

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біолого-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій і переробки продукції тваринництва

«Теоретичні основи технологій харчових виробництв»

Методичні вказівки

до лабораторно-практичних занять в умовах ННДЦ та в аудиторії студентів денної форми навчання напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» згідно з вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу

Укладачі: **Мерзлов С.В., Ломова Н.М., Наріжний С.А.**

Теоретичні основи технологій харчових виробництв. Методичні вказівки до лабораторно-практичних занять в умовах ННДЦ та в аудиторії студентів денної форми навчання напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» згідно з вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу / С.В. Мерзлов, Н.М. Ломова, С.А. Наріжний – Біла Церква, 2014. – 79 с.

Видання містить основні теми лабораторних і практичних занять з курсу «Теоретичні основи технологій харчових виробництв», які відповідають вимогам типової та навчальної робочих програм. До кожної теми подано мету, теоретичні відомості, завдання, запитання для самоперевірки, наведено список основних нормативно-технічних документів (ГОСТ та ДСТУ), які пов'язані з викладанням курсу «Теоретичні основи технологій харчових виробництв».

Методичні вказівки призначені для надання студентам допомоги щодо виконання лабораторних і практичних завдань під контролем викладача. Розроблено згідно з вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу як засіб підвищення якості освіти відповідно до Болонської декларації.

Рецензент: Сухенко Юрій Григорович відмінник освіти України, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри процесів і обладнання переробки продукції АПК НУБІП.

Зміст

Вступ.....	5
Лабораторна робота № 1 Основні технологічні поняття та визначення. Класифікація харчових виробництв та продовольчої сировини.....	5
Лабораторна робота № 2 Визначення енергетичної цінності харчових продуктів...	9
Лабораторна робота № 3 Визначення харчової цінності молочних продуктів.....	14
Лабораторна робота № 4 Розрахунок денного раціону харчування.....	17
Лабораторна робота № 5 Одержання концентрату харчового білка.....	23
<u>Зміни білків при технологічному обробленні</u>	
Лабораторна робота № 6 Типи згортання глобулярних білків.....	26
Лабораторна робота № 7 Вплив температури на зміну розчинності білків м'яса.....	27
Лабораторна робота № 8 Вплив сахарози на температуру агрегації білків яєць.....	29
Лабораторна робота № 9 Зміна набухливості білків борошна під впливом технологічних факторів.....	29
<u>Зміни вуглеводів при технологічному обробленні</u>	
Лабораторна робота № 10 Вплив різних факторів на гідроліз сахарози.....	31
Лабораторна робота № 11 Вплив температури нагрівання на органолептичні властивості продуктів карамелізації цукрів.....	33
Лабораторна робота № 12 Вплив різних факторів на клейстеризацію крохмалю...	33
Лабораторна робота № 13 Зміна органолептичних і фізичних властивостей крохмалю у процесі сухого нагрівання.....	35
<u>Зміни жирів при технологічному обробленні</u>	
Лабораторна робота № 14 Зміна ступеня окиснення жиру у процесі нагрівання...	37
Лабораторна робота № 15 Зміна органолептичних і фізичних властивостей рослинної олії у процесі термообробки.....	38
<u>Зміни вмісту сухих речовин при технологічному обробленні</u>	
Лабораторна робота № 16 Зміна вмісту сухих речовин в м'ясі у процесі теплової обробки.....	40
Лабораторна робота № 17 Вплив фосфатів і органічних кислот на вологозатримувальну здатність м'яса.....	41
<u>Утворення структури продуктів при технологічному обробленні</u>	
Лабораторна робота № 18 Вивчення впливу концентрації та тривалості збивання на піноутворювальну здатність піноутворювачів і на стабільність піни.....	43

