2020. – 38 с.

Відповідальний за випуск: к.т.н., доц. О.І.Вічко

Рецензент: к.т.н., доц. Карпик Г.В.

Методичні вказівки розглянуті і затверджені на засіданні кафедри харчової біотехнології і хімії.

Протокол №2 від 18.09.2020р.

Схвалені і рекомендовані до друку методичною комісією ФМТ Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Протокол № 2 від 08.10.2020р.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	4
<b>Лабораторне заняття № 1</b> Дослідження теплового впливу на колоїдні системи .....	5
<b>Лабораторне заняття № 2</b> Вплив технологічних факторів на піноутворювальну здатність та стійкість пін .....	9
<b>Лабораторне заняття № 3</b> Визначення кінематичної в'язкості .....	15
<b>Лабораторне заняття № 4</b> Вплив сахарози на температуру агрегації білків яєць та їх колоїдний стан.....	20
<b>Лабораторне заняття № 5</b> Вплив технологічних факторів на гідратаційні властивості білків борошна.....	21
<b>Лабораторне заняття № 6</b> Вплив технологічних факторів на клейстеризацію крохмалю.....	26
<b>Лабораторне заняття № 7</b> Вплив температури на органолептичні властивості продуктів карамелізації цукрів.....	30
<b>Лабораторне заняття № 8</b> Вплив технологічних факторів на клейстеризацію крохмалю.....	32
<b>Лабораторне заняття № 9</b> Визначення вологоутримувальної здатності м'ясного фаршу в залежності від технологічних факторів.....	35
<b>Список літератури</b> .....	38

## ВСТУП

Запропоновані методичні вказівки призначені для студентів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя всіх форм навчання спеціальності 181 «Харчові технології». Послідовність тем складена згідно робочої програми для цього напрямку підготовки бакалаврів.

**Мета** – засвоєння студентами теоретичних знань щодо складових частин харчових систем та речовин, їх функціонально-технологічних особливостей, закономірностей процесів, які є основоположними під час виробництва харчової продукції, традиційних та перспективних технологій комплексної переробки сировини та її вдосконалення.

**Завдання** навчальної дисципліни «Теоретичні основи технології харчових виробництв» полягає у поглибленні та узагальненні фундаментальних знань основних технологічних процесів для розуміння різноманітних технічних процесів та подальшого вивчення спеціальних дисциплін.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

*знати:*

- основні закономірності харчових технологій;
- зміни властивостей основних складових частин сировини в процесі технологічної обробки;
- класифікацію харчових продуктів та їхні зміни під час технологічної обробки;
- біохімічні та мікробіологічні основи технології;
- вплив технологічної обробки на продукти тваринного походження;
- утворення нових смакових і ароматичних речовин при тепловій кулінарній обробці харчових продуктів;
- характеристику сировинної бази, асортимент харчової продукції, що випускається харчовою промисловістю;
- загальні питання щодо якості та безпеки харчової продукції;
- значення культури харчування як основи виникнення та розвитку харчових виробництв.

*вміти:*

- використовувати необхідне обладнання та технології проектування виробничого процесу на харчових підприємствах;
- управляти підприємством, приймати стратегічні та тактичні рішення у господарській діяльності суб'єктів харчової промисловості.

## Лабораторна робота № 1

### ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО ВПЛИВУ НА КОЛОЇДНІ СИСТЕМИ

*Мета роботи* – вивчити вплив температури на колоїдний стан дисперсних систем залежно від їх початкового колоїдного стану.

*Матеріали для дослідження:* 2 яйця курячих, м'ясний сік, кисле молоко, суміш білка і жовтка, розведений водою білок.

*Обладнання та лабораторний посуд:* електроплита, 4 термометри на 100°C, 3 хімічні стакани (на 100 та 500 мл), 4 пробірки діаметром 2 см, скляні палички.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

- *знати* сутність дисперсних систем, типи колоїдних розчинів, вплив технологічних факторів на зміни колоїдного стану;
- *вміти* визначати колоїдний стан білків.

#### ***Основні теоретичні відомості***

Харчові продукти – дисперсні гомогенні або гетерогенні системи. Найчастіше вони є багатокомпонентними змішаними системами, які складаються не менше ніж з двох фаз – дисперсної фази та дисперсійного середовища. Значна частина продукції, як багатокомпонентна змішана дисперсна система, може одночасно бути піною та емульсією чи суспензією, з можливим пріоритетом одного із цих типів систем. При цьому теорія і практика свідчать, що харчовим продуктам властиво багато закономірностей, характерних для ідеальних дисперсних систем того чи іншого типу.

Дисперсність характеризує ступінь подрібненості частинок. *Грубодисперсні системи* – порошки, суспензії, емульсії. *Суспензії* – це грубодисперсні системи, зависі твердих частинок у рідинах. Частинки дисперсної фази суспензій затримуються паперовим фільтром, з часом осаджуються. *Емульсіями* називають дисперсні системи, що складаються з двох взаємно нерозчинних рідин, одна з яких розподілена в іншій у вигляді дуже маленьких крапельок (олії у воді або крапельки жиру в молоці). Дисперсні системи з газоподібним дисперсійним середовищем називають *аерозолями*. *Піни* – це дисперсні системи, в яких дисперсна фаза – це сукупність бульбашок газу, оточених тонкими плівками рідини.

Для *колоїдних систем* ступінь дисперсності значно вища. Їх можна розглядати як мікрогетерогенні системи. Колоїдні частинки не осідають під дією сили тяжіння, проходять крізь паперові фільтри. Колоїдні розчини називаються золями. Яскравими прикладами колоїдної системи є розчини желатину, альбуміну. Розрізняють дві групи колоїдних розчинів: *рідкі (золі)* і *гелеподібні (гелі)*.

Дисперсні системи залежно від взаємодії частинок фази і середовища один з одним можуть бути *ліофільними* («люблять рідину») та *ліофобні* («бояться рідини»).

*Ліофобні золі* термодинамічно нестійкі і їх частинки з часом схильні до агрегації і осадження. Найбільш важливою фізичною властивістю колоїдних

дисперсних систем є тенденція частинок до агрегації. Коагуляція – це сильна агрегація, флокуляція – слабка, легко оборотна.

До *ліофільних колоїдів* належать розчини макромолекул, наприклад білка, желатину або крохмалю у воді. Розчинності цих речовин залежать від їх спорідненості до молекул розчинника, а також між власними молекулами. Макромолекули з високою спорідненістю до розчинника мають достатньо відкриту конфігурацію і високу розчинність, в той час як молекули з більшою спорідненістю один до одного, ніж до розчинника, мають тенденцію до згортання (в клубок) і показують більш обмежену розчинність. Баланс подібних властивостей залежить від таких факторів, як рН, концентрація солі і температура. Внаслідок великих розмірів і здатності до згортання розчинні макромолекули мають тенденцію до зв'язування великої кількості молекул розчинника і їх розчини в загальному випадку мають більшу в'язкість в порівнянні зі звичайними розчинами. Якщо всі молекули розчинника механічно зв'язані і захоплені макромолекулярними дисперсної фази, то система в цілому наближається до твердого стану і називається гелем.

*Агрегативна стійкість* – це здатність дисперсної системи зберігати незмінними розміри частинок. Втрата агрегативної стійкості відбувається за рахунок злипання частинок та їх об'єднання в агрегати. В результаті цього відбувається випадіння осаду дисперсної фази і коагуляція колоїду.

Більшість колоїдних розчинів кінетично і агрегативно нестійкі. Коагуляція колоїдних розчинів – це процес асоціації і збільшення розмірів частинок і, в кінцевому підсумку, випадіння дисперсної фази в осад. Коагуляцію колоїдної системи можуть викликати такі фактори: підвищення або зниження температури; перемішування (збивання); зміна рН середовища.

У харчових продуктах білки містяться у стані золів (слабо концентрованих, концентрованих) або гелів (ліогелів, коагелів, сухих неструктурованих гелів). Залежно від цього розрізняють три типи коагуляції (зсідання) білків:

I тип – слабо концентрований золь переходить у коагель у вигляді пластівців (кип'ятіння молока, піна при варенні м'яса, овочів, крупів);

II тип – концентрований золь – ліогель (гель обводнений), що спостерігається при варінні яєць;

III тип – ліогель – коагель (гель зневоднений): варіння м'яса, риби, виробництво кисломолочного сиру.

*Ліогелі* – це гелі, внаслідок утворення яких розчинник повністю утримується гелеутворювальною речовиною (термокоагуляція білків яєць).

*Коагелі* – це гелі, в яких розчинник частково відокремлюється під час гелеутворення (утворення сирного згустку).

