

О. Б. Кучменко, Ю. М. Паливода



Частина 2

БІОХІМІЯ З ОСНОВАМИ ХАРЧОВОЇ ХІМІЇ

**Міністерство освіти і науки України
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя**

О. Б. Кучменко, Ю. М. Паливода

**БІОХІМІЯ
З ОСНОВАМИ ХАРЧОВОЇ ХІМІЇ
Частина 2**

**Навчально-методичний посібник для виконання лабораторних
робіт та самостійної роботи студентів**

Ніжин – 2025

УДК 577.1:664(075.8)

К 95

Рекомендовано Вченою радою
Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя
(НДУ ім. М. Гоголя)
Протокол № від 30.06.2025 р.

Рецензенти:

Весельський С. П. – старший науковий співробітник Інституту високих технологій, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник,

Мхітарян Л. С. – професор кафедри біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя, доктор медичних наук, професор.

Кучменко О. Б., Паливода Ю. М.

К 95 Біохімія з основами харчової хімії: Навчально-методичний посібник для виконання лабораторних робіт та самостійної роботи студентів. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2025. – 136 с.
ISBN 978-617-527-334-0

Посібник містить лабораторні роботи та контрольні питання з основних розділів курсу «Біохімія з основами харчової хімії». Перед кожною лабораторною роботою є коротка теоретична частина, наведена методика проведення експерименту та обробки отриманих даних дослідження.

Призначений для студентів спеціальності G13 Харчові технології закладів вищої освіти, аспірантів. Посібник може бути корисним викладачам, аспірантам, а також практичним працівникам.

ISBN 978-617-527-334-0

© Кучменко О. Б., Паливода Ю. М., 2025
© НДУ ім. М. Гоголя, 2025

ЗМІСТ

Техніка безпеки під час роботи в біохімічній лабораторії.....	5
РОЗДІЛ 1. Біохімія молока і молочних продуктів	7
Лабораторна робота №1. Дослідження властивостей молока	7
Лабораторна робота №2. Визначення вмісту води, сухої речовини молока, сухого знежиреного молочного залишку та його складових речовин	18
Лабораторна робота №3. Визначення вмісту азотовмісних речовин у молоці	23
Лабораторна робота №4. Визначення вмісту ліпідів та вуглеводів у молоці.....	32
Лабораторна робота №5. Дослідження ферментів та вітамінів в молоці	42
Лабораторна робота №6. Виявлення маститного та анормального молока, проби на натуральність молока.....	49
Лабораторна робота №7. Біохімічні дослідження вершків та кисломолочних продуктів.....	58
Лабораторна робота №8. Біохімічні дослідження сичужних сирів	64
Лабораторна робота №9. Біохімічні дослідження масла вершкового.....	69
РОЗДІЛ 2. Біохімія м'яса і м'ясних продуктів.....	73
Лабораторна робота №10. Визначення масових часток крохмалю та лактози в м'ясних продуктах	73
Лабораторна робота №11. Біохімічний аналіз м'ясних виробів з метою оцінки їх якості	79
РОЗДІЛ 3. Біохімія риби і рибних продуктів	84
Лабораторна робота №12. Біохімічний аналіз рибних виробів з метою оцінки їх якості	84

РОЗДІЛ 4. Біохімія яєць.....	90
Лабораторна робота №13. Біохімічний аналіз курячих яєць.....	90
РОЗДІЛ 5. Біохімія борошна та хліба.....	93
Лабораторна робота №14. Біохімічний аналіз хлібобулочних продуктів.....	93
РОЗДІЛ 6. Біохімія чаю.....	102
Лабораторна робота №15. Біохімічний аналіз чаю.	102
Лабораторна робота №16. Визначення кофеїну в чаю, каві, енергетичних напоях.....	109
РОЗДІЛ 7. Біохімія меду та продуктів бджільництва.....	114
Лабораторна робота №17. Біохімічний аналіз меду.....	114
РОЗДІЛ 8. Біохімія барвників.....	121
Лабораторна робота №18. Визначення властивостей природних барвників.....	121
РОЗДІЛ 9. Біохімія какао.....	123
Лабораторна робота №19 Біохімічний аналіз какао-порошку.....	123
РОЗДІЛ 10. Біохімія кондитерських виробів.....	126
Лабораторна робота №20 Біохімічні показники фруктово-ягідних кондитерських виробів та карамелі.....	126
ДОДАТКИ.....	131

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ В БІОХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

Для успішного виконання практичних завдань з біохімії потрібно дотримуватися основних правил роботи в біохімічній лабораторії:

1. У лабораторії студенти зобов'язані працювати в халатах і шапочках;
2. Практичні роботи потрібно виконувати під наглядом викладача або лаборанта;
3. Під час роботи з посудом, реактивами і приладами студент повинен бути максимально обережним, уважним і акуратним;
4. На кожному робочому місці повинні бути посуд та реактиви, які необхідні для роботи; переносити їх з місця на місце не дозволяється;
5. Студент повинен строго дотримуватися методики виконання досліду;
6. Лабораторні роботи з отруйними та леткими речовинами (соляна кислота, аміак та ін.) Потрібно виконувати тільки під витяжними шафами;
7. Посуд для дослідів повинен бути абсолютно чистим і сухим;
8. Щоб зберегти реактиви чистими, рештки невикористаних речовин не дозволяється повертати назад у пляшечки, склянки;
9. При нагріванні пробірки над полум'ям потрібно слідкувати, щоб її отвір був спрямований у протилежну сторону від себе і колег;
10. Відкриваючи банку або пляшку з реактивом, корки слід тримати у руці або класти на стіл зовнішньою поверхнею;
11. Нюхати вміст посуду потрібно обережно, направляючи помахуванням руки пару речовини до носа. Пробувати речовини на смак категорично забороняється;
12. Не зливати у раковину луги, кислоти і вогнебезпечні речовини;
13. Слід пам'ятати, що для розведення концентрованої сірчаної кислоти потрібно кислоту лити у воду, а не навпаки;

14. Розливу кислоти нейтралізують лугом, а потім змивають великою кількістю води;

15. Леткі і легкозаймісті речовини необхідно нагрівати тільки на водяній або електричній плитці із закритою спіраллю. Нагрівати вогненебезпечні речовини на відкритому полум'ї забороняється;

16. Не можна залишати у лабораторії увімкнені спектрофотометри, фотоелектрокалориметри, гарячі водяні бані, газові пальники, центрифуги тощо;

17. Після закінчення роботи хімічний посуд потрібно помити, робоче місце прибрати;

18. Виходячи з лабораторії потрібно обов'язково перекрити газ, воду і вимкнути світло;

19. При опіках:

А) сильними лугами – необхідно промити уражені ділянки тіла водою і накласти компрес, змочений 1% розчином оцтової кислоти;

Б) сильними кислотами - необхідно промити уражені ділянки тіла водою і накласти компрес змочений 1% розчином соди;

В) фенолом – необхідно розтерти побілілу від опіку ділянку шкіри до нормального стану, а потім промити водою і накласти пов'язку з гліцерином;

20. У разі потрапляння кислоти або лугу в очі необхідно промити їх великою кількістю води, а потім 2% розчином соди або борної кислоти;

21. Перев'язувальні матеріали (вата, бинти, серветки), необхідні розчини та медикаменти знаходяться в аптечці першої медичної допомоги, якою забезпечена лабораторія;

22. При виникненні пожежі в лабораторії необхідно негайно вимкнути всі нагрівальні прилади, прибрати легкозаймісті рідини. Якщо осередок пожежі невеликий, загоряння можна спробувати ліквідувати первинними засобами пожежогасіння: засипати піском або накрити щільною тканиною чи ковдрою, для припинення інтенсивного горіння слід скористатися вогнегасником.

РОЗДІЛ 1. БІОХІМІЯ МОЛОКА І МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОЛОКА

Мета: Набути практичних знань з дослідження фізико-хімічних та біохімічних властивостей молока.

Теоретичні відомості

Молоко складається з декількох дисперсних систем. Дисперсні системи – це гетерогенні системи, що складаються з двох і більше фаз, одна з яких має високо розвинену поверхню. Фаза з розвиненою поверхнею – дисперсна фаза, а неперервна фаза, в якій вона розміщена, називається дисперсійним середовищем. Дисперсні системи характеризуються ступенем подрібнення дисперсної фази і вимірюються діаметром її частинок.

Класифікація дисперсних систем за розміром частинок

Назва дисперсної системи	Розміри частинок	
	м	нм
Грубодисперсна	>0,00001	>10000
Мікрогетерогенна	0,00001 – 0,0000001	10000 – 100
Ультрамикрогетерогенна (колоїдна)	0,0000001 – 0,000000001	100 – 1
Істинний розчин	<0,000000001	<1

За агрегатним станом дисперсної фази у дисперсійному середовищі Освальд поділив дисперсні системи наступним чином.

Класифікація дисперсних систем за агрегатним станом дисперсної фази

Дисперсна система	Дисперсна фаза	Дисперсійне середовище
Піна, газова емульсія	Газ	Рідина
Емульсія	Рідина	Рідина
Колоїдні розчини, суспензії	Тверді частинки	Рідина

За ступенем однорідності розрізняють монодисперсні і полідисперсні системи. Якщо частинки просторово віддалені між собою – система інкогерентно дисперсна. Отже, молоко складається з декількох взаємозв'язаних між собою дисперсних систем.

Це наступні системи:

1. *Емульсія жирових кульок* (500-5000 нм) у молочній плазмі. Під плазмою розуміють молоко звільнене від жиру. Свіже молоко – це двофазна емульсія, оскільки жир у жирових кульках перебуває у рідкому стані. При низьких температурах частина жиру кристалізується і утворюється багатофазна емульсія.

2. *Колоїдний розчин* (ультрамікрогетерогенна суспензія) білків молока і колоїдного фосфату кальцію у молочній сироватці. Під молочною сироваткою розуміють водний розчин молекулярно- та іонно-дисперсних складових частин молока.

3. *Істинний розчин* – це водний розчин лактози, моносахаридів, вітамінів, низькомолекулярних солей, кислот, CO_2 .

Фізико-хімічні властивості молока зумовлені складом різних його фаз і їх взаємодією.

Свіже натуральне молоко, одержане від здорових тварин, характеризується певними фізико-хімічними властивостями (кислотність, густина, точка замерзання, в'язкість, поверхневий натяг, електропровідність, буферна ємність та ін.). Ці властивості залежать від багатьох факторів: стадії лактації, стану здоров'я і годівлі корів, умов зберігання молока, його фальсифікацій. Тому за фізико-хімічними властивостями можна робити висновок про натуральність і якість молока, тобто придатність його до промислової переробки. Зміни у складі дисперсних систем молока супроводжуються змінами фізико-хімічних властивостей. Майже всі компоненти молока впливають на густину і кислотність молока. Показники в'язкості і поверхневого натягу молока залежать від стану колоїдної фази молока, тобто від масової частки, дисперсності і гідратаційних властивостей білків; електропровідність, осмотичний тиск, точка замерзання залежать від стану системи справжнього розчину.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: дослідні зразки молока, дистильована вода, піпет-дозатори, штатив з пробірками, мірні стакани, лійки, скляні палички, циліндри, бюретки, спиртівка, термометри, рН-метр, віскозиметр, рефрактометр, лактоденсиметр, ареометр, 0,1н розчин NaOH, 0,1н розчин HCl, 0,1% розчин фенолфталеїну, 0,1% розчин метиленовий червоний, резаурин.

1. Дослідження органолептичних властивостей молока

Техніка визначення:

В циліндр безбарвного скла налити досліджуване молоко і визначити його колір. Колір молока у здорових корів білий або жовтуватий. Жовтуватий відтінок зумовлений наявністю в молоці каротину та ліпохромів молочного жиру. Жовтий відтінок молока буває у корів, хворих на гемоспоридіоз, туберкульоз вим'я, жовтяницю тощо. Синій або голубий колір молока спостерігається при маститах.

Переливають молоко з одного циліндра в інший і визначають його запах. Запах молока приємний, специфічний. При недотриманні ветеринарно-санітарних правил зберігання молока, а також при деяких захворюваннях запах може змінюватись. Запах ацетону спостерігається при ацетонемії корів, а запах аміаку – при наявності в молоці мікробів із групи кишкової палички.

У хімічну склянку налити 10 мл молока і підігріти до температури 30-35°C. Визначити смак молока. Він, звичайно, солодкуватий. Солонуватий смак молока може бути в разі домішок молозива, запаленні вим'я різного походження. Гірке молоко буває у корів при поїданні деяких рослин (полину, цибулі, польової гірчиці) та від деяких лікарських речовин (камфорової олії, сабуру та ін.).

Перелити молоко з однієї посудини в іншу і визначити його консистенцію. У здорових тварин молоко рідке, а при запальних процесах вим'я – тягуче, внаслідок наявності у ньому слизу, мікробів, злущених клітин епітелію молочної цистерни та молочних ходів. У разі катарального маститу молоко водянисте, а за інших його форм – сироподібне.

Результати досліджень записати у робочий зошит.

2. Визначення густини молока

Густина молока (об'ємна маса) – це маса молока в одиниці об'єму при температурі 20°C. Цей показник використовується для перерахунку кількості молока, вираженого в кілограмах, у літри і навпаки. Густина коров'ячого молока коливається в межах 1 027-1 032 кг/м³. Постійної величини густина молока досягає через 6 годин після доїння. Це явище носить назву «феномен Рекнагеля». З підвищенням

температури густина молока знижується, що зумовлено зміною гідратаційних властивостей білків.

Густина різних компонентів молока (кг/м³)

Компоненти	Межі коливання	Середнє значення
Жир	918 – 927	923
Лактоза	1592 – 1628	1610
Білки	1333 – 1448	1391
Мінеральні речовини	2617 - 1450	2857
Сухий залишок	1296 – 1450	1373
Сухий знежирений залишок	1598 - 1623	1610

Показники густини використовують для встановлення фальсифікацій молока, визначення ступеня згущення сироватки, а також розрахунку вмісту сухих речовин. Між густиною, вмістом жиру і сухого знежиреного залишку існує пряма залежність. Це дозволяє досить точно і швидко визначити вміст сухих речовин у молоці.

Для визначення густини молока використовують прилад – ареометр. Передня частина ареометра – шкала. Цифри на ній показують з (густину молока в г/см³ (1,015; 1,030 і т. д.). Іноді на шкалі позначають – густину молока в так званих градусах ареометра (°А), що відповідає сотим і тисячним густини, вираженої в г/см³. Верхня частина приладу закінчується шкалою термометра. Визначати густину молока можна лише при температурі в межах від 15 до 25°С з приведенням показників ареометра до 20°С і не швидше, як через 2 години після доїння.

Техніка визначення:

1. У циліндр по стінці налити 170-200 мл добре розмішаного молока, поставити циліндр на рівне місце.

2. Чистий сухий ареометр повільно занурити в циліндр з молоком до поділки 1,030 і залишити у спокої на 1-2 хв. Ареометр не повинен доторкатися до стінки циліндра.

3. Здійснюють два підрахунки: один – за верхньою шкалою (температура), другий – за нижньою (густина).

Температуру визначають з точністю до $0,5^{\circ}\text{C}$. Якщо температура молока дорівнює 20°C , то фактична його густина відповідає визначеному за шкалою показнику. Якщо температура вища чи нижча 20°C , то вводять поправку на температуру. Кожному градусу відхилення від 20°C відповідає поправка $0,2^{\circ}\text{A}$. При температурі нижче 20°C поправка буде зі знаком мінус, вище – зі знаком плюс.

Наприклад. Температура $+23^{\circ}\text{C}$, показ нижньої шкали – $1,0305 \text{ г/см}^3$, тобто $30,5^{\circ}\text{A}$. Поправка на температуру $23-20 = 3^{\circ}\text{C}$, $3 \times 0,2 = 0,6$. Густина молока з поправкою, вираженою в градусах ареометра, складає $30,5+0,6 = 31,1^{\circ}\text{A}$ або $1031,1 \text{ кг/м}^3$.

3. Визначення температури замерзання молока

Середня температура замерзання молока, одержаного від здорових корів, постійна і наближається до $-0,55^{\circ}\text{C}$ з коливаннями від $-0,54$ до $-0,57^{\circ}\text{C}$. Температура замерзання молока зумовлюється концентрацією розчинених речовин (молочного цукру і мінеральних солей), вміст яких піддається в молоці незначним коливанням. Через постійність температури замерзання нормального молока метод кріоскопії служить критерієм при встановленні додавання в молоко води (фальсифікація молока) і може служити для виявлення молока від хворих тварин.

Для визначення температури замерзання молока застосовують прилад – кріоскоп або термометри, виготовлені з напівпровідникових матеріалів (їх перевага: швидкість визначення, точність результатів і невелика кількість молока для визначення – 2 мл).

4. Визначення в'язкості молока

В'язкість молока і молочних продуктів характеризує їх консистенцію і має велике значення при оцінці якості молочних продуктів.

В'язкість або внутрішнє тертя – здатність рідини (пластичних речовин) здійснювати опір зміні положення її частинок відносно одна одної. Таким чином, величина в'язкості зв'язана із структурою речовин і при порушенні її змінюється, що створює труднощі при користуванні різними методами визначення.

В'язкість у справжніх в'язких рідинах вимірюють капілярними віскозиметрами (типу Оствальда), виражаючи її в числах відносної в'язкості (відн.) або в

абсолютних величинах (пз). У структурованих рідинах динамічну, пластичну в'язкість визначають за допомогою віскозиметра Гепплера, Воларовичата ін. ($\eta_{\text{дин.}}$); одержану в'язкість в нсек/м² перераховують на абсолютну в'язкість в пузах. В'язкість молока при 20 °С становить у середньому 1,8-10³ нсек/м². Вона залежить, головним чином, від вмісту казеїну і жиру, дисперсності міцел казеїну і жирових кульок, ступеня їх гідратації й агрегування.

Техніка визначення в'язкості молока і вершків за допомогою віскозиметра Освальда:

1. Для визначення відносної в'язкості молока і вершків у віскозиметр Освальда наливають біля 10 мл води. Воду за допомогою гумової трубки засмоктують у розширення приблизно на 1 см вище рівня. Коли рідина досягне рівня, включають секундомір і відраховують час, коли рідина опуститься до рівня II. Температура води + 20°С.

2. Віскозиметр промивають досліджуваним молоком і заповнюють ним розширення. Температура молока +20°С. Визначають швидкість витікання молока між рівнями I і II.

Відносну в'язкість вираховують за формулою:

$$\eta_{\text{відн.}} = dt\eta_{\text{в}} / d_{\text{в}}t_{\text{в}}$$

де $\eta_{\text{в}}$ – абсолютна в'язкість води при 20°С, н·сек/м² (1,0032x10);

d – густина молока при 20°С, г/см³ ;

$t, t_{\text{в}}$ – тривалість витікання молока і води, с;

$d_{\text{в}}$ – густина води при 20°С, г/см³ (0,99823).

5. Визначення окисно-відновного потенціалу молока (редокс-потенціалу)

Окисно-відновний потенціал молока (редокс-потенціал) – це кількісна міра окислювальних чи відновних властивостей молока. Редокс-потенціал свіжого молока складає 0,25-0,35 Вольт. Молоко містить низку сполук, здатних віддавати чи приєднувати електрони: аскорбінова кислота, токофероли, рибофлавін та ін. Зниження окисно-відновного потенціалу молока викликає його теплова обробка,

розвиток мікрофлори. Для визначення зміни окисно-відновного потенціалу молока служить редуктазна проба з резазурином чи метиловим синім (окисно-відновні індикатори), що певною мірою відображає бактеріальне забруднення молока.

Від величини окисно-відновного потенціалу середовища залежить перебіг біохімічних процесів при виробництві молочних продуктів (розпад білків, розпад амінокислот, лактози, ліпідів, нагромадження ароматичних сполук). Із зростанням величини окисно-відновного потенціалу пов'язані вади молока – окислений, металевий присмак.

6. Визначення поверхневого натягу молока

Поверхневий натяг молока – це сила, що діє на одиницю довжини розділення фаз «молоко – повітря». Молоко, порівняно з водою, має нижчий поверхневий натяг, оскільки містить поверхнево-активні речовини (фосфоліпіди, жирні кислоти, білки). Поверхневий натяг знижується при ліполізі молочного жиру і при нагріванні молока.

7. Визначення електропровідності молока

Електропровідність молока зумовлена іонами Cl^+ , Na^+ , K^+ та ін. Казеїнові міцели, жирові кульки гальмують рух іонів, тобто знижують електропровідність, тому питома електропровідність молока нижча порівняно з водою.

Молоко, отримане від корів, хворих на мастит, має підвищену електропровідність, а при фальсифікації молока водою і при підвищенні кислотності електропровідність знижується.

Результати дослідження біохімічних властивостей молока занести у табличну форму.

Властивість молока	Біохімічне підґрунтя	Норма	Результати дослідження	Висновки
Густина				
Питома вага				
В'язкість				
Кількість соматичних клітин				

8. Визначення титрованої кислотності молока

Кислотність молока виражають в одиницях титрованої кислотності (у градусах Тернера) і величиною рН при 20°C. Під градусами Тернера розуміють кількість мілілітрів 0,1н розчину NaOH, необхідного для нейтралізації 100 мл молока. Кислотність свіжовидоєного молока становить 16-18°Т. Вона зумовлюється кислими солями – дигідрофосфатами і дигідрокитратами (біля 9-13°Т), білками – казеїном і сироватковими білками (4-6°Т), вуглекислою і кислотами (молочною, лимонною, аскорбіною, вільними жирними та ін.) та іншими компонентами молока (в сумі біля 1-3°Т).

Техніка визначення:

1. У хімічну колбу ємністю 150-200 мл наливають 10 мл молока, додають 20 мл дистильованої води і три краплі фенолфталеїну. Суміш ретельно перемішують.
2. Суміш титрують 0,1 н розчином NaOH до появи світло-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом однієї хвилини.
3. Кислотність молока в градусах Тернера дорівнює об'єму 0,1 н розчину NaOH, затраченого на нейтралізацію, 10 мл молока, помноженому на 10. Розходження між паралельними визначеннями не повинно перевищувати 1°Т.

9. Визначення рН молока (активної кислотності)

Водневий показник молока, що відображає концентрацію іонів водню, коливається (залежно від складу молока) в досить вузьких межах – від 6,55 до 6,75. Оскільки в діючих стандартах і технологічних інструкціях кислотність виражається в одиницях титрованої кислотності, для зіставлення з ними показників рН молока встановлені середні співвідношення, які представлені в таблиці.

Співвідношення між значеннями рН і титрованої кислотності (°Т) молока

Титрована кислотність	Межі значення рН	Середнє значення рН
16	6,75 – 6,72	6,73
17	6,71 – 6,67	6,69
18	6,66 – 6,61	6,64
19	6,60 – 6,55	6,58

20	6,54 – 6,49	6,52
21	6,48 – 6,44	6,46
22	6,43 – 6,39	6,41
23	6,38 – 6,34	6,36
24	6,33 – 6,29	6,31
25	6,28 – 6,24	6,26
26	6,23 – 6,19	6,21
27	6,18 – 6,14	6,16

З наведених даних видно, що при титрованій кислотності сирого молока понад 18°Т, коли відбувається утворення молочної кислоти, рН знижується незначно. Повільна зміна рН пояснюється наявністю в молоці буферних систем – білкової, фосфатної, цитратної, бікарбонатної тощо.

Техніка визначення рН молока на рН-метрі:

1. Прилад вмикають в електромережу і прогрівають близько 30 хв.
2. Електроди промивають дистильованою водою й усувають з них надлишок води фільтрувальним папером.
3. Скляночку заповнюють на 2/3 молоком (біля 40 мл), ставлять на столик.
4. Електроди занурюють у молоко і закріплюють столик.
5. Через 10-15 секунд після занурення електродів у молоко за шкалою відраховують значення рН.
6. Електроди споліскують дистильованою водою. В неробочому стані електроди повинні знаходитись у слабо підкисленій дистильованій воді (1 крапля HCl чи H₂SO₄ на 40-50 мл води).

10. Визначення буферності і буферної ємності молока

Наявність буферних систем у біологічних розчинах має важливе значення – це захист живого організму від можливої різкої зміни рН, що може згубно вплинути на організм. Буферна здатність складових молока відіграє велику роль у життєдіяльності молочнокислих бактерій при виробництві кисломолочних продуктів і сирів. Під буферною ємністю молока розуміють кількість кислоти або лугу, яку необхідно додати до 100 мл молока, щоб змінити величину рН на одиницю.

Техніка визначення:

1. До 10 мл молока в невеликій конічній колбі додають 3 краплі 0,1% розчину фенолфталеїну. Молоко титрують 0,1 н розчином NaOH до світло-рожевого забарвлення. Кількість 0,1 н розчину NaOH, що пішла на титрування, множать на 10. Одержують величину буферності молока за лугом.

2. 10 мл молока в колбі титрують 0,1 н розчином HCl з 0,1% розчином метилового червоного у 20-процентному спирті до появи червоного забарвлення. Кількість кислоти, що пішла на титрування, множать на 10. Одержують буферність молока за кислотою.

3. Визначають рН у першій і другій колбах. Наприклад, при титруванні 0,1 н розчином NaOH величина рН молока змінюється з середньої величини 6,8 до 8,2, тобто на 1,4. При титруванні 0,1 н розчином HCl величина рН з середньої величини 6,8 змінюється до 4,7, тобто на 2,1.

За буферністю молока в кислотній і лужній ділянках рН розраховують буферну ємність молока за кислотою та лугом.

Буферна ємність за лугом:

$$\text{БЛ} = \text{K} / 1,4 \times 10$$

де К – величина буферності молока за лугом;

10 – коефіцієнт перерахунку 0,1 н. NaOH в 1 н розчин.

Буферна ємність за кислотою:

$$\text{Бл} = \text{K} / 2,1 \times 10$$

де К – величина буферності молока за кислотою (кількість 0,1н HCl на 100 мл молока);

10 – коефіцієнт перерахунку 0,1 н. розчину HCl в 1 н. розчин.

Результати дослідження біохімічних властивостей молока занести у табличну форму.

Дослідження біохімічних властивостей молока

Властивість молока	Біохімічне підґрунтя	Норма	Результати дослідження	Висновки
pH				
Титрована кислотність				
Буферність за кислотою				
Буферність за лугом				

Контрольні питання:

1. З яких дисперсних систем складається молоко? Дайте їх коротку характеристику.
2. З якою метою визначають фізичні властивості молока?
3. Які показники молока можна визначити органолептично?
4. Які фізико-хімічні властивості молока використовуються для визначення його якості?
5. Охарактеризуйте залежність між вмістом окремих компонентів молока і його фізико-хімічними властивостями.
6. Що таке кислотність молока і яке її практичне значення?
7. Яке значення буферних систем у біологічних розчинах? Що розуміють під буферною ємністю? Як визначається буферна ємність молока?
8. Як впливає буферна ємність молока на його технологічні властивості?
9. Яка середня густина молока? Що впливає на величину густини молока? Що таке температурна поправка і як нею користуватися?
10. Яке практичне значення має точка замерзання молока? Наведіть середнє значення і межі криоскопічного числа молока.
11. Що таке абсолютна і відносна в'язкість молока? Якими методами визначаються ці величини?
12. Що впливає на поверхневий натяг молока?
13. Чим зумовлена електропровідність молока? Яке практичне значення має величина електропровідності молока?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ВОДИ, СУХОЇ РЕЧОВИНИ МОЛОКА, СУХОГО ЗНЕЖИРЕНОГО МОЛОЧНОГО ЗАЛИШКУ ТА ЙОГО СКЛАДОВИХ РЕЧОВИН

Мета: освоїти методики визначення води, сухої речовини молока, сухого знежиреного молочного залишку та його складових речовин.

Теоретичні відомості

Молоко – це складна харчова суміш, яка повністю задовольняє потреби організму ссавця свого виду у харчових речовинах на перших етапах його розвитку. Склад основних компонентів молока західних порід корів може коливатись у певних межах залежно від породи, раціону та інших факторів.