Лабораторна робота № 19 Вплив деяких добавок на піноутворювальну здатність деяких піноутворювачів.....	44
Лабораторна робота № 20 Вплив концентрації і складу білкових сумішей на їх в'язкість після теплового оброблення.....	44
Лабораторна робота № 21 Визначення компресійних властивостей тонкодисперсних сипких матеріалів.....	46
Лабораторна робота № 22 Визначення щільності харчових продуктів.....	47
Лабораторна робота № 23 Органолептична оцінка харчових продуктів. Аналіз сенсорної чутливості дегустаторів.....	52
Лабораторна робота № 24 Добавки в харчовій промисловості.....	57
Лабораторна робота № 25 Високомолекулярні сполуки в харчових технологіях..	62
Лабораторна робота № 26 Дисперсні системи в харчовій промисловості.....	67
Лабораторна робота № 27 Реологічні властивості дисперсних систем.....	71
Лабораторна робота № 28 Використання стандартів в технології харчових речовин. Побудова, зміст і класифікація стандартів.....	74
Список використаної літератури.....	78

Вступ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт відповідають освітньо-професійній програмі курсу і охоплюють основні розділи дисципліни «Теоретичні основи технологій харчових виробництв» для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія». У кожному розділі міститься теоретичний матеріал, який дозволить студентам краще підготуватися до лабораторних занять.

Основна мета лабораторних занять – поглибити та закріпити знання студентів, одержані при вивченні теоретичного курсу дисципліни; підготувати їх до вивчення технологій фахового спрямування.

Перед виконанням лабораторних робіт студенти повинні самостійно вивчити теоретичний матеріал, ознайомитися з додатковою літературою, згідно списку, приведеного у методичних вказівках.

На лабораторні заняття студенти повинні приходити із заздалегідь оформленою лабораторною роботою. При цьому повинні бути записані тема, мета роботи, коротко порядок її виконання. Робота оформляється у вигляді протоколу, а кінцеві результати – у вигляді висновків.

Лабораторна робота № 1

ОСНОВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ.

КЛАСИФІКАЦІЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ ТА ПРОДОВОЛЬЧОЇ СИРОВИНИ

Мета заняття вивчити основні технологічні поняття та визначення, ознайомитись з основними класифікаціями харчових виробництв та сировини, навчитися виконувати типові розрахункові завдання.

Теоретичні відомості Основні технологічні поняття та визначення

Основними технологічними поняттями є: матеріальний та енергетичний баланси, вихід продукції, механізація, автоматизація, технологічна лінія, технологічна операція, технологічний процес, апаратно-процесна одиниця (одиничний елемент), інтенсивність та продуктивність технологічного процесу та ін. Хоча такі поняття, як продуктивність праці, собівартість продукції та деякі інші мають чисто економічну сутність, вони широко використовуються в технології для порівняння ефективності різних варіантів технологічних рішень.

Матеріальний баланс визначає закон зберігання маси речовини, згідно з яким у будь-якій замкнутій системі маса речовин, які вступили у взаємодію, дорівнює масі речовин, що утворилися в результаті цієї взаємодії. Щодо умов харчових виробництв матеріальний баланс називають *продуктовим розрахунком*. Його виконують на основі хімічного складу сировини та нормованих втрат цінних компонентів. Але у виробничих умовах у процесі оброблення (перероблення) продукту крім основної реакції, проходять і побічні, тому на практиці враховують тільки найсуттєвіші перетворення, тобто продуктивний розрахунок має наближений характер. Продуктивний розрахунок є основною формою обліку готової продукції, він проводиться на всіх етапах технологічної переробки сировини та вимагає значних витрат праці.

Матеріальний баланс безперервних процесів складають для стаціонарного режиму, за якого загальна маса речовин, які надходять в апарат за певний час, дорівнює масі речовин, що вийшли з апарата.

Припустимо, що кількість речовин під час їх перероблення в апараті постійна. Тоді:

$$\sum_{i=1}^n Gi^{(ex)} - \sum_{i=1}^m Gi^{(eix)} = 0$$

Де $Gi^{(ex)}$, $Gi^{(eix)}$ – відповідно маса продуктів, яка надходить в апарат та виходить з нього; n , m – кількість компонентів продуктів відповідно у вхідному та вихідному потоках.