### ***Хід виконання роботи***

1. Для вивчення типів згортання білків використовуємо: куряче яйце, м'ясний сік, кисле молоко. Відділити білок від жовтка. У чотири пробірки налити відповідно по 3 мл: жовтка, білка, суміші білка і жовтка; білка, розведеного водою у співвідношенні 1:4. У дві пробірки налити по 3 мл відповідно

- нерозведеного та розведеного водою м'ясного соку у співвідношенні 1:4. У цьому пробірку налити 3 мл кислого молока.
- У кожен пробірку занурити термометр. Помістити пробірку із кожним дослідним зразком у хімічний стакан (водяну баню) та налити у нього стільки води, щоб її рівень перевищив рівень продукту в пробірці на 1 см.
  - Поставити стакан із дослідним продуктом на електроплиту та спостерігати початок коагуляції білків, їх загуснення й ущільнення згустку з виділенням рідини; відмітити температуру відповідного стану білків.
  - Воду в стакані довести до кипіння і кип'ятити 2 хв, витягнути пробірки і оцінити зовнішній вигляд згустків.
- Результати спостережень занести у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Вплив температури на колоїдний стан білка залежно від концентрації

Показник	Куряче яйце				М'ясний сік		Кисле молоко
	Жовток	Білок	Суміш жовтка і білка	Розведений білок	Натуральний	Розведений	
Номер пробірки	1	2	3	4	5	6	7
Концентрація білка, %							
Початковий колоїдний стан білків							
Температура початку згортання							
Температура повного згортання							
Колоїдний стан згорнутих білків							
Вид колоїдних згустків після кип'ятіння							

### ***Аналіз результатів, висновки та рекомендації***

Проаналізувати одержані результати, зробити теоретично обґрунтовані висновки та рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у результати у технологіях харчових виробництв.

#### **Контрольні питання**

1. Охарактеризуйте глобулярні білки основних продуктів харчування, дайте оцінку їх колоїдному стану.
2. Розкрийте сутність процесів гідратації, дегідратації, денатурації та деструкції білків.
3. Як змінюється колоїдний стан глобулярних білків при тепловій денатурації залежно від їх концентрації?



## Лабораторна робота № 2

### ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ПІНОУТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ ТА СТІЙКІСТЬ ПІН

*Мета роботи* – дослідити вплив концентрації, температурних режимів, тривалості збивання, рН середовища, наявності цукру та жиру на піноутворювальну здатність піноутворювачів і стійкість піни.

*Матеріали для дослідження:* желатин (1%-й та 3%-й водний розчин), яєчний білок – 2 шт., вершки жирністю 35% та 20%, цукор, олія.

*Прилади, лабораторний посуд:* міксер для збивання, ваги, циліндри на 25-100 мл, хімічні стакани на 200 мл.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

- *знати:* механізм утворення піни, основні її параметри; фактори, що обумовлюють піноутворювальну здатність і стабільність піни;
- *уміти:* визначити піноутворювальну здатність та стійкість піни при різних технологічних факторах (концентрації піноутворювачів, температури та тривалості збивання, рН середовища, присутності цукру, жиру) на отримання піноподібної структури, стійкість пін та обґрунтувати рекомендації щодо використання отриманих результатів у технологіях харчових виробництв.

#### Основні теоретичні відомості

Велика кількість продукції готується на основі процесу отримання піноподібної структури, в якій основну частину об'єму виробу займають бульбашки повітря.

Класичному визначенню піни як дисперсної системи, в якій дисперсійним середовищем є рідина, а дисперсною фазою – газ, відповідають такі вироби, як збиті вершки, коктейлі та деякі інші. Близькими до них за технологією виробництва є суфле, муси, самбуки, креми. Технологічний процес виробництва такої продукції ґрунтується на теорії утворення пін.

Однією з важливих характеристик піни є її дисперсність, яка характеризує ступінь подрібненості частинок, визначає властивості і процеси, які відбуваються в ній, а також технологічні властивості піни.

Піни можна отримати механічним, біохімічним та хімічним шляхом.

Здатність продуктів утворювати піну пов'язують із властивостями складових компонентів (білків, вуглеводів), які утворюють межу розділу фаз за рахунок того, що молекули речовин значно відрізняються від молекул розчинника. Різні продукти по-різному виявляють такі властивості.

Піноутворювальна здатність поверхнево-активних речовин залежить від деяких факторів: концентрації піноутворювача в розчинні; наявності речовини, які сприяють або пригнічують піноутворення.

Білки виконують функцію піноутворення в кондитерській промисловості (суфле, пастила), у випіканні хліба, у виробництві пива. Поверхню бульбашок газу покриває рідка або тверда оболонка, що складається із білків. У випадку, коли ця оболонка стає тонкою, газові бульбашки лопають, відбувається їх коалесценція або з'єднання, піна стає пухкою, менш стійкою.

Піни отримують механічним розподілом повітря в розчині білка шляхом збивання або за рахунок закипання води, зниження тиску, забезпечення хімічних і мікробіологічних процесів у білкововмісних харчових системах. Так, білки клейковини утворюють піну в хлібному тісті під дією діоксиду вуглецю в ході бродіння, а в кондитерському – за рахунок хімічних розпушувачів під час виділення аміаку і діоксиду вуглецю. Піноутворювальні властивості білків характеризуються піноутворювальною здатністю і стабільністю піни. Перший показник вимірюється об'ємом піни, віднесеним до маси білку, другий – періодом її напіврозпаду, тобто часом, необхідним для руйнування половини об'єму піни. Обидва показники залежать від рН середовища, концентрації білку, солей, температури, присутності ліпідів, сахарози, харчових волокон, фракційного складу і будови білків. Стійкість структури піни є важливим фактором підвищення якості харчових продуктів.

Для утворення піни необхідною є присутність піноутворювачів, які відносяться до поверхнево-активних речовин (ПАР). Молекули ПАР адсорбуються на поверхні розділу фаз, внаслідок чого на поверхні пухирців газу виникає плівка з пружними властивостями, яка відокремлює пухирці і знижує поверхневий натяг.

Зі збільшенням концентрації ПАР піноутворювальна здатність спочатку збільшується до максимального значення, а потім знижується.

Одним із факторів самовільного руйнування піни є дифузійний перенос газу з маленьких бульбашок у більш великі, що спричинено різницею тиску у маленьких та великих бульбашках.

У харчових технологіях в якості піноутворювачів широко застосовують білок курячого яйця, желатин, а також метилцелюлозу і білки молока. Білок курячого яйця використовують у свіжому, висушеному і замороженому вигляді. Піноутворююча здатність має овоглобулін білка яйця. Присутність жовтка, що містить жир, знижує піноутворюючу здатність білка.

Піноутворююча здатність желатину в значній мірі залежить від молекулярної маси: чим вона більше, тим вище піноутворююча здатність речовини. При механізованому способі збивання систем кратність піни зростає, для білка курячого яйця вона становить 5,0-8,0, для желатину – 3,0-3,5.

Керувати процесом піноутворення можна за допомогою впливу на властивості піноутворювачів, дисперсійного середовища, а також на умови формування міжфазного адсорбційного шару.

Є певний взаємозв'язок між процесом формування міжфазного адсорбційного шару і режимом збивання суміші: швидкістю і тривалістю збивання, а також формою робочого органу. Вказана залежність має складний і специфічний для кожної системи характер, головне – режим збивання (або умови збивання) повинен забезпечити максимально сприятливі умови для прояву властивостей піноутворювача – швидкості адсорбції і формування шару.

В діючих рецептурах харчової продукції з пінною структурою враховується співвідношення між кількістю піноутворювача та інших компонентів, при якому в достатній мірі проявляється піноутворююча здатність піноутворювача. При

розробці нових рецептур цю обставину слід враховувати, так як і нестача, і надлишок піноутворювача позначаються на якості готової продукції. Слід мати на увазі також можливість спільного застосування декількох піноутворювачів.

При використанні білка курячого яйця як піноутворювача глобули білка в адсорбційному шарі зазнають денатураційних змін, які на першому етапі процесу сприяють формуванню міцних еластичних міжфазних структур. У міру збільшення тривалості збивання і поглиблення денатураційних змін білка міжфазні шари втрачають еластичність і набувають жорсткості. Для випечених виробів міжфазний адсорбційний шар повинен бути еластичним, інакше під тиском нагрітого повітря розширюється, від чого вони можуть лопнути, що спричинить за собою зменшення об'єму і збільшення щільності виробів.

Разом з тим, якщо пінна маса (білкова) збита недостатньо і міжфазні шари не сформувалися достатньою мірою, піна внаслідок її нестійкості при перемішуванні з іншими компонентами буде руйнуватися. На практиці необхідну стійкість збитої білкової маси і достатню міцність міжфазного адсорбційного шару визначають за здатністю піни зберігати надану їй форму.

Температурний оптимум для піноутворення білка курячого яйця лежить в інтервалі 20-30 °С, максимальна стійкість піни спостерігається при 20 °С. Вплив додавання сахарози до маси білка курячого яйця проявляється у зв'язуванні нею вологи і відповідному збільшенні в'язкості системи, що погіршує умови адсорбції піноутворювача в міжфазний шар, тому системи на основі білка курячого яйця з цукром збивають при температурі близько 50 °С. Одночасне зв'язування вологи сахарозою і збільшення в'язкості системи ведуть до підвищення стійкості піни. Не виключено, що підвищена стійкість піни в цукрово-білкових системах обумовлена дегідративним і денатуруючим ефектом сахарози на білок.

Максимальна піноутворююча здатність та стійкість піни проявляється при значенні рН середовища 7,5-9,4. Підкислення білкових систем, а також додавання кухонної солі, що часто використовується у харчових виробництвах, частково знижує піноутворюючу здатність білка і майже не позначається на стійкості піни.