Склад молока західних порід корів (за даними Г. Свейсгуд, 2012)

Компоненти	Середній вміст, %	Діапазон вмісту, %
Вода	86,6	85,4 – 87,7
Ліпіди	4,1	3,4 – 5,1
Білки	3,6	3,3 – 3,9
Лактоза	5,0	4,9 – 5,0
Зола	0,7	0,68 – 0,74

Вміст води є одним з найважливіших показників молока і молочних продуктів. Найпоширенішими для визначення масової частки води є термогравіметричні методи. Ці методи базуються на зважуванні молока або молочних продуктів до і після висушування (доведення до постійної маси). Висушування проводять в умовах, які забезпечують рівномірність прогрівання (використання піску, марлі), а також не призводять до змін компонентів молока. Після висушування молока або молочних продуктів у певних умовах утворюється залишок, який називається сухою речовиною або сухим молочним залишком (СМЗ). Без масової частки жиру сухий молочний залишок буде сухим знежиреним молочним залишком (СЗМЗ).

Значення масової частки сухого залишку молока залежить від багатьох факторів і може коливатися від 11,0 до 14,0%, а сухого знежиреного молочного залишку від 8,0 до 9,5%.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: сушильна шафа, пісок, бюкси, скляні палички, ексикатор, аналітичні терези, досліджуване молоко.

1. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ В МОЛОЦІ СУХОЇ РЕЧОВИНИ І ВОДИ

Пришвидшений метод визначення вмісту в молоці сухої речовини і води полягає у висушуванні наважки молока при температурі +105°C.

Техніка визначення:

1. Металеву склянку з вкладеними на дно двома кружечками марлі з відкритою кришкою висушують у сушильній шафі протягом 20-30 хв при температурі 105°C. Потім склянку з кришкою охолоджують в ексикаторі, витримуючи 20-30 хв.

2. Охолоджену склянку зважують, записують масу, наливають в неї 5 мл молока, знову зважують, записують масу.

3. Склянку з молоком витримують в сушильній шафі протягом 1,5-2 год при температурі 105°C.

4. Виймають склянку з сушильної шафи, закривають кришкою, охолоджують в ексикаторі і зважують. Висушування і зважування повторити через 20-30 хв до постійної маси (різниця в масі між двома послідовними зважуваннями не повинна перевищувати 0,001 г).

5. За формулою розраховують вміст сухої речовини (СР, %):

$$C = \frac{(m_1 - m_0) \times 100}{m - m_0}$$

де m_0 - маса скляночки з марлею і кришкою, г;

m - маса скляночки з марлею, кришкою і наважкою молока до висушування, г; m_1 -

маса скляночки з марлею, кришкою і наважкою молока після висушування, г.

Результати досліджень заносять у таблицю

Аналітичне визначення вмісту сухої речовини і води у молоці.

Показники	Визначення			
	1	2	3	Середнє значення
Маса бюкса з наважкою, г				
Маса порожнього бюкса, г				
Маса бюкса з речовиною після висушування зразка при 100 – 105°C, г: 1-ше зважування				
Маса бюкса з речовиною після висушування зразка при 100 – 105°C, г: 2-ге зважування				
Маса води, що випарувалася, г				
Вміст води, %				
Вміст сухої речовини, %				

2. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ В МОЛОЦІ СУХОЇ РЕЧОВИНИ І СУХОГО ЗНЕЖИРЕНОГО МОЛОЧНОГО ЗАЛИШКУ РОЗРАХУНКОВИМ МЕТОДОМ

Для розрахунків необхідно знати густину молока і вміст в ньому жиру. Існує декілька формул для молока корів різних регіональних зон.

Загальна формула має вигляд:

$$C = \frac{4,9 \times Ж + A}{4} + 0,5;$$

Формула професора М.І. Книги для молока корів України:

$$C = \frac{1,31Ж + 26,5A}{100Г};$$

Сухий знежирений молочний залишок (СЗМЗ) визначають за формулою:

$$СЗМЗ = \frac{Ж}{5} + \frac{A}{4} + 0,76;$$

а також шляхом віднімання жиру із сухої речовини:

$$\text{СЗМЗ} = \text{С} - \text{Ж};$$

Позначення для вищевказаних формул:

С - суха речовина;

СЗМЗ - сухий знежирений молочний залишок, %;

Ж - вміст жиру, %;

Г - густина молока, г/см³ ;

А - густина молока, виражена в градусах ареометра.

Використовуючи досить стійкі співвідношення основних компонентів молока, рекомендовані формули для визначення їх вмісту:

1. Вміст загального білка, %:

$$\text{Б} = 1,0 + 0,65\text{Ж};$$

2. Вміст молочного цукру:

$$\text{Л} = \frac{\text{СЗМЗ} \times 52}{100};$$

3. Вміст золи:

$$\text{З} = \frac{\text{СЗМЗ} \times 8}{100};$$

Окрім визначення сухого залишку для молока існують формули для визначення сухого залишку у інших молочних продуктах. Так, за формулою Казанського можна визначити сухий молочний залишок у вершках:

$$\text{СМЗ (вершки)} = \frac{100 + 9,615\text{Ж}}{10,615} (\%).$$

Сухий залишок у кислотній і сичужній сироватці можна визначити за формулами Попова:

$$\text{СМЗ (кисл. сиров.)} = \frac{6\text{Ж} + \text{Д}}{5} + 1,33(\%);$$

$$\text{СМЗ (сичуж. сиров.)} = \frac{6\text{Ж} + \text{Д}}{5} + 1,48(\%).$$

Можна визначити калорійність молока на основі вмісту окремих компонентів, виходячи з того, що калорійність 1 г молочного жиру становить 38,9 Дж, білків і молочного цукру – 17,5 Дж.

Контрольні питання

1. Які основні компоненти входять до складу молока?
2. Який середній склад коров'ячого молока? Охарактеризуйте фактори впливу на вміст основних компонентів молока.
3. Які форми води в молоці вам відомі? Яке технологічне значення мають різні форми води?
4. Охарактеризуйте основні методи визначення вмісту сухої речовини молока.
5. Які формули застосовують для визначення вмісту сухої речовини та основних компонентів молока?
6. Визначте калорійність молока з таким хімічним складом:
масова частка жиру - 3,5 %;
масова частка білків - 3,3 %;
масова частка лактози - 4,8 %.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ АЗОТОВМІСНИХ РЕЧОВИН У МОЛОЦІ

Мета: Набути практичних знань з дослідження азотовмісних речовин молока.

Теоретичні відомості

Масова частка білків у коров'ячому молоці становить від 3,3 до 3,9 %. Білки молока поділяються на групи і фракції, які відрізняються первинною структурою, властивостями і функціями. Основна функція білків молока – це забезпечення амінокислотного живлення. Окрім цього білки молока виконують ряд додаткових регуляторних функцій. Також вони визначають структуру, реологічні та органолептичні показники молочних продуктів.

Вміст і властивості окремих фракцій білків коров'ячого молока (за Г Фарел, 2004; П. Фокс, 2015)

Білкова фракція	Вміст у молоці (г/л)	Генетичний варіант	Молекулярна маса	Ізoeлектрична точка	$D_{1\text{ см}}^{1\%}$, $\lambda=280\text{ нм}$
α_{S1} -казеїн (α_{S1} -CN)	12-15	B	23615	4,44-4,76	10,1
α_{S2} -казеїн (α_{S2} -CN)	3-4	A	25226		14,0
β -казеїн (β -CN)	9-11	A ²	23983	4,83-5,07	4,4
κ -казеїн (κ -CN)	2-4	A	19,37	5,45-5,77	10,5
β -лактоглобулін (β -LG)	2-4	A B	18363 18277	5,13 5,13	9,6 10,0; 9,6
α -лактальбумін (α -LA)	0,6-1,7	B	14178	4,2-4,5	20,1-20,9
Альбумін сироватки (SA)	0,4	A	66399	4,7-4,9	6,3-6,9
Імуноглобулін G1 (Ig G1)	0,3-0,6		161000	5,5-6,8	13,6
Секреторний комплекс (SC)	0,02-0,1		63750		15,5
Лактоферин (LF)	0,02-0,1		76110	8,81	9,91

Білки молока включають дві великі групи – це білки казеїнового комплексу і білки сироватки молока. Окрім вказаних білків до складу молока входить невелика за кількістю (< 1 %), але дуже гетерогенна група білків жирових кульок. Ці білки відділяються при знежиренні молока і входять до складу жирової фази. Також у молоці є протеозо-пептона фракція – РР, яка складається переважно з великих і середніх за розміром пептидів, і фракція небілкового нітрогену NPN (близько 3 % від загального нітрогену молока). Небілковий нітроген містить вільні амінокислоти, сечовину, креатин, креатинін, нуклеотиди, аміносахариди та ін.

Основні білки молока (за Г. Свейсгуд, 2012)

Білок	Вміст у молоці, г/л	Масова частка від всіх білків, %	Властивості
Білки казеїнового комплексу:	24-28	80	Осаджуються в ізоелектричній точці (рН 4,6)
α_{S1} -казеїни	12-15	34	
α_{S2} -казеїни	3-4	8	
β -казеїни	9-11	25	
κ -казеїни	3-4	9	
γ -казеїни	1-2	4	
Білки сироватки молока:	5-7	16	Денатурують і осаджуються після нагрівання до 100°C
β -лактоглобулін	2-4	9	
α -лактальбумін	1-1,5	4	
альбумін сироватки крові	0,1-0,4	1	
імуноглобуліни	0,6-1	2	
Протеозо-пептонна фракція	0,6-1,8	4	Осаджується у присутності 12% трихлороцтової кислоти

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: дослідні зразки молока, термостат, бюретки, мірні стакани та колби різної ємності, лопатки, ваги торсійні, 5% розчин оцтової кислоти, 1% розчин оцтової кислоти, 1% розчин сичужного ферменту, 1% спиртовий розчин фенолфталеїну, 0,04н розчин H_2SO_4 , 0,1н розчин NaOH, 4% розчин хлористого кальцію, 0,1н розчин H_2SO_4 , концентрована H_2SO_4 , 1% розчин $CuSO_4$, 12% розчин

трихлороцтової кислоти, $\text{CaSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$, 0,2н розчин NaOH , сегнетова сіль, KI , 96% етиловий спирт, суміш етанол-ацетон (1:1 за об'ємом), фосфатний буфер (рН 6,5), нінгідриновий реактив, стандартний розчин гліцину у воді 1 мл/мл, реактив Неслера ч.д.а.

1. Виділення з молока казеїнів кислотою, альбумінів і глобулінів нагріванням

У молоці казеїни знаходяться у вигляді казеїнату кальцію. Якщо до свіжого молока при помішуванні додавати слабкий розчин кислоти, то з'являться пластівці казеїну. З додаванням кислоти пластівці збільшуються, а при надлишку кислоти можуть знову розчинитися. При природному скисанні молока чи внесенні бактеріальних заквасок утворюється молочна кислота (продукт бродіння лактози під дією ферментів молочних бактерій). При дії молочної кислоти на казеїнат кальцію утворюється казеїн і лактат кальцію. Молекулярні фракції казеїну, що знаходяться на поверхні казеїнових міцел, стають електрично нейтральними (рН = 4,6). Міцели коагулюють і утворюють згусток. Після усунення фільтруванням згорнутого казеїну залишається фільтрат, в якому є сироваткові білки. При кип'ятінні сироваткові білки денатурують і формують помутніння, а згодом - пластівці. Білки переходять з розчиненого стану в нерозчинний.

Техніка визначення:

1. У колбу на 100-150 мл відміряти 10 мл молока і 50 мл дистильованої води. Вміст колби розмішати і додавати краплями 5% оцтову кислоту, постійно перемішуючи скляною паличкою до появи пластівців казеїну.

2. Профільтрувати осад казеїну.

3. У пробірці прокип'ятити 5-6 мл прозорого фільтрату, спостерігаючи спочатку появу помутніння, а згодом – випадання пластівців альбумінів і глобулінів. Результати записати у таблицю.

Дослідження властивостей білків молока

Назва реакції	Матеріал дослідження	Реактиви	Результати дослідження	Висновки

2. Виділення з молока казеїну сичужним ферментом

Сичужне зсідання білків відбувається у 2 стадії: ферментативну і коагуляційну. На першій стадії під дією сичужного ферменту, який містить дві кислі протеїнази - хімотрипсин і пепсин, відбувається розрив пептидного зв'язку між 105 і 106 залишками амінокислот - фенілаланіном і метіоніном - у ланцюгу χ -фракції казеїну. χ -фракція розташована на поверхні казеїнових міцел. У результаті протеолізу молекула фракції розпадається на дві частини: гідрофобний параказеїн і гідрофільний глікомакропептид. Глікомакропептид має високий негативний заряд і володіє сильними гідрофільними властивостями. При відщепленні глікомакропептидів дзета-потенціал поверхні казеїнових міцел знижується приблизно наполовину і руйнується гідратна оболонка. Таким чином, знижуються сили електричного відштовхування і дисперсна система втрачає стабільність. Частинки коагулюють з створенням згустку.

Техніка визначення:

1. У фарфорову чашку відміряти 40 - 50 мл молока температурою 35-40°C. Долити до молока при швидкому помішуванні 5 мл 1% розчину сичужного ферменту.

2. Молоко залишити у спокої на 2-3 хв., спостерігаючи за утворенням згустку.

3. Вплив різних факторів на тривалість сичужного зсідання молока

1. *Вплив дози ферменту.*

У три склянки наливають по 50 мл молока, нагрітого до +35°C і вносять за швидкого помішування по 0,2, 0,4 і 0,6 мл 1% розчину сичужного ферменту.

Спостерігають за появою пластівців. Визначають тривалість ферментативної стадії – час з моменту внесення ферменту до появи перших пластівців – для кожної проби молока. Порівнюють одержані результати.

2. Вплив кислотності молока

Готують 4 зразки молока різної кислотності (для підвищення кислотності на 1°Т необхідно внести 0,5 мл 1н розчину молочної кислоти на 250 мл молока). Для досліду відбирають проби молока кислотністю 16, 18, 20, 22°Т. У кожну пробу молока (50 мл), підігрітого до +35°Т, вносять 0,5 мл 1% розчину сичужного ферменту. Визначають тривалість ферментативної стадії для кожної проби. Аналізують отримані результати.

3. Вплив температури

У 4 проби молока (50 мл), нагрітого до 20, 30, 40, 70°С, вносять по 0,5 мл 1% розчину сичужного ферменту. Визначають тривалість ферментативної стадії, порівнюють отримані результати. Результати досліджень записати у таблицю.

Дослідження впливу різних факторів на тривалість сичужного зсідання молока

Назва реакції	Матеріал дослідження	Реактиви	Результати дослідження	Висновки

4. Визначення вмісту казеїну в молоці за методом Маттіопуло

Суть методу ґрунтується на встановленні кількості децинормального розчину луґу, що йде на титрування казеїну. Знаючи, що 1 мл децинормального луґу еквівалентний 0,11315 г казеїну, розраховують кількість казеїну в молоці.

Техніка визначення:

1. У дві колби ємністю 200 250 мл відміряти по 20 мл з однієї досліджуваної проби молока і долати по 80 мл дистильованої води.

2. В одну з колб долити з бюретки при постійному помішуванні краплями 0,04н розчин H_2SO_4 (приблизно 23-28 мл) до появи добре помітних пластівців казеїну.

3. У другу колбу з бюретки влити таку ж кількість сірчаної кислоти, що й у першу колбу.

4. Вміст першої колби відфільтрувати в мірну колбу на 100 мл. У фільтрат перейдуть всі складові молока, крім казеїну.

5. Суміш у другій колбі з казеїном відтитрувати 0,1н розчином NaOH з фенолфталеїном (2-3 краплі) до світло-рожевого забарвлення.

6. 100 мл прозорого фільтрату перелити в конічну колбу ємністю 200-250 мл і відтитрувати 0,1н розчином NaOH з фенолфталеїном до світло-рожевого забарвлення.

7. Вирахувати вміст казеїну в молоці. Наприклад, у першій колбі міститься 20 мл молока + 80 мл води + 24 мл 0,04н розчину H_2SO_4 . Разом 124 мл суміші: у другій колбі - теж 124 мл суміші. На нейтралізацію суміші у другій колбі (з казеїном) пішло 14 мл 0,1н розчину NaOH. На нейтралізацію 100 мл фільтрату з першої колби (без казеїну) пішло 7,3 мл 0,1н розчину NaOH. На 124 мл фільтрату без казеїну повинно піти:

$$100 - 7,3$$

$$124 - x$$

$$X = 7,3 \times 124 / 100 = 9,05 \text{ мл розчину лугу.}$$

Таким чином, на нейтралізацію казеїну, який міститься у 20 мл молока, пішло $14 - 9,05 = 4,95$ мл 0,1н розчину лугу. Оскільки 1 мл розчину NaOH еквівалентний 0,11315 г казеїну, то в 20 мл молока міститься $0,11315 \times 4,95 = 0,56$ г казеїну, а в 100 мл молока: $0,56 \times 5 = 2,8$ г казеїну.

5. Визначення вмісту білків біуретовою реакцією

При дії купрум сульфату на розчин білка в лужному середовищі утворюються мідні комплекси поліпептидних ланцюгів, які дають характерне забарвлення від червоно-фіолетового до синьо-фіолетового.

Техніка визначення:

1. У пробірки наливають по 2,4 мл фізіологічного розчину та 40 молока. Додають по 2,5мл біуретового реактиву і 0,1 мл матеріалу.
 2. Термостатують у водяній бані при температурі +37°C протягом 20 хв.
 3. Перемішують струшуванням.
 4. Колориметрують при довжині хвилі 540 нм. Контролем служить фізіологічний розчин.
 5. За калібрувальним графіком знаходять вміст білка в матеріалі.
- Результати заносимо з зошит.

6. Оцінка термостабільності білків молока

Для визначення термічної стабільності білків молока використовують алко-гольні проби, оскільки вплив алкоголю на білки є подібним до дії високих температур. Додавання алкоголю до молока призводить; до дегідратації і структурних змін білків, що викликає денатурацію сироваткових білків і полімеризацію дестабілізованих казеїнових міцел між собою, а також з денатурованими сироватковими білками за участю іонів кальцію і магнію.

Техніка визначення: До 10 мл молока при постійному перемішуванні додають з бюретки 96% етиловий спирт до моменту настання видимої коагуляції білків. Алкогольне число показує кількість мл 96% спирту, яке викликає коагуляцію білків у 10 мл молока. Свіже молоко з нормальним хімічним складом має значну стійкість до дії алкоголю, його алкогольне число складає понад 6. Чим нижче алкогольне число, тим меншу стійкість має молоко до дії високих температур.

Результати дослідження записати в зошит.

7. Визначення наявності аміаку в молоці

Метод дозволяє виявити аміак чи солі амонію в молоці в кількості, що перевищує його природну концентрацію. Метод ґрунтується на зміні кольору виділеної молочної сироватки при її взаємодії з реактивом Неслера. Використовують реактив Неслера ч.д.а.

Техніка визначення:

1. У хімічну склянку відміряти 20 мл молока, нагріти на водяній бані до 40 - 45°C і витримати протягом 2-3 хв.

2. Осадити казеїн. Для цього до склянки з молоком додати 1 мл 1% розчину оцтової кислоти, розмішати, залишити в спокої на 10 хв. За цей час пластівці казеїну осядуть, а сироватка залишиться на поверхні.

3. У пробірку відміряти 2 мл сироватки, додати 1 мл реактиву Неслера, перемішати і протягом 1 хв. спостерігати за зміною кольору. При наявності в молоці аміаку вище допустимої норми суміш забарвиться в оранжевий колір. Якщо в молоці аміак міститься в допустимих межах, суміш буде мати лимонно-жовте забарвлення.

Мінімальне значення масової частки аміаку складає (6-9) x 10⁻³ %.

Результати дослідження записати в зошит.

Контрольні питання:

1. Які білки входять до складу молока?
2. Який механізм кислотної і сичужної коагуляції казеїнів, які їх особливості? Відмінності формування згустків при кислотній і сичужній коагуляції?
3. Яке фізіологічне значення казеїнів?
4. Дайте характеристику групи сироваткових білків.
5. Які властивості і фізіологічне значення β-лактоглобуліну?
6. Чим зумовлена відносно висока термостабільність α-лактоальбуміну?
7. Яке походження сироваткового альбуміну молока?
8. Класи імуноглобулінів молока, їх походження і функція.

9. Охарактеризуйте азотові сполуки молока небілкового походження, їх технологічне значення.
10. Які фактори впливають на сичужне зсідання казеїнів.
11. Наведіть методи визначення вмісту казеїнів у молоці Порівняйте їх результативність.
12. Суть методу визначення вмісту білків біуретовою реакцією.
13. Вкажіть температурні межі термостабільності білків молока.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ЛІПІДІВ ТА ВУГЛЕВОДІВ У МОЛОЦІ

Мета: Набути практичних знань з дослідження ліпідів і вуглеводів молока.

Теоретичні відомості

У коров'ячому молоці вміст ліпідів становить від 2,8 до 4,2 %. В інших ссавців він може коливатися в межах від 2 до 50 %. Ліпіди молока є основним джерелом енергії для новонароджених. Крім цього, на перших етапах розвитку організму вони забезпечують його незамінними жирними кислотами і жиророзчинними вітамінами (А, D, Е і К). З точки зору технології ліпіди важливі для реології молочних продуктів, а також для формування їх характерного запаху, смаку і кольору. Необхідно відзначити, що вади смаку і запаху теж часто пов'язані з продуктами перетворень ліпідів молока.

Ліпіди молока корови переважно представлені триацигліцеридами (97-98 %), а також фосфоліпідами (0,6-1,0 %) і стеринами (0,2-0,5 %).

У малих кількостях присутні також продукти гідролізу триацигліцеролів – диацилгліцериди (~ 0,36 %), моноацилгліцериди (~ 0,027 %) і вільні жирні кислоти (~ 0,027 %). У слідових кількостях до складу молочного жиру входять такі полярні ліпіди, як цереброзиди, гангліозиди, цераміди. Фосфоліпіди і інші полярні ліпіди переважно знаходяться у мембранах жирових кульок.

У складі ліпідів коров'ячого молока знайдено близько 400 різних видів жирних кислот. Більшість з них присутні у слідових кількостях.

Для коров'ячого жиру характерна відносно велика кількість коротколанцюгових жирних кислот (зокрема бутанової) – до 10 % і більше, якщо оцінювати їх молярний вміст. Це пов'язано з особливостями синтезу бутанової кислоти мікроорганізмами у жуйних і безпосереднім включенням їх до складу триацилгліцеролів. Визначення вмісту бутанової кислоти є важливим критерієм автентичності жиру

коров'ячого молока. Також коротколанцюгові жирні кислоти у вільному стані (після гідролізу ацилгліцеролів) здатні суттєво погіршувати смак і запах молока і масла.

У жирі коров'ячого молока низький вміст поліненасичених жирних кислот (ПНЖК). Це пов'язано з діяльністю мікроорганізмів, які гідрогенізують ПНЖК кормів у травному тракті корів. Проте вміст середньоланцюгових жирних кислот, які синтезуються у клітинах молочної залози, відносно високий. ПНЖК у коров'ячому молоці переважно знаходяться у вигляді цис-ізомерів (до 95 %). Такі ізомери мають нижчу температуру плавлення. Лінолева і ліноленова кислоти відносяться до незамінних і не можуть синтезуватися в організмі корів. Вони поступають з кормами.

До складу естерів холестеролу, фосфоліпідів і інших полярних ліпідів входять довголанцюгові насичені і ненасичені жирні кислоти.

Для характеристики жирів використовують фізичні і хімічні числа або константи. До них відносяться фізичні числа: температура плавлення і твердіння, показник заломлення; а також хімічні числа: число омилення, йодне число, число Рейхерта-Мейссля, число Поленське. Оскільки склад ліпідів молока гетерогенний і непостійний, то всі числа являють собою певні інтервали.

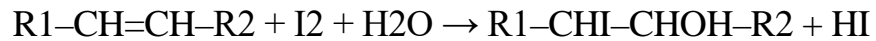
Температура плавлення вказує діапазон температур, при яких молочний жир переходить у рідкий стан і стає прозорим (27-34°C).

Температура твердіння вказує діапазон температур, при яких молочний жир переходить з рідкого у твердий стан (18-23°C).

Значення показника заломлення жиру залежить від вмісту високомолекулярних і ненасичених жирних кислот. Цим вищий їх вміст – тим більший показник. Для молочного жиру його значення знаходиться у діапазоні 1,453-1,456.

Число омилення дорівнює масі гідроксиду калію (мг), яка витрачається на нейтралізацію всіх жирних кислот, що утворюються після омилення 1 г молочного жиру. Значення числа омилення пов'язане з молекулярною масою жирних кислот. Чим менша молекулярна маса жирних кислот, тим вище значення числа омилення. Для молочного жиру воно знаходиться у діапазоні 220-234.

Йодне число використовується для визначення ступеня ненасиченості жирних кислот. Виражають його у кількості I₂, який реагує з 100 г жиру у реакції:



Для молочного жиру значення йодного числа залежить від кормів, пори року, породи і знаходиться у діапазоні – 28-45.

Число Рейхерта-Мейссля характеризує вміст низькомолекулярних жирних кислот (масляної і капронової), які є одночасно і розчинними і леткими. Воно дорівнює кількості (см³) 0,1 моль/дм³ гідроксиду натрію, що використовується для нейтралізації цих кислот у 5 г молочного жиру. Цей показник у першому наближенні може свідчити про натуральність молочного жиру. Для молочного жиру він становить 20-34 мл. У інших жирів його значення значно менше і не перевищує 9 см³.

Число Поленське характеризує вміст летких, але нерозчинних у воді жирних кислот молочного жиру (каприлова, капринова і лауринова). Має менше значення для практичного використання оскільки у кокосовому і пальмоядровому жирі вміст цих кислот ще вищий.

Вуглеводи свіжого молока представлені в основному дисахаридом лактозою (~99,7%), а також моносахаридами – глюкозою (~0,15%) і галактозою (~0,15%). Інші вуглеводи – похідні гексоз (глюкозо-1-фосфат, глюкозо-6-фосфат, галактозо-1-фосфат, глюкозамін, галактозамін) та олігосахариди, виявлені у слідових кількостях. Частина вуглеводів входить до складу глікопротеїнів (к-казеїн, глікопротеїни сироватки молока та оболонки жирових кульок).

Лактоза є основним вуглеводом молока і практично єдиним джерелом вуглеводів для новонародженого. Вона забезпечує частину енергетичних потреб організму та впливає на формування мікрофлори травного тракту. У технології молочних продуктів лактоза є субстратом для процесів молочнокислого бродіння. Продукт розщеплення лактози – галактоза бере участь в утворенні гангліозидів, які входять до складу оболонок нервових волокон. Інші численні олігосахариди, присутні у молоці у дуже малих кількостях. Їх значення остаточно не встановлено. Частина з

них може проявляти біологічну активність і впливати на фізіологічні функції організму.

У молоці відсутні полісахариди. Вони можуть потрапляти у молоко, як продукти життєдіяльності молочнокислих бактерій (декстрини). Такі полісахариди впливають на консистенцію молочних продуктів.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: дослідні зразки, дистильована вода, бутирометр, центрифуга, водяна баня, термостат, мірні стакани, піпетки та колби різної ємності, довідники, концентрована H_2SO_4 (густиною 1,81-1,82), ізоаміловий спирт (густина 0,811-0,813), перекристалізована сірчаноокисла мідь, сегнетова сіль, розчин $CuSO_4$ (34,63 г на 500 мл водного розчину), розчин $NaOH$ (10,2 г на 1л водного розчину), фелінговий розчин, 0,5н розчину $KMnO_4$, розчин залізоамонійних квасців $FeNH_4(SO_4)_2$, безводний кристалічний щавлевокислий амоній $(NH_4)_2C_2O_4$, концентрована H_2SO_4 (х.ч.) густиною 1,84 г/см³, фільтри паперові.

1. Визначення вмісту жиру в молоці кислотним методом (метод Гербера)

Для розчинення білкових компонентів оболонок жирових кульок використовують концентровану H_2SO_4 . У результаті взаємодії казеїну з концентрованою сірчаною кислотою утворюється кальцієва сіль сірчаної кислоти у вигляді білого осаду (гіпс) і комплексна сполука казеїну з сірчаною кислотою у вигляді коричнево розчину. Реакція супроводжується підвищенням температури до +70 - 75°C. Для більш повного і швидкого виділення жиру застосовують ізоаміловий спирт, який, реагуючи з кислотою, утворює сірчано-ізоаміловий ефір. Ефір розчиняється в надлишку кислотного розчину одночасно знижуючи поверхневий натяг на межі розділу жиру і нежирової фази, чим сприяє об'єднанню крапель жиру, звільнених від оболонок. При наступному центрифугуванні молочний жир, як найбільш легка складова частина суміші, концентрується в градуйованій частині жироміру.