Зазвичай у проектуванні вихід готового продукту задають, а кількість сировини та допоміжних матеріалів визначають з рівнянь матеріального балансу. При цьому продуктовий розрахунок виконують, виходячи з нормативних витрат сировини на одиницю основного продукту. Наприкінці продуктового розрахунку обчислюють витратні коефіцієнти за сировиною.

Найзагальніша форма запису матеріального балансу – інтегральна. Розв'язання рівнянь повного матеріального балансу дає можливість обчислити характеристики технологічних потоків, які важко або принципово неможливо виміряти.

Енергетичний баланс складають на основі закону збереження енергії відповідно до якого у замкнутій системі сума всіх видів енергії постійна. Для технологічних процесів харчових виробництв складають *тепловий баланс*, який передбачає, що надходження теплоти в апарат за певний час дорівнює її витратам.

Тепловий баланс складають за кількістю матеріальних потоків з урахуванням теплових ефектів фізичних перетворень та хімічних реакцій, а також теплових втрат крізь стінки апарата в навколишнє середовище:

$$\sum_{i=1}^n Q_i^{(ex)} - \sum_{i=1}^m Q_i^{(eix)} \pm \sum_{i=1}^k Q_i^{(f.x)} - \sum_{i=1}^p Q_i^{(em)} = 0$$

де $Q_i^{(ex)}$ – кількість теплоти, яка надходить в апарат з матеріальними потоками; $Q_i^{(eix)}$ – кількість теплоти, яку виносять вихідні потоки; $Q_i^{(f.x)}$ – теплота фізичних або хімічних процесів, які проходять з виділенням або поглинанням теплоти; $Q_i^{(em)}$ – втрати теплоти у зовнішнє середовище; n , m , k , p – кількість видів відповідно вхідних, вихідних, внутрішніх потоків теплоти та теплових втрат.

Наведене рівняння теплового балансу можна записати також для нестационарних процесів та в інтегральній формі.

Виходом продукту називають відношення кількості фактично одержаною кінцевого продукту G_k до вмісту цього продукту у вихідній сировині:

$$x = G_k / G_n$$

За G_n приймають всю кількість речовини у вихідній сировині. Вихід продукту визначає ступінь досконалості технологічного процесу та розраховується у кожному випадку по-різному.

Продуктивність праці – це найважливіша економічна категорія, що визначається кількістю продукції, виготовленої робітником за одиницю часу, або кількістю часу, витраченого на виробництво одиниці продукції. Продуктивність праці може мати грошовий, натуральний (маса, об'єм, штуки) або умовно-натуральний (умовні банки) вирази та визначається за такою формулою:

$$P_{пр} = O_v / K_p$$

де O_v – об'єм виробництва; K_p – кількість робітників.

Інтенсивність процесу – це кількість продукту, виробленого за одиницю часу, віднесена до робочого об'єму апарата, одиниці довжини або площі робочого органу.

Собівартість виготовленої продукції – це економічна характеристика, що визначається як величина витрат на виробництво одиниці маси або об'єму продукції. Собівартість характеризує досконалість не тільки технологічного процесу, а й організації виробництва.

Механізація – це заміна ручної праці машинною, за рахунок чого підвищується продуктивність праці. Механізація передбачає підвищення ефективності використання основного обладнання та скорочення кількості працівників.

Комплексна механізація – це підготовчий етап для автоматизації.

Автоматизація – це заміна розумової праці людини з контролювання та управління виробничими процесами, приладами та автоматичними пристроями, що дає можливість здійснювати ці процеси без безпосередньої участі людини, а тільки під її контролем.

Автоматизація – найвищий ступінь механізації.

Основні техніко-економічні показники, які характеризують ефективність комплексної механізації та автоматизації промислового виробництва – продуктивність праці, собівартість продукції, робіт та послуг, а також терміни окупності витрат.