При характеристиці процесу піноутворення для систем з желатином слід враховувати його студнеутворюючу здатність. Піни, утворені при температурах 35°С і вище, є рідинними системи з можливим відділенням рідини. При зниженні температури піноутворення, внаслідок агрегації макромолекул желатину, піноутворююча здатність останнього зменшується, а водоутримуюча – збільшується. При збиванні студнеутворюючої системи виникають труднощі із розливання маси у форми, хоча обсяг збитої маси може бути більшим за рахунок різкого зростання в'язкості збитої структури.

Зазвичай процес збивання сумішей з желатином починають при температурі 30-35 °С і ведуть його при охолодженні маси. Збиту масу, не допускаючи застигання, розливають у форми і охолоджують. Мінімальна піноутворююча здатність і одночасно максимальна стійкість піни для желатину спостерігаються при значенні рН середовища, близькому до ізоелектричної точки білкової речовини.

Зі збільшенням дисперсності міцність піни на основі желатину, подібно як для піни на основі білка курячого яйця, зростає, однак дуже висока дисперсність піни негативно позначається на її органолептичних властивостях.

Жири внаслідок утворення комплексів з піноутворювачами, негативно впливають на їх піноутворюючу здатність і стійкість утворених пін. Для вершків негативний ефект жиру усувається тим, що він знаходиться в емульгованому стані, а також застигає при охолодженні. Більш того, в застиглому стані він зміцнює структуру системи і підвищує стійкість піни.

Кращі результати можна отримати при збиванні вершків, що містять 30-35 % жиру і охолоджених до 4-7 °С. Збивання необхідно вести при охолодженні, не допускаючи підвищення температури системи.

В якості піноутворювача у вершках виступають молочні білки, які одночасно є емульгаторами молочного жиру. Тому, чим нижче дисперсність жиру, тим краще вершки збиваються. І навпаки, при збиванні гомогенізованих вершків піна не утворюється, що можна пояснити участю білків у емульсійній структурі, а не в структурі піни. Негативний ефект на піноутворюючу здатність вершків має процес їх пастеризації, в ході якої білки зазнають небажаних денатураційних змін. Можна піддавати пастеризації тільки вершки з жирністю не менше 30 %. Після пастеризації їх необхідно швидко охолодити до 15 °С і витримати при цій температурі деякий час. Кислотність вершків практично не позначається на їх піноутворюючих властивостях. Об'єм вершків при збиванні збільшується в 2-2,5 рази, міцність піни в процесі збивання зростає і стає максимальною через 2-3 хвилини після досягнення максимального об'єму.

Ефективно підвищити стійкість піни можна шляхом збільшення в'язкості дисперсійного середовища в результаті додавання до систем загущувачів, таких як крохмаль, пектинові речовини та інші. Желатин, який додається у збиту масу самбуків і кремів, служить фіксатором пінної структури цих виробів.

### *Хід роботи*

1. Приготувати розчини піноутворювачів із желатину концентрацією 0,5 % та 3,0 %. Для цього 0,5 г та 2 г піноутворювача желатину всипати у мірну колбу на 100 мл та довести до мітки холодною водою, дати набухнути 40-60 хв, потім нагріти до повного розчинення. Приготувати зразки відповідно до табл. 2 побригадно за завданням викладача.

2. Перед збиванням потрібно виміряти висоту стовпчика рідини в стакані до збивання. Досліджувані зразки збивати міксером протягом 2 хв та 5 хв. Після збивання виміряти висоту піни, яка утворилася внаслідок збивання. Оцінити дисперсність (Д) та структурну міцність (СМ) піни у зразках.

3. Для визначення стійкості (СП) піни збиті зразки залишають на 30 хв, після чого знову вимірюють висоту піни. Піноутворювальну здатність (ПЗ), розраховують за формулою:

$$ПЗ = \frac{H_{п1}}{H_p} \cdot 100, \quad (2.1)$$

$$СП = \frac{H_{п1}}{H_{п2}} \cdot 100, \quad (2.2)$$

де  $H_p$  - висота стовпчика розчину, см;

$H_{n1}$  - висота стовпчика піни до вистоювання, см;

$H_{n2}$  - висота стовпчика піни після вистоювання, см.

Для встановлення впливу цукру та жиру на піноутворюючу здатність приготувати 2%-ний розчин желатину, нативного білка та вершків із додаванням цукру та олії (для зразків із желатином та білком). Збити їх механічним міксером. Визначити піноутворювальну здатність (ПЗ), стійкість піни (СП).

Результати роботи оформити у таблицю 2.1.

### *Аналіз результатів, висновки та рекомендації*

Проаналізувати вплив технологічних факторів (концентрації, жирності, температури, цукру та жиру) на піноутворюючу здатність білків яєць, теоретично обґрунтувати висновки та розробити рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у виробництві кулінарної продукції.

Таблиця 2.1 – Вплив технологічних факторів на піноутворюючу здатність білків яєць, вершків та розчину желатину

Вид піноутворювача	Зразки Концентрація, %	Тривалість збивання					
		2 хв.			5 хв.		
		Д/СМ +++	ПЗ, %	СП, %	Д/СМ +++	ПЗ, %	СП, %
Вершки	35% (18-19°C)						
	35% (4-7°C)						
	35% + цукру 15% (4-7°C)						
	20 % (4-7°C)						
	20% + цукру 15% (4-7°C)						
Розчин желатину	0,5% (30-40 °C)						
	2% (30-40 °C)						
	2% (15-20 °C)						
	2% + цукру 20%						
	2% + жир						
Яєчний білок	20°C						
	4-7°C						
	+ жир (1%) (4-7°C)						
	+ цукор 2:1 (4-7°C)						
	+ цукор 2:1 (20°C)						
	+ цукор 2:1 (50°C)						

### **Контрольні питання**

1. Що таке піна, механізм її утворення та використання у харчових технологіях?
2. Що таке дисперсність, як вона впливає на міцність і стійкість піни та від яких технологічних факторів залежить?
3. Які застосовуються піноутворювачі у харчових виробництвах? Що таке поверхнево-активні речовини?
4. Зробіть порівняльну характеристику піноутворювальної здатності піноутворювачів та їх застосування.
5. Яким чином впливає технологічні фактори (концентрація, температурні режими, наявність рецептурних компонентів – цукор, сіль, кислоти) на піноутворювальної здатності та стійкість піни?

### Лабораторна робота № 3 ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕМАТИЧНОЇ В'ЯЗКОСТІ

*Мета роботи* – ознайомитися із методом визначення кінематичної в'язкості і дослідити залежність кінематичної в'язкості розчинів від їх концентрації.

*Матеріали для дослідження:* розчини желатину концентрацією 0,25; 0,5; 1,0 %; дистильована вода.

*Обладнання та лабораторний посуд:* віскозиметр ВПЖ-2, ВПЖ-4, склянки на 50 мл, гумові трубки, гумова груша, штатив для віскозиметра, термостат, ртутний термометр.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

- *знати* сутність реологічних властивостей харчових систем на прикладі динамічної і кінематичної в'язкості;
- *вміти* визначати кінематичну в'язкість.

#### Основні теоретичні відомості

Будь-яка реальна рідина володіє в'язкістю, тобто здатністю чинити опір при переміщенні однієї частини рідини відносно іншої.

Ця властивість проявляється у двох випадках:

під час руху тіла у рідині;

під час руху рідини відносно тіла.

У першому випадку сила опору рідини руху тіла характеризується динамічною в'язкістю. Якщо ж рідина рухається відносно тіла (наприклад, у трубопроводах), то силу опору руху, яка виникає між двома шарами рідини, краще характеризувати кінематичною в'язкістю.

Для рівних об'ємів  $V_0$  і  $V$  різних рідин, які протікають через капіляр (рис. 3.1) можна записати:

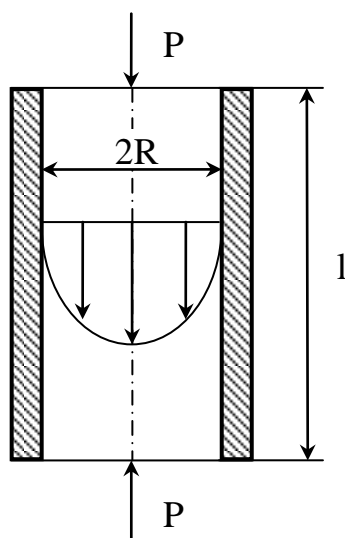


Рисунок 3.1 – Схематичне зображення стовпчика рідини в капілярі

$$V_0 = \frac{\pi \cdot R^4 \cdot \Delta P_0 \cdot \tau_0}{8 \cdot \eta_0 \cdot l} \quad (3.1)$$

$$V = \frac{\pi \cdot R^4 \cdot \Delta P \cdot \tau}{8 \cdot \eta \cdot l} \quad (3.2)$$

Звідки

$$\frac{\pi \cdot R^4 \cdot \Delta P_0 \cdot \tau_0}{8 \cdot \eta_0 \cdot l} = \frac{\pi \cdot R^4 \cdot \Delta P \cdot \tau}{8 \cdot \eta \cdot l} \quad (3.3)$$