Жиромір скляний (бутирометр):

1 – шкала с ціною поділки 0,1%; 2 – резервуар для молока; 3 – отвір для корка



Техніка визначення. В штатив встановлюють необхідну кількість пронумерованих жиромірів. У кожний жиромір, стараючись не змочити горловину, відмірюють 10 мл сірчаної кислоти густиною 1,81-1,82.

1. Відмірюють спеціальною молочною піпеткою 10,77 мл добре розмішаного молока і обережно вливають його в жиромір по стінці, стараючись нашарувати його на кислоту. Молоко з піпетки повинно витікати повільно. Щоб воно повністю стекло зі стінок піпетки, потрібно прикласти кінчик піпетки до стінки жироміра і вичекати не менше 3 секунд. Кінець піпетки не повинен торкатися сірчаної кислоти, оскільки при цьому молоко згорнеться і утворений корок буде перешкоджати повному його витіканню.

Видувати молоко з піпетки не можна, її об'єм розрахований з урахуванням того, що незначна частина молока залишається на кінчику піпетки при стіканні.

2. Відміряти 1 мл ізоамілового спирту (густина 0,811-0,813), стараючись не змочити горловину жироміру.

3. Після заповнення жироміри закрити гумовими корками. При цьому жиромір необхідно тримати за розширену частину (не за шкалу), загорнувши його в рушник. Корок вводять гвинтоподібними рухами доти, доки його кінець не торкнеться поверхні рідини. Якщо після додавання ізоамілового спирту об'єм залишається незаповненим до переходу в горловину жироміру, його заповнюють концентрованою H_2SO_4 .

4. Після цього перевернути 4-5 разів, щоб кислота з вузької частини приладу повністю змішалася з рештою розчину. Рівень рідини в жиромірі повинен бути дещо вищим шостої поділки.

5. Після перемішування вмісту жироміри ставлять корками вниз на 5 хв. у водяну баню температурою $+65\pm 2^{\circ}\text{C}$. Якщо здійснюється одне визначення, можна в баню не поміщати. Вода в бані повинна знаходитись вище шару вмісту в жиромірі.

6. Вийняти жироміри з бані, витерти їх насухо і вставити в патрони центрифуги, розташовуючи симетрично один навпроти одного корками до периферії центрифуги.

7. Закрити кришку центрифуги, центрифугувати 5 хв. при швидкості 1000 об./хв.

8. Після центрифугування, якщо центрифуга без електропідігріву, поставити жироміри на 5 хв. у водяну баню ($+65\pm 2^{\circ}\text{C}$) корками вниз.

Ставити у водяну баню необхідно, тому що вміст жиру за шкалою жироміру визначається саме при даній температурі.

9. Вийняти жиромір з бані, витерти його, встановити нижню межу стовпчика жиру на найближчій цілій поділці шкали. Для цього необхідно легко вкрутити чи викрутити корок. Втримуючи стовпчик жиру корком, здійснити відлік за нижньою точкою меніска (жиромір тримати вертикально, межа жиру повинна знаходитись на рівні очей).

Межа розділення жиру і нежирової частини повинна бути різкою. А стовпчик – прозорим. Великі поділки шкали жироміра з цифрою відповідають цілим, а малі – десятим часткам вмісту жиру в молоці в процентах.

Допускаються розходження між показами жироміру при паралельних визначеннях не більше 0,1 %.

Результати досліджень записати в зошит.

2. Якісна реакція з фелінговим реактивом на лактозу

Лактоза володіє відновлювальними властивостями завдяки наявності в її молекулі альдегідної групи. При кип'ятінні розчинів, в яких є лактоза, з фелінговим розчином відбувається відновлення окису міді і випадає яскраво-червоний осад закису міді.

Техніка визначення. В пробірку налити близько 5 мл фільтрату, одержаного після осадження білків, додати 1-2 мл фелінгового розчину і кип'ятити суміш протягом 3 хв.

Спостерігати за появою червоного осаду закису міді Cu_2O , що свідчить про наявність у фільтраті лактози.

3. Визначення вмісту лактози в молоці

Метод ґрунтується на визначенні кількості осаду закису міді, який виділяється при кип'ятінні молочної сироватки з фелінговим розчином.

Техніка визначення:

А. Приготування молочної сироватки.

1. У мірну колбу на 500 мл відміряти 20 мл молока і 400 мл дистильованої води.
2. Для осадження білків і солей послідовно долити 10 мл розчину CuSO_4 і 6-7 мл розчину NaOH .
3. Колбу щільно закрити, розмішати вміст і залишити у спокої на 30 хв.
4. Долити до мітки водою, відфільтрувати осад, що випав, до отримання прозорого фільтрату (голубуватого відтінку).

Б. Одержання осаду закису міді.

1. До 500 мл фільтрату, перелитого в конічну колбу на 300 мл, додати по 25 мл 1 і 2 фелінгових розчинів і кип'ятити протягом 6 хв.
2. Дати осісти осаду Cu_2O , рідину злити на азбестовий фільтр і відсмоктати водоструменевим насосом, можна відфільтрувати і через звичайну лійку, в яку вкладено 2-3 щільні паперові фільтри.
3. Зливши весь голубий розчин на фільтр, осад Cu_2O промити гарячою водою 2-3 рази (біля 50 мл). Промивну воду зливають на фільтр.

Промивши осад, лійку з фільтром вставляють у чисту колбу.

В. Визначення титру розчину KMnO_4 за міддю.

Титр розчину визначається за щавлевокислим амонієм на основі реакції окислення марганцевокислим калієм розчинів щавлевокислого амонію і сірчанокислого закису заліза.

Молекулярна маса щавлевокислого амонію дорівнює 142,1, міді -63,6. Їх кількісне співвідношення можна визначити за пропорцією:

$$142,1 \text{ г } (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 - (2 \times 63,6) \text{ г Cu}$$

$$a \text{ г } (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 - x \text{ г Cu}$$

$$x = (2 \times 63,6 \times a) / 142,1 = 0,8951 a,$$

де a - наважка щавлевокислого амонію (в г), ними для визначення титру KMnO_4 (біля 0,25 г).

Для визначення титру розчину потрібно:

1. На аналітичних терезах відважити в колбу близько 0,25 г кристалічного, безводного щавлевокислого амонію
2. Додати 60 мл дистильованої води і обережно 1 – 2 мл х.ч. H_2SO_4 .
3. Відтитрувати до світло-рожевого кольору розчину KMnO_4 .
4. Розрахувати титр розчину.

Наприклад. Наважка $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 = 0,24$ г, що відповідає $0,24 \times 0,8951 = 0,21$ г міді. На титрування пішло 20 мл KMnO_4 . Титр KMnO_4 за міддю = $0,21/20 + 0,0105$ г, тобто 1 мл розчину KMnO_4 , відповідає 0,0105 г міді.

4. Визначення процентного вмісту молочного цукру за кількістю чистої міді в осаді закису міді

1. Осад Cu_2O розчинити у 20-25 мл розчину залізоамонійних квасців у сірчаній кислоті.
2. Отриманий розчин FeSO_4 злити на фільтр, осад на фільтрі повинен повністю розчинитися (інколи необхідно додатково влити на фільтр 5-7 мл розчину сірчаноокислого заліза для більш повного розчинення осаду закису міді). Промити колбу гарячою водою 2-3 рази, вливаючи кожен раз воду на фільтр.
3. Розчин FeSO_4 відтитрувати розчином KMnO_4 до слабо-рожевого забарвлення.
4. Визначити кількість чистої міді в осаді і вирахувати процентний вміст молочного цукру за таблицею.

Розрахунок кількості молочного цукру, мг

Сu	Молочний цукор	Сu	Молочний цукор	Сu	Молочний цукор	Сu	Молочний цукор
101	72,4	121	87,2	141	102,1	161	117,2
102	73,1	122	87,9	142	102,8	162	117,9
103	73,8	123	88,8	143	103,6	163	118,7
104	74,6	124	89,4	144	104,3	164	119,4
105	75,3	125	90,1	145	105,1	165	120,2
106	76,1	126	90,9	146	105,8	166	120,9
107	76,8	127	91,6	147	106,6	167	121,7
108	77,6	128	92,4	148	107,8	168	122,4
109	78,3	129	93,1	149	108,1	169	123,2
110	79,0	130	93,8	150	108,8	170	123,9
111	79,8	131	94,6	151	109,6	171	124,7
112	80,5	132	95,3	152	110,4	172	125,5
113	81,3	133	96,1	153	111,1	173	126,2
114	82,0	134	96,9	154	111,9	174	127,0
115	82,7	135	97,6	155	112,6	175	127,8
116	83,5	136	98,3	156	113,4	176	128,6
117	84,2	137	99,1	157	114,1	177	129,3
118	85,0	138	99,8	158	114,9	178	130,1
119	85,7	139	100,5	159	115,6	179	130,9
120	86,4	140	101,3	160	116,4	180	131,6

Наприклад: Титр розчину KMnO_4 за міддю 0,01 г, тобто 1 мл розчину відповідає 0,01 г міді. На титрування розчину сірчаноокислого заліза витрачено 13,7 мл розчину KMnO_4 , що відповідає $13,7 \times 0,01 = 0,137$ г, або 137 мг міді. Ця кількість міді відповідає 99,1 мг (0,0991 г) молочного цукру. 0,0991 г молочного цукру міститься в 650 мг молочної сироватки, що відповідає одній десятій частині молока в мірну колбу. Отже, у 20 мл молока міститься $0,0991 \times 10 = 0,991$ г молочного цукру, а в 100 мл - $0,991 \times 5 = 4,955$ г цукру. З поправкою на густину, вміст молочного цукру дорівнює $4,991 : 1,030 = 4,8\%$.

Контрольні питання:

1. Охарактеризуйте біологічну і технологічну роль молочного жиру.
2. Як класифікуються ліпіди? Який склад молочного жиру?
3. Яку систему молока формує молочним жир? Охарактеризуйте її.
4. Як впливає порода тварин на жирову фазу молока?
5. Наведіть приклади основних насичених жирних кислот, що входять до складу молочного жиру. Які властивості молочного жиру вони зумовлюють?
6. Які властивості молочного жиру пов'язані з наявністю ненасичених жирних кислот?
7. Як впливає сезон року на співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот молочного жиру, яке це має технологічне значення?
8. Охарактеризуйте процес аутоокислення ліпідів.
9. Які незамінні жирні кислоти вам відомі? Яка їх біологічна роль?
10. Охарактеризуйте фізичні властивості молочного жиру.
11. Яке біологічне значення фосфоліпідів?
12. Наведіть формули основних фосфоліпідів. Охарактеризуйте особливості будови і вплив на властивості біологічних мембран.
13. Що уявляють собою стероїди? Яка їх біологічна роль?
14. Яке практичне значення має визначення вмісту дестабілізованого жиру?
15. Які вуглеводи входять до складу молока?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

ДОСЛІДЖЕННЯ ФЕРМЕНТІВ ТА ВІТАМІНІВ У МОЛОЦІ

Мета: Набути практичних знань з дослідження біологічно активних речовин молока.

Теоретичні відомості

Молоко містить всі необхідні вітаміни для розвитку організму у постнатальний період. Проте ці потреби можуть відрізнятись у людини і тварин, а також у немовлят та дорослих людей. У молоці водорозчинні вітаміни знаходяться у плазмі молока, а жиророзчинні у складі жирових кульок (переважно в їх оболонках). Вітаміни не впливають на технологічні процеси виробництва молочних продуктів. Виключенням є вітамін А, який має відношення до формування кольору молока і молочних продуктів. З іншого боку, технологічні процеси можуть призводити до втрати вітамінів молока. Тому важливо враховувати стійкість вітамінів до дії різних факторів (рН, температура, світлові промені, концентрація кисню) при виробництві молочних продуктів. Вміст вітамінів у молоці залежить від умов годування тварин, породи, періоду лактації, віку та стану здоров'я.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: молоко, йодистокалієвий крохмаль, 0,5%-ного розчину перекису водню, розчин фенолфталеїнофосфату натрію, розчин сичужного ферменту, 17% оцтова кислота, крейда, 5% розчин оцтовокислого свинцю в 5% розчині оцтової кислоти, 2% розчин соляної кислоти, 0,001н розчином 2,6- дихлорфеноліндофенол, штатив з пробірками, корки, колби, хімічні стаканчики, водяна баня, секундомір, фільтр, лійки, бюретки, піпет-дозатори.

1. Визначення активності пероксидази за реакцією з йодистокалієвим крохмалем

Пероксидаза інактивується при температурі не нижче +80°C витримкою 20-30 секунд. Метод ґрунтується на розкладі перекису водню ферментом пероксидазою, яка міститься в молоці і молочних продуктах. Звільнений при розкладі

перекису водню активний кисень окислює йодистий калій, звільняючи йод, який утворює з крохмалем сполуку синього кольору.

Техніка визначення:

1. У пробірку відміряти 5 мл молока, додати 5 крапель розчину йодистокалієвого крохмалю і 5 крапель 0,5% розчину перекису водню. Круговими рухами перемішати вміст пробірок після додавання кожного з реактивів.

2. Визначають наявність пероксидази за зміною кольору. При відсутності ферменту пероксидази в молоці колір вмісту в пробірці не змінюється.

3. При наявності пероксидази в молоці вміст пробірки набирає темносинього кольору. Поява забарвлення в пробірках пізніше, ніж через 2 хв. після додавання йодистокалієвого крохмалю і перекису водню, не вказує на відсутність пастеризації, тому що може бути викликана розкладанням реактивів. Чутливість методу дозволяє виявити від 5 % непастеризованого молока в партії.

2. Визначення фосфатази за реакцією з фенолфталеїнфосфатом натрію

Фосфатаза інактивується при температурі пастеризації не нижче +63°C з витримкою 30 хв. Метод ґрунтується на гідролізі фенолфталеїнфосфату натрію ферментом фосфатазою, який міститься в молоці і в молочних продуктах. Звільнений при гідролізі фенолфталеїн у лужному середовищі дає рожеве забарвлення.

Техніка визначення:

В пробірки відміряють по 2 мл молока, 1 мл розчину фенолфталеїнфосфату натрію. Пробірки закривають корками і струшують. Пробірки поміщають у водяну баню з температурою воли в 40 до +45°C, визначають забарвлення через 10 хв. і через годину.

При відсутності ферменту фосфатази в молоці забарвлення вмісту пробірок не змінюється. Отже, молоко було піддане пастеризації при температурі не нижче +66°C. При наявності фосфатази в молоці і молочних продуктах вміст пробірок набуває забарвлення від світло-рожевого до яскраво-рожевого. Отже, молоко не

піддавалось пастеризації, піддавалось при температурі нижче +63°C, або було змішане з непастеризованим молоком. Чутливість методу дозволяє виявити додавання не менше 2 % непастеризованого молока в партії.

3. Визначення активності сичужного ферменту

Молокозсідальні ферменти здатні викликати зсідання молока шляхом специфічного протеолізу казеїнів. Протеоліз білків сироватки молока не відіграє суттєвого значення у цьому процесі. Молокозсідальні ферменти використовуються при виробництві твердих сирів. Традиційно при виготовленні сирів застосовують так званий «сичужний фермент», виділений з сичугу телят, яких годували молоком. До складу сичужного ферменту входить, як основний компонент, природна молокозсідальна протеїназа – хімозин (КФ 3.4.23.4). Хімозин синтезується у перші 2-3 тижні життя під час молочного живлення у вигляді неактивного проферменту хімозиногену (373 амінокислотні залишки). Хімозиноген активується при рН менше 6,5. При цьому звільняється N-термінальний активуючий пептид (42 амінокислотні залишки), внаслідок чого молекулярна маса знижується з 36 000 Да до 30 700 Да. Встановлено, що хімозин відноситься до кислих протеаз. Оптимум рН дії хімозину при розщепленні сироваткового альбуміну і казеїну становить 3,4 і 4,0 відповідно. Протеолітична активність хімозину проявляється вже при температурі 0°C і досягає максимального рівня при температурі 40°C. Подальше збільшення температури приводить до зменшення активності ферменту і повної втрати її при температурі 60°C. Хімозин характеризується високою молокозсідальною і низькою протеолітичною активністю. Фізіологічне значення дії хімозину полягає в утворенні згустку білків казеїнового комплексу в шлунку телят і кращому їх засвоєнні.

Коагуляція казеїнових міцел хімозином – складний і багатостадійний процес, деталі його до кінця не з'ясовані. Це зумовлено в першу чергу складністю будови казеїнових міцел, залежністю процесу коагуляції від багатьох факторів, які впливають не тільки на активність хімозину, але і на будову і властивості казеїну. Весь

процес взаємодії хімозину і казеїнових міцел молока поділяють на три стадії: ферментативний протеоліз; агрегація казеїнів; утворення згустку.

Техніка визначення:

1. У хімічну склянку відміряють 100 мл знежиреного молока кислотністю не більше 1°Т, підігрітого до 35°С.

2. Встановлюють склянку у водяну баню при температурі 35°С.

3. У склянку з підігрітим молоком вносять 1 мл розчину сичужного ферменту і відмічають час внесення за секундоміром.

4. Молоко залишають у спокої до утворення згустку, що перевіряють шпателем. Момент утворення згустку відзначають за секундоміром

5. Визначивши тривалість зсідання у хвилинах, визначають активність ферментного порошку в одиницях:

$$A_{\phi} = \frac{(100 \times 100 \times 40)}{X} = X \times 400000, \quad \text{де}$$

100 - кількість мл молока;

100 - розведення ферменту водою;

40 - умовна тривалість зсідання, хв.;

X - тривалість утворення згустку, хв.

Необхідну кількість ферменту розраховують за формулою

$$K_{\phi} = \frac{(100000)}{A_{\phi}} \times D_{\phi} \times K_{m}, \quad \text{де}$$

K_{ϕ} - кількість ферменту, г;

A_{ϕ} - активність ферменту досліджуваного;

$100000 / A_{\phi}$ - величина, що показує у скільки разів застосований фермент є слабшим (чи сильнішим) від нормального;

D_{ϕ} - прийнята доза ферменту 10 г на 1 т молока;

K_{m} - кількість молока.

4. Визначення вмісту вітаміну С у молоці (метод Дев'яткіна і Дорошенка)

1. До 25 мл молока у невеликій конічній колбі додають 1 мл 17% оцтової кислоти, перемішують і фільтрують через паперовий фільтр у суху колбу ємністю 100 мл.

2. Відмірюють 10 мл фільтрату в конічну колбу, додають 0,4 г крейди (на кінчику ножа), 5 мл 5% розчину оцтовокислого свинцю в 5% розчині оцтової кислоти, розмішуючи після додавання кожного реактиву, і фільтрують через щільний фільтр. Одержаний фільтрат повинен бути прозорим, інакше його повторно фільтрують.

3. До 5 мл фільтрату додають 2,5 мл 2% розчину соляної кислоти, 10 мл води і титрують з мікробюретки 0,001н розчином 2,6-дихлорфеноліндофенолом, додаючи його по 1-2 краплі до світло-рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30 секунд. Відрахунок по бюретці записують і додатково додають 2 контрольні краплі розчину 2,6-дихлорфеноліндофенолу. Поява інтенсивного рожевого забарвлення вказує, що кінець титрування визначений правильно.

Осадження, фільтрування і титрування повинні проводитись швидко (на всі операції потрібно затратити не більше 15-20 хв.).

5. Вміст вітаміну С в 1 кг молока знаходять за формулою:

$$X = \frac{(1,04 \times 1,5K \times 1000 \times 0,97)}{X5 \times 11,4} = 357,7 \times V \times K, \quad \text{де}$$

V - кількість 2,6-дихлорфеноліндофенолу, що пішла на титрування 5 мл фільтрату, мл;

1,4 - коефіцієнт розведення молока;

1,5- коефіцієнт розведення сироватки;

K - поправка на титр індикатора;

5 - кількість фільтрату, відібраного для титрування, мл;

11,4 - коефіцієнт переведення мл 2,6-дихлорфеноліндофенолу в мг аскорбінової кислоти;

1000 - перерахунок на 1 кг молока;

0,97 - коефіцієнт розведення об'єму молока в масу.

5. Стандартний спрощений метод визначення аскорбінової кислоти

1. Молоко (5 мл) розводять у три рази водою. При розведенні молоко відмірюють піпеткою, а дистильовану воду наливають з бюретки.

2. У конічну колбу ємністю 25 - 50 мл вносять 1 мл 2% соляної кислоти і 5 мл розведеного молока і доводять водою до 15 мл.

3. Вміст колби титрують з мікробюретки 0,001 н розчином 2,6-дихлорфеноліндофенолу, доливаючи його краплями до появи світлорожевого забарвлення, яке зберігається 0,5-1 хв.

4. Роблять 2 паралельних визначення з одної порції розведеного молока.

Молозиво розводять у 3 - 6 разів.

5. Вміст аскорбінової кислоти вираховують за формулою:

$$X = \frac{(v \times K \times V \times 0.088 \times 100)}{V1g}, \quad \text{де}$$

де v - кількість робочого розчину 2,6-дихлорфеноліндофенолу, що пішла на титрування, мл;

K - поправка на титр розчину 2,6-дихлорфеноліндофенолу для переведення на точно 0,001 н. розчин;

V - об'єм, до якого доведена наважка молока при додаванні до неї води і соляної кислоти, мл;

$V1$ - об'єм рідини, що аналізується взятою для титрування, мл;

g - наважка молока, г;

0,088 - кількість аскорбінової кислоти, що відповідає 1 мл точно 0,001 н розчину 2,6-дихлорфеноліндофенолу, мг.

Контрольні питання:

1. Дайте характеристику ферментів молока.
2. Який механізм дії ферментів?
3. Як класифікують ферменти молока за походженням. Наведіть приклади.

4. За активністю яких ферментів визначають санітарну якість молока?
5. Активність яких ферментів свідчить про температурні параметри пастеризації молока?
6. Охарактеризуйте значення ліпаз молока. Що являє собою спонтанний і індукований ліполіз? Наведіть приклади.
7. Які ферменти молока здійснюють істотний вплив на зміну властивостей молока?
8. Які вітаміни входять до складу молока?
9. Які фактори впливають на вміст вітамінів у молоці?
10. Як задовольняється потреба людини у вітамінах за рахунок молока і молочних продуктів?
11. Порівняйте вміст вітамінів групи В у молоці і кисломолочних продуктах.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

ВИЯВЛЕННЯ МАСТИТНОГО ТА АНОРМАЛЬНОГО МОЛОКА, ПРОБИ НА НАТУРАЛЬНІСТЬ МОЛОКА

Мета: Набути практичних умінь з виявлення аномального, маститного та фальсифікованого молока.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: проби фальсифікованого молока, дистильована вода, пластинки з заглибленнями, піпетки, піпет-дозатори, штат1111ив з пробірками, мірні стакани, лійки, скляні палички, колби, термометр ртутний, термометр лабораторний, циліндри мірні, водяна баня, 10% розчин Мастидину, 0,5% розчин йоду, сірчана кислота густиною 1,82, до 100 мл якої додано одна крапля азотної кислоти густиною 1,30, 0,04% спиртовий розчин бромтимолового голубого, розчин сірчаної кислоти, крохмальний розчин йодистого калію, реактив Неслера, 10 %-оцтова кислота, соляна кислота, 5% розчин йодистого калію.

1. Виявлення аномального молока

Поняття «анормальне молоко» ґрунтується на науковому принципі про те, що при запаленні тканин молочної залози в молоці відмічається підвищення кількості лейкоцитів, пропорційно ступеню запалення.

Метод базується на взаємодії препарату Мастидин з соматичними клітинами, у результаті чого змінюється консистенція молока.

Техніка визначення. У заглиблення молочно-контрольної пластинки вносять 1 мл молока, додають 1 мл 10% розчину Мастидину. Суміш перемішують скляною паличкою протягом 15-20 секунд. Реакцію враховують за ступенем утворення желеподібного згустку, який є основним критерієм оцінки реакції з діагностикомом, та зміни кольору суміші.

Оцінка результатів реакції визначення залишків аномального молока у збірному:

- ✓ Реакція вважається негативною: якщо суміш молока з Мاستидином залишається у вигляді однорідної рідини або з'являються сліди утворення желе (+). Колір суміші світло-бузковий, іноді темно-бузковий.
- ✓ Реакція оцінюється як сумнівна при утворенні слабкого згустку (++) , який не можна викинути паличкою з лунки пластини. Колір суміші від світло-бузкового до фіолетового.
- ✓ Реакція вважається позитивною: при утворенні помірного згустку у вигляді сирого білка курячого яйця (+++), який важко викидається з лунки або щільного згустку (++++) легко викидається з лунки пластини. Колір суміші від темно-бузкового до фіолетового.

При позитивній реакції на Мاستидин та позитивній пробі відстоювання молока корову вважають хворою на субклінічний мастит.

2. Виявлення крові в молоці корів центрифужним методом

Техніка визначення:

1. Молоко температурою 40-45⁰С налити в пробірку, закрити гумовим корком, центрифугувати 10 хв при 1000 об/хв.
2. Після центрифугування оглянути осад на дні пробірки. Якщо осад має рожевий колір, то у молоці наявні домішки крові.

Бензидинова проба

За допомогою цієї проби в молоці можна виявити домішки крові і гною. Суть методу полягає в тому, що перексид водню руйнує гемоглобін крові. При дальших хімічних реакціях із бензидину утворюється забарвлена речовина – хінон – феноламін темного-голубого кольору.

Техніка визначення:

1. Піпеткою відмірити в пробірку 2 мл 96% етилового спирту, на кінчику ножа додати бензидин і 2 мл 3% розчину перекису водню, добре розмішати, додати 3 – 4 краплі льодяної оцтової кислоти.

2. До суміші в пробірці влити 4–5 мл досліджуваного молока і залишити в спокої. Якщо через 20–30 хв, вміст пробірки забарвлюється у темно-голубий колір, в молоці є домішки крові і гною.

Дослідження маститного та анормального молока

Назва реакції	Матеріал дослідження	Реактиви	Результати дослідження	Висновки
Мастидинова проба				
Виявлення анормального молока				
Виявлення крові у молоці				
Бензидинова проба				

Методи контролю натуральності молока

Розрізняють характер фальсифікації, тобто що додано до молока і ступінь фальсифікації – яка кількість сторонніх речовин додана. Для визначення характеру і ступеня фальсифікації необхідно знати у стійловій і досліджуваній пробах молока: вміст жиру, густину, вміст сухих речовин – СЗМЗ.

3. Розбавлення молока водою

При додаванні до молока води знижується жиру і густина вміст сухих речовин, СЗМЗ.

Ступінь фальсифікації розраховують за формулою:

$$B = \frac{СЗМЗ - СЗМЗ_1}{СММЗ} \times 100$$

або

$$B = \frac{D - D_1}{D} \times 100$$

де В – кількість доданої води (%);

СЗМЗ – сухий знежирений молочний залишок стійлової проби (%);

СЗМЗ1 – сухий знежирений молочний залишок досліджуваної проби (%);

Д – густина молока стійлової проби (°А);

Д1 – густина молока досліджуваної проби (°А).

Встановлено, що додавання до молока 10% води знижує його густину на 3°А.

4. Додавання знежиреного молока або зняття частини вершків

При цьому густина підвищується, вміст жиру і сухих речовин знижується, а кількість СЗМЗ не змінюється або злегка підвищується. Ступінь фальсифікації знежиреним молоком розраховують за формулою:

$$O = \frac{Ж - Ж1}{Ж} \times 100, \text{ де}$$

O - кількість доданого знежиреного молока (%);

Ж - вміст жиру в стійловій пробі (%);

Ж1 - вміст жиру в досліджуваній пробі (%).

Вміст жиру в сухій речовині розраховують за формулою:

$$Ж_{\text{ср}} = \frac{Ж1}{С1} \times 100$$

Ж_{ср} – жир сухої речовини молока (%);

Ж1 – вміст жиру в досліджуваному молоці (%);

С1 – суха речовина досліджуваного молока (%).

У цьому випадку фальсифікації вміст жиру в сухій речовині молока знижується. Якщо кількість жиру в сухій речовині менша 25%, це вказує на додавання до молока знежиреного молока або зняття частини вершків.

5. Подвійна фальсифікація

При одночасному додаванні до молока води і знежиреного молока знижується вміст сухих речовин, СЗМЗ, жиру, а густина не змінюється або незначно відхиляється залежно від співвідношення доданих компонентів.