Механоозброєність праці розраховується як відношення середньорічної вартості машин та обладнання до кількості робітників, зайнятих в основній зміні:

$$M_T = \Phi \times d / P100$$

де Φ – середньорічна вартість основних виробничих фондів, грн.; d – частка обладнання машин та механізмів в загальній вартості основних виробничих фондів; P – кількість робітників, зайнятих в основній зміні.

Коефіцієнт механізації (автоматизації) праці визначається відношенням кількості робітників, зайнятих на механізованих (автоматизованих) роботах, до загальної кількості робітників:

$$K_T = P_m / (P_m + P_r),$$

де P_m та P_r – кількість робітників, зайнятих на операціях відповідно механізованих (автоматизованих) та ручних.

Під *технологічною операцією* розуміють сукупність впливу на продукт, що проходить в одному місці в певний час, і веде до заданої раніше зміни характеристик або властивостей продукту.

Технологічний режим – це сукупність числових значень основних параметрів, які характеризують середовище або робочу зону, де проходить технологічна операція.

Технологічна лінія (схема) виробництва харчового продукту складається з окремих послідовних технологічних операцій.

Технологічна операція, яка виконується за допомогою машин та забезпечує потрібний технологічний режим називається *апаратурно-процесною одиницею*, або *одиничним процесом*.

Агрегатом називають комплекс механізмів та машин, призначених для послідовного виконання окремих технологічних операцій, що являють собою у сукупності закінчений етап технологічного процесу.

Закінченим етапом (стадією) технологічного процесу називають сукупність технологічних операцій, що забезпечує одержання проміжного продукту з певними властивостями.

Складаючи технологічну схему, окремі одиничні процеси з'єднують в такій послідовності, яка б забезпечувала одержання готового продукту певної якості з конкретної сировини.

Класифікація харчових виробництв та сировини

У харчовій галузі немає єдиної класифікації харчових виробництв та сировини. Ознайомимось з основними.

Класифікація харчових виробництв

1. Залежно від виду сировини та способів її обробки у виробничому процесі харчові галузі та окремі виробництва поділяють на переробні та видобувні. До видобувних відносять видобування та розмелення солі, а також видобування риби та морепродуктів. Серед переробних розрізняють галузі з переробки рослинної сировини, сировини тваринного походження та сировини несільськогосподарського походження.

2. Залежно від складу сировини, що підлягає переробці, харчові виробництва бувають зернові, борошняні, цукристі, м'ясні, молочні, овочеві, фруктові.

3. Залежно від виду кінцевого продукту розрізняють підприємства з виробництва продуктів з рослинної сировини (цукру, борошна, круп, хліба та булочних виробів, макаронних виробів, олій, солоду, пива, квасу, спирту, вин, напоїв, консервів та ін.); продуктів переробки тваринної сировини (м'ясних продуктів, ковбасних виробів, продуктів переробки молока); продуктів на основі використання рослинної та тваринної сировини (маргаринів, харчоконцентратів); продуктів переробки риби та морепродуктів; продуктів підприємств громадського харчування.

4. За основними процесами, на яких базуються технології, харчові виробництва поділяються на: механічні та гідравлічні, фізико-хімічні та хімічні, біохімічні та мікробіологічні, процеси теплової обробки сировини та напівфабрикатів.

Класифікація продовольчої сировини

Сировину для харчової промисловості поділяють за найсуттєвішими ознаками.

1. За консистенцією сировину поділяють на суху (зернобобове насіння, борошно, цукор та ін.), соковиту (цукрові буряки, картопля, всі види плодово-овочевої сировини) та рідку (вода, олія, патока, молоко та ін.).

2. За переважанням у сировині будь-якої хімічної речовини розрізняють сировину вуглеводомістку (зерно злаків, картопля, буряки, плоди та ягоди), олійну (насіння олійних культур, плоди оливкового дерева та ін.), білкову (насіння бобових та ін.), ефіроолійну (насіння ефіроолійних культур, пелюстки троянд та інших квітів).