Враховуючи, що  $\Delta P_0 = \rho_0 \cdot g \cdot l$  і  $\Delta P = \rho \cdot g \cdot l$ , отримаємо

$$\frac{\pi \cdot R^4 \cdot \rho_0 \cdot g \cdot l \cdot \tau_0}{8 \cdot \eta_0 \cdot l} = \frac{\pi \cdot R^4 \cdot \rho \cdot g \cdot l \cdot \tau}{8 \cdot \eta \cdot l} \quad (3.4)$$

або

$$\frac{\rho_0 \cdot \tau_0}{\eta_0} = \frac{\rho \cdot \tau}{\eta} \quad (3.5)$$

Враховуємо, що

$$v = \frac{\eta}{\rho}, \quad (3.6)$$

де  $v$  – кінематична в'язкість,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$\eta$  – в'язкість,  $\text{Па} \cdot \text{с}$

Отримаємо

$$\frac{\tau_0}{v_0} = \frac{\tau}{v} \quad (3.7)$$

Звідси

$$v = \frac{v_0 \cdot \tau}{\tau_0} \quad (3.8)$$

Позначимо постійну приладу

$$A = \frac{v_0}{\tau_0}, \quad (3.9)$$

тоді формула (2.9) буде мати вигляд

$$v = A \cdot \tau \quad (3.10)$$

Для визначення кінематичної в'язкості рідин використовують капілярні віскозиметри. Суть визначення кінематичної в'язкості полягає у встановленні часу витікання певного об'єму рідини через капіляр віскозиметра під дією власної сили тяжіння. Для визначення кінематичної в'язкості при температурах вище і нижче нуля використовують віскозиметри ВПЖ-2 і ВПЖ-4.

Віскозиметри ВПЖ-2 (Освальда) і ВПЖ-4 (Пінкевича) представляють собою скляну U-подібну трубу, в одне коліно якої впаяно капіляр (1), що переходить у два розширення (рис. 3.2). Між розширеннями є мітка  $M_1$ , а внизу нижнього розширення – мітка  $M_2$ .



У верхній частині другого (ширшого) коліна є невеликий відвід (2), на який надягають гумову трубку при заповненні віскозиметра досліджуваною рідиною. В нижній частині обидва коліна з'єднані за допомогою розширення, яке служить резервуаром для стікання досліджуваної рідини.

Віскозиметри випускають з капілярами різного діаметру. Набір віскозиметрів ВПЖ-2 складається із віскозиметрів з діаметром капілярів від 0,37 до 4,66 мм; набір віскозиметрів ВПЖ-4 – від 0,37 до 3,55 мм.

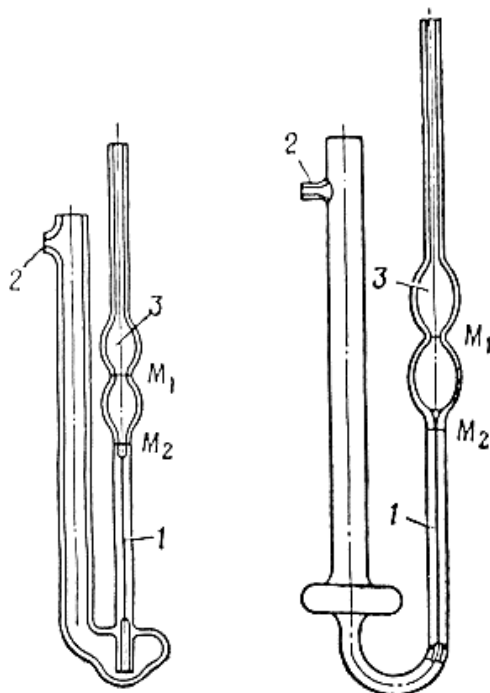


Рисунок 3.2 – Віскозиметри ВПЖ-2 (Освальда) і ВПЖ-4 (Пінкевича):

- 1 – капіляр віскозиметра;
- 2 – відвідна трубка;
- 3 – розширення віскозиметра.

### *Хід роботи*

Підготовка до вимірювання. Перед визначенням в'язкості рідини віскозиметр повинен бути ретельно промитий і висушений. Віскозиметр спочатку промивають бензином, потім петролейним ефіром. Після розчинника промивають водою і заливають не менше ніж на 5-6 годин хромовою сумішшю. Після цього віскозиметр промивають дистильованою водою і сушать. Для швидкого висушування віскозиметр можна промити спиртом ректифікатом.

Для підтримання заданої температури води та досліджуваних розчинів використовують термостат. Температуру в термостаті підтримують з точністю до 0,1°C. Температуру вимірюють за допомогою лабораторного термометра, встановленого таким чином, щоб його ртутна кулька знаходилася на рівні середини капіляру віскозиметра. Залежно від температури, при якій визначається

кінематична в'язкість, термостат заповнюють однією з наступних рідин: при температурі від мінус 60°C до 0°C – спиртом етиловим або ізооктаном; від 0°C до +90°C – дистильованою водою; вище 90°C – гліцерином. Для нагрівання рідин використовують нагрівальні прилади, для охолодження застосовують лід, тверду вуглекислоту (сухий лід) або рідкий азот.

Відбір проби для віскозиметрії. Порядок відбору води або проби досліджуваного продукту віскозиметрами ВПЖ-2 і ВПЖ-4 однаковий

Воду або досліджуваний продукт наливають у склянку і опускають в неї кінець коліна віскозиметра з капіляром. Верхній отвір другого кінця віскозиметра затискають пальцем і через гумову трубку, одягнуту на відповідну скляну трубку, гумовою грушею засмоктують воду або досліджуваний розчин у віскозиметр до мітки  $M_2$ . Під час засмоктання води або розчину слідкують за тим, щоб не утворювалося бульбашок повітря і плівок. Після заповнення обох розширень віскозиметра його виймають зі склянки і швидко перевертають у початкове положення. Із зовнішньої сторони коліна знімають надлишок рідини і надягають на нього гумову трубку.

Методика визначення кінематичної в'язкості.

Заповнений водою віскозиметр встановлюють у термостат з температурою води 20°C так, щоб мітка  $M_1$  (див. рис. 2.) була нижче за рівень води в термостаті. Віскозиметр залишають у термостаті на 10 хв. Після цього за допомогою гумової груші засмоктують воду у розширення 2 приблизно на 1 см вище верхньої межі  $M_1$ . Потім дають воді вільно витікати через капіляр. Коли рівень опуститься до межі  $M_1$ , включають секундомір, а коли він дійде до нижньої межі  $M_2$ , вимикають. Визначення проводять три рази і знаходять  $\tau_{0\text{ср}}$ . Після цього воду зливають, віскозиметр ополіскують спиртом і просушують у сушильній шафі.

Використовуючи табличне значення  $v_0$  для води (див. табл. 3) при тій же температурі, при якій було проведено вимірювання  $\tau_0$ , визначають постійну приладу за формулою (3.9).

У чистий віскозиметр відбирають пробу досліджуваного розчину, витримують його у термостаті 10 хв і визначають тривалість витікання. Визначення проводять три рази і знаходять  $\tau_{\text{ср}}$ .

Використовуючи  $\tau_{\text{ср}}$ , визначають значення кінематичної в'язкості кожного розчину за формулою (3.10).

За отриманими результатами будують графік  $v=f(c)$ .

Таблиця 3.1 – Кінематичний коефіцієнт в'язкості води

t, °C	$v_0 \cdot 10^4$ , м <sup>2</sup> /с	t, °C	$v_0 \cdot 10^4$ , м <sup>2</sup> /с	t, °C	$v_0 \cdot 10^4$ , м <sup>2</sup> /с	t, °C	$v_0 \cdot 10^4$ , м <sup>2</sup> /с
0	0,0179	7	0,0143	25	0,0090	60	0,0048
1	0,0173	10	0,0131	30	0,0080	70	0,0042
2	0,0167	12	0,0124	35	0,0072	80	0,0037
3	0,0162	15	0,0114	40	0,0065	90	0,0033
4	0,0157	17	0,0109	45	0,0060	100	0,0029
5	0,0152	20	0,0101	50	0,0055		

### **Контрольні запитання**

1. Що характеризує динамічна в'язкість рідини?
2. Що характеризує кінематична в'язкість рідини?
3. В чому полягає суть методу визначення кінематичної в'язкості з використанням капілярного віскозиметра?
4. Які ключові елементи капілярних віскозиметрів Освальда і Пінкевича?
5. Яку роль виконує розширення, що знаходиться у нижній частині капілярних віскозиметрів ВПЖ-2 і ВПЖ-4 і з'єднує два їх коліна?

## **Лабораторна робота № 4**

### **ВПЛИВ САХАРОЗИ НА ТЕМПЕРАТУРУ АГРЕГАЦІЇ БІЛКІВ ЯЄЦЬ ТА ЇХ КОЛОЇДНИЙ СТАН**

*Мета роботи* – визначити вплив сахарози на температуру агрегації білків яєць та їх колоїдний стан.

*Матеріали для дослідження:* яйця курячі – 2 шт., молоко – 500 мл, цукор – 100 г.