Для встановлення ступеня цієї фальсифікації користуються такими формулами:

$$Д = 100 - \left(\frac{Ж1}{Ж} \times 100 \right);$$

$$В = 100 - \frac{СЗМЗ\ 1}{СЗМЗ} \times 100;$$

$$О = Д - В, \text{ де}$$

Д – загальна кількість води і знежиреного молока (%);

Ж – вміст жиру в стійловій пробі (%);

Ж1 – вміст жиру в досліджуваній пробі (%);

В – вміст води доданої до молока (%);

СЗМЗ 1 – кількість сухого знежиреного молочного залишку в досліджуваній пробі;

СЗМЗ – кількість сухого знежиреного молочного залишку в стійловій пробі (%);

О – кількість доданого знежиреного молока.

Наприклад. При досліджуванні проб молока одержано наступні показники.

Показники	Досліджувана проба	стійлова
Густина, г/см ³	1,0236	1,030
Жир, %	2,0	3,3
СЗМЗ, %	8,31	9,02

$$Д = 100 - \left(\frac{2,0}{3,3} \times 100 \right) = 47,4\%;$$

$$В = 100 - \frac{8,31}{9,02} \times 100 = 8\%;$$

$$О = 47,4 - 8 = 39,4\%.$$

6. Якісна проба на воду в молоці

Проба Иохельсона. У пробірку наливають 2 мл досліджуваного молока, до-бавляють 2 краплі 10% розчину хромово-кислої солі і 2 мл 0,5% розчину азотно-кислого срібла. Кондиційне молоко корови забарвлюється в лимонно-жовтий колір, розбавлене водою – в цегляночервоний колір різної інтенсивності.

Проба Иохельсона є надійною при визначенні фальсифікації молока великою кількістю води (20–25%), але менше чіткою при меншій кількості долитої води.

7. Виявлення крохмалю і борошна в молоці.

Крохмаль або муку додають до молока для збільшення його в'язкості. Виявлення їх основане на реакції йоду з крохмалем, який забарвлюється від дії йоду в синій колір.

Техніка визначення:

1. У пробірки змішати по 5 мл молока різних проб і 3 краплі спиртового розчину йоду.

2. Встановити зміну забарвлення – при наявності крохмалю молоко забарвлюється в синій колір, без крохмалю – в блідо-жовтий. З метою скорочення часу і економії реактивів пробірковий метод можна замінити крапельним, при якому вимагається лише одна крапля досліджуваного молока і одна крапля реактиву.

Реакцію можна ставити на добре відшліфованому, промитому теплою водою з милом і добре протертому склі. Спочатку на скло наносять краплю реактиву, а потім - краплю досліджуваного молока.

8. Визначення формаліну

Формалін є консервуючою речовиною для збереження проб молока. Законсервоване формаліном молоко непридатне до вживання.

Техніка визначення.

1. У пробірки відмірюють по 2 мл сірчаної кислоти.

2. Обережно, не допускаючи змішування, по стінці долати по 2 мл різних проб молока. При наявності в молоці формаліну на межі рідин утворюється фіолетове або темно-синє кільце; при відсутності його кільце має жовте забарвлення.

9. Визначення соди

З метою зниження кислотності молока і попередження зсідання виробники до нього іноді додають соду. Таке молоко вважається фальсифікованим. Додавання соди до молока не гальмує розвиток у ньому гнільних бактерій, які стають причиною

вад виникнення консистенції, смаку і запаху. Чутливість методу складає 0,05 % добавленого карбонату або бікарбонату.

Техніка визначення. У суху пробірку наливають 5 мл досліджуваного молока і обережно по стінці додають 7 – 8 крапель (0,1 мл) розчину бромтимолового голубого. Через 10 хв спостерігають за зміною забарвлення кільцевого шару.

Жовте забарвлення кільцевого шару вказує на відсутність соди в молоці. Поява зеленого кольору різних відтінків свідчить про наявність соди в молоці.

10. Визначення вмісту в молоці перекису водню

Пероксид водню (пергідроль 30%) додають інколи в молоко для попередження його скисання.

Метод базується на взаємодії перекису водню з йодистим калієм, виділенням йоду, який дає з крохмалем синє забарвлення. Чутливість методу 0,001%’ перекису водню.

Техніка визначення. У пробірку наливають 1 мл досліджуваного молока, додають дві краплі розчину сірчаної кислоти і 0,2 мл крохмального розчину йодистого калію. Через 10 хв спостерігають за зміною кольору розчину в пробірці. Поява окремих плям синього кольору свідчить про присутність перекису водню в молоці.

11. Визначення аміаку

Аміак в молоці утворюється в результаті життєдіяльності гнильних бактерій, а також адсорбується молоком під час його зберігання антисанітарних умовах на скотному дворі. Метод заснований на зміні кольору виділеної сироватки при її взаємодії з реактивом Неслера.

12. Приготування молочної сироватки

У склянку відміряти 20 мл молока і нагрівати протягом 2–3 хв на водяній бані при температурі 40-45°C. До підігрітого молока додати 1 мл 10% розчину оцтової кислоти. Для осідання казеїну суміш залишити на 10 хв.

Техніка визначення. Піпеткою відбирають 2 мл сироватки, яка відстоялась і переносять в пробірку. У цю ж пробірку додають 1 мл реактиву Неслера і вміст перемішують, спостерігаючи при цьому протягом 1 хв за зміною кольору суміші. Поява лимонно-жовтого забарвлення суміші вказує на присутність аміаку, характерного для молока. Поява оранжевого кольору різної інтенсивності вказує на наявність надлишку аміаку вище норми.

13. Визначення в молоці домішок хлорних препаратів

Під час дезінфекції молочної апаратури в молоко можуть попадати рештки хлорного вапна, хлораміну, гіпохлориду, натрію, дезмолу та інших речовин.

Техніка визначення. У пробірку наливають по 1 мл чистої соляної кислоти і молока, добре перемішують. Потім додають 4 краплі 5% розчину йодистого калію, повторно перемішують і поміщають на 5 хв у водяну баню температурою 60-65°C. Вийнявши з бані, пробірку охолоджують холодною водою до кімнатної температури, додаючи 2 – 3 краплі 1% розчину крохмалю, і добре перемішують. При наявності хлорних препаратів молоко забарвлюється в синій колір.

Результати дослідження натуральності молока

Назва реакції	Матеріал дослідження	Реактиви	Результати дослідження	Висновки
Якісна проба на воду у молоці				
Виявлення крохмалю та борошна				
Визначення формаліну				
Визначення соди				
Визначення вмісту у молоці				

перекису водню				
Визначення аміаку				
Визначення в молоці домішків хлоридних препаратів				

Контрольні питання:

1. Що ви розумієте під поняттям «анормальне молоко»?
2. Які ви знаєте проби для виявлення молока корів, хворих маститом?
3. Як змінюється біохімічний склад молока при маститах?
4. У якому випадку молоко вважається фальсифікованим?
5. Дайте визначення поняття «характер фальсифікації».
6. Дайте визначення поняття «ступінь фальсифікації».
7. Як змінюється біохімічний склад молока при фальсифікації?
8. Дайте визначення поняття «подвійна фальсифікація молока».
9. З якою метою до молока додають соду?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

БІОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕРШКІВ ТА КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ.

Мета: Набути практичних знань з дослідження біохімічного складу вершків та кисломолочних продуктів.

Теоретичні відомості

Вершки – продукт, який отримують шляхом сепарації (відстоювання) цільного молока.

Сметана – кисломолочний продукт, який робиться з вершків шляхом додавання в них закваски.

Для отримання вершків сепарують незбиране молоко. Примітно, що до появи сепаратора молоко відстоювали в прохолодному місці, після чого акуратно зливали верхній шар, що складається з жирної його частини. Цей продукт дуже корисний, оскільки містить мінеральні солі, вітаміни, білки і вуглеводи. Але при цьому у вершках багато жиру, тому їх не варто включати в раціон людей, хворих на ожиріння.

Існує поняття «рослинні вершки». Складаються вони з рослинних жирів, ніякої користі людині не приносять, та й «вершками» їх можна називати умовно.

З вершків роблять сметану і вершкове масло, додають їх у різні соуси і кондитерські вироби. Завдяки солодкому смаку вони добре відтіняють кавову гірчинку, властиву цьому напою.

Сметана – продукт, який робиться з вершків. Цей процес більш трудомісткий і тривалий, ніж отримання вершків. Спочатку молоко сепарують. Отримані в ході сепарації вершки нормалізують і пастеризують. Потім в пастеризоване сировину додається спеціальна закваска, воно охолоджується і відстоюється близько доби до придбання потрібного смаку і консистенції. Жирність сметани може бути в межах

10-58%. У магазинах найчастіше продається сметана 10, 15, 20 і 30% жирності. Сметана – чудове доповнення до багатьох перших і других страв, заправка для салатів і складова кондитерських виробів, десертів і солодкої випічки. На смак вона кисло-солодка.

Відмінність вершків від сметани полягає в наступному: вершки – молочний продукт, сметана відноситься до кисломолочних продуктів, вона робиться з вершків та закваски; вершки солодкі, сметана має кисло-солодкий смак; вершки мають менш густу консистенцію, ніж сметана; жирність вершків – до 35%, сметани – до 58%; виробництво сметани – більш трудомісткий процес, ніж отримання вершків. Вершки можуть бути сухими.

Сир (кисломолочний) – продукт сквашування молока заквашувальними препаратами із застосуванням способів кислотної, кислотно-сичужної або термокислотної коагуляції білку з подальшою термічною обробкою отриманого згустку для відділення сироватки і вилучення частини її відпресовуванням білкової маси. Процес виготовлення сиру кисломолочного базується на здатності молочного білка казеїну утворювати щільний згусток. Сир виготовляється з сирної маси різного рівня пастеризованого коров'ячого молока, включаючи знежирене, зі зниженою жирністю або звичайне молоко. Цей молочний продукт відрізняється від твердого сиру тим, що його не витримують, а продають і подають свіжим. Він також низькокалорійний у порівнянні з іншими сирами. При виробництві сиру в домашніх умовах кисле молоко піддається тепловій обробці за температури 80°C.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: дослідні зразки вершків та кисломолочних продуктів, хімічний посуд, колби конічні на 100 мл, мірні піпетки, бюретки, пробірки, жироміри вершкові, штатив для жиромірів, годинник, сірчана кислота густиною 1,81–1,82, ізоаміловий спирт, 0,1н розчин NaOH, 1% розчин фенолфталеїну, центрифуга, водяна баня.

1. Визначення кислотності вершків

Техніка визначення:

1. Відміряти в колбу 10 мл вершків.
2. Залишки продукту на стінках піпетки промити дистильованою водою. Для цього не віднімаючи від колби піпетку прополоскати її з іншої піпетки 20 мл води.
3. Вміст перемішати, додати 2–3 краплі фенолфталеїну і відтитрувати 0,1н розчином NaOH до появи слабо рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 2 хв.
4. Кількість мл лугу, витраченого на титрування, збільшити у 10 раз, тобто перерахувати на 100 мл продукту, що відповідає кислотності в градусах Тернера.

2. Визначення жиру у вершках

Техніка визначення:

1. У вершковий жиромір відміряти 5 г вершків.
2. В жиромір влити 5 мл води, 10 мл сірчаної кислоти і 1 мл ізоамілового спирту.
3. Жиромір закрити корком, перемішати його вміст, поставити у водяну баню при температурі 65–70⁰C і періодично струшувати до розчинення білка. Далі робити так само, як вказано для молока. Об'єм двох поділок шкали вершкового жироміру відповідає одному проценту жиру. Розходження між паралельними визначеннями не повинно перебільшувати 0,5%. Із вершків і сметани вище 40% беруть наважку 2,5 г, а води 7,5 мл, у цьому випадку вміст жиру в продуктах відповідає показнику жироміра помноженому на 2.

3. Визначення кислотності сметани

Техніка визначення:

1. Відміряти в колбу 10 мл сметани.
2. Залишки продукту на стінках піпетки промити дистильованою водою. Для цього не віднімаючи від колби піпетку прополоскати її з іншої піпетки 20 мл води.
3. Вміст перемішати, додати 2–3 краплі фенолфталеїну і відтитрувати 0,1н розчином NaOH до появи слабо рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 2 хв.
4. Кількість мл лугу, витраченого на титрування, збільшити у 10 раз, тобто перерахувати на 100 мл продукту, що відповідає кислотності в градусах Тернера.

4. Визначення жиру у сметані

Техніка визначення:

1. У вершковий жиромір відміряти 5 г сметани.
2. В жиромір влити 5 мл води, 10 мл сірчаної кислоти і 1 мл ізоамілового спирту.
3. Жиромір закрити корком, перемішати його вміст, поставити у водяну баню при температурі 65–70°C і періодично струшувати до розчинення білка. Далі робити так само, як вказано для молока. Об'єм двох поділок шкали вершкового жироміру відповідає одному проценту жиру. Розходження між паралельними визначеннями не повинно перебільшувати 0,5%. Із вершків і сметани вище 40% беруть наважку 2,5 г, а води 7,5 мл, у цьому випадку вміст жиру в продуктах відповідає показнику жироміра помноженому на 2.

5. Визначення жиру в кисломолочному сирі

Техніка визначення:

1. У вершковий жиромір відважують 5 г сиру, 5 мл води, 10 мл сірчаної кислоти і 1 мл ізоамілового спирту.
2. Жиромір закривають гумовим корком, струшують і ставлять корком вгору у водяну баню при температурі 65±20С. Час від часу жиромір виймають з бані і струшують, тримаючи весь час корком догори, поки сир не розчиниться.
3. Жироміри центрифугують протягом 5 хв., знову ставлять на 5 хв.

6. Визначення вмісту жиру в простому сирі за допомогою молочного жироміру

Техніка визначення:

1. У молочний жиромір відважити 2 г сирної маси, стараючись, щоб грудочки її не потрапили у вузьку частину приладу.
2. Долити в жиромір 9 мл води, 10 мл сірчаної кислоти, 1 мл ізоамілового спирту.
3. Жиромір закрити гумовим корком і вміст його перемішати. Поставити на водяну баню при температурі 67–70°C і періодично струшувати до повного розчинення білка.

4. Наступні операції провести як описано в попередніх роботах. Помножити показник на жиромірі на 5,5 та отримуємо результат, що показує відсоток жиру в сирі. Залежно від вмісту жиру кисломолочний сир поділяється на три категорії: а) 18% жирності, б) 9% жирності, в) знежирений.

7. Визначення кислотності сиру

Техніка визначення:

1. Наважку сиру (5 г) перенести у фарфорову ступку, добре розтерти в 50 мл дистильованої води, нагрітої до 35–40°C.

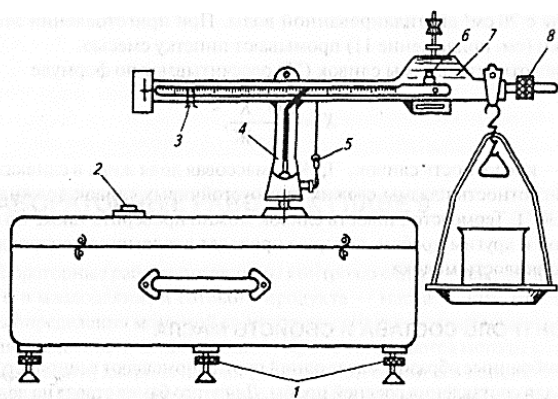
2. Додати 2–3 краплі фенолфталеїну і титрувати 0,1н розчином лугу до появи слабо рожевого забарвлення, що не зникає протягом 1 хв.

3. Кількість мл лугу, витраченого на титрування, множать на 20 і отримують кислотність продукту в градусах Тернера. Кислотність (°Т) сиру не більше: для 18% жирності – 200-225; для 9% жирності – 210-240; для знежиреного – 220-270.

8. Визначення вологи у сирах

Техніка визначення:

1. На дно алюмінієвого стаканчика покласти кружок пергаменту. Поставити стаканчик на чайну маслопробних нерівноплечних терезів (СМП-84) і зрівноважити їх.



Терези СМП - 84:

1 - гвинтові ніжки; 2 - водяний рівень;
3 - рейтери; 4 - колонка; 5 - схил;
6 - призма; 7- коромисло; 8 - вантаж-регулятор

2. В стаканчик відважити 5 г парафіну і 5 г сиру.

3. Обережно випарувати вологу, підтримуючи стаканчик спеціальними щипцями над слабким вогнем і безперервно погойдуючи. Кінець випарування визначають за припиненням спінення і потріскування, побуріння продукту і появою запаху підгорілого парафіну.

4. Стаканчик охолодити і поставити на чашку терезів, зрівноважити терези (пересовуючи їх по коромислу терезів). Цифри великих поділок коромисла на якому знаходяться рейтер, вказують на цілі проценти вологи, дрібні поділки - на десяті частини процента. Якщо використовують два рейтери, то показники їх додають. Для визначення кількості вологи в сирі показники рейтерів множать на

2, тому що шкала терезів розрахована на наважку в 10 г.

Приклад. При встановленні рівноваги терезів один рейтер знаходиться на дрібному діленні 9 після цифри 22, а другий на великому діленні 10. Вміст вологи в сирі $(22,9+10) \times 2 = 65,8\%$. За вологістю сир повинен відповідати таким вимогам: сир 18% жирності – не більше 65, сир 9% жирності – 75, сир нежирний – 80%.

Контрольні питання:

1. Особливості біохімічного складу вершків.
2. Який хімічний склад молочного жиру?
3. Які жирні кислоти переважають в молочному жирі?
4. Особливості біохімічного складу кисломолочного сиру.
5. Види псування сиру, їх біохімічна природа.
6. Чинники, що викликають псування сиру.
7. Державні стандарти на кисломолочний сир

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

БІОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СИЧУЖНИХ СИРІВ.

Мета: навчитися визначати фізико-хімічні показники сиру

Теоретичні відомості

Сир після пресування і соління являє собою грубу гумисту масу без смаку і вираженого малюнка. Властиві даному сиру хімічний склад і органолептичні показники сирна маса здобуває тільки в результаті глибоких біохімічних і фізичних змін її компонентів у процесі дозрівання.

Під час дозрівання молочний цукор зброджується повністю бактеріями з утворенням молочної кислоти й інших побічних продуктів, білки розпадаються на різноманітні азотисті з'єднання, жир гідролізується з вивільненням жирних кислот і т.д. У результаті в сирі утворюються численні органічні сполуки, більшість з яких володіють визначеними смаковими особливостями, а також накопичуються гази (в основному вуглекислий газ).

Крім того, змінюються фізико-хімічні властивості сирної маси: в'язкість, густина, кислотність, окислювально-відновний потенціал і т.ін. До кінця дозрівання вона здобуває м'якість, пластичність і інші необхідні структурно-механічні властивості. У такий спосіб формуються смак, запах, малюнок і консистенція сиру.

Всі основні зміни складових частин сирної маси в процесі дозрівання відбуваються під впливом численних ферментів, які виділяються пліснявою, молочно-кислими, пропіоново-кислими й іншими бактеріями і цвілевими грибами, а також у результаті дії сичужного ферменту.

Основна роль в дозріванні сиру належить ферментам мікроорганізмів. Тому інтенсивність біохімічних процесів і їхня спрямованість визначаються в першу чергу обсягом і складом мікрофлори сиру, а також температурою другого нагрівання, вмістом у сирі вологи і солі, його кислотністю і температурними умовами дозрівання.

Отже, сири різних груп дозрівають з різною швидкістю: одні повільніше, інші швидше. При цьому ступінь зрілості – в основному глибина розпаду білків – у них різна. Ступінь зрілості (дозрівання) сирів умовно виражають у відсотках (у вигляді відношення вмісту розчинених у воді азотистих речовин до всієї кількості азотистих з'єднань сиру) або частіше в так званих градусах Шиловича (градусах буферності). Чим глибший розпад білків, тим вище буферність сирної маси, або ступінь зрілості сиру.

Так, для голландського сиру – 80-95, сиру Тільзитер – 55-100, бринзи – 25- 30 град. Висока температура другого нагрівання при виробленні великих твердих сирів (52-58°C) сприяє зниженню обсягу мікрофлори і вологості сиру, тобто повільному (протягом 4–6 міс.) дозріванню, але більш глибокій зміні складових частин, особливо білків.

Низька температура другого нагрівання (36-42°C) обумовлює в дрібних сирах відносно високі обсяг мікрофлори і вміст води. У результаті підвищується швидкість ферментативних процесів при дозріванні сирів даної групи. Вони дозрівають швидше (за 1,5-2,5 міс.), але ступінь зрілості в них нижче в порівнянні з великими сирами.

У дозріванні м'яких сирів беруть участь не тільки ферменти заквасочної, але і поверхневої мікрофлори. Їхньому швидкому дозріванню також сприяє підвищений (48-52%) вміст води в сирі після пресування.

У розсільних сирах кухонна сіль пригнічує розвиток мікрофлори, тому біохімічні процеси при їхньому дозріванні майже не протікають і ступінь зрілості в них низька.

Для прискорення дозрівання сирів необхідно:

- по-перше, можна збільшити дозу бактеріальної закваски, підібрати для неї активні штами молочнокислих бактерій, збільшити її активність шляхом готування гідролізованої закваски, застосувати бактеріальні концентрати і т.ін.;

- по-друге, можна вносити стимулятори, що прискорюють процес дозрівання: неспоріві дріжджі, мікроелементи і т.ін.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: аналітичні або технічні терези, бюкси з кришками, скляні палички, сушильна шафа, водяна баня, щипці для бюкса, пісок, безводний хлористий кальцій, жиромір для молока, водяна баня, фарфорова ступка з товкачком, скляна воронка, паперовий фільтр, H_2SO_4 густиною 1,50-1,55 г/см³, ізоаміловий спирт, 1% розчин фенолфталеїну, 0,1н розчин лугу, 0,1% розчин тимолфталеїну.

1. Визначення вологи в сирі.

Техніка визначення:

В бюкс насипають 20-30 г піску, поміщають в нього скляну паличку і висушують 30 хв, в сушильній шафі при температурі 102-103°C. Після цього бюкс виймають з шафи, закривають кришкою, поміщають в ексикатор, потім зважують. В охолодженій зважений бюкс, знявши кришку, вносять 3-5 г сиру, закривають кришкою і знову зважують. По різниці між вагою бюкса з сиром та без сиру визначають вагу сиру.

Бюкс розміщують в сушильній шафі при температурі 102-105°C на 2 год. Потім закривають кришкою, переносять для охолодження в ексикатор, зважують. Якщо різниця між двома зважуваннями не перевищує 0,05 г висушування припиняють, в протилежному випадку його проводжують до установлення необхідної різниці.

Вміст сухого залишку (x) розраховують за формулою:

$$X = \frac{A_2 - A}{A_1 - A} \times 100\%, \text{ де}$$

A – вага бюкса з піском, паличкою, кришкою;

A1 – вага бюкса з піском, паличкою, кришкою та сиром;

A2 – вага бюкса після висушування.

Віднімаючи від 100 вміст сухих речовин в %, визначають вміст вологи в сирі.

2. Визначення масової частки жиру в сирі.

Техніка визначення:

В жиромір для молока наливаємо 10 мл H_2SO_4 . На технічних терезах зважують 2 г натертого сиру з точністю по 0,01г, наважку висипають в жиромір з кислотою. В жиромір наливають близько 9 мл H_2SO_4 так, щоб рівень рідини був нижче основи горловини жироміра приблизно 4-6 мм.

Потім приливають 1 мл ізоамілового спирту, закривають жиромір корком, поміщають у водяну баню, яка нагрілася до 70°C , та видержують до розчинення білків. Потім жироміри розміщують в центрифугу і центрифугують 5 хв. Жироміри виймають з патронів, тримаючи їх вузьким кінцем вгору і вставляють в водяну баню з температурою 70°C . Через 5 хв, жироміри виймають з води лівою рукою, швидко обтирають рушником, а правою рукою легким рухом гумового корка вгору і вниз установлюють нижню межу жирового стовпчика на будь-якому цілому діленні шкали.

Тримаючи шкалу жироміра на рівні очей, відко відраховують число поділок, зайнятих жиром від нижньої межі поділки до нижньої точки вигнутого меніска верхньої границі жиру.

Об'єм одного цілого ділення жироміра відповідає одному проценту жиру. Процентний вміст жиру в сирі розраховується по формулі:

$$X = \frac{(A \times 11)}{M}, \text{де}$$

A – кількість жиру визначена за шкалою жироміра;

M – наважка сиру.

Жир на суху речовину сиру (X_c) перераховують за формулою:

$$X = \frac{(A \times 100)}{C}, \text{де}$$

X – вміст жиру в сирі, %;

C – вміст сухої речовини в сирі.

3. Визначення ступеня зрілості сиру.

Зважують 5 г сиру і переносять його в ступку. Потім додають 45 мл дистильованої води з температурою 40-45°C і розтирають. Емульсію фільтрують через паперовий фільтр, намагаючись не перенести жир і нерозчинений білок.

Із профільтрованої водної витяжки беруть піпеткою 10мл розчину в 2 колби. В одну колбу прибавляють 10-15 крапель розчину тимолфталейну і титрують до синього забарвлення.

Різницю кількості мл лугу, яка пішла на титрування при різних індикаторах, помножена на 100, являється показником зрілості сиру в градусах.

Наприклад, на титрування фільтрату з тимолфталейном пішло 3,2 мл розчину лугу, з фенолфталейном – 1,85 мл.

Ступінь зрілості сиру дорівнює $(3,2 - 1,85) \cdot 100 = 135$ град.

Контрольні питання:

1. Яким способом визначають вміст вологи в сирі?
2. При якій температурі проводять висушування проби?
3. Протягом якого часу проводять висушування проби?
4. За якою формулою проводять розрахунки вологи в сирі?
5. Яким способом проводять визначення масової частки жиру в сирі?
6. Яка повинна бути густина сульфатної кислоти при визначенні масової частки жиру в сирі?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

БІОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МАСЛА ВЕРШКОВОГО

Мета: Закріпити навички з дослідження біохімічного складу, властивостей та виявлення фальсифікації масла вершкового.

Теоретичні відомості

Вершкове масло - це харчовий продукт, виготовлений з вершків або продуктів переробки молока, має специфічний смак, запах і пластичну консистенцію при температурі 12 ± 2 °С. Воно є емульсією типу «вода в жирі» і містить не менше 61,5% молочного жиру. Крім жиру, в масло переходять всі складові частини вершків – фосфатиди, білки, лактоза, вітаміни. Основні споживчі властивості, якими характеризується масло вершкове, згідно ДСТУ «Масло вершкове» (чинний від 01.07.2006): однорідний колір від світло-жовтого до жовтого; притаманний вершковий чистий смак та запах; консистенція однорідна, пластична, щільна за температури 11 ± 1 °С, поверхня на розрізі блискуча або слабкоблискуча, суха. Проте, в залежно від технології виробництва, у продукті може бути недостатньо щільна і пластична консистенція, поверхня на розрізі злегка матова з наявністю поодиноких дрібних крапель вологи розміром до 1 мм. Вартість масла вершкового має широкий діапазон, так як ціна залежить від вмісту (масової частки в %) молочного жиру. На полицях магазинів споживачам пропонується три групи масла вершкового: бутербродне – 61,5-72,4 % жиру; селянське – 72,5-79,9 % жиру та екстра – 80,0-85,0 % жиру.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: технохімічні терези з гирками, терези СМП-84 для визначення вологи в маслі, колби на 100 мл, склянки, фарфорові ступки, лійки, паперові фільтри, водяна баня, спиртівка, нейтралізована суміш 95% етилового спирту і ефіру (1:1), 1% розчин фенолфталеїну, 0,1н розчин NaOH, Na₂SO₄ (б/в), 0,01% водний розчин нейтрального червоного, льодяна оцтова кислота.

1. Визначення кислотного числа масла вершкового

Техніка визначення.

1. У колбу на 100 мл відважити 5 г масла, розплавити, додати 6 крапель 1% розчину фенолфталеїну і титрувати при постійному перемішуванні 0,1н NaOH до блідо-рожевого забарвлення, що не зникає протягом 2 хв.

2. Розрахувати кислотне число масла. Для цього кількість лугу, витраченого на титрування, помножити на 2. Часто це число називають градусом Кеттеторфера.