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Визначити складові запропонованих викладачем апаратурно-технологічних схем (виробництво пастеризованого молока, кефіру, ряжанки, пряженого молока, сметани, сиру кисломолочного традиційним та роздільним способами). Навести приклади технологічних операцій, технологічних режимів, апаратурно-процесних одиниць, агрегатів, технологічних ліній. З'ясувати послідовність проведення окремих технологічних операцій та потребу додержання певних технологічних режимів, що забезпечують одержання готового продукту з заданими наперед властивостями.

Завдання 2. Згідно з різними класифікаціями харчових виробництв віднести до певних видів виробництво молочних продуктів, ковбасних виробів, цукру, макаронних виробів, солі, морепродуктів, пива.

Завдання 3. Згідно з різними класифікаціями сировини віднести до певних видів: молоко, олію, цукор, цукрові буряки, насіння бобових, оливки, яблука.

Завдання 4. Розв'язати типові розрахункові задачі за допомогою формул, наведених в теоретичному матеріалі:

а) розрахувати вихід цукру, якщо його одержано 12000 кг з 27000 кг дифузійного соку, з масовою часткою цукру 58 %;

б) розрахувати коефіцієнт механізації праці на лінії з виробництва шоколадної маси, якщо кількість робітників, зайнятих на операціях, чол.: механізованих – 5, ручних – 3;

в) розрахувати продуктивність праці робітників цеху, якщо обсяг виробництва сиркових виробів за зміну становить 3520 кг, а кількість робітників – 8 чол.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке матеріальний баланс?
2. У чому полягає практичне значення матеріального балансу в харчових виробництвах?
3. Дати визначення поняттю «енергетичний баланс».
4. Що таке вихід продукції?
5. Назвати економічні поняття, широко застосовувані у харчових виробництвах.
6. Що розуміють під поняттям «механізація»?
7. Які переваги автоматизованого виробництва?
8. Навести приклади технологічної операції, технологічного режиму, технологічної лінії, апаратурно-процесної одиниці.

Лабораторна робота №2

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЦІННОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Мета заняття визначити енергетичну та харчову цінність продуктів.

Теоретичні відомості

Під час окислення в організмі людини білків, жирів і вуглеводів вивільняється певна кількість енергії. Кількість енергії, що звільняється під час окислення 1г зазначених речовин називають коефіцієнтом розрахунку енергетичної цінності.

Нині прийняті наступні коефіцієнти енергетичної цінності білків, жирів, вуглеводів і органічних речовин з урахуванням їх засвоюваності (табл. 2.1).

Таблиця 2.1. Коефіцієнт енергетичної цінності харчових продуктів

Харчові речовини	Коефіцієнт енергетичної цінності	
	ккал/г	кДж/г
Білки	4	16,7
Жири	9	37,7
Вуглеводи	4	16,7
Органічні кислоти	3	12,6

ХІД РОБОТИ

Знаючи масову частку основних харчових компонентів, що входять до складу продукту, можна розрахувати його енергетичну цінність за формулою:

$$E = K_1m_1 + K_2m_2 + K_3m_3 + K_4m_4,$$

де E – енергетична цінність, кДж/г; K_1, K_2, K_3, K_4 – коефіцієнти енергетичної цінності білків, жирів, вуглеводів і органічних кислот; T_1, T_2, T_3, T_4 – маса білків, жирів, вуглеводів і органічних кислот, г.