*Обладнання та лабораторний посуд:* мікроскоп, електрична плита, штатив, хімічні стакани на 500 мл, пробірки, термометри.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

- *знати* сутність процесів гідратації, дегідратації, денатурації, деструкції білків та вплив на них технологічних факторів (температури, цукру, солі, кислот тощо);
- *вміти* визначати температуру коагуляції білків та оцінювати консистенцію утворених структур.

#### **Основні теоретичні відомості**

Майже всі продукти рослинного та тваринного походження містять білки, кількість яких коливаються в значних межах і які впливають на показники якості харчових продуктів.

Під час технологічної обробки білки зазнають змін, які впливають як на технологічні властивості безпосередньо білків, так і на біологічну цінність, фізико-хімічні показники та якість продуктів в цілому.

Глибина змін у білках залежить від їхніх природних властивостей, їхньої концентрації у харчовій системі, характеру впливу різноманітних зовнішніх факторів та ін. Найбільш важливими є гідратація, дегідратація, денатурація та деструкція білків.

У процесі механічної обробки продуктів білки зазнають змін під час теплового впливу, збивання, маринування м'яса, риби з додаванням солі, кислот та інших речовин.

У харчових виробництвах дуже важливе значення має денатурація білків (порушення нативної просторової структури молекули білка) і особливе місце при цьому посідає теплова денатурація, яка супроводжується втратою спроможності білків до гідратації (набухання, розчинності), біологічної активності, поліпшенням їхньої реакційної здатності та засвоєння в організмі (вони стають менш стійкими до дії протеолітичних ферментів). Це великою мірою обумовлює зміну консистенції харчових продуктів, які містять велику кількість білка, а також мають вирішальне значення у формуванні виходу продукції, її структурно-механічних, органолептичних показників якості.

Теплова денатурація білків харчових продуктів відбувається в певному температурному інтервалі. Внаслідок денатурації відбувається агрегація білків, що призводить до збільшення в'язкості розчину, драглеутворення або утворення осаду.

Деякі речовини, наприклад цукор, сіль, кислота впливають на температуру денатурації білків. Температура денатурації білків підвищується у присутності цукрів. Властивість цукру впливати на температуру денатурації яєчних білків використовують, коли потрібно готувати креми, соуси з певною консистенцією.

У кислому середовищі прискорюється процес деструкції колагену, термін доведення продукту до готовності скорочується, а вологоутримуюча здатність підвищується, готовий продукт має більш ніжну консистенцію. Таким чином, призупиняється процес дегідратації білків. Ці речовини також впливають на в'язкість розчинів.

Процес загусання білка яєць: 50-55°C – місцеві помутніння; 55-60°C – помутніння поширюється на весь білок; 60-65°C – білок помітно густіє; 65-75°C – утворюється драглеподібна ніжна маса; 75-85°C – утворюються драгли, що зберігають форму; 85-95°C – драгли поступово ущільнюються. Жовток коагулює при більш високих температурах у порівнянні з білком: при температурі 70°C – початок загусання. Це дозволяє зберігати жовток рідким при досить ущільненому білку (яйце, зварене «в мішечок», яєчня). Меланж коагулює при температурі 70°C. Яйце, розведене молоком або водою, утворює менш щільні студні. Це дає можливість отримувати яєчні страви дуже ніжної консистенції (омлети, яєчна кашка). Однак додавання до яйця великої кількості рідини настільки знижує концентрацію білкових золів, що при згортанні вони не утворюють суцільні драгли, а пластівці. Досить ніжні і драгли, що добре зберігають форму, одержують при додаванні до яєць 50-60 % рідини. Для отримання омлетів беруть на 40-50 г яйця 15 г молока.

Додавання цукру підвищує температуру коагуляції гелю. При коагуляції малоконцентрованого білкового золя з цукром утворення пластівців стає помітним при температурі 85 °C, це обумовлено взаємним притяганням полярних груп білків і цукрів. Теплова коагуляція гальмується у присутності солей і жирних кислот. Це пояснюється адсорбцією їх глобулярними білками і утворенням гідрофільних комплексів. Кухонна сіль у великих концентраціях знижує температуру зсідання білків. Тому, якщо при виготовленні яєчні крупинки солі потрапляють на жовток, на ньому утворюються плями (згорнувся білок). Щоб уникнути цього, солять тільки білок або сковорідку посипають сіллю раніше, ніж виливають на неї яйця.

### *Хід роботи*

В одному курячому яйці відділити білок від жовтка. Білок і жовток іншого яйця ретельно перемішати для отримання меланжу.

Взяти два зразки по 5 мл жовтка та суміші жовтка з білком (меланжу). Кожний зразок розвести в 30 мл молока і ретельно перемішати. Кожний з двох зразків розділити на дві рівні частини і до однієї частини додати по 6 г цукру. Потім кожну з цих сумішей з цукром та без цукру знов розділити на рівні частини і налити у пробірки. Кількість зразків в усіх пробірках за об'ємом повинна бути однаковою.

У стакані ємністю 500 мл нагріти воду до температури 50°C. У воду занурити першу партію пробірок і нагріти до температури 70°C. Другу партію пробірок нагріти до температури 90°C.

З кожної суміші нанести краплю на предметне скельце і під мікроскопом розглянути стан білків після зсідання, охарактеризувати його. Порівняти ступінь однорідності суміші і розмір грудочок згорнутого білка.

За результатами досліджень скласти таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристика колоїдної структури білкових систем в залежності від температури нагрівання

Об'єкти дослідження	Температура, °С	Консистенція (+, ++, +++)	Вигляд під мікроскопом
Жовток	70		
	90		
Жовток+молоко	70		
	90		
Жовток+молоко+цукор	70		
	90		
Меланж	70		
	90		
Меланж+молоко	70		
	90		
Меланж+молоко+цукор	70		
	90		

### ***Аналіз результатів, висновки та рекомендації***

Проаналізувати одержані результати, зробити теоретично обґрунтовані висновки та розробити рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у харчові технології.

### **Контрольні питання**

1. Колоїдний стан білків у харчових продуктах, вплив на нього технологічних факторів.
2. Гідратація білків, роль у технологічному процесі виробництва кулінарної продукції.
3. Дегідратація білків та фактори, що її спричиняють.
4. Денатурація білків та зміни їхніх властивостей.
5. Агрегування білків та фактори, що його спричиняють.
6. Деструкція білків та фактори, що спричиняють.

## **Лабораторна робота № 5**

### **ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ГІДРАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ БОРОШНА**

*Мета роботи:* встановили вплив технологічних факторів (температури, присутності кислот, солей) на гідратаційні властивості білків борошна.

*Матеріали для дослідження:* борошно пшеничне сире, борошно пшеничне прогріте (біле пасерування при 100 °С, червоне пасерування при 150°С) по 160 г, 1% та 4% розчини лимонної або оцтової кислот, 1% та 4% розчини кухонної солі.

*Обладнання та лабораторний посуд:* фарфорові чашки, ваги, шпатель, скляні палички, мірний циліндр.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

- *знати* сутність процесів гідратації білків та вплив на нього технологічних факторів (температури, присутність органічних кислот, солей тощо);
- *вміти* визначати вологопоглинальну здатність білків борошна.

#### **Основні теоретичні відомості**

У харчових технологіях часто використовується борошно. У пшеничному борошні вищого і першого ґатунку 80 % білків представлені гліадином і глютеліном у вигляді сухих безструктурних гелів. При додаванні до борошна води ці білки набухають, перетворюючись в обводнені гелі, утворюючи клейковину. Білки борошна здатні поглинати до 300 % води від їхньої маси.

Здатність білків борошна до гідратації залежить не тільки від природних властивостей білків, але й від зовнішніх чинників – технологічних факторів. До них відносять: підвищення температури (теплова денатурація, яка зменшує здатність білків до гідратації); присутність органічних кислот, солей, які підсилюють гідратаційні процеси з білками.

Практично встановлено, що додавання органічних кислот (лимонної, оцтової, молочної) у кількості 0,2-0,3 % до 0,5 %, кухонної солі – 1,5 % до маси борошна сприяють підвищенню водопоглинальної здатності білків. Подальше підвищення концентрації цих компонентів спричиняє денатурацію білків борошна. Денатурація білків (хімічна, тепла та інша) значно зменшує здатність білків до гідратації.

#### **Хід роботи**

Приготувати 3 зразки борошна по 160 г: сире борошно; борошно, прогріте при 100°С протягом 30 хвилин; борошно, прогріте при 150°С протягом 30 хвилин.

Для визначення водопоглинальної здатності білків борошна в різних умовах відважити з кожного зразка борошна 5 наважок по 30 г. З кожної наважки у фарфоровій чашці замісити тісто, додаючи 15 мл води, розчинів кислот або солі (за завданням викладача). Замішувати тісто спочатку слід за допомогою шпателя або палички, продовжити руками доки тісто не прилипатиме до рук.

Кульку тіста зважити і визначити водопоглинальну здатність зразків борошна за формулою, %:

$$ВЗ = В/М \cdot 100 \quad (5.1)$$

де ВЗ – водопоглинальна здатність борошна, %;

В – кількість води (15 мл);

М – маса кульки тіста, г.