2. Визначення ступеня прогоркання

Техніка визначення: зразок вершкового масла (вагою 10-15 г) розтоплюють у склянку при температурі 50-60°C, жир, який виділився, зливають в іншу склянку, зневоднюють додаванням 0,3-0,5 г безводного Na₂SO₄. Фільтрують у термостаті при 50-60°C, через повітряно сухий складчастий фільтр. Очищений жир у кількості 0,5-1 мл, наливають в маленьку фарфорову ступку і охолоджують у холодильнику від 0 до 5°C.

Одночасно готують 0,01% розчин нейтрального червоного на воді (рН 7,0-7,2), ставлять у холодильник для охолодження до 0-5°C.

Охолоджений у ступці жир заливають 1-2 мл свіже приготованого охолодженого розчину нейтрального червоного, розтирають протягом 1 хв при кімнатній температурі. Краплини, які залишились, промивають холодною водою. Після чого встановлюють ступінь псування жиру, користуючись таблицею.

Визначення ступеня прогоркання вершкового масла

Зафарбування жиру	Якість жиру	Ступінь свіжості
Лимонно-жовте, жовте	свіжий	I
Блідо-жовте, солом'яно-жовте	свіжий, не підлягає зберіганню	II
Жовто-оранжеве, кремове	сумнівної свіжості	III
Рожеве з різними відтінками	не свіжий	IV

Дослідження вершкового масла на наявність фальсифікацій:

3. Визначення вологи в маслі

Техніка визначення:

1. Відважити в алюмінієву склянку 10 г масла. Для цього зняти з чашки терезів гирку вагою 10 г і замість неї в склянку помістити масло до зрівноваження терезів.

2. Спеціальними щипцями взяти склянку з маслом і обережно нагрівати над електричною плиткою або спиртівкою.

3. Ознакою випаровування вологи є припинення потріскування і поява легкого побуріння білків, що випали в осад. Повне випаровування вологи можна визначити, покриваючи алюмінієвий стакан холодним дзеркалом або склом, спостерігаючи, чи запотіває воно чи ні.

4. Склянку з маслом охолодити і поставити на чашку терезів. Зрівноважити терези, пересуваючи рейтер по зарубках коромисла вправо.

6. Визначити % вологи, в маслі, виходячи з положення рейтера на коромислі.

Цифра біля великої поділки коромисла, на якій знаходиться рейтер, відповідає цілим процентам, дрібна поділка - десятим долям процента.

Приклад. Після випаровування вологи з масла при встановленні рівноваги терезів рейтер знаходився на шостій дрібній поділці після цифри 15 (велика поділка). Кількість вологи в маслі - 15,6%. Кількість вологи в маслі повинна бути не більше: для солоного, несолоного - 16, для любительського - 20, для топленого - 1%.

4. Визначення жиру в маслі розрахунковим методом

Вміст жиру в маслі несолоному, любительському і топленому визначають жироміром і розрахунками за формулами для

$$X=100 - (B+CB)$$

у соленому: $X=100 - (B + CB + H)$, де

X - вміст жиру, %

CB - вміст сухої знежиреної речовини, % : для топленого масла 0,3, для вершкового солоного і несолоного - 1%, для любительського - 2%;

H - вміст солі, %;

B - вміст вологи в маслі, %.

5. Виявлення домішок маргарину в маслі

Техніка визначення.

У пробірку наливають 20 мл льодяної оцтової кислоти або суміш, яка складається з 3 частин спирту, 6 частин ефіру, 1 частини їдкого лугу і 1 г розплавленого масла. Натуральне масло в цій суміші добре розчиниться і розчин буде прозорим. При наявності домішок маргарину розчин буде мутним.

Контрольні запитання

1. Особливості біохімічного складу вершкового масла.
2. Види псування масла, їх біохімічна природа.
3. Чинники, що викликають псування масла.
4. Прогоркання масла, причини його виникнення, біохімічне підґрунтя.
5. Фальсифікація масла вершкового, види фальсифікації.
6. Які зміни відбуваються у складі масла при фальсифікації?

РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЯ М'ЯСА І М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

ВИЗНАЧЕННЯ МАСОВИХ ЧАСТОК КРОХМАЛЮ ТА ЛАКТОЗИ В М'ЯСНИХ ПРОДУКТАХ

Мета: Навчитися визначати масові частки крохмалю та лактози в м'ясних продуктах.

Теоретичні відомості

У деяких видах варених ковбас І і ІІ сортів (Окрема, Свиняча, Чайна, Закусочна) та напівкопчених ковбас допускається наявність крохмалю або пшеничного борошна у кількості 2-3%. Крохмаль використовують для збільшення вологопоглинальної здатності фаршу, його зв'язуваності. Набрякання крохмального зерна під час теплової обробки сприяє покращенню консистенції готової продукції. Надлишковий вміст крохмалю надає ковбасним виробам сіруватого кольору і борошнистого присмаку.

До ковбас вищого сорту крохмаль не додають.

У разі підозри на фальсифікацію ковбасних виробів (додавання до фаршу крохмалю навіть у тих випадках, коли це не передбачено рецептурою) проводять якісну реакцію на крохмаль.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: ваги лабораторні, електроплитка, циліндри, бюретки, піпетки, вода дистильована, KI, I кристалічний, розчин Люголя, 10% розчин HCl, 10% розчин NaOH, 15% розчин жовтої кров'яної солі, 30% розчин ZnSO₄, 0,1M розчин Na₂S₂O₃, 30% р-н KI, 25% розчин H₂SO₄, 1% розчин фенолфталеїну, спирт етиловий, 1% розчин крохмалю, рідина Фелінга I, рідина Фелінга II.

1. Якісний метод визначення крохмалю.

Техніка визначення.

На поверхню свіжого зрізу продукту наносять по краплі розчин Люголя. Поява синього або чорно-синього забарвлення вказує на присутність крохмалю.

2. Визначення масової долі крохмалю.

Метод заснований на окисненні альдегідних груп моносахаридів, що утворюються при гідролізі крохмалю в кислому середовищі двовалентною міддю, відновленні окису міді в закис міді та подальшому йодометричному титруванні.

Техніка визначення:

У конічну колбу місткістю 250 мл поміщають 20 г проби продукту, доливають невеликими порціями 80 мл 10% розчину HCl, одночасно розмішуючи наважку скляною паличкою.

Колбу з вмістом приєднують до зворотного водяного або повітряного холодильника, ставлять на плитку і, підклавши під колбу азбестову сітку, кип'ятять 15 хв, періодично помішуючи.

Потім колбу охолоджують до кімнатної температури в холодній воді. Вміст колби кількісно переносять у мірну колбу місткістю 250 мл і об'єм рідини доводять дистильованою водою до мітки; жир, що потрапив до колби, повинен знаходитися над міткою.

Після перемішування вміст колби фільтрують через паперовий фільтр. 25 мл фільтрату вносять піпеткою в мірну колбу місткістю 50 мл, додають одну краплю розчину фенолфталеїну і нейтралізують фільтрат 10% розчином NaOH до появи від однієї краплі лугу, червонуватого забарвлення.

Додають в колбу краплями розчин HCl до зникнення червонуватого забарвлення і ще 2-3 краплі для забезпечення слабо кислої реакції розчину.

Для освітлення гідролізату і осадження білків до розчину в колбі додають 1,5 мл розчину жовтої кров'яної солі і 1,5 мл розчину ZnSO₄. Колбу з вмістом охолоджують до кімнатної температури, доводять об'єм дистильованою водою до мітки (у разі утворення піни додають 1-3 краплі сірчаного ефіру), перемішують і фільтрують через паперовий фільтр.

10 мл фільтрату (при контрольному визначенні - 10 мл дистильованої води) вносять піпеткою в мірну колбу місткістю 100 мл, додають піпеткою 20 мл рідини Фелінга, перемішують і кип'ятять 3 хв.

Після кип'ятіння колбу з вмістом негайно ж охолоджують холодною водою, доводять об'єм дистильованою водою до мітки, ретельно перемішують і залишають до повного осадження закису міді.

У конічну колбу місткістю 100-200 мл піпеткою вносять 20 мл відстояної рідини, послідовно додають циліндром 10 мл розчину KI і 10 мл 25% розчину H₂SO₄. Жовтувато-коричневий від йоду, що виділився, розчин одразу титрують розчином Na₂S₂O₃ до солом'яно-жовтого забарвлення. Потім додають 1 мл розчину крохмалю і продовжують титрування повільно (з проміжками між краплями 5-6 с) до повного зникнення синього забарвлення розчину. Також проводять титрування контрольного розчину.

Для обчислення масової частки крохмалю попередньо обчислюють об'єм точно 0,1 моль/мл розчину Na₂S₂O₃ за формулою:

$$V = \frac{K \times (V_0 - V_1) \times 100}{20}$$

де K - поправка до титру 0,1 моль/дм³ розчину Na₂S₂O₃ з точністю до 0,0001 моль/дм³;

V₀ - об'єм 0,1 моль/дм³ розчину Na₂S₂O₃, витрачений на титрування контрольного розчину, мл;

V₁ - об'єм 0,1 моль/дм³ розчину Na₂S₂O₃, витрачений на титрування досліджуваного розчину, мл;

100 - розбавлення гідролізату після кип'ятіння, мл;

20 - обсяг розчину, що титрують, мл.

Потім визначають відповідну цьому обсягу масу крохмалю (m) в міліграмах за таблицею і виражають у грамах.

**Відповідність об'єму витраченого титранту
визначуваній масі крохмалю**

Об'єм 0,1 моль/дм ³ розчину Na ₂ S ₂ O ₃ , см ³	Маса крохмалю, мг	Об'єм 0,1 моль/дм ³ розчину Na ₂ S ₂ O ₃ , см ³	Маса крохмалю, мг	Об'єм 0,1 моль/дм ³ розчину Na ₂ S ₂ O ₃ , см ³	Маса крохмалю, мг
1	2,8	8	23,1	15	45,0
2	5,6	9	26,1	16	48,3
3	8,4	10	29,2	17	51,6
4	11,3	11	32,3	18	54,9
5	14,2	12	35,4	19	58,2
6	17,1	13	38,6	20	61,6
7	20,1	14	41,8		

Масову частку крохмалю X,%, обчислюють за формулою:

$$X = \frac{250 \times 50 \times 100 \times m}{20 \times 25 \times 10} = 250 \times m, \quad \text{де}$$

250 - об'єм гідролізату, см³;

25 - об'єм гідролізату для нейтралізації і осадження білків, см³;

50 - розбавлення гідролізату після нейтралізації і осадження білків, см³;

20 - маса проби продукту для випробування, г;

10 - об'єм гідролізату для кип'ятіння, см³.

За остаточний результат випробування приймають середньоарифметичне результатів (двох паралельних визначень, допустиме розходження між якими не повинно перевищувати 20 % по відношенню до середньоарифметичного при P=0,95. Остаточний результат округлюють до першого десяткового знака.

Допустима розбіжність між результатами випробувань, проведених у двох різних лабораторіях, не повинно перевищувати 30 % по відношенню до середньоарифметичного значення при P=0,95.

Для обчислення масової частки крохмалю в продуктах, вироблених із застосуванням крохмалю і сухого молока (X1) попередньо визначають масову частку лактози в перерахунку на крохмаль (X2).

Масову частку крохмалю (X1) у відсотках обчислюють за формулою:

$$X1 = X - X2$$

3. Метод визначення лактози.

Техніка визначення: 20 г проби поміщають в мірну колбу місткістю 250 см³, додають до половини колби дистильованої води.

Потім для осадження білків додають 10 мл розчину жовтої кров'яної солі і 10 мл розчину ZnSO₄, доводять вміст колби дистильованою водою до мітки, причому жир, що виділився, повинен знаходитися над міткою, перемішують, дають відстоятися 20-30 хв і фільтрують через паперовий фільтр.

25 мл прозорого безбарвного фільтрату вносять піпеткою в мірну колбу місткістю 50 мл, додають 2,5 мл концентрованої HCl, поміщають на водяну баню з температурою 85-90 ° C на 15 хв для гідролізу лактози. Потім колбу охолоджують, додають одну краплю розчину фенолфталеїну і нейтралізують розчином NaOH до появи від однієї краплі лугу червонуватого забарвлення. Повільно додають по краплях розчин HCl до зникнення червонуватого забарвлення і ще 2-3 краплі для забезпечення слабо кислої реакції розчину. Доводять вміст колби дистильованою водою до позначки і фільтрують через паперовий фільтр.

Далі відбирають 10 мл (при контрольному визначенні - 10 мл дистильованої води) та проводять дослідження як в попередньому досліді.

Результати обробляють, обчислюють масову частку лактози в перерахунку на крохмаль так само, як масову частку крохмалю.

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте співвідношення тканин у м'ясі тварин різних видів.
2. Фактори, що обумовлюють рівень м'ясної продуктивності.
3. Структура та особливості будови м'язової та сполучної тканин м'яса.
4. Морфологічний склад жирової та кісткової тканин.
5. Хімічний склад і калорійність окремих видів м'яса .

6. Хімічний склад м'язової тканини.
7. Хімічний склад жирової, сполучної та кісткової тканин.
8. Охарактеризуйте підходи до визначення рН м'яса.
9. Визначення ніжності та вологовбирної здатності м'яса.
10. Визначення калорійності м'яса.
11. Азотисті сполуки м'язової тканини.
12. Безазотисті сполуки м'язової тканини.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11

БІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ М'ЯСНИХ ВИРОБІВ З МЕТОЮ ОЦІНКИ ЇХ ЯКОСТІ

Мета: отримати практичні вміння з оцінки якості м'ясних виробів; виконати самостійне дослідження якості лабораторного зразка м'ясних виробів.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: бензидин солянокислий 0,2% спиртовий розчин, перекис водню 1% розчин, 0,1н розчин NaOH, 5% розчин щавлевої кислоти, формалін нейтральний, 5% розчин CuSO₄, 1% спиртовий розчин фенолфталеїну, 0,05М розчин AgNO₃, 10% розчин K₂CrO₄, фізіологічного розчину.

1. Реакція м'яса на пероксидазу.

Суть методу полягає в визначенні ферменту пероксидази, який утворюється в м'язовій тканині здорових тварин та здатний відщеплювати кисень від перекису водню.

В присутності ферменту пероксидази перекис водню окиснює бензидин, утворюючи пара-хінондіамід, який з недоокисненим бензидином утворює сполуку, забарвлену в синьо-зелений колір, що переходить в бурий. В витяжках з м'яса здорових тварин реакція на пероксидазу позитивна: не пізніше 2 хвилин після додавання бензидину й перекису водню з'являється синьовато-зелене забарвлення, яке переходить в буре. В витяжках з м'яса хворих тварин в більшості випадків реакція на пероксидазу негативна: протягом 2 хвилин після додавання бензидину й перекису водню колір витяжки не змінюється.

Техніка визначення: в пробірку наливають 2 мл фільтрату м'ясної витяжки, виготовленого в співвідношенні 1:10, додають 5 краплин 0,2% спиртового розчину

бензидину, струшують, додають 2 краплини 1% розчину перекису водню. Суміш збовтують і спостерігають за зміною забарвлення.

Оцінка реакції

М'ясо доброякісне.	Синьо-зеленого забарвлення фільтрат набуває через 0,5-1,5 хв. Реакція доброякісна. Найбільша активність пероксидази при рН м'яса до 6.3.
М'ясо сумнівної свіжості.	Фільтрат забарвлюється в синьо-зелений колір, поступово переходить в темно-коричневий (бурий). Реакція сумнівна. Менш активна реакція на пероксидазу при рН м'яса в межах 6.3 - 6.5.
М'ясо зіпсоване.	Фільтрат не забарвлюється. Реакція негативна. Активність на пероксидазу втрачається при рН м'яса 6.5 і вище.

2. Формольна реакція.

У м'ясі великої рогатої худоби, вбитої у стані агонії чи хворої худоби, накопичуються продукти розпаду глобулінів – поліпептиди і вільні амінокислоти. Це виявляється формольною реакцією, яка базується на взаємодії продуктів розпаду з формаліном.

Техніка визначення: пробу м'яса звільняють від жиру й сухожилля. Навага в 10 г подрібнюють ножицями в ступку, додають 10 мл фізіологічного розчину, 10 краплин 0,1н розчину NaOH, суміш розтирають. Кашицю переносять в колбу скляною паличкою. Колбу з кашицею нагрівають до кипіння для осадження білків та швидко охолоджують проточною водою. Вміст колби нейтралізують додаванням 5 краплин 5% розчину щавлевої кислоти і фільтрують через паперовий фільтр.

У пробірку відміряють 2 мл фільтрату, додають 1 мл нейтрального формаліну та оцінюють реакцію.

Оцінка реакції

Фільтрат залишився прозорим чи злегка помутнів	Фільтрат із м'яса здорової тварини
Фільтрат перетворився у щільний згусток, або в ньому утворились пластівці	Фільтрат із м'яса хворої тварини чи тварини у стані агонії

3. Реакція з сірчаноокислою міддю.

Техніка визначення: у пробірку вносять 3 г м'ясного фаршу без жиру та сухожилля, додають 9 мл дистильованої води і ретельно перемішують. Вміст пробірки кип'ятять протягом 2 хвилин. Гарячий бульйон фільтрують через щільний шар вати, товщиною 0,5 см у колбу, вміщену в посуд з холодною водою. Після цього 2 мл бульйону наливають в пробірку, додають 3 краплини 5% розчину CuSO_4 , струшують 2-3 рази, витримують 5 хвилин і оцінюють реакцію.

Оцінка реакції

М'ясо доброякісне.	Бульйон прозорий, або злегка темніє
М'ясо сумнівної свіжості.	Бульйон помутнілий, з пластівцями
М'ясо зіпсоване.	Бульйон перетворився в желеподібний згусток

4. Визначення в м'ясі аміно-аміачного азоту.

В результаті гнильних процесів у м'ясі відбувається накопичення амінокислот і аміаку. Вірним показником санітарного стану м'яса вважається не окремо взята кількість амінокислот чи аміаку, а сума цих показників, яка встановлюється реакцією визначення аміно-аміачного азоту в 10 мл витяжки.

Техніка визначення: 25 г фаршу розтирають у ступці, додаючи дистильовану воду в співвідношенні 1:4. М'ясну кашицю переносять у колбу, ступку ретельно промивають, залишок води зливають у колбу. Вміст колби збовтують протягом 3 хвилин, відстоюють і знов збовтують 2 хвилини, потім фільтрують через 3 шари марлі.

До 10 мл м'ясної витяжки додають 40 мл дистильованої води та 3 краплини 1% спиртового розчину фенолфталеїну. Вміст колби нейтралізують 0,1н розчином NaOH до блідо-рожевого забарвлення і додають 10 мл нейтрального формаліну. В результаті вивільнення карбоксильних груп суміш стає кислою, рожевий колір індикатору зникає. Після цього вміст колби знову титрують 0,1 н розчином NaOH до блідо-рожевого забарвлення та вираховують його витрату.

Вміст аміно-аміачного азоту в м'ясній витяжці визначають, виходячи з того, що 1 мл 0,1н розчину NaOH дорівнює 1,4 мг азоту. Кількість мл 0,1н розчину лугу,

витраченого на друге титрування, помножують на 1,4 та отримують кількість аміно-аміачного азоту в 10 мл фільтрату м'яса.

Оцінка реакції

Якість м'яса	Вміст аміно-аміачного азоту в 10 мл фільтрата, мг
М'ясо доброякісне.	До 1.26 (для кролів 0.98-1.82)
М'ясо сумнівної свіжості.	1.27-1.68 (для кролів 1.9-2.5)
М'ясо зіпсоване.	Більше 1.68 (для кролів більше 2.5)

5. Визначення наявності штучних барвників у м'ясному виробі.

Подрібнений шматочок виробу залити невеликою кількістю слабого розчину луку й залишити на 3 хв. Червонувате забарвлення розчину буде свідчити про наявність барвників у складі виробу.

6. Визначення масової частки кухарської солі у ковбасних виробках.

Кухарська сіль зумовлює смакові властивості готової продукції, є антисептиком для багатьох видів мікроорганізмів, підвищує вологопоглинальну здатність фаршу ковбасних виробів.

Масову частку хлористого натрію визначають аргентометричним методом (за Мором), заснованим на титруванні хлоридів у нейтральному середовищі розчином азотнокислого срібла у присутності індикатора хромовокислого калію.

Техніка визначення: наважку подрібненої середньої проби масою 5 г зважують у хімічному стакані з точністю $\pm 0,01$ г і додають 100 мл дистильованої води. Через 40 хв настоювання (при періодичному перемішуванні скляною паличкою) водну витяжку фільтрують крізь паперовий складчастий фільтр.

Фільтрат у кількості 5-10 мл, охолоджений до кімнатної температури, титрують 0,05М розчином AgNO_3 у присутності 0,5 мл розчину K_2CrO_4 до оранжевого кольору.

Масову частку хлористого натрію розраховують за формулою, %:

$$X = \frac{0,00292KV \times 100V1}{mV2}, \quad \text{де}$$

0,00292 - маса хлористого натрію, еквівалентна 1 мл 0,05М розчину AgNO₃, г;

K - поправка до титру 0,05М розчину AgNO₃;

V - об'єм 0,05М розчину AgNO₃, який витрачено на титрування випробуваного розчину, мл;

V₁- об'єм водяної витяжки, який витрачено на титрування, мл;

m - маса наважки, г;

V₂ - об'єм витяжки, який взято для титрування, мл³.

За кінцевий результат приймають середнє арифметичне двох паралельних визначень. Розрахунки роблять із точністю до 0,01%. Різниця між результатами паралельних визначень не має перевищувати 0,1%.

Контрольні питання

1. Біохімічні зміни м'яса під час холодильної обробки.
2. Біохімічні зміни в м'ясі під час соління.
3. Біохімічні зміни м'яса в процесі копчення.
4. Біохімічні зміни м'яса під час теплової обробки.
5. Біохімічні зміни м'яса та м'ясопродуктів у процесі сушіння.
6. Хімічний склад субпродуктів.
7. Класифікація ковбасних виробів. Хімічний склад та властивості сирокопчених ковбас, напівкопчених ковбас.
8. Хімічний склад варених ковбас, сальтисонів, сировина для їх виготовлення.
9. Хімічний склад та вимоги до якості м'ясних консервів.

РОЗДІЛ 3. БІОХІМІЯ РИБИ І РИБНИХ ПРОДУКТІВ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12

БІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ РИБНИХ ВИРОБІВ З МЕТОЮ ОЦІНКИ ЇХ ЯКОСТІ

Мета: дослідити біохімічні показники якості рибних виробів.

Теоретичні відомості

Хімічні показники шпротів

Найменування показника	Норми	
	Шпроти вищий гатунок	Шпроти
Вміст кухонної солі (натрію хлориду) в % по відношенню до ваги нетто консервів в межах	1,3 – 2,5	1,3 – 3,0
Вміст солі олова (в перерахунку на металічне олово)на 1 кг консервів, не більше	200	200
Вміст солі свинцю	Не допускається	

Хімічні показники пресервів

<i>Найменування показника</i>	<i>Норми</i>
Вміст кухонної солі (натрію хлориду) в м'ясі риби у %:	Вміст кухонної солі (натрію хлориду) в м'ясі риби у %:
для пресервів в гірчичному соусі	для пресервів в гірчичному соусі
для пресервів пряного посолу і маринадів	для пресервів пряного посолу і маринадів

У пресервах які випускаються підприємствами прибалтійських країн, кислотність в м'ясі риби допускається до 2%.

Хімічні показники консервів

Найменування показника	Норми
Кількість сухих речовин у % по відношенню до маси нетто консервів: - з осетрових риб; - інших видів риб; - хрящів; - не обсмаженої риби.	- не менше 25 - не менше 30 - не менше 20 - не менше 30
Кислотність (у перерахунку на яблучну кислоту) у % по відношенню до маси нетто консервів	0,3-0,6
Вміст кухонної солі (натрію хлориду) у % по відношенню до маси нетто консервів	1,2-2,5
Вміст солей олова (у перерахунку на металічне олово) в мг на 1 кг консервів, не більше	200
Вміст солей міді (у перерахунку на мідь) в мг на 1 кг консервів, не більше	8
Вміст солей свинцю	Не допускається

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: 0,1н розчин NaOH 10% водний розчин K_2CrO_4 , 5% водний розчин $CuSO_4$, бензидин солянокислий 0,2% спиртовий розчин, 1% розчин перекису водню, розчин метиленового блакитного, 1% розчин фенолфталеїн.

1. Визначення кухонної солі.

Техніка визначення: до 3 г ретельно подрібненої м'язової тканини солоні риби додають 100 мл дистильованої води і екстрагують 30 хв. при періодичному збовтуванні. До 20 мл екстракту додають індикатор 3-5 крапель 10% розчину K_2CrO_4 й титрують розчином для визначення вмісту кухонної солі до прояви оранжево-червоного кольору, незникаючого після збовтування. Вміст кухонної солі в процентах визначають за формулою:

$$X = \frac{0,585 \times V \times 100}{3 \times V_1}, \quad \text{де}$$

X – вміст кухонної солі, %;

V – кількість розчину для визначення вмісту солі, мл;

V_1 – наважка риби, г;

З – кількість екстракту, взятого для екстрагування;

100 – кількість дистильованої води, взятої для екстрагування, мл,

0,585 – коефіцієнт перерахування.

За вмістом кухонної солі рибу поділяють на слабосолону – 6-10%, середньосолону – 10-14%, міцносолону – більше 14%.

2. Визначення сірководню (з підігріванням проби) ДСТУ 7636-85.

Метод оснований на взаємодії сірководню, який утворюється при псуванні риби, з свинцевою сіллю та появи на фільтрувальному папері від бурого до темно-коричневого кольору внаслідок утворення сірчистого свинцю.

При дослідженні непатраної риби визначення сірководню може з'явитися одним із об'єктивних методів розпізнання її санітарної якості, так як накопичення сірководню частіше відбувається при розпаді білків в анаеробних умовах.

Техніка визначення: у широку пробірку вміщують пухким шаром шматки м'яса риби (5-7 г). Над пробією горизонтально підвішують смужку з щільного фільтрувального паперу, на нижню частину якого наносять 2-3 краплини діаметром не більш 3-4 мм лужного розчину оцтовокислого свинцю. Пробірку з пробією підігрівають на водяній бані при 48-52°C протягом 15 хвилин, після цього негайно оцінюють реакцію.

Оцінка реакції

Риба свіжа	Реакція відсутня
Риба сумнівної свіжості	На папері з'являється слаба бура пляма (сліди сірководню)
Риба несвіжа	Колір від бурого до темно-коричневого

3. Реакція з сірчаноокислою міддю ДСТУ 23392-78.

Техніка визначення: у конічну колбу на 200 мл вміщують 20 г фаршу з спини м'язів риби, додають 60 мл дистильованої води і старанно перемішують. Колбу накривають годинниковим склом і нагрівають 10 хв. на водяній бані, потім бульйон фільтрують через паперовий фільтр в пробірку, яка знаходиться в склянці з холодною водою. Якщо в фільтраті залишаються пластівці, то його знов фільтрують. Після

фільтрації 2 мл бульйону наливають в пробірку, додають 3 краплі 5% розчину сульфату міді, струшують 2-3 рази і витримують 5 хв. Контролем служить бульйон без додавання сульфату міді.

Оцінка реакції

Доброякісна риба	Бульйон прозорий, або злегка темніє
Риба сумнівної свіжості	Бульйон помутнілий, з пластівцями
Риба зіпсована	Бульйон перетворився в желеподібний згусток

4. Реакція м'яса на пероксидазу (ДСТУ 23392-78).

Суть реакції полягає в визначенні ферменту пероксидази, який утворюється в м'язовій тканині здорової риби та здатний відщеплювати кисень від перекису водню. В присутності ферменту пероксидази перекис водню окислює бензидин, утворюючи парахінондіамід, який з недоокисленим бензидином утворює сполуку, забарвлену в синій колір, що переходить в бурий. В витяжках з м'яса здорової риби реакція на пероксидазу позитивна: не пізніше 2 хвилин після додавання бензидину й перекису водню з'являється синювате забарвлення, яке переходить в буре. В витяжках з м'яса хворої риби в більшості випадків реакція на пероксидазу негативна: протягом 2 хвилин після додавання бензидину й перекису водню колір витяжки не змінюється.

Техніка визначення: В пробірку наливають 2 мл фільтрату витяжки, виготовленого в співвідношенні 1:10 (екстрагувати 15 хв.) із зяберної тканини і додають 5 краплин 0,2% спиртового розчину бензидину, струшують, додають 2 краплини 1% розчину перекису водню. Суміш збовтують і спостерігають за зміною забарвлення.

Оцінка реакції

Доброякісна риба	Витяжка набуває синього забарвлення, яке через 1-2 хв. переходить в коричневе. Реакція доброякісна. Найбільша активність пероксидази при рН риби до 6.9.
Риба сумнівної свіжості	Витяжка набуває менш інтенсивного синього забарвлення, яке через 3-4 хв. переходить в коричневе. Реакція сумнівна. Менш активна реакція на пероксидазу при рН риби в межах 7.0-7.2.
Риба зіпсована	Витяжка відразу стає коричневого кольору. Реакція негативна. Активність на пероксидазу втрачається при рН м'яса 7.3 і вище.

5. Експресна редуктазна проба риби метиленовим блакитним (ДСТУ 9225-84).

Метод полягає у здатності ферменту редуктази, який виділяють мікроорганізми, знебарвлювати органічні барвники метиленовим блакитним.

Техніка визначення: в пробірку вміщують 5 г рибного фаршу і заливають дистильованою водою. Вміст струшують і залишають на 30 хв. Потім підливають 1 мл 0,1% водного розчину метиленового блакитного, пробірку струшують, щоб фарш був рівномірно забарвлений, екстракт заливають шаром вазелінового масла висотою 1 см. Пробірку ставлять у термостат або на водяну баню при температурі 37°C, періодично спостерігають за знебарвленням. Для контролю ставлять таку ж пробірку з 5 г фарша без метиленового блакитного.

Читка реакції та санітарна оцінка при експресній пробі з метиленовим блакитним

Час знебарвлення метиленового блакитного, рік	Орієнтовна кількість бактерій	Час знебарвлення метиленового блакитного, рік
до 40 хв.	Від 600 тис і більше	Недоброякісна
40 - 2,5гід	Від 500 тис. до 600 тис.	Сумнівна свіжість
2,5 и більше	Від 300 тис. до 500 тис.	Свіжа

Знебарвлення синього кільця під шаром вазелінового масла в розрахунок не приймається.

6. Визначення загальної кислотності маринадів.

Техніка визначення: наважку фаршу 15-20 г розтирають у ступці з 25-50 мл води і переносять за допомогою лійки в мірну колбу ємністю 250 мл, промивають ступку, доливають у колбу води на $\frac{3}{4}$ об'єму, добре перемішують та залишають стояти півгодини. Колбу доводять водою до мітки, суміш перемішують і фільтрують через вату.

З фільтрату відбирають мірною піпеткою порції по 50 мл і титрують 0,1 н розчином NaOH в присутності 3 крапель 1 % розчину фенолфталеїну.

Вміст оцтової кислоти (X,%) у відсотках розраховують за формулою:

$$X\% = \frac{a \times 0,006 \times V \times 100}{V_1 \times m}, \quad \text{де}$$

a – кількість 0,1 н розчину лугу, що пішло на титрування, в мл;

V – об'єм суміші в мірній колбі в мл;

V₁ – кількість фільтрату, взятого на титрування, в мл;

m – наважка фаршу в грамах;

0,006 – кількість оцтової кислоти в грамах, яка відповідає 1 мл 0,1 н розчину NaOH.

Контрольні питання

1. Склад та фізико-хімічні властивості м'яса риб.
2. Біохімічні зміни риби під час охолодження і замороження.
3. Біохімічні зміни риби під час соління.
4. Біохімічні зміни риби в процесі копчення.
5. Біохімічні зміни риби в процесі в'ялення.
6. Біохімічні зміни риби під час теплової обробки.
7. Хімічний склад ікри риб та її харчова цінність.
8. Біохімічна характеристика нерибної водної сировини тваринного походження (ракоподібні, м'якуни, голкошкірі).
9. Біохімічна характеристика нерибної водної сировини рослинного походження (водорості).

РОЗДІЛ 4. БІОХІМІЯ ЯЄЦЬ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №13

БІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ КУРЯЧИХ ЯЄЦЬ

Мета: дослідити біохімічні показники якості курячих яєць.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: досліджуваний матеріал, нікельоване сито діаметром 5 см з круглими отворами в 1 мм, скляна лійка, мірний циліндр, годинник, чашка Петрі, циркуль, лінійка, етиловий спирт, авіаційний бензин, K_2CrO_4 .

1. Визначення ступеню свіжості яєць за індексом білка та жовтка.

Техніка визначення:

Індекс білка показує відношення густого білка до всього білка який знаходиться всередині яйця. На яйці роблять розріз ножом і відділяють білок від жовтка. Для відокремлення густого білка від рідкого, білок виливають на нікельоване сито. Сито закріплено над лійкою, яка розташована у мірному циліндрі. Через 5 хв. відміряють об'єм рідкого білка, зібраного в циліндрі.

Потім густий білок із сита повністю переносять в цей же мірний циліндр і зазначають загальний об'єм усього білка ($V_{\text{заг}}$). Об'єм густого білка ($V_{\text{гус}}$) визначають за різницею між загальним об'ємом білка та рідкого білка ($V_{\text{заг}} - V_{\text{рід}}$). Індекс білка розраховують за формулою:

$$I_b = \frac{V_{\text{гус}}}{V_{\text{заг}}}$$

У свіжих яйцях індекс білка дорівнює 0,68. В процесі зберігання індекс білка знижується внаслідок протеолізу білків.

Індекс жовтка показує відношення висоти жовтка до його діаметру. Відділений від білка жовток переносять на чашку Петрі. За допомогою циркуля та лінійки відміряють його висоту (h) та діаметр (d).

Індекс жовтка розраховується за формулою:

$$I_{ж} = \frac{h}{d}$$

Індекс жовтка є критерієм свіжості яєць. Для свіжих яєць він змінюється в межах від 0,4 до 0,5. При індексі жовтка 0,25 його оболонка при виливанні на тарілку розривається. Низький індекс жовтка – свідчить про довготривале зберігання яєць.

2. Визначення вмісту каротиноїдів у яйцях.

Кількісний вміст вітаміну А є дуже важливим показником для характеристики харчової цінності яєць.

Техніка визначення: для проведення досліджень беруть яйце, розбивають шкарлупу на дві половини, переливаючи вміст яйця із однієї половини в іншу, відділяють жовток від білка. Жовток поміщають у фарфорову чашку, піпеткою відділяють залишки білка. За допомогою скляної палички розривають і видаляють клітинну оболонку. Ретельно розмішують вміст жовтка. Потім відважують 0,2 г жовтка, поміщають у ступку і ретельно розтирають із 2-3 мл спирту до випадання білого осаду.

Вміст ступки через лійку зливають у пробірку, залишок осаду змішують із 2-3 мл спирту і виливають в ту ж пробірку. У пробірку піпеткою наливають 4 мл авіаційного бензину і після перемішування додають 2-3 мл води. Через 5-10 хв вміст пробірки центрифугують або закривають корком і залишають на 1-2 години для посвітління бензинової витяжки. Отриману бензинову витяжку каротиноїдів порівнюють зі стандартною кольоровою шкалою.

Вміст каротиноїдів в 1 г жовтка вираховують за формулою:

$$C = \frac{K \times A \times 1000}{B}, \text{ де}$$

C – кількість каротиноїдів на 1 г жовтка, мкг;

K – кількість каротину, встановленого за шкалою таблиці, мг;

A – кількість бензину, взятого для аналізу;

B – маса жовтка, г;

1000 – для переведення міліграмів у мікрограми.

Шкала для визначення каротиноїдів у яйці готується так: 720 мг Калію двохромовоокислого розчиняють в 1 літрі води – основний розчин, 1 мл якого відповідає 0,000146 мг каротину.

Шкала для визначення каротиноїдів у яйці

Номери пробірок	Кількість основного розчину, мл	Кількість дистильованої води, мл	Вміст каротиноїдів в 1 мл розчину
1	4,0	6,0	0,001664
2	3,5	6,5	0,001456
3	3,0	7,0	0,001248
4	2,5	7,5	0,001040
5	2,0	8,0	0,000832
6	1,5	8,5	0,000624
7	1,0	9,0	0,000416
8	0,5	9,5	0,000208
9	0,4	9,6	0,000165

Контрольні питання

1. Біохімічний склад яєць.
2. Біохімія білка яєць.
3. Біохімія жовтка.
4. Зміни хімічного складу яєць в процесі зберігання.
5. Санітарна оцінка яєць і яєчних продуктів.

РОЗДІЛ 5. БІОХІМІЯ БОРОШНА ТА ХЛІБА

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14

БІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Мета: дослідити органолептичні та фізико-хімічні показники якості хліба

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: дослідні зразки хліба, аналітичні ваги, сушильна шафа, фарфорова ступка з товкачиком, конічна колба на 500 мл з притертим корком, мірні колби на 250 мл, скляні палички, стакани на 200-250 мл. конічні колби на 100-150мл, марля, вода дистильована, 0,1н розчин КОН, 1% розчин фенолфталеїну, 15% розчин ZnSO₄, 20% розчин HCl, 4 % розчин NaOH, 10 % розчин NaOH, 0,2 % розчин метиловий червоний, етиловий спирт, Na₂CO₃ безводний, реактив Фелінга I, реактив Фелінга II, 25 % розчин H₂SO₄, 30 % розчин KI, 0,1 н розчин K₂Cr₂O₇, 1% розчин крохмалю, 0,1 н розчин натрію тіосульфату, 0,1 н розчин йоду, 0,01н розчин йоду насичений розчин Натрію карбонату, лакмусовий папір, 1% розчин крохмалю, 0,15% розчин Натрію гідросульфїту.

1. Визначення вологості цілого хліба

Техніка визначення: Для визначення вологості беруть цілий виріб (буханку, батон, булку і т.п.) та вирізають з нього частину, в якій співвідношення між кількістю м'якушу та скоринки таке ж, як і в цілому хлібі. Так, у фермового хліба, верхня та нижня основи якого представляють собою прямокутники, а також у батонів та подібних до них за формою хлібів вирізають для аналізу одну чверть виробу, у міських булок на аналіз беруть половину, у круглого хліба - скибку у вигляді сектора.

Частину хліба, наприклад одну чверть, зважують та нарізають без втрат на скибки товщиною не більше 5 мм. Нарізані скибки вкладають на аркуш паперу та поміщають для підсушування в сушильну шафу.

Висушені сухарі охолоджують, зважують та подрібнюють без втрат на сухарну крихту, яку перемішують, та беруть з неї 2 наважки по 5г для визначення вологості. Висушування проводять протягом 5 хвилин при температурі 160°C.

Вологість цілого хліба розраховують за формулою:

$$X = \frac{100 - B \times C1}{A}, \quad \text{де}$$

X - вологість цілого хліба, %;

A - первісна маса хліба, г;

B - маса підсушеного хліба, г;

C1 - вміст сухої речовини в сухарній крихті, %.

$$C1 = 100 - C$$

$$C = (a - b) / a \cdot 100\%,$$

C - вміст води в сухарній крихті. %;

a - наважка (5г) сухарної крихти до остаточної сушки;

b - маса сухарної крихти після сушки, г.

2. Визначення кислотності хліба

Кислотність хліба дозволяє зробити висновки про його якість. Кислотність обумовлена наявністю у хлібі всіх кисло-реагуючих речовин борошна та продуктів життєдіяльності дріжджів і бактерій: вуглекислоти, молочної, бурштинової, оцтової, мурашиної та інших кислот.

Зразки готових виробів розрізають навпіл і від однієї половини відрізають шматочок масою біля 70 г. у якого зрізують скоринки та підкірковий шар (загальною товщиною 1 см), а частину, що залишилась, швидко подрібнюють та перемішують.

Техніка визначення: наважку 25г подрібненого м'якушу помішають в суху колбу на 500 мл з притертим корком.

Мірну колбу на 250 мл наповнюють до мітки водою кімнатної температури. Частину (50 мл) взятої води переливають у колбу з хлібом, який після цього швидко розтирають скляною паличкою до отримання однорідної маси (без помітних грудочок не розтертого хліба).

До отриманої суміші доливають з мірної колби всю воду, що залишилась. Колбу із сумішшю закривають корком та енергійно струшують 2 хв та залишають у спокої при кімнатній температурі на 10 хв. Потім знову суміш енергійно струшують 2 хв та залишають у спокої на 8 хв.

Через 8 хв відстояний рідкий шар обережно зливають у сухий стакан через марлю. Зі стакана відбирають піпеткою по 50 мл розчину у дві конічні колон на 100-150 мл та титрують 0,1н розчином КОН з двома-трьома краплями фенофталеїну до одержання рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв.

Кислотність (X) у градусах Неймана розраховують за формулою:

$$X = \frac{25 - 50 - 4 - 1 - V - K}{250 - 10} = 2 - V - K, \text{ де}$$

25 - наважка дослідженого продукту, г;

50 - кількість дослідженого розчину, взятого для титрування, мл;

4 - коефіцієнт, що приводить до 100 г наважки;

1/10 - приведення до 0,1н розчину КОН до нормального;

V - кількість 0,1 н розчину КОН, мл;

K - коефіцієнт до титру 0,1 н розчину лугу;

250 - об'єм води, взятої для вилучення кислот, мл.

Розходження між паралельними титруваннями допускається не більше 0,3 градуса. Кінцевий результат при визначенні кислотності виражають як середнє арифметичне з двох визначень.

Під градусом Неймана (°Н) розуміють число мл 1 н розчину КОН, необхідного для нейтралізації 100 г аналогічного матеріалу

3. Визначення вмісту кухонної солі в хлібі

Пробу для аналізу готують так само, як при визначенні кислотності. Із підготовленої проби беруть наважку 25 г з точністю до 0.01 г та помішають у суху колбу на 500 мл з притертим корком.

Мірну колбу на 250 мл наповнюють до мітки водою кімнатної температури.

Чверть взятої води переливають у колбу з хлібом, який після цього швидко розтирають скляною паличкою до отримання однорідної маси (без помітних грудочок не розтертого хліба).

До отриманої суміші доливають з мірної колби всю воду, що залишилась. Колбу із сумішшю закривають корком та енергійно струшують 2 хв та залишають у спокої при кімнатній температурі на 10 хв. Потім знову суміш енергійно струшують 2 хв та залишають у спокої на 8 хв.

Відстояний рідкий шар обережно зливають через марлю в сухий стакан. Зі стакану відбирають по 25мл рідини у дві конічні колби ємністю по 100-150 мл, додають по 1 мл 10 % розчину калію хромату або амонію хромату та титрують 0.1 н розчином азотнокислого срібла до переходу забарвлення з жовто-зеленого до червоно-бурого.

Вміст кухонної солі (X) у % в перерахунку на суху речовину визначають за формулою:

$$X = \frac{V \times 0.005845 \times V1 \times 100 \times 100}{V2 \times H \times (100 - (1))}, \text{ де}$$

V – кількість точного 0.1н розчину азотнокислого срібла, що було витрачено на титрування, мл;

0.005845 – кількість хлористого натрію, що відповідає 1 мл точного 0,1н розчину азотнокислого срібла, г;

V1 – об'єм води, що був взятий для приготування водної витяжки, мл;

H – наважка продукту, г;

X1 – вміст вологи в досліджуваному продукті, що був визначений висушуванням до сталої маси, %;

Кінцевий результат – це середнє арифметичне з двох визначень. Розходження між результатами двох паралельних визначень не повинно перевищувати 0,1 %.

4. Визначення вмісту цукру в хлібі йодометричним методом

Після видалення скоринки та включень зразки ретельно подрібнюють та перемішують.

Приготування водної витяжки з хліба

20 г досліджуваного продукту переносять за допомогою лійки у мірну колбу на 200 або 250 мл відповідно. У колбу приливають на $\frac{2}{3}$ об'єму води та залишають стояти 5хв при частому струшуванні. Після цього до колби приливають 10 мл 15 % розчину $ZnSO_4$ та 10 мл 4% розчину $NaOH$, добре перемішують, доводять водою до мітки та залишають у спокої на 15 хв. Рідину, що відстоялася, фільтрують через фільтрувальний папір у суху чисту колбу.

Гідроліз сахарози

50мл отриманого фільтрату відбирають у мірну колбу об'ємом 100 мл та додають до нього 5 мл 20 % HCl . Колбу занурюють у нагріту до $70^{\circ}C$ водяну баню та витримують 8 хв за цієї температури. Потім вміст колби швидко охолоджують до кімнатної температури, нейтралізують безводним Na_2CO_3 , або 10 % розчином $NaOH$ за метиловим червоним до появи жовто-рожевого забарвлення. Після доведення до мітки вміст колби ретельно перемішують та беруть отриманий розчин для аналізу у кількості (30 мл), оо передбачена в описаному нижче методі.

Визначення вмісту цукру

а) *Встановлення титру розчину Натрію тіосульфату.* Для встановлення титру розчину тіосульфату до колби з притертим корком із бюретки додають 25 мл 0,1 н розчину $K_2Cr_2O_7$, відмірюють 5 мл HCl та додають 1,5 г KI , що розчинений у 15 мл води. Колбу закривають корком, вміст ретельно перемішують та залишають у темному місці на 3-5 хв. Після цього до колби додають 200 мл води та титрують розчином тіосульфату, весь час перемішуючи рідину, доки коричневий колір розчину не перейде у світло-жовтий. Після цього додають 2 мл розчину крохмалю та продовжують титрування до зникнення синього забарвлення та переходу його у зеленувате.

Техніка визначення: До конічної колби об'ємом 200-300 мл додають 30 мл досліджуваного розчину – гідролізату сахарози, потім додають по 10 мл розчину Фелінга I та Фелінга II, доводять протягом 3 хв до кипіння. Кип'ятять рівно 2 хв,

швидко охолоджують до кімнатної температури, додають 10 мл 30% розчину KI, 10 мл 25 % розчину H₂SO₄ та одразу ж титрують 0,1н розчином тіосульфату до світло-жовтого забарвлення. Потім додають 2 мл розчину крохмалю та продовжують титрування до зникнення синього забарвлення.

Проводять контрольний дослід в тих самих умовах, як і при визначенні цукру.

Різниця між величинами, що були отримані при контрольному досліді та при визначенні цукру в досліджуваному розчині, помножена на поправку до титру, показує кількість відновленої міді, вираженої у мл точного 0,1 н розчину тіосульфату. За кількістю мл тіосульфату знайти кількість мг сахарози взятих у 30 мл досліджуваного розчину (за таблицею).

Відповідність об'єму доданого тіосульфату натрію кількісному вмісту сахарози

Кількість відновленої міді у мл 0,1 н розчину тіосульфату	Десяті долі мл									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8
1	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,7	5,0	5,3	5,6	5,9
2	6,2	6,5	6,8	7,1	7,4	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0
3	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,9	11,2	11,5	11,8	12,1
4	12,4	12,7	13,0	13,4	13,7	14,0	14,3	14,6	15,0	15,3
5	15,6	15,9	16,2	16,6	16,9	17,2	17,5	17,8	18,2	18,5
6	18,8	19,1	19,4	19,8	20,1	20,4	20,7	21,0	21,4	21,7
7	22,0	22,3	22,6	23,0	23,3	23,6	23,9	24,2	24,6	24,9
8	25,2	25,5	25,8	26,2	26,5	26,8	27,1	27,4	27,8	28,1
9	28,4	28,7	29,0	29,4	29,7	30,0	30,4	30,7	31,0	31,3
10	31,7	32,0	32,3	32,7	33,0	33,3	33,7	34,0	34,3	34,6
11	35,0	35,3	35,6	36,0	35,3	36,6	37,0	37,3	37,6	37,9
12	38,3	38,6	38,9	39,3	39,6	39,9	40,3	40,6	40,9	41,2
13	41,6	41,9	42,2	42,6	42,9	43,2	43,6	43,9	44,2	44,5
14	44,9	45,2	45,5	45,9	46,2	46,5	46,9	47,2	47,5	47,8
15	48,2	48,5	48,8	49,2	49,5	49,8	50,2	50,5	50,8	51,2
16	51,6	51,9	52,2	52,6	52,9	53,3	53,6	54,0	54,3	54,7
17	55,1	55,4	55,8	56,1	56,5	56,9	57,2	57,6	57,9	58,3
18	58,7	59,0	59,4	59,7	60,1	60,5	60,8	61,2	61,5	61,8
19	62,3	62,6	63,0	63,3	63,9	64,1	64,4	64,8	65,1	65,5

Вміст цукру в досліджуваному продукті у % (X), у перерахунку на суху речовину, визначають за формулою:

$$X = \frac{G1 \times V \times 100 \times 2 \times 100}{1000 \times 30 \times G \times (100 - X1)}, \text{ де}$$

G1 – кількість сахарози у мг, знайдене за таблицею;

V – об'єм мірної колби, взятий для приготування витяжки (200 або 250 мл);

G – наважка досліджуваного продукту у г (15 або 20);

X1 – вміст вологи у % у досліджуваному продукті, визначений висушуванням до сталої маси;

30 – об'єм взятого для визначення цукру досліджуваного розчину у мл;

1000 – перерахунок мг цукру у г;

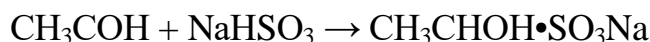
2 – подвійне розведення досліджуваного розчину при проведенні гідролізу сахарози.

Розходження між паралельними визначеннями в одній лабораторії допускається не більше 0,5%, а в різних лабораторіях – не більше 1%.

5. Визначення вмісту ароматичних речовин у хлібі

Аромат хліба визначається не тільки леткими альдегідами, а також значною мірою нелетким альдегідом оксиметилфурфуролом, що володіє приємним медовим запахом.

У результаті перевірки деяких існуючих способів визначення ароматичних речовин у хлібі розроблений метод, що заснований на зв'язуванні альдегідів та деяких кетонів натрію гідросульфітом:



Техніка визначення: наважку з досліджуваного м'якушу або верхньої скоринки хліба масою 10г розтирають у ступці з 0,15% розчином NaHSO₃ та кількісно переносять у мірну колбу на 100 мл. Об'єм вмісту колби доводять водою до мітки та струшують протягом 10 хв. Потім колбу залишають на 10 хв у спокої для осадження щільних частинок, після чого осад відділяють фільтруванням або центрифугуванням.

Із отриманого фільтрату беруть 10 мл витяжки, додають насичений розчин соди до рН=8-9 та титрують з мікробюретки 0,01 н розчином I₂ в присутності 2-3 крапель крохмалю. Титрування вважається закінченим, якщо при перемішуванні протягом 15 с фіолетово-блакитне забарвлення не зникає.

Вміст альдегідів умовно визначають у мл 0,1 н розчину I₂, що був витрачений на титрування дисульфїту, зв'язаного карбонільними сполуками. Розрахунок проводять за формулою:

$$X = \frac{a \times 100 \times 100 \times k}{10 \times (100 - \sigma)}, \text{ де}$$

X – кількість 0,1 н розчину I₂, що було витрачено на титрування дисульфїту, зв'язаного з карбонільними сполуками, що містяться в 100 г сухої речовини, мл;

a – кількість 0,01 н розчину I₂, що було витрачено на титрування 10 мл витяжки, мл;

a – вологість, %;

k – коефіцієнт до титру йоду.

Вміст альдегідів, мл 0,1 н розчину I₂ на 100 г сухої речовини

Хліб	М'якуш	Скоринка
3 житнього борошна		
московський	23,0	82,6
бородинський	28.1	146.1
ризький	28.9	162,7
український	6,8	43,6
обдирний	10.4	70,5
столовий	10.8	52,7
3 пшеничного борошна		
хліб з борошна I сорту вагою по 1 кг	5,4 - 5,6	20,4-39,7
батони нарізні з борошна I сорту	7,3 - 12,3	37,4-47,3
білий хліб	28.0	108.2

6. Визначення свіжості хліба (експрес-метод)

Свіжість хліба можна визначити за показниками крихкості м'якушу та поглинанням ним води.

Із м'якушу хліба вирізають 2 шматки у формі паралелепіпеда по 5 г кожний та поміщають у конічну колбу місткістю 250 мл. Вміст колби інтенсивно перемішують вібраційною мішалкою протягом 5 хв. Крихти, які відділились за рахунок тертя 2 шматків, збирають та зважують з точністю до третього знака на технічних вагах.

Крихкість X , % до маси м'якушу хліба, визначають за формулою:

$$X = \frac{m_1 \times 100}{m_2}, \text{ де}$$

m_1 та m_2 – відповідно маса крихт та наважки хліба, г.

Для визначення кількості води, яку поглинає хліб, м'якуш подрібнюють та на технохімічних терезах зважують 3 г крихт. Наважку розміщують на сито (12 клітинок на 1 см^2) та додають до неї протягом 5хв із піпетки по краплям 17 мл дистильованої води. Змочений м'якуш збирають із сита та зважують. Кількість води поглинута хлібом V , % розраховують за формулою:

$$V = \frac{10000 \times (m - p)}{A - p}, \text{ де}$$

m – маса хліба після змочування, г

p – наважка, г

A – сухі речовини в хлібі, %

Контрольні питання:

1. Як класифікуються хлібобулочні вироби в залежності від виду борошна і від рецептури тіста ?
2. Як класифікуються хлібобулочні вироби в залежності від способу випікання?
3. Якими показниками характеризують якість хліба?
4. Як визначають фізико-хімічні та органолептичні показники якості хлібобулочних виробів?

РОЗДІЛ. 6. БІОХІМІЯ ЧАЮ І ЧАЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №15

БІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ЧАЮ

Мета: навчитися основним методам аналізу чайної продукції.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: зелений та чорний чай, мікробюретки об'ємом 15 мл, піпетки Мора об'ємом 5 і 10 мл, мірні колби об'ємом 100, 200 і 1000 мл, конічні колби об'ємом 50-100 мл, пробірки, фарфорові чашки з товкачем, лійки, терези, водяна баня, сушильна шафа, пісок, дистильована вода, 0,001 н розчин 2,6-дихлорфеноліндофенолу, 1 % розчин HCl, 1 % розчин щавлевої кислоти, 2% розчин H₂SO₄, 1% розчин крохмалю, KI кристалічний, 0,001 н розчин Калію йодуватокислого, 1% розчин K₄Fe(CN)₆, 40% розчин NaOH, 9 % розчин (CH₃COO)₂Cu, 1% розчин FeCl₃.

1. Визначення вологості.

Визначення вологості проводять за двома наважками чаю масою по 3 г кожна. Наважки беруть з різних місць рівного шару проби знизу і після зважування кожену наважку поміщають в окремі скляні або алюмінієві попередньо просушені та таровані бюкси розміром 35 x 45 мм.

Відкриті бюкси з наважкою в кількості не більше 4, а також їх кришки ставлять на верхню полку сушильної шафи, що має внутрішні розміри 40 x 35 x 50 см. На вказаній полиці шафи повинна знаходитися азбестова прокладка, що не порушує нормального відтоку повітря. Термометр ставлять таким чином, щоб ного кулька, не торкаючись бюкса, доходила до половини його висоти.

Сушильна шафа попередньо нагріта до 130-135°C. Висушування проводиться при 120±2°C.

У процесі висушування сушильна шафа повинна мати відкриті нижні і верхні вентиляційні заслінки.

Після однієї години з моменту встановлення температури 120° бюкси накривають кришками, поміщають в ексікатор для охолодження і зважують.

Вологість у відсотках (АУ) обчислюють по кожній наважці окремо за формулою:

$$W = \frac{(g1 - g2) \times 100}{g1}, \text{ де}$$

$g1$ – наважка чаю до висушування в грамах;

$g2$ - наважка чаю після висушування в грамах.

За вологість партії чаю приймають середнє арифметичне двох визначень.

Розходження між результатами паралельних аналізів допускають не більше 0,3 %, в іншому випадку аналіз повторюють

2. Кількісне визначення вітаміну С в чаї за допомогою реактиву Тільманса.

Визначення вмісту вітаміну С базується на здатності аскорбінової кислоти до окислення в дегідроаскорбінову кислоту. 2,6-дихлорфеноліндофенол, окиснюючи аскорбінову кислоту, відновлюється до безбарвної сполуки (лейкоформи). Розчин натрієвої солі 2,6-дихлорфеноліндофенол (реактив Тільманса) в нейтральному і лужному середовищі має синє забарвлення, в кислому середовищі набуває рожевого забарвлення.