За результатами досліджень зробити теоретично обґрунтовані висновки про вплив додавання розчинів кислот, солі на здатність білків до гідратації.

У три фарфорові чашки відважити по 30 г пшеничного борошна. Одну наважку прогрітого та одну наважку непрогрітого борошна залити 15 мл води з температурою 20 °С, до другої непрогрітої наважки борошна додати 10 мл води та 5 мл 1 % та 4 % розчинів лимонної кислоти. У трьох чашках замісити тісто, надавши йому форму кульки. Чашки закрити, щоб тісто не завітрювалося та залишити для вистоювання на 20 хвилин для набухання білків. Охарактеризувати набрякання білків, відмітивши консистенцію тіста.

Із досліджуваних зразків тіста відмити клейковину. Відмивання клейковини проводять у воді з температурою 20 °С, налитій в каструлю. Воду з відмитим крохмалем проціджують крізь сито, шматочки клейковини повертають до загальної маси. Відмивання продовжують до тих пір, поки промивні води не будуть прозорими. Потім відмиту клейковину поділяють на шматочки по 3 г, формують із них кульки і занурюють у воду з температурою 15-20 °С на 10-15 хв. Набрякання білків борошна можна охарактеризувати еластичністю і ступенем гідратації.

Для визначення еластичності шматочок клейковини розтягують над лінійкою на 2 см, відпускають і роблять висновок, як повно клейковина повертається до початкових розмірів, тобто наскільки вона є еластичною. Про еластичність також можна судити за розтяжністю клейковини. Для цього клейковину розтягують над лінійкою, фіксуючи величину, при якій відбувся розрив клейковини.

Ступінь гідратації визначають висушуванням клейковини на приладі Чижової. Для цього прилад Чижової нагрівають до 160 °С. Попередньо зважену з точністю до другого знака клейковину розташовують на нижній плиті приладу, закриваючи верхньою плитою, і проводять висушування протягом 30 хв. Після висушування зважують суху клейковину і розраховують гідратацію. Гідратацію виражають у відсотках. Результати роботи занести у табл. 5.1.

За результатами роботи зробити теоретично обґрунтовані висновки про вплив температури пасерування, присутності кислот, солей на гідратаційні властивості білків борошна. Розробити рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у харчові технології.



Таблиця 5.1 – Вплив технологічних факторів на водопоглинальну здатність борошна та якість клейковини

Досліджуваний зразок	ВЗ, %	Характеристика консистенції тіста	Показники якості клейковини		
			Ступінь еластичності (+, ++, +++)	Розтягуність, мм	Гідратаційна здатність
Б + 1% кислоти					
Б + 4% кислоти					
Б + 1% солі					
Б + 4% солі					
БП+ вода					
БП+ 1% кислоти					
БП+ 4% кислоти					
БП+ 1% солі					
БП+ 4% солі					
БП+ вода					
ЧП + вода					
ЧП+1% кислоти					
ЧП +4% кислоти					
ЧП+ 1%солі					
ЧП + 4% солі					

Умовні позначення:

ВЗ - водопоглинальна здатність зразків борошна;

Б - борошно сире;

БП - борошно, пасероване при 100 °С;

ЧП - борошно, пасероване при 150 °С.

### Контрольні питання

1. Колоїдний стан білків у борошні, вплив на нього технологічних факторів.
2. Поняття «сила борошна».
3. Що таке білково-протеїновий комплекс борошна, його роль у якості тіста?
4. Що таке клейковина і як її визначити ?

## **Лабораторна робота № 6**

### **ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА КЛЕЙСТЕРИЗАЦІЮ КРОХМАЛЮ**

*Мета роботи* – спостереження за зовнішнім виглядом крохмальних зерен при різних температурних умовах та впливом цукру, кухонної солі, органічних кислот на процес клейстеризації крохмалю.

*Матеріали для дослідження:* картопляний, пшеничний, кукурудзяний чи інший крохмаль-сирець і прогрітий при різних температурах (120°C, 160°C) протягом 2 або 4 год; 0,004 н. розчин йоду в йодистому калії, 20% розчин сахарози, 1% розчин кухонної солі, 0,4% розчин лимонної або оцтової кислоти.

*Обладнання та лабораторний посуд:* мікроскоп, віскозиметр, предметні скельця, ваги, водяна баня, колби на 100 мл, термометри, циліндр на 50 мл, палички скляні, стакани мірні.

- У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:
- *знати* будову крохмального зерна, сутність процесів деструкції та клейстеризації крохмалю;
  - *вміти* оцінювати консистенцію клейстерів.

#### **Основні теоретичні відомості**

Крохмаль є важливим компонентом харчових продуктів. Зерна сирого крохмалю мають форму круглу чи овальну (для бульбових) і багатокутників (для зернових).

Під час технологічної обробки крохмалевмісної сировини й продуктів крохмаль здатний до адсорбції вологи, набухання і клейстеризації. Інтенсивність цих змін залежить від походження та властивостей крохмалів; значно впливають на них технологічні фактори: температура, тривалість нагрівання, співвідношення крохмалю й води, присутність деяких харчових компонентів (цукру, солі, кислоти, жирів, ферментів тощо).

Клейстеризація крохмальних зерен при нагріванні з водою відбувається у декілька стадій. На початковій стадії відбувається обмежене і зворотне поглинання води зернами крохмалю. При видаленні води обережним висушуванням за невисоких температур властивості крохмалю не змінюються. Подальше нагрівання

Підвищення температури понад 55 °C призводить до незворотного і сильного набухання крохмальних зерен, що супроводжується збільшенням об'єму, втратою шаруватості, переходом у розчин низькомолекулярної фракції амілози. Нативна структура крохмальних зерен руйнується. Цей процес має назву деструкція. Внаслідок деструкції утворюється дисперсна система з набряклих крохмальних зерен і розчинах у воді полісахаридів. Ця дисперсна система має назву крохмальний клейстер, а процес її утворення – клейстеризація. Однією з ознак клейстеризації є значне підвищення в'язкості крохмальної суспензії.

Зерна картопляного крохмалю є менш стійкі до нагрівання, ніж пшеничного та кукурудзяного: вони скоріше набухають і розпадаються. У виготовленні кулінарної продукції клейстеризація крохмалю відбувається у присутності різних речовин (білків, жирів, цукрів, кухонної солі, органічних кислот), які впливають на ступінь набухання та розчинність.

Нагрівання сухого крохмалю відбувається при пасеруванні борошна, що супроводжується розщепленням полісахаридних ланцюгів. У процесі сухого нагрівання змінюються і фізичні властивості крохмалю. Білий колір переходить у кремовий, а потім у коричневий, збільшується кількість летких речовин, які обумовлюють наявність запаху, не властивого нативному крохмалю. По мірі нагрівання руйнується структура крохмального зерна, розщеплюються полісахариди, що супроводжується зменшенням в'язкості крохмальних клейстерів.

Деструкція крохмалю під час сухого нагрівання (при температурі понад 100°C) має назву декстринізація. Внаслідок декстринізації крохмальні зерна набувають здатності розчинятися у воді завдяки утворенню водорозчинних компонентів – декстринів.

На підставі цих змін розроблялися технології виробництва харчової продукції, наприклад: продукції з картоплі, випечених або відварених борошняних виробів, приготування киселів, соусів, каш та інше. Процес декстринізації крохмалів при різній температурі (120... 150°C) покладено в основу виробництва пасеровок для соусів і супів.

Різке зниження температури (охолодження або тимчасове зберігання готової крохмалевмісної продукції при низьких температурах) спричиняє руйнування (старіння) крохмальних клейстерів, яке пов'язане з поверненням крохмалю у нерозчинну форму шляхом сполучення молекулярних ланцюгів у агрегати й випадінням їх (у першу чергу амілози) в осад. Процес має назву ретроградація крохмалю. Результатом негативного впливу цього процесу на якість готової продукції є черствіння хліба й інших випечених борошняних виробів, злипання й утворення грудок у картопляному пюре, кашах, загущення консистенції киселів, соусів, супів-пюре та інших.

## *Хід роботи*

### Дослід 1

Для дослідження беруть зразки нативного крохмалю та крохмалю, прогрітого при різних температурах (120°C чи 160°C). Студенти отримують зразки крохмалю за завданням викладача. У цих зразках визначають органолептичні показники крохмалю.

*Органолептичні показники.* Колір зразків прогрітого крохмалю порівнюють із кольором нативного крохмалю. Для цього на скляну пластину насипають 3-5 г досліджуваних зразків. Розрівнюють, утворюючи шар у 5 мм. Крохмаль

накривають скляною пластиною і дещо спресовують. Після зняття пластини порівнюють колір зразків.

Для визначення запаху 10-15 г крохмалю залити такою ж кількістю води, нагрітої до 50°C, через 30 с воду злити і визначити запах досліджуваних зразків.

Для визначення зовнішнього вигляду підготувати препарати з крохмалю і розглянути під мікроскопом при збільшенні 7x40 і намалювати зерна крохмалю. Для приготування препаратів кінцем скляної палички, змоченої водою, взяти трошки крохмалю з різних зразків і нанести його на предметне скельце. Змочити крохмаль краплею води і накрити накривним скельцем. Звернути увагу на форму, величину зерен і наявність шаруватості. Намалювати, або сфотографувати.