Кількість аскорбінової кислоти визначають титрометричним методом, із дотриманням вимог:

а) об'єм досліджуваної рідини, в який входить екстракт і дистильована вода, повинен бути 15 мл;

б) об'єм розчину титранта – натрієвої солі 2,6-дихлорфеноліндофенолу, витраченого на титрування має бути не менше 1 мл і не більше 2 мл;

в) час титрування повинен складати не більше 2 хвилин;

г) тривалість проведення аналізу повинна бути не більше 30 хвилин.

Титр натрієвої солі 2,6-дихлорфеноліндофенолу встановлюється за йодатом або за сіллю Мора.

Техніка визначення:

Вітамін С визначають у водному екстракті чаю. Вміст вітаміну С у зеленому та чорному чаях складає до 2 мг на 100 г продукту.

Наважку 5-20 г в ступці заливають 20 мл 1 % розчину HCl і швидко розтирають до утворення однорідної кашкоподібної маси. Для спрощення процесу розтирання можна додати трохи добре промитого і прожареного піску.

Розтерту гомогенну масу за допомогою лійки і скляної палички переносять в мірну колбу на 100 мл. Ступку і товчач кілька разів обмивають 1 % розчином щавлевої кислоти, який вливають в ту ж мірну колбу.

Вміст колби доводять до мітки 1 % щавлевою кислотою.

Колбу закривають корком, ретельно струшують протягом 1-2 хвилин і залишають на 8-10 хвилин, після чого її вміст фільтрують через паперовий фільтр або центрифугують.

Суміш хлоридної і щавлевої кислот витягує з тканин досліджуваної рослинної сировини не тільки аскорбінову кислоту, але і підвищує її стійкість до витяжки (оскільки у лужному середовищі вітамін С швидко руйнується).

У 2-3 конічні колби на 50-100 мл піпеткою вносять по 10 мл фільтрату, який титрують з мікробюретки розчином 2,6-дихлорфеноліндофенола до появи рожевого забарвлення, що утримується протягом 0,5-1 хвилин. Паралельно проводять не менше двох-трьох титрувань.

Одночасно проводять контрольний дослід для перевірки відновлювальних властивостей розчинів хлоридної і щавлевої кислот, які застосовувалися для витяжки вітаміну С. В мірну колбу на 100 мл вносять 20 мл 1 % розчину хлоридної кислоти і доводять до мітки 1 % розчином щавлевої кислоти. Вміст колби перемішують і піпеткою відбирають для титрування дві аліквоти по 10 мл, які титрують тим же розчином 2,6-дихлорфеноліндофенола до появи рожевого забарвлення. Одержану поправку (так звану поправку на реактиви) віднімають від результатів титрування холостого розчину. Величина її звичайно складає 0,05-0,1 мл.

Розрахунки

$$X4 = \frac{K \times C1 \times (V2 - V3) \times Me(\text{аскорб.к - та}) \times V5 \times 100}{V0 \times m4 \times 1000}, \text{ де}$$

$V0$ – сумарний об'єм розчину екстрагенту (дистильованої води, розчину хлоридної кислоти, щавлевої кислоти);

$V2$ – об'єм титранту – розчину натрієвої солі 2,6-дихлорфеноліндофенолу, який був витрачений на титрування аскорбінової кислоти (у складі продукту);

$V2$ – об'єм титранту – розчину натрієвої солі 2,6-дихлорфеноліндофенолу, який був витрачений на титрування проби ($V4 + V0$);

$V3$ – об'єм титранту – розчину натрієвої солі 2,6-дихлорфеноліндофенолу, який був витрачений на титрування холостої проби (такого само об'єму, як $V4 + V0$);

$m4$ – маса наважки досліджуваного продукту (у разі сухого продукту) або $V4$ – об'єм рідкого продукту, взятого для дослідження (у разі рідкого продукту);

$X4$ – маса аскорбінової кислоти у продукті;

$V5$ – об'єм фільтрату або екстракту з досліджуваної проби, узятий для титрування (у випадку рідкого зразка $V5 = V4 - V0$)



Відповідно до рівняння реакції за законом еквівалентів:

$$Me = \frac{M}{\text{кількість переданих електронів або атомів водню під час реакції}}$$

$$Me(\text{АК}) = \frac{176}{2} = 88 \left(\frac{\text{г}}{\text{моль} \times \text{екв.}} \right)$$

$$n = \frac{m}{Me} = V1 \times Cn; [n] = \text{моль} \times \text{екв.}$$

$$n1 = n4 \rightarrow V1 \times C1 = \frac{X4}{Me(\text{АК})} \rightarrow X4 = (V1 \times Me(\text{АК})) \times C1$$

З урахуванням «холостої проби»:

$$V1 = V2 - V3;$$

$$X4 = C1 \times (V2 - V3) \times Me(AK);$$

З урахуванням розведення:

$$V0 = \sum_{i=0}^{\text{усі екстрагенти}} V1$$

$$X4 = \frac{C1 \times (V2 - V3) \times Me(AK) \times V5}{V0};$$

У перерахунку на 100 грамів досліджуваного сухого продукту:

$$X4 = \frac{C1 \times (V2 - V3) \times Me(AK) \times V5 \times 100}{V0 \times m4};$$

З урахуванням поправки на титр натрієвої солі 2,6-дихлорфеноіндофенол
(C1=T1=0,001н)

$$X4 = \frac{K \times C1 \times (V2 - V3) \times Me(AK) \times V5 \times 100}{V0 \times m4};$$

Оскільки об'єми узяті у мл, то для переведення нормальної концентрації у $\frac{\text{моль} \times \text{екв.}}{\text{мл}}$ треба C1 розділити на 1000:

$$X4 = \frac{K \times C1 \times (V2 - V3) \times Me(AK) \times V5 \times 100}{V0 \times m4 \times 1000};$$

Результат обчислення формул – вміст аскорбінової кислоти у г на 100г або 100 мл продукту.

3. Визначення свіжості настою чаю

Кип'ятіння настою приводить до втрат аромату, прозорості та погіршення кольору оранжево жовтого він стає грязно-коричневий. Чай, який кип'ятили, вилучають з реалізації і подальшому аналізу він не підлягає.

Техніка визначення:

- в пробірки наливають по 1 мл профільтрованого настою чаю випробувального і контрольного;
- до проб додають по 2 мл 1% $K_4Fe(CN)_6$, і 40% розчину NaOH;
- вміст пробірок зтрушуюють і залишають на 5–10 хвилин.

При кип'ятінні настою або недовкладенні в нього сухого чаю рідина в пробірці зафарбується в світло-жовтий колір, при повторному заварюванні – в лимонний, рідина в контрольній пробірці – золотиста.

4. Виявлення паленого цукру в заварці чаю

Використання паленого цукру для підкрашування заварки вважається фальсифікацією, тому проводиться якісна реакція на присутність паленого цукру.

Техніка визначення :

- в пробірку наливають 5 мл настою, додають 9 % розчин $(CH_3COO)_2Cu$ і ретельно перемішуючи вміст пробірок, залишають стояти на 15-20 хв. Про наявність цукру в чаю можна судити, порівнюючи окрас і наявність осаду випробуваного розчину з даними, приведеними в таблиці:

Вид настою	Наявність	Колір рідини
Настій чаю без додавання паленого цукру	так	Зеленуватий
Настій чаю з додаванням паленого цукру	так	Зелено-бурий
Розчин паленого цукру	ні	Золотисто-коричневий

5. Якісна реакція на наявність фенолів.

Більшість фенолів з FeCl_3 дають інтенсивне синє або фіолетове забарвлення, а деякі з них – зелене, бузкове або червоне. Реакцію звичайно проводять у водних розчинах або у хлороформі для того, щоб феноли відрізнити від енолів. Останні дають інтенсивне забарвлення в метанолі або етанолі. У пробірку вносять 5 крапель чаю, додаємо 10 крапель води та 2-3 краплі 1% розчину ферум(III) хлориду

Контрольні питання:

1. Чим обумовлюються смакові і фізіологічні властивості чаю?
2. Які основні групи біологічно активних сполук містяться в чаї?
3. Яке значення для організму має танін чаю?
4. Назвіть відмінні особливості чорного чаю від зеленого на смак, аромат і колір настою. Чим це обумовлено?
5. Чим характеризуються смакові особливості цегляного чаю?
6. Чим відрізняються за складом чайні напої від натурального чаю?
7. Складіть порівняльну таблицю вмісту біологічно активних сполук в різних видах чаю (білому, зеленому, жовтому, улуні (оолонгу), чорному (червоному), пуері).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №16

ВИЗНАЧЕННЯ КОФЕЇНУ В ЧАЮ, КАВІ, ЕНЕРГЕТИЧНИХ НАПОЯХ

Мета: оволодіти методиками визначення кофеїну.

Теоретичні відомості

Кофеїн – безбарвна з гірким смаком кристалічна речовина білого кольору, за структурною будовою – гетероциклічний алкалоїд пуринового ряду.

У природі кофеїн трапляється в різних концентраціях разом із іншими ксантиновими алкалоїдами теофіліном і теоброміном, які є кардіостимуляторами. Кофеїн може мати різний ефект залежно від його походження, що пояснюється, в першу чергу, різною концентрацією інших стимуляторів та швидкістю абсорбції.

Кофеїн – алкалоїд рослинного походження, міститься у деяких рослинах, найвідоміші з яких кавове дерево, чай, какао Мате та гуарана як джерела кофеїну використовуються рідше, в основному для приготування чаю і, останнім часом, енергетичних напоїв. Альтернативні назви кофеїну – матеїн і гуаранін – походять від назв цих двох рослин відповідно.

Головним джерелом кофеїну є кавові боби (насіння кавового дерева), з яких готують каву. Вміст кофеїну в каві може бути дуже різним залежно від сорту кавових бобів і методу приготування, але в середньому одна порція кави (30 мл) містить від 40 мг кофеїну для еспресо з арабіки до 100 мг для міцної кави. Загалом, добре просмажена кава містить менше кофеїну, ніж слабо просмажена. Сорт кави Арабіка зазвичай містить менше кофеїну, ніж сорт Робуста. У каві також міститься невелика кількість теофіліну і зовсім немає теоброміну.

У багатьох культурах як джерело кофеїну використовують чай. Чай зазвичай містить приблизно вдвічі менше кофеїну, ніж кава, залежно від міцності напою. Деякі сорти чаю, наприклад чорний, містять трохи більше кофеїну, ніж інші сорти. У чаї також міститься невелика кількість теоброміну і дещо більше теофіліну, ніж у каві.

Кофеїн також є інгредієнтом безалкогольних напоїв таких, як кола, що виготовляється із горіхів кола. Безалкогольні напої зазвичай містять від 10 до 50 мг кофеїну на порцію. На відміну від них, енергетичні напої містять близько 80 мг кофеїну на порцію.

Шоколад, який виготовляють з какао, є слабким стимулятором, переважно завдяки вмісту в ньому теоброміну і теофіліну, хоча він також містить невелику кількість кофеїну. Проте вміст цих речовин у шоколаді надто малий для ефекту, який можна порівняти із дією кави на організм людини. Плитка молочного шоколаду вагою 28 г містить приблизно стільки кофеїну, скільки чашка декофеїнізованої кави.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: досліджувані зразки «енергетичних» напоїв, кави, чаю, ділильні лійки, мірні циліндри, лійки, мензурки, штативи, медичні шприци для ін'єкцій на 2 мл, пробірки, фотоелектроколориметр (ФЕК), кварцові кювети, фільтрувальний папір, індикаторний папір, стандартний розчин кофеїну (кофеїн-бензонат натрію – Дарниця, розчин для ін'єкцій 100 мг/мл), етилацетат, 1 М розчин Na_2CO_3 , MgSO_4 (безводний).

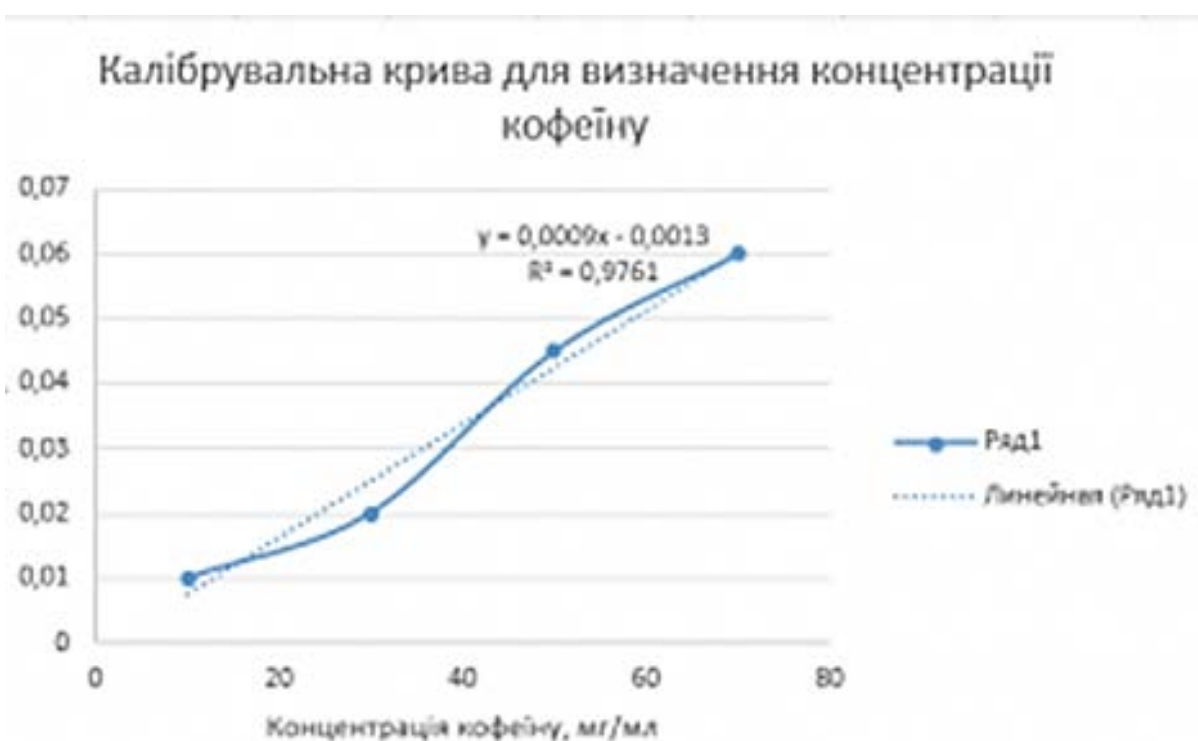
Побудова калібрувальної кривої

1. Увімкніть ФЕК для прогріву.
2. Візьміть 4 пробірки, пронумеруйте їх, вставте на штативі.
3. Приготуйте розчини відповідно до таблиці.
4. У кожен пробірку додайте декілька кристалів магній сульфату безводного.
5. Під час вимірювання оптичної густини пам'ятайте, що кювету порівняння (контрольну кювету) необхідно заповнити етилацетатом.
6. Перед вимірюванням оптичної густини перелийте вміст пробірки без кришталіків магній сульфату в кювету, вміст якої перемішайте.

Побудова калібрувальної кривої

Концентрація кофеїну, мг/мл	Об'єм стандартного розчину кофеїну, мл	Об'єм етилацетату, мл	Оптична густина
10	0,3	2,7	
30	0,9	2,1	
50	1,5	1,5	
70	2,1	0,9	

7. Використовуючи програму Excel, побудуйте калібрувальну криву.



Графік. Приклад калібрувальної кривої для визначення концентрації кофеїну (дані, отримані за допомогою інших ФЕКів, можуть відрізнятися).

Під час аналізу графіка зверніть увагу на коефіцієнт R (коефіцієнт апроксимізації): рівняння прямої можна використовувати лише тоді, коли R становить більше 0,9.

1. Виділення кофеїну з експериментальних зразків

Візьміть 50 мл «енергетичного» напою, кави чи чаю, додайте 9 мл 1М розчину Na_2CO_3 . За допомогою універсального індикаторного паперу з'ясуйте рН розчину, він має бути в межах 8-10. Якщо спостерігаєте відхилення, то додайте декілька крапель будь-якого лугу.

Додайте 15 мл етилацетату, перемішайте та перелийте в ділильну лійку.

Відкрийте ділильну лійку; першою буде зливатися водна фаза, вона не потрібна. Зберіть верхню органічну фазу в чисту колбу чи мензурку.

До органічної фази додайте ще 15 мл етилацетату та струсіть; знову повторіть процедуру розділення: першу водну фазу злийте, а другу – органічну – зберіть у чистий хімічний стакан. Для того, щоб зовсім прибрати воду, додайте декілька кристалів магній сульфату безводного.

Отриманий розчин буде містити кофеїн; перелийте його в кварцову кювету, виміряйте оптичну густину при довжині хвилі 270 нм, як кювету порівняння використовуючи кювету з етилацетатом.

Отримана величина оптичної густини – це величина u . Розв'яжіть рівняння прямої та знайдіть величину x – це і буде концентрація кофеїну в досліджуваній рідині.

Наприклад, отримано оптичну густину 0,04. $0,09x - 0,0013 = 0,04$, звідси $x = 4,59$. Отже, концентрація кофеїну в досліджуваному розчині 4,59 мг/мл.

Розрахуйте концентрацію кофеїну в досліджуваних розчинах, заповніть таблицю:

Досліджуваний розчин	Концентрація кофеїну, мг/мл
Кава розчинна	
Кава заварна	
Чай зелений	
Чай чорний	
Енергетичний напій	

Проаналізуйте, скільки відповідного продукту необхідно вжити, щоб отримати гранично допустиму дозу.

Контрольні питання:

1. Чим обумовлюються смакові і фізіологічні властивості кави?
2. Чому кава вживається в їжу тільки після обжарювання?
3. Яка залежність між якістю кави і його походженням?
4. Чим відрізняються за хімічним складом кавові напої від натуральної кави?
5. Охарактеризуйте вплив кофеїну на організм людини.
6. Який вміст кофеїну в енергетичних напоях (охарактеризуйте різні енергетичні напої)?

РОЗДІЛ 7. БІОХІМІЯ МЕДУ ТА ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №17

БІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ МЕДУ

Мета: дослідити фізико-хімічні показники меду.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: мед, рефрактометр, аналітичні ваги, водяна баня, пробірки, колби, піпет-дозатори, дистильована вода, 0,1М розчин I₂, 0,1 М розчин NaOH, 0,5М розчин H₂SO₄, 0,1М розчин гіпосульфїту, 1% розчин крохмалю, 1% розчин фенолфталеїну, 0,1% NaOH, 40% розчину їдкого натру, 1% розчин камфори, HCl концентрована, Pb(CH₃COO)₂, метиловий спирт, 5% розчин AgNO₃, 96% етиловий спирт, ефір, резорцин, 0,5% I₂, CH₃COOH.

1. Визначення масової частки вологи

Масову частку вологи визначають рефрактометричним методом. Досліджують рідкий мед. Закристалізований мед (1мл) поміщають у пробірку, яку щільно закупорюють гумовою пробкою і нагрівають на водяній бані при 60°C до повного розчинення кристалів, охолоджують до кімнатної температури. За рефрактометром визначають показник заломлення меду. Одержаний показник заломлення меду перераховують на його значення при температурі 20°C (Π²⁰_д) за формулою:

$$\Pi^{20}_{д} = \Pi^t_{д} + 0,00023 (t - 20^{\circ}\text{C}), \text{ де}$$

Π^t_д - значення показника заломлення меду, одержаного за рефрактометром;

0,00023 - температурний коефіцієнт показника заломлення, од./град;

t - температура, при якій проведено дослідження, °C.

Масову частку вологи (W) у меді визначають за формулою, %:

$$W = 400 (1,538 - P^{20}D), \text{ де}$$

$P^{20}D$ - значення заломлення меду при 20 °С;

400 та 1,538 - постійні коефіцієнти.

Якщо мед під час дослідження має температуру 20°С, то масову частку вологи у медові можна визначити за таблиці. При збільшенні масової частки вологи значно погіршується якість і смак меду, на поверхні утворюється піна, відбувається бродіння.

Визначення масової частки вологи за коефіцієнтом заломлення

Коефіцієнт заломлення	Масова частка вологи, %	Коефіцієнт заломлення	Масова частка вологи, %	Коефіцієнт заломлення	Масова частка вологи, %	Коефіцієнт заломлення	Масова частка вологи, %
1,5080	12,0	1,4955	17,0	1,4830	22,0	1,4705	27,0
1,5075	12,2	1,4950	17,2	1,4825	22,2	1,4700	27,2
1,5070	12,4	1,4945	17,4	1,4820	22,4	1,4695	27,4
1,5065	12,6	1,4940	17,6	1,4815	22,6	1,4690	27,6
1,5060	12,8	1,4935	17,8	1,4810	22,8	1,4685	27,8
1,5055	13,0	1,4930	18,0	1,4805	23,0	1,4680	28,0
1,5050	13,2	1,4925	18,2	1,4800	23,2	1,4675	28,2
1,5045	13,4	1,4920	18,4	1,4795	23,4	1,4670	28,4
1,5040	13,6	1,4915	18,6	1,4790	23,6	1,4665	28,6
1,5035	13,8	1,4910	18,8	1,4785	23,8	1,4660	28,8
1,5030	14,0	1,4905	19,0	1,4780	24,0	1,4655	29,0
1,5025	14,2	1,4900	19,2	1,4775	24,2	1,4650	29,2
1,5020	14,4	1,4895	19,4	1,4770	24,4	1,4645	29,4
1,5015	14,6	1,4890	19,6	1,4765	24,6	1,4640	29,6

1,5010	14,8	1,4885	19,8	1,4760	24,8	1,4635	29,8
1,5005	15,0	1,4880	20,0	1,4755	25,0	1,4630	30,0
1,5000	15,2	1,4875	20,2	1,4750	25,2	1,4625	30,2
1,4995	15,4	1,4870	20,4	1,4745	25,4	1,4620	30,4
1,4990	15,6	1,4865	20,6	1,4740	25,6	1,4615	30,6
1,4985	15,8	1,4860	20,8	1,4735	25,8	1,4610	30,8
1,4980	16,0	1,4855	21,0	1,4730	26,0	1,4605	31,0
1,4975	16,2	1,4850	21,2	1,4725	26,2	1,4600	31,2
1,4970	16,4	1,4845	21,4	1,4720	26,4	1,4595	31,4
1,4965	16,6	1,4840	21,6	1,4715	26,6	1,4590	31,6
1,4960	16,8	1,4835	21,8	1,4710	26,8	1,4585	31,8

2. Визначення редукуючих цукрів

Редукуючі цукри визначають йодометричним методом. Для дослідження беруть наважку меду масою 10 г з точністю 0,01 г, розчиняють у мірній колбі місткістю 200 мл. Доводять дистильованою водою до мітки, перемішують 10-12 разів способом перевертання колби. З одержаного розчину відбирають піпеткою 50 мл у мірну колбу місткістю 250 мл і доводять дистильованою водою до мітки, ретельно перемішують.

У конічну колбу з притертою пробкою вносять піпеткою 20 мл розчину меду, а в іншу конічну колбу - таку ж кількість дистильованої води (контрольна проба). Потім у кожну колбу із бюреток послідовно доливають 25 мл розчину йоду концентрації 0,1 моль/л і 37,5 мл розчину NaOH концентрації 0,1 моль/л, колби закривають пробками і ставлять у темне місце на 20 хв. Потім вміст колби підкислюють, для чого додають 8 мл розчину H₂SO₄ концентрації 0,5 моль/л і відтитровують надлишок води розчином гіпосульфїту концентрації 0,1 моль/л у присутності 1 мл 1% розчину крохмалю до знебарвлення.

Масову частку редукуючих цукрів (P_c) розраховують за формулою, %:

$$P_c = \frac{0,1 \times (V_k - V_0) \times 9.005 \times 1000 \times 100}{1000 \times 10 \times 20}, \text{ де}$$

V_k – об'єм розчину гіпосульфїту, який витрачено на титрування йоду у контрольній пробі, см^3 ;

V_0 – об'єм розчину гіпосульфїту, який витрачено на титрування йоду у пробі, см^3 .

Масову частку редукуючих цукрів на абсолютну суху речовину розраховують множенням масової частки редукуючих цукрів (P_c) у меді.

3. Способи фальсифікації меду та методи її розпізнавання

Найважливішою ознакою натуральності меду, яку можуть визначити споживачі без особливих труднощів, є його смак та прозорість.

У натуральному меді є фенольні сполуки, що перейшли в мед з нектару. Ці сполуки викликають різної інтенсивності подразнення слизової оболонки ротової порожнини та горла. Чим менше проявляється це подразнення, тим більша імовірність, що мед фальсифікований (сахарозою або іншими солодкими компонентами).

У натуральному меді обов'язково присутні білкові речовини, які надають йому деякої непрозорості (опалесценції). Ця опалесценція збільшується в той час, коли починає кристалізуватися глюкоза. Прозорий мед може вказувати на його ненатуральність.

Фальсифікація якості меду може відбуватися за рахунок додавання води, різних видів цукру та солодких речовин та інших домішок.

При розведенні меду водою в ньому починаються процеси бродіння з виділенням вуглекислого газу. Цей вид фальсифікації можна установити і за кількістю води.

Визначення ознак бродіння або підвищеної кислотності.

Для визначення ознак бродіння або підвищеної кислотності до 10мл 10% розчину меду додати 5 крапель 1% спиртового розчину фенолфталеїну і 0,5мл 0,1%

натрій гідроксиду. При зникненні малинового забарвлення можна говорити про підвищену кислотність меду і про наявність ознак бродіння, означає про його незрілість або ненатуральність.

Найчастіше для фальсифікації натурального меду використовують цукор (ним годують бджіл або додають у готовий мед у виді концентрованого сиропу) або різного виду патоку і крохмаль. Для підвищення густини меду в нього додають крейду.

Наявність ферменту діастази.

Наявність ферменту діастази, який додається в мед бджолами, визначають при додаванні до 10 мл водного розчину меду (1:2) 1% розчину крохмалю. Отриману суміш поставити на 1 годину на водяну лазню (45°C), потім охолодити і додати 1-2 краплі настоянки йоду. Фарбування розчину в синій колір указує на відсутність в нім ферменту діастази, і, отже, мед не натуральний.

Вміст сахарози.

5 мл 0,25% розчину меду перенести в пробірку, додати 0,2 мл 40% розчину їдкового натру, суміш поставити на киплячу водяну баню на 10 хв, охолодити до 20-25°C. Розчин набуває солом'яно-жовтого кольору. 1 мл цього розчину перенести в пробірку, додати 2 мл 1% розчину камфори в концентрованій соляній кислоті і ретельно перемішати. При наявності сахарози розчин забарвлюється від вишневого до бордово-червоного кольору. Приготувати 20% водний розчин меду, взяти 5 мл цього розчину і додати до нього 2,5 г свинцевого оцту і 22,5 мл метилового спирту. Утворення жовто-білого облогу вказує на наявність у меді цукрового сиропу.

Наявність цукрової (бурякової) патоки

У пробірку налити 5 мл водного розчину меду (1:2) і додати 5-10 краплин 5% розчину азотнокислого срібла. При позитивній реакції суміш помутніє і утвориться білий осад. У натуральному меді осад не утворюється.

Наявність декстринів (патока ферментативного гідролізу).

Приготувати водний розчин меду (1:3), прилити до нього 96% етиловий спирт і ретельно перемішати. Розчин набуває молочно-білого кольору, а у відстої утворюється напіврідка прозора маса (декстрини). Якщо в меді крохмальна патока

відсутня, то розчин залишається прозорим, і тільки там, де стикається мед і спирт, буде видно ледве помітну каламуть, яка зникає при перемішуванні суміші.

Залишки соляної кислоти (патока кислотного гідролізу).

Приготувати водний розчин меду (1:3) і додати до нього розчин азотно-кислого срібла. Поява каламуті або облогу білого кольору свідчить про присутність соляної кислоти.

Наявність крохмалю.

Мед розбавити дистильованою водою і додати декілька крапель йоду. У присутності крохмалю розчин забарвлюється в синій колір.

Наявність інвертного цукру та оксиметилфурфуролу.

У фарфоровій ступці ретельно перетерти 3 г меду і 15 мл ефіру, перенести суміш у фарфорову чашку і додати ще 15 мл ефіру. Випарувати ефір при температурі 30°C і до залишку додати 2-3 краплі розчину резорцину. Поява вишневого або вишнево-червоного кольору протягом 5 хв свідчить про наявність у меді крохмальної патоки.