## Дослід 2

Підготувати дві водяні бані з температурою води 70°C і 90°C. Приготувати 2% суспензії крохмалю, для чого відважити у хімічні стакани дві наважки по 0,2 г крохмалю, додати 10 мл води, перемішати. Суспензії помістити у водяні бані: із температурою 70°C та 90°C, витримати протягом 5 хвилин при цій температурі. Один із приготовлених клейстерів прокип'ятити на бані протягом 1 хв та спостерігати руйнування крохмальних зерен при кип'ятінні крохмального клейстеру. Відносну в'язкість розчинів визначити на капілярному віскозиметрі.

З отриманих суспензій приготувати препарати, незабарвлені та забарвлені йодом. Для цього на предметні скельця нанести по дві краплі клейстеру, отриманих при різних умовах; на кожному предметному скельці одну краплю забарвити йодом і покрити препарати накривними скельцями. Надлишок рідини, яка виступить з-під накривних скельць, видалити фільтрувальним папером.

Спостерігати за змінами виду зерен в умовах різного середовища. До 1 г наважок додати відповідно 50 мл 20%-ного розчину сахарози, 1%-ного розчину кухонної солі, 0,4%-ного розчину лимонної або оцтової кислоти. Витримати 5 хв на водяній бані при температурі 90°C. Визначити відносну в'язкість.

Розглянути препарати під мікроскопом і намалювати їх, відмітити зміни виду крохмальних зерен внаслідок клейстеризації при різних температурах (наявність прозорості, зміни форми й розміщення зерен, наявність або відсутність шаруватості).

Приготувати препарат, забарвити його йодом, розглянути під мікроскопом і намалювати крохмальні зерна. Відзначити наявність зруйнованих зерен.

Результати досліджень занести в табл. 6.1.

За результатами роботи зробити теоретично обґрунтовані висновки про вплив температури, кислот, кухонної солі на клейстеризацію та деструкцію крохмалю. Розробити рекомендації щодо впровадження результатів дослідження у харчові технології.

Таблиця 6.1 – Характеристика властивостей крохмалю залежно від технологічного впливу

Зразок крохмалю	Органолептичні показники			Фізико-хімічні показники	
	Зовнішній вигляд	Запах	Смак	Розчинність, %	В'язкість, у.о.
Нативний					
Оклейстеризований при 70°C					
Оклейстеризований при 90°C					
У клейстері після кип'ятіння					
Оклейстеризований в 20%-ному розчині сахарози					
Оклейстеризований в 1%-ному розчині кухонної солі					
Оклейстеризований в 0,4%-ному розчині лимонної кислоти					
Прогрітий до 120°C					
Оклейстеризований					
Прогрітий до 160°C					
Оклейстеризований					

### Контрольні питання

1. Класифікація крохмалів, їхні фізико-хімічні властивості.
2. Модифікація крохмалів, їхнє практичне застосування у технологічному процесі виробництва продукції харчування.
3. Будова крохмального зерна та полісахаридів, що входять до складу крохмалів. Характеристика відмінностей у будові різних видів крохмалів.
4. Клейстеризація крохмалю, використання у технологічному процесі виробництва продукції харчування.
5. Технологічні відмінності процесів набухання, розчинності і клейстеризації, їхнє практичне застосування.
6. В'язкість крохмальних клейстерів, її роль у конструюванні продукції харчування.
7. Ретроградація крохмалю, вплив її на якість продукції.

## **Лабораторна робота № 7**

### **ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ КАРАМЕЛІЗАЦІЇ ЦУКРІВ**

*Мета роботи* – визначити зміни сахарози у процесі нагрівання її до різних температур та максимальну температуру, до якої можна нагрівати сахарозу без погіршення її органолептичних властивостей.

Матеріали для досліджень: цукор.

*Обладнання та лабораторний посуд:* металеві бюкси, термометри на 250°C, мірний циліндр на 25 мл, ваги.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

- *знати* сутність процесу карамелізації цукру;
- *вміти* оцінювати органолептичні властивості продуктів карамелізації сахарози.

#### **Основні теоретичні відомості**

У процесі нагрівання цукрів вище температури плавлення починається процес карамелізації, у процесі якої утворюється багато різних сполук: ангідриди цукрів, продукти реверсії, кетони, фурфурол, оксиметилфурфурол та інші. Накопичення продуктів реакції призводить до утворення забарвлених продуктів і до появи запаху та присмаку.

Умовно процес карамелізації можна поділити на три етапи, протягом яких утворюються відповідно карамелан, карамелен, карамелін. Для кожного з трьох етапів характерний особливий присмак та колір. Реакція карамелізації цукрів відбувається під час випікання борошняних виробів – утворення скоринки; приготування карамелі тощо. Карамелізованим цукром підсилюють смак та колір соусів, він є харчовим барвником у кондитерському та інших виробництвах.

#### ***Хід роботи***

На електричних вагах зважити 10 г цукру, перенести наважку в бюксу, додати 5 мл води. Бюксу поставити на електроплиту і нагрівати до температури 130°C. Температуру визначати зануренням термометра в розплав, стежачи, щоб термометр не торкався стінок бюкси. Після цього отриману масу залити невеликою кількістю дистильованої води і розчинити. Отриманий розчин перелити у мірну колбу ємністю 50 мл і долити до мітки дистильованою водою, перемішати. Дослід повторити з температурами 150, 170, 190, 210°C.

За результатами роботи зробити висновки про вплив температури на процес карамелізації цукру та обґрунтувати температурні режими для використання у харчових технологіях.

Провести органолептичну оцінку всіх розчинів. Результати досліджень занести в табл. 7.1

Таблиця 7.1

Температура, °С	Колір	Смак	Запах
130			
150			
170			
190			
210			

### Контрольні питання

1. Сутність реакції карамелізації.
2. Моделювання смаку, кольору, аромату харчових продуктів з використанням продуктів карамелізації сахарози (навести приклади).
3. Сутність реакції меланоїдиноутворення, використання у харчових технологіях.

**Лабораторна робота №8**  
**ОРГАНОЛЕПТИЧНА ОЦІНКА ПРОДУКТІВ КАРАМЕЛІЗАЦІЇ ЦУКРУ.**  
**НАКОПИЧЕННЯ РЕДУКУЮЧИХ ЦУКРІВ У ПРОЦЕСІ ТЕПЛОВОЇ**  
**КУЛІНАРНОЇ ОБРОБКИ ОВОЧІВ**

*Мета роботи* – визначити вплив тривалості теплової обробки і реакції середовища на накопичення редукуючих цукрів у процесі теплової обробки овочів на прикладі моркви та буряку.

*Матеріали для дослідження:* морква, буряк; 15% розчин гідрату окису натрію, 2% розчин сірчаноокислої міді.

*Обладнання та лабораторний посуд:* електроплита, бюретки для гарячого титрування, колби на 250 та 100 мл, вага.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

- *знати* сутність процесів, що відбуваються у процесі теплової обробки овочів та вплив на них технологічних факторів (температури, кухонної солі та кислот);
- *вміти* визначати кількість редукуючих цукрів у розчині.

**Основні теоретичні відомості**

У процесі теплової обробки овочів, наприклад моркви, буряку, відбувається утворення редукуючих цукрів внаслідок гідролізу сахарози та розщеплення високомолекулярних вуглеводів, які входять до складу клітинних стінок. Кількість редукуючих цукрів, які утворилися, залежить від терміну теплової обробки та реакції середовища.

***Хід роботи***

Моркву та буряк обчистити, натерти на крупній тертці або нарізати соломкою. Кожного з овочів взяти три наважки масою 10 г. Дві наважки моркви та буряку помістити у термостійкі колби, залити дистильованою водою так, аби вона повністю покривала овочі. В одну з колб, де знаходиться буряк, додати 4% розчин оцтової кислоти. За допомогою універсального індикатора визначити рН у пробі з кислотою та без кислоти.

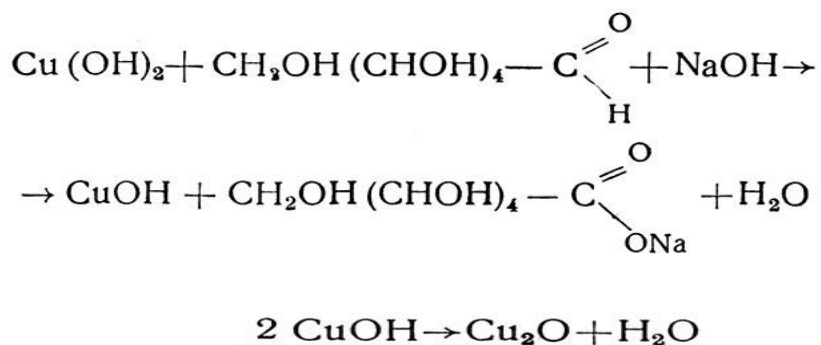
Відмітити рівень води в колбах, який повинен бути однаковий. Проби швидко довести до кипіння і варити при слабкому кипінні, постійно підтримуючи початковий рівень води, доливаючи гарячу дистильовану воду. Одну пробу з морквою варити 15 хв, другу – 30 хв, обидві проби буряку варити 40 хв. Третю пробу моркви та буряку також помістити в колби, залити такою ж кількістю дистильованої води і залишити для настоювання на весь час варіння попередніх проб.