Наявність кукурудзяного сиропу (штучний мед)

У фарфоровій ступці ретельно розмішати мед з водою (1:10), взяти 5 мл цього розчину й додати 5 крапель 0,5% розчину йоду. При наявності кукурудзяного сиропу суміш забарвлюється у вишнево-червоний колір, при відсутності - у світло-жовтий.

Наявність желатину, клею.

Приготувати водний розчин меду (1:2), додати розчин лугу і нагрівати суміш до кипіння, над парою потримати змочений водою червоний лакмусовий папірець. При наявності в меді желатину або клею в суміші утворюється аміак, під впливом якого червоний лакмусовий папірець синіє.

Наявність крейди.

5 мл водного розчину меду (1:2) перенести в пробірку і додати декілька краплин будь-якої кислоти (оцтової, соляної, лимонної). При позитивній реакції в пробірці починається активне виділення вуглекислого газу («шипіння»).

Результати дослідження оформити у вигляді таблиці.

Назва реакції	Матеріал дослідження	Реактиви	Результати дослідження	Висновки
Визначення ознак бродіння або підвищеної кислотності				
Наявність ферменту діастази				
Вміст сахарози				
Наявність цукрової (бурякової) патоки				
Залишки соляної кислоти				
Наявність крохмалю				
Наявність кукурудзяного сиропу				
Наявність желатину, клею				
Наявність крейди				

Контрольні питання

1. Класифікація бджолиного меду.
2. Хімічний склад та харчова цінність бджолиного меду.
3. Вимоги до якості меду.
4. Способи фальсифікації меду.
5. Методи розпізнання фальсифікації меду.

РОЗДІЛ 8. БІОХІМІЯ БАРВНИКІВ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №18

ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИРОДНИХ БАРВНИКІВ

Мета: навчитися визначати властивості природніх барвників.

Теоретичні відомості

При тепловій кулінарній обробці овочів і плодів у деяких випадках змінюється їхній колір, що пов'язане зі зміною пігментів, що у них містяться, або утворенням нових барвників.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: досліджувані зразки, рефрактометр, рН-метр, дистильована вода, мірні циліндри, колби, пробірки, лійки, хімічні стакани, скляні палички, фарфорова ступка з товкачиком, фільтр, марля, піпет-дозатори, 5% розчин лимонної кислоти, 5% розчином питної соди.

1. Зміни кольору пігментів соку столового буряка

Технологія визначення: Визначити за допомогою рефрактометра кількість розчинних сухих речовин у буряковому соку. Мірним циліндром в три колби на 100 мл перенести по 50 мл соку зі столового буряка та долити до мітки дистильованою водою, 5 % розчином лимонної кислоти та 5 % розчином питної соди.

Перемішати розчини скляною паличкою. Виміряти рН готових розчинів іонометром та вміст сухих речовин рефрактометром. Результати занести у таблицю.

У шість пробірок перенести по 5 мл розчину соку з регуляторами рН. Три пробірки нещільно прикрити гумовими пробками, встановити у водяну баню, нагріти доз кипіння та витримати 15 хвилин. Спостерігати зміни, що тривають

протягом нагрівання. Порівняти колір розчинів, що прогрівали, з кольором трьох не прогрітих контрольних зразків. Пояснити причину змін та зробити висновки.

Результати дослідження впливу рН на стійкість бетаніну під час термічної обробки:

№	рН розчину	Вміст сухих речовин, %	Колір розчинів	
			до термообробки	після термообробки

2. Зміни кольору зелених пігментів рослинної сировини

Технологія визначення: Мірним циліндром в три колби на 150 мл перенести по 100 мл дистильованої води, 5 % розчину лимонної кислоти та 5 % розчину питної соди.

У колби покласти по 10 г зелені петрушки, або зеленого листя салату, або цибулі зеленої. Колби щільно прикрити зворотними холодильниками, встановити у водяну баню, нагріти до кипіння та витримати протягом 30 хвилин.

Спостерігати зміни, що тривають. Порівняти колір зелених продуктів, що прогрівали, з кольором непрогрітих зразків.

Пояснити причину зміни кольору та зробити висновки.

Контрольні питання:

1. У якому середовищі бетанін під час термообробки зберігає свій колір?
2. Як ця властивість реалізується у технологічному процесі?
3. Які сполуки з хлорофілу утворюються в кислому та лужному середовищі та які характеризуються вираженим зеленим кольором?
4. Які методи застосовують для стабілізації забарвлення зелених овочів у технологічному процесі?

РОЗДІЛ 9. БІОХІМІЯ КАКАО

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №19

БІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ КАКАО-ПОРОШКУ

Мета: дослідити біохімічні властивості какао.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: досліджувані зразки какао, цукор, дистильована вода, мірні циліндри, колби, пробірки, лійки, хімічні стакани, скляні палички, піпет-дозатори, водяна баня, аналітичні терези, скляний фільтр № 2, оцтова кислота, азотна кислота.

Під час органолептичної оцінки какао-порошку звертають увагу на його однорідність і колір. Какао-порошок має бути тонко подрібнений і при розтиранні кінчиками пальців не повинно відчуватися крупинок, колір - коричневий, різних відтінків, не допускається тьмянний, сірий відтінок.

У порошкоподібних какао-сумішах органолептичні дослідження здійснюють за тими ж показниками, що і в какао-порошку. За наявності у рецептурі цукру-піску, при розтиранні кінчиками пальців будуть відчуватися кристали цукру.

Для визначення смаку та аромату какао-порошку готують напій. До наважки какао-порошку масою 4 г додають 6 г цукру-піску і 5 мл води, ретельно перемішують і доливають 95 мл киплячої води чи молока, перемішують, охолоджують до температури 40...45°C, проводять органолептичне випробування напою. Для дослідження порошкоподібних какао-сумішей, до складу яких додається цукор, беруть наважку масою 10 г, додають 100 мл киплячої води і кип'ятять протягом декількох секунд.

1. Визначення рН чи активної кислотності

рН чи активну кислотність визначають у какао-порошку та інших какаосумішах. Метод базується на вимірюванні концентрації водневих іонів у досліджуваному

розчині. Наважку какао-порошку масою 5 г ретельно здрібнюють, переносять у хімічний стакан місткістю 100 мл, додають 50 мл води, перемішують. Для кращого розчинення проводять нагрівання розчину при перемішуванні до температури не більше 70°C. Потім розчин охолоджують до температури 18...20°C і визначають величину рН за допомогою рН-метра. При проведенні визначення рН не звертають увагу на осадок частинок какао-порошку.

2. Визначення стійкості суспензії

Визначення стійкості суспензії проводять у какао-порошку, для чого готують напій.

Напій становить суспензію, тобто сукупність рідкої фази і завислих у ній твердих частинок какао. Чим довше утримаються частинки у завислому стані, тим вищою є якість напою. Стійкість суспензії характеризується часом, протягом якого не утворюється помітного відстою. Суспензія вважається стійкою, коли протягом 2 хв після заварювання какао-порошку не утворюється помітного відстою.

3. Визначення масової частки клітковини

0,3-0,5 г досліджуваного продукту з точністю до 0,001 г поміщають у круглодонну колбу, додають 16,5 мл кислотної суміші (10 об'ємів 80-процентній оцтової кислоти і одного об'єму азотної кислоти), змішують, з'єднують колбу з холодильником і кип'ятять 30 хвилин, перемішують. Колбу охолоджують і фільтрують у гарячому стані скрізь скляний фільтр № 2, заздалегідь висушений при температурі 105 °С і зважений. Колбу після перенесення вмісту на фільтр обполіскують гарячою кислотною сумішшю і гарячою водою до повного зникнення за-паху оцтової кислоти, далі промивають спиртом і ефіром, після чого фільтр з осадом висушують при температурі 105 °С, охолоджують і зважують.

Вміст клітковини (X) розраховують за формулою, %

$$X = \frac{m_1 - m_0}{m} \times 100\%, \text{ де}$$

m_1 – маса фільтра з осадом, г;

m_0 – маса фільтра без осаду, г;

m – наважка, г;

Контрольні питання:

1. Хімічний склад та харчова цінність какао-бобів, шоколаду та какао-порошку.
2. Які речовини надають шоколаду та какао-порошку гіркого, терпкого та в'язучого смаку?
3. Класифікація шоколаду та какао-порошку.

РОЗДІЛ 10. БІОХІМІЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №20

БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ФРУКТОВО-ЯГІДНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ ТА КАРАМЕЛІ

Мета: дослідити деякі біохімічні показники фруктово-ягідних кондитерських виробів та карамелі

Теоретичні відомості

Фруктово-ягідні вироби - це продукти переробки плодів та ягід з додаванням великої кількості цукру (60-75%) та, залежно від рецептури, інших речовин – драглеутворювачів, харчових кислот, ароматичних речовин, піноутворювачів, харчових барвників.

Фруктово-ягідні вироби відрізняються не тільки високою енергетичною цінністю, але й значним вмістом біологічно активних речовин – вітамінів, мінеральних, пектинових речовин та ін.

До фруктово-ягідних відносять вироби, які випускають кондитерські фабрики (мармелад, пастильні вироби) і плодоконсервні підприємства (варення, джем, повидло, желе плодово-ягідне, цукати). Завдяки включенню в рецептурний склад фруктів і ягід, біологічно цінність цих кондитерських виробів значно вища, ніж інших.

Класифікація фруктово-ягідних кондитерських виробів:

- варені вироби: варення, джем, конфітур, повидло, желе, цукати.
- мармелад: фруктово-ягідний, желейний, желейно-фруктовий, дієтичний.
- пастильні вироби: клеєві, заварні, безклеєві.

Карамель – це кондитерські вироби склоподібної (аморфної) структури, які виробляють шляхом уварювання цукрового сиропу з крохмальною патокою або інвертним цукром до вмісту вологи 1,5-3% з додаванням або без додавання смакових, ароматичних і барвних речовин. Велику різноманітність сировини, що

використовується для виробництва карамельних виробів, можливість змінювати форму та обробку поверхні готових виробів дозволяють одержати досить широкий асортимент цієї продукції.

Більшість видів карамелі бідні вітамінами, тому що вони є практично відсутніми у основній сировині і до того ж руйнуються під дією високих температур у процесі виробництва. З метою підвищення біологічної цінності в карамель вводять різноманітні білкові збагачувачі, фруктово-ягідні та овочеві добавки, вітаміни.

Залежно від рецептури і способу виготовлення карамель розподіляють:

- на льодяникову (відкриту, загорнуту, в таблетках, фігурну, соломку, монпансьє);
- з начинкою (з однією-двома різними начинками; з начинкою, прошарованою карамельною масою).

Залежно від способу обробки карамельної маси розрізняють карамель:

- з прозорою нетягнутою оболонкою;
- з непрозорою тягнутою оболонкою;
- з прожилками і смужками.

За наявністю або відсутністю обгортки: загорнута; відкрита.

Карамель з начинкою виготовляють з такими видами начинок: фруктово-ягідна; шоколадно-горіхова; лікерна; кремово-збивна; медова; подвійні начинки; желейна; масляно-фруктова; молочна; горіхова; марципанова; збивна; помадна; із злакових, бобових, олійних культур.

Відкрита карамель за способом обробки поверхні буває: глазурована, дражирована, кондована, обсіпна.

Експериментальна частина

Обладнання і реактиви: досліджувані зразки (джем, варення, повидло, мармелад, карамель), фарфорова ступка з товчачиком, колби, дистильована вода, водяна баня, фенолфталеїн, 1М розчин NaOH, 1М розчин KOH, 1% розчин крохмалю, 1М розчин йоду, 10% розчин хромовокислого калію, 1М розчин азотнокислого срібла.

1. Визначення кислотності фруктово-ягідних кондитерських виробів

Кислотність у джемі, повидлі, мармеладі, пастильних виробих визначають методом об'ємного титрування і виражають у градусах. Вироби звільняють від глазури чи обсипки, розтирають у ступці, беруть наважку масою 5 г, переносять у конічну колбу місткістю 200-250 мл додають 100 мл дистильованої води, яка має температуру 60...70°C, перемішують. Розчин охолоджують до температури 18...20°C, додають 2-4 краплини фенолфталеїну і титрують розчином гідроокису натрію чи калію концентрації 0,1 моль/л до виникнення рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв. Кислотність (К) визначають за формулою

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

де V - об'єм розчину лугу, який витрачено на титрування, мл;

k - поправочний коефіцієнт лугу;

m - маса наважки продукту, г.

Кислотність може бути виражена двома способами: у градусах або у процентах відповідної кислоти. Градуси кислотності переводяться у проценти кислотності шляхом множення їх на міліеквівалент кислоти: лимонної – 0,070; яблучної-0,067; винної – 0,075; молочної – 0,090.

Кислотність мармеладу і пастильних виробів виражається у градусах, а повидла і джему – у процентах переважаючої (яблучної) кислоти.

2. Визначення сірчистого ангідриду фруктово-ягідних кондитерських виробів

Сірчистий ангідрид нормується в усіх видах фруктово-ягідних кондитерських виробів і визначається у відсотках (варення, джем, повидло) чи в мг/кг (мармеладі і пастильних виробих). Для визначення масової частки сірчистого ангідриду наважку продукту масою 20 г розтирають у ступці з невеликою кількістю дистильованої води. Кількісно, за допомогою дистильованої води, переносять у мірну колбу місткістю 250 мл, затикають пробкою і дають постояти 20 хв. Після цього додають воду до позначки, струшують і залишають у спокої до утворення прозорого розчину.

Відбирають піпеткою 50 см³ прозорого відстою в конічну колбу місткістю 250 мл додають 25 мл розчину гідроксиду калію концентрації 1 моль/л, затикають пробкою, струшують і настоюють 10 хв. Потім додають 10 мл розведеної сірчаної кислоти (1:3), 1 мл 1% розчину крохмалю і титрують розчином йоду концентрації 0,01 моль/л до виникнення синього забарвлення, яке не зникає при струшуванні протягом 1 хв. Одночасно проводять контрольне визначення: замість прозорого відстою беруть 50 мл дистильованої води і всі зазначені реактиви у тій же кількості і послідовності.

Масову частку сірчистого ангідриду (X) розраховують за формулою:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) * 0,00032}{q} * 100 \%,$$

де V_1 і V_2 - об'єм йодного розчину, який витрачено на титрування відповідно в дослідному та контрольному зразках, мл;

0,00032 - титр розчину йоду за сірчистим ангідридом;

q - маса наважки речовини з урахуванням розведення, г;

100 - перерахунок на відсоткову кількість.

3. Визначення кислотності карамелі

Кислотність карамелі визначають методом титрування і виражають у градусах. Для визначення кислотності зважують 5 г заздалегідь подрібненої у ступці карамельної маси. Наважку без втрат переносять у конічну колбу, розчиняють у 50 мл дистильованої води, температура якої становить 60°C, перемішують до повного розчинення карамельної маси і охолоджують. Потім додають 3-4 краплі фенолфталеїну і титрують розчином гідроксиду натрію концентрації 0,1 моль/л до появи блідо-рожевого кольору, який не зникає протягом 1 хв. Кислотність розраховують за формулою

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

де V - об'єм розчину лугу, який витрачено на титрування, мл;

k - поправочний коефіцієнт лугу;

m - маса наважки продукту, г.

Кислотність може бути виражена двома способами: у градусах або у процентах відповідальної кислоти. Градуси кислотності переводяться у проценти кислотності шляхом множення їх на міліеквівалент кислоти: лимонної – 0,070; яблучної-0,067; винної – 0,075; молочної – 0,090.

4. Визначення масової частки йоду у карамелі

Масову частку йоду у карамелі визначають методом об'ємного титрування. Наважку масою 50 г (подрібнену і розтерту до однорідної маси) переносять у конічну колбу місткістю 300 мл, розчиняють у 150 мл дистильованої води, додають 2-3 краплі 10% розчину хромовоокислого калію, титрують розчином азотнокислого срібла концентрації 0,1 моль/л до появи жовто-оранжевого кольору.

Розрахунок кількості йоду (I) здійснюють за формулою, %

$$I = \frac{V * 0,01269 * 100}{q},$$

де V - об'єм розчину азотнокислого срібла, мл;

0,01269 - маса йоду, яка відповідає 1 см³ розчину азотнокислого срібла;

q - маса наважки, г.

Контрольні питання:

1. Охарактеризуйте особливості складу і приготування мармеладу різних видів.
2. Як формується пориста структура і желеподібна консистенція пастили?
3. Чим відрізняються один від одного заварна і клейова пастила?
4. В чому відмітні особливості приготування варення, джему, повидла?
5. В чому різниця і схожість між желе і мармеладом?
6. Чим відрізняються цукати від варення?
7. Яким змінам можуть піддаватися фруктово-ягідні кондитерські вироби при зберіганні?

ДОДАТОК А

ПРИГОТУВАННЯ РЕАКТИВІВ ТА РОЗЧИНІВ

0,1н розчин гіпосульфїту натрію $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – 0,14 г $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ розвести до 20 мл H_2O .

0,2н спиртового розчину КОН: зважити 1,12 г луѓу і розчинити в мінімальність кількості води (1–1,5 мл); після розчинення довести об'єм 96% етанолом до 100 мл.

Реактив Фелінга складається з двох розчинів. Для виготовлення першого розчину 200 г сегнетової солі (тарtrat $\text{K}^+\text{--Na}^+$) та 150 г гідроксиду натрію розчиняють у дистильованій воді до об'єму 1 л. Для виготовлення другого розчину 40 г перекристалізованого сульфїду міді розчиняють у дистильованій воді до об'єму 1 л. Рівні об'єми першого та другого розчинів змішують перед роботою.

Реактив Фелінга – змішують рівні об'єми лужного розчину сегнетової солі (34,6 г $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6\text{KNa} \times 4\text{H}_2\text{O}$ і 14,0 г NaOH в 100 мл води) та розчину мідного купоросу (6,928 г $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$ в 100 мл води).

Реактив Фелінга (розчин CuSO_4 і калію, натрію-тартрату в 10% розчині NaOH)

0,001н 2,6-дихлорфеноліндофенол. 60 мг сухої фарби 2,6-дихлорфеноліндофенолу розчиняють в мірній колбі на 200 мл, додаючи 100-150 мл теплої дистильованої води і 4-5 крапель 0,01н розчину NaOH . Після сильного збовтування протягом 10 хв доливають колбу водою до мітки і, перемішавши фільтрують через щільний фільтр в суху колбу.

Біуретовий реактив. 3 г $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$ перенести в мірну колбу ємністю 1 л, додати 300-400 мл 0,2н розчину NaOH до повного розчинення. Додати 9 г сегнетової солі (натрій-калій тарtrat) і 5 г KI . До мітки довести 0,2н розчином NaOH .

Фосфатний буфер (рН 6,5). 18 мл Na_2HPO_4 , до 50 мл 0,5н. NaH_2PO_4 і водою до 200 мл; або 8,999 г $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \times 12\text{H}_2\text{O}$ і 7,801 г $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$, доводять до 100 мл H_2O).

Нінгідринний реактив. 0,5 г нінгідрину до 100 мл доводять бутанолом.

Розчин залізоамонійних квасців $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2$. 86 г квасців розчинити в 250 мл води, відфільтрувати в літрову мірну колбу, додати 25 мл концентрованої H_2SO_4 , охолодити, долити до мітки водою і перемішати.

Розчин йодистого калієвого крохмалю. 3 г крохмалю змішують з 5-10 мл дистильованої холодної води до отримання однорідної маси. Окремо в колбі доводять до кипіння 100 мл дистильованої води і при безперервному помішуванні доливають воду до розведеного крохмалю, не допускаючи утворення грудочок. Одержаний розчин доводять до кипіння. Після охолодження до розчину крохмалю додають 3 г йодистого калію, перемішуючи до розчинення кристалів йодистого калію. Розчин зберігають у темному прохолодному місці не більше 2 днів.

Аміачна буферна суміш. 80 мл 1н розчину аміаку змішують з 20 мл 1н. розчину хлористого амонію (рН 9,8).

0,1% розчин фенолфталеїнфосфату натрію. 0,1 г порошкоподібного фенолфталеїнфосфату натрію розчиняють у мірній колбі на 100 мл невеликою кількістю буферної суміші і доводять до мітки буферною сумішшю.

Розчин сичужного ферменту. 1 г сичужного ферменту розчинити 100 мл води при 35 °С.

0,04 % спиртовий розчин бромтимолового голубого. 0,1 бромтимолового синього, перенести в мірну колбу об'ємом 250 мл і долити до мітки етиловим спиртом.

0,15% розчин Натрію гідросульфїту. 0.75 г безводного Натрію метабісульфїту (піросульфїту) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ розчиняють в 400 мл H_2O . Потім підкислюють розчин 2 н розчином оцтової кислоти в присутності 3-5 крапель метилового-рожевого до появи слабкого забарвлення, потім додають воду до 500 мл. Зберігають кілька днів)

ДОДАТОК Б

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ Д.І. МЕНДЕЛЄЄВА

PERIODS	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
PERIODS	a	ba	II	III	IV	ba	VI	VII	ba	(H)	III	b
1	H 1 ГІДРОГЕН 1,00784									He 2 ГЕЛІЙ 4,0026		
2	Li 3 ЛІТІЙ 6,941	Be 4 БЕРИЛІЙ 9,0122	B 5 БОР 10,81	C 6 КАРБОН 12,0108	N 7 НІТРОГЕН 14,0067	O 8 ОКСИГЕН 15,9994	F 9 ФЛУОР 18,998	Ne 10 НЕОН 20,179		Ar 18 АРГОН 39,948		
3	Na 11 НАТРІЙ 22,989	Mg 12 МАГНІЙ 24,305	Al 13 АЛЮМІНІЙ 26,982	Si 14 СИЛІЦІЙ 28,086	P 15 ФОСФОР 30,974	S 16 СУЛЬФУР 32,06	Cl 17 ХЛОРО 35,453	Ar 18 АРГОН 39,948		Kr 36 КРИПТОН 83,80		
4	K 19 КАЛІЙ 39,102	Ca 20 КАЛЬЦІЙ 40,078	Sc 21 СКАНДІЙ 44,956	Ti 22 ТИТАН 47,867	V 23 ВАНАДІЙ 50,941	Cr 24 ХРОМ 51,996	Mn 25 МАНГАН 54,938	Fe 26 ФЕРУМ 55,847		Ni 28 НІКОЛ 58,693		
5	Rb 37 РУБІДІЙ 85,4678	Sr 38 СТРОНЦІЙ 87,62	Y 39 ІТРИЙ 88,906	Zr 40 ЦИРКОНІЙ 91,224	Nb 41 НИОБІЙ 92,906	Mo 42 МОЛІБДЕН 95,94	Tc 43 ТЕХНЕЦІЙ [98]	Ru 44 РУТЕЦІЙ 101,07		Rh 45 РОДІЙ 102,906		Pd 46 ПАЛЛАДІЙ 106,42
6	Cs 55 ЦЕЗІЙ 132,905	Ba 56 БАРИЙ 137,327	La* 57-71 ЛАНТАНОЇДИ	Sr 38 СТРОНЦІЙ 87,62	In 49 ІНДІЙ 114,82	Hf 72 ГАФНІЙ 178,49	Re 75 РЕНІЙ 186,207	Os 76 ОСМІЙ 190,20		Ir 77 ІРІДИЙ 192,22		Pt 78 ПЛАТИНА 195,078
7	Fr 87 ФРАНЦІЙ [223]	Ra 88 РАДІЙ [226]	Ac** 89-103 АКТИНОЇДИ	Tl 81 ТАЛІЙ 204,37	Pb 82 СВИНЦЬ 208,980	Bismut 83 БІСМУТ 208,980	Po 84 ПОЛОНІЙ [210]	At 85 АСТАТ [210]		Rn 86 РАДОН [222]		Mt 109 МАЙТНЕРІЙ [278]
	Rg 111 РЕНТГЕНІЙ [272]											Uun 110 УНУНІЙ [282]
ВІЩІ ОКСИДИ	R₂O	RO	R₂O₃	RO₂	R₂O₅	RO₃	RO₇	RO₄				
ЛЕТКІ ВОДНЕВІ СПОЛУКИ			RH₄	RH₃	RH₃	H₂R	HR					

ЕЛЕКТРОХІМІЧНИЙ РЯД НАПРУГ МЕТАЛІВ
 Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb H₂ Sb Bi Cu Hg Ag Pd Pt Au
 посилення відновних властивостей, активності

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Біохімія молока і молочних продуктів: курс лекцій / О.С. Крамаренко. Миколаїв: МНАУ, 2017. 96 с.
2. Біохімія плодів та овочів / В. В. Євлаш, О. П. Прісс, М. Є. Сердюк., Л. Ф. Павлоцька, Л. А. Скуріхіна, Н. В. Дуденко, О. І. Сухаренко. Навчальний посібник. Мелітополь, 2019. 205 с.
3. Власенко В.В., Славо В.П., Шубенко О.І. Біохімія м'яса: Навчальний посібник. Житомир. 2013. 183 с.
4. Іванова В.Д. Технологія виробництва продуктів бджільництва: Курс лекцій. Миколаїв: МДАУ, 2009. 245 с.
5. Лабораторний практикум з хімії і фізики молока і молочних продуктів / Укладачі: В.П. Ясній, Т.А. Довбуш. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. 182 с.
6. Лапицька Н. В. Технологія напоїв, екстрактів та концентратів. Навчальний посібник. Чернігів: НУЧК імені Т.Г. Шевченка, 2021. 217 с.
7. Лашко Н.П. Великий практикум: Хімія харчових продуктів: навчально-методичний посібник для студентів освітнього ступеня «бакалавр» напряму підготовки «Хімія». Частина 2 / Н.П. Лашко, О.В. Ткачук. Запоріжжя: ЗНУ, 2015. 81 с.
8. Лашко Н.П., Ткачук О.В. Аналіз якості харчових продуктів: методичні рекомендації до лабораторних занять для здобувачів ступеню вищої освіти магістра спеціальності «Хімія» освітньо-професійної програми «Хімія». Запоріжжя: ЗНУ, 2015. 85 с.
9. Пешук Л.В., Носенко Т.Т. Біохімія та технологія оліє-жирової сировини: Навч. посіб. К.: НУХТ, 2008. 295 с.
10. Практикум. Визначення якості борошна та розрахунок складу помольних сумішей / О.В. Богомолів, В.С. Шерстюк, Л.П. Гарник, П.В. Гурський. Харків, 2021. 138 с.

11. Сироватко К.М., Главатчук В.А. Біохімія продуктів тваринництва. Методичні вказівки до виконання практичних занять для підготовки здобувачів вищої освіти факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва та ветеринарії, галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство», спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», другого (магістерського) освітнього рівня. Вінниця: ВЦ ВНАУ, 2022. 74 с.

12. Славов В.П., Шубенко О.І., Ковальчук Т.І. Біохімія молока та молочних продуктів: Навчальний посібник. Житомир. Вид-во ЖДУ ім. І.Франка. 2013. 208 с.

13. Стріха Л. О. Біохімія м'яса і м'ясних продуктів : курс лекцій / Л. О. Стріха. Миколаїв : МНАУ, 2015. 84 с.

14. Хлібопекарське виробництво.. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технології харчових виробництв» для студентів спеціальності 181 – Харчові технології / Укл.: М. П. Ксенюк, О. І. Сиза. Чернігів: ЧНТУ, 2018. 54 с.

15. Цехмістренко С.І. Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: навч. посіб. / С.І. Цехмістренко, О.С. Цехмістренко. Біла Церква, 2014. 192 с.

16. Цехмістренко С.І. Біохімія молока та молокопродуктів: навч. посіб. / С.І. Цехмістренко, О.І. Кононський. Біла Церква, 2014. 168 с.

17. Шевчук Т. В., Огороднічук Г.М. Біохімія молока і молочних продуктів: Навчальний посібник. Вінниця: ОЦ ВНАУ, 2010. 88 с.

Навчальне видання

О. Б. Кучменко, Ю. М. Паливода

БІОХІМІЯ З ОСНОВАМИ ХАРЧОВОЇ ХІМІЇ

Частина 2

*Навчально-методичний посібник для виконання лабораторних
робіт та самостійної роботи студентів*

Технічний редактор – І. П. Борис
Верстка, макетування – В. М. Косяк

Підписано до друку
Гарнітура Times New Roman
Замовлення №

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 7,09
Обл.-вид. арк. 4,73

Папір офсетний
Тираж ел. вид.



Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя.
м. Ніжин, вул. Воздвиженська, 3-А
(04631) 7-19-72
E-mail: vidavn_ndu@ukr.net
www.ndu.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 2137 від 29.03.05 р.