Проби з морквою та буряком після варіння швидко охолодити під струменем холодної води і профільтрувати крізь паперовий фільтр у мірні колби ємністю 250 мл. Настій моркви та буряку також профільтрувати в мірні колби на 250 мл. Шматочки овочів промити дистильованою водою і промивні води профільтрувати у відповідні мірні колби. Вміст мірних колб довести до мітки



дистильованою водою, перемішати. Кількість інвертного цукру, вилученого з моркви та буряку, визначити за допомогою реакції Троммера.

В основу реакції Троммера покладено здатність гексоз при нагріванні в лужному середовищі відновлювати двовалентну мідь до одновалентної. При цьому гексози окислюються до оксикислот:



За цих умов сахароза не виявляє відновлюючих властивостей, що обумовлено її будовою.

Для проведення реакції в пробірці прилити по 10 мл досліджуваних розчинів. У кожену пробірку додати 5 мл 15% розчину гідрату окису натрію і по 10 крапель 2% розчину сірчаноокислої міді. При цьому випадає блакитний осад  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , який при струшуванні розчиняється. Утворений блакитний розчин обережно нагріти до кипіння. Відмітити забарвлення і величину осаду.

Результати роботи занести в табл. 8.1. За результатами роботи зробити висновки про вплив тривалості теплової обробки та реакції середовища на інтенсивність утворення редуруючих цукрів.

Таблиця 8.1 – Порівняльна характеристика накопичення редуруючих цукрів при варінні овочів

Досліджуваний зразок	Інтенсивність забарвлення	Кількість осаду, +++
Морква (контроль – без варіння)		
Морква + вода (15 хв. варіння)		
Морква + вода (30 хв. варіння)		
Буряк (контроль - без варіння)		
Буряк+ вода (40хв. варіння)		
Буряк+ 4% оцтової кислоти (40 хв.		

### **Контрольні питання**

1. Класифікація видів термічної обробки.
2. Бланшування. Суть процесу.
3. Обварювання, як технологічна операція.
4. Випарювання, як технологічна операція.
5. Використання процесу випаровування у харчових технологіях.
6. Охарактеризуйте процес випікання. Які явища відбуваються у виробі при випіканні?
7. Запікання. Охарактеризуйте особливості процесу.

## **Лабораторна робота №9**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОУТРИМУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ М'ЯСНОГО ФАРШУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ**

*Мета роботи* – визначення впливу технологічних факторів на вологоутримувальну здатність білкових продуктів тваринного походження.

*Матеріали для дослідження:* котлетне м'ясо – 250 г, 5%-ний та 40%-ний розчин кухонної солі, 5%-ний триполіфосфат натрію в 10%-ному хлористому натрії, розчин 30%-ної та 5%-ної лимонної кислоти.

*Обладнання та лабораторний посуд:* м'ясорубка, секундомір, фарфорові чашки – 8 шт., каструля для варіння на парі, квадратні скляні пластинки – 8 шт., фільтри середньо пористості – кружальця діаметром 15-20 мм, олівець, лінійка.

У результаті виконання проведення лабораторної роботи студенти повинні:

- *знати* сутність залежності вологоутримувальної здатності харчових продуктів залежно від різних технологічних факторів (зміна реакції середовища, температурний режим, ступінь подрібнення та ін.);
- *вміти* визначати вологоутримувальну здатність м'яса.

#### **Основні теоретичні відомості**

Подрібнене м'ясо, риба здатні утримувати вологу, яка міститься в них. Окрім цього вони додатково зв'язують воду, якщо її додати до подрібненого м'яса.

Такі важливі показники якості сирого фаршу, як в'язкість, липкість, а також вихід та соковитість термічно оброблених виробів залежить від водопоглинальної та вологоутримувальної здатності м'яса.

Такі різноманітні технологічні фактори, як сіль, зміна реакції середовища, тривалість технологічного процесу, температурний режим обробки, ступінь подрібнення мають вплив на вологоутримувальну здатність м'яса.

#### **Хід роботи**

Котлетне м'ясо нарізати на шматочки і пропустити крізь м'ясорубку з крупною решіткою, потім половину фаршу ще раз подрібнити. Перший і другий фарш поділити на чотири порції по 25 г і помістити у фарфорові чашки.

У перші чотири фарфорові чашки з менш подрібненим фаршем послідовно (за вказівкою викладача) додавати (по 5 мл): води, 5%-ного та 40%-ного розчинів кухонної солі, 5%-ного розчину триполіфосфату натрію та по 5 мл 30%-ного та 5%-ного розчинів лимонної кислоти.

У наступні чотири фарфорові чашки з більш подрібненим фаршем додати всі вказані розчини в тій самій послідовності.

М'ясо в кожній чашці ретельно перемішати з доданим розчином, сформувати у вигляді кульки і залишити на 10 хв.

Із підготовленої кульки м'ясного фаршу на поліетиленові кружальця зважити наважку по 300 мг. Наважкам, крізь поліетиленову плівку, надати форму

кульок. На вісім скляних пластинок покласти середньо пористі фільтри, в центрі яких помістити наважки кружальцями вверху. Наважки накрити скельцем і встановити на нього вантаж в 1 кг та витримати 10 хв. Через 10 хв вантаж і верхнє скельце зняти. Контур вологої плями і наважку фаршу на кожному фільтрі обвести олівцем. Фарш видалити.

Далі необхідно визначити площу вологих плям на фільтрах і розрахувати водоутримуючу здатність м'яса. Для цього на кожному фільтрі визначити олівцем центр плями і провести через нього чотири лінії (кути між ними дорівнюють 45°) до перехрестя із зовнішнім контуром. Виміряти довжину цих ліній і знайти середнє арифметичне значення.

Вміст вільної вологи (ВВ) у % до загального вмісту у м'ясі визначають за формулою:

$$ВВ = [(S \text{ вологої плями} - S \text{ пресованого м'яса}) \cdot 8,4 \cdot 100] / A. \quad (9.1)$$

Кількість зв'язаної вологи (ЗВ) у % до маси м'яса визначається за формулою:

$$В = [A - 8,4 \cdot (S \text{ вологої плями} - S \text{ пресованого м'яса})] \cdot 100 / M, \quad (9.2)$$

де А – загальний вміст вологи у наважці, мг (для сирих зразків - 220 мг, після теплової обробки - 180 мг);

М – наважка м'яса, мг (300 мг);

8,4 – число, отримане експериментальним шляхом, що показує кількість просоченої води в 1 см<sup>2</sup> фільтрувального паперу.

Визначення вологоутримувальної здатності м'яса після теплової обробки (варіння на парі кульок фаршу) провести, як зазначено вище. Результати досліджень оформити у вигляді таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Вплив технологічних факторів на водоутримуючу здатність м'яса

Зразки	До теплової обробки				Після теплової обробки			
	Вміст вільної вологи, %		Вміст зв'язаної вологи, %		Вміст вільної вологи, %		Вміст зв'язаної вологи, %	
	К	Д	К	Д	К	Д	К	Д
Контроль								
5% розчин кухонної солі								
40% розчин кухонної солі								
5% розчин Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>								
5% розчин лимонної кислоти								
30% розчин лимонної кислоти								

Примітка: К – крупний фарш  
Д – дрібний фарш

За результатами роботи зробити висновки про вплив ступеня подрібнення м'яса, різних концентрацій кухонної солі, лимонної кислоти, триполіфосфату натрію на вологоутримувальну здатність білків м'яса у процесі теплової обробки. Як пов'язана вологоутримувальна здатність білків м'яса із виходом готової продукції та органолептичними показниками якості. Розробити рекомендації щодо використання отриманих результатів у харчових технологіях.

### **Контрольні запитання**

1. Форми й види зв'язку води у продуктах.
2. Гідратація харчових продуктів.
3. Участь води у фізико-хімічних процесах формування структури й консистенції.
4. Вологоутримувальна здатність, вплив технологічних факторів на неї.

## Список літератури

1. Плахотін В.Я. Теоретичні основи технологій харчових виробництв / В.Я. Плахотін, І.С. Тюрікова, Г.П. Хомич. – Київ: Центр навчальної літератури, 2006. – 640 с.
2. Теоретичні основи харчових технологій: навч. посібник / Пивоваров П.П. та ін.; за ред. П.П. Пивоварова. – 2-ге вид. Харків: ХДУХТ, 2011. – 363 с.
3. Домарецький В.А. Технологія харчових продуктів / В.А. Домарецький, М.В. Остапчук, А.І. Українець К. : НУХТ, 2003. – 572 с.
4. Кравченко М.Ф., Антоненко А.В. Теоретичні основи харчових технологій : навч. Посібник. – К. Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2011. – 516 с.
5. Технология пищевых производств. Под ред. Нечаева А.П. М.: Колос - 2005. – 768 с.
6. Харчові технології у прикладах і задачах: Підручник / Товажнянський Л.Л., та ін. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 576 с.