Наприклад: розрахувати енергетичну цінність 1 кг молока з масовою часткою жиру 3,4%, білка – 3%, вуглеводів – 4,9%.

$$E = 37,7 \cdot 34 + 16,7 \cdot 30 + 16,7 \cdot 49 = 2601 \text{ кДж/г.}$$

Завдання 1. У зразках харчових продуктів, запропонованих викладачем, із зазначенням їх ваги за допомогою даних наведених в таблиці 2.2 знаходять масові частки жиру, вуглеводів, органічних кислот і золи в даному продукті. Від числового значення масової частки сухих речовин віднімають суму масових часток жиру, органічних кислот і золи. Одержана величина буде становити суму масових часток білків і вуглеводів. Оскільки для цих речовин коефіцієнти енергетичної цінності однакові (16,7 кДж/г), то підставляючи всі наявні величини в наведену вище формулу, можна розрахувати енергетичну цінність досліджуваного продукту.

Таблиця 2.2. Склад харчових продуктів (в перерахунку на 100 г їстівної частини)

Продукт	Вода, г	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи		Клітковина, г	Органічні кислоти, г	Зола, г
				Моно і дисахариди, г	Крохмаль, г			
Молочні продукти								
Молоко пастеризоване	88,5	2,8	3,2	4,7	-	-	0,14	0,7
Сир кисломолочний жирний	63,2	14,0	18,0	2,85	-	-	1,0	1,0
Сир кисломолочний напівжирний	71,0	16,7	9,0	1,3	-	-	1,0	1,0
Сир кисломолочний нежирний	77,4	18,0	0,6	1,85	-	-	1,22	1,0
Сметана 20%	72,7	2,8	20,0	3,2	-	-	0,8	0,5
Масло любительське несолене	20,0	1,0	78,0	0,7	-	-	0,03	0,2
Масло вершкове несолене	15,8	0,6	82,5	0,9	-	-	0,03	0,2
Сир голландський брусковий	39,5	20,8	27,3	-	-	-	2,2	0,3
Жири рослинні та жирові продукти								
Олія соняшникова рафінована	0,1	-	99,9	-	-	-	-	-
Маргарин безмолочний	16,5	-	82,5	0,5	-	-	-	0,5
Маргарин молочний	15,9	0,3	82,3	1,0	-	-	-	0,5
Маргарин вершковий	15,9	0,3	82,3	1,0	-	-	-	0,5
Жир кулінарний	0,3	-	99,7	-	-	-	-	Сл.
Овочі								
Бруква	87,5	1,2	0,1	7,0	0,4	1,5	0,2	1,2
Кабачки	93,0	0,6	0,3	4,9	-	0,3	0,1	0,4
Капуста білокачанна	90,0	1,8	0,1	4,6	0,1	1,0	0,26	0,7
Капуста цвітна	90,9	2,5	0,3	4,0	0,5	0,9	0,1	0,8
Картопля	75,0	2,0	0,4	1,3	16,0	1,0	0,11	1,1
Цибуля зелена (перо)	92,5	1,3	-	3,5	-	0,9	0,2	1,0
Цибуля ріпчаста	86,0	1,4	-	9,0	0,1	0,7	0,14	1,0
Яйця								
Яйця курячі	74,0	12,7	11,5	-	0,7	-	-	1,0
М'ясо								
Курі (бройлери)	63,8	18,7	16,1	-	0,5	-	-	0,9
Філе куряче	73,0	23,6	1,9	-	0,4	-	-	1,1
Окорок курячий	66,6	21,3	11,0	-	0,1	-	-	1,0
Індичатина	57,3	19,5	22,0	-	-	-	-	0,9
Яловичина І категорії	64,5	18,6	16,0	-	-	-	-	0,9
М'ясо кролів	66,7	21,1	11,0	-	-	-	-	1,0
Свинина м'ясна	51,5	14,3	33,3	-	-	-	-	0,9

Котлетне м'ясо яловиче	71,3	17,8	10,0	-	-	-	-	0,9
Ковбаса лікарська	60,8	12,8	22,2	-	1,5	-	-	2,7
Московська сирокочена	27,6	24,8	41,5	-	-	-	-	6,1
Українська н/к	44,4	16,5	34,4	-	-	-	-	4,7
Фрукти								
Абрикоси	86,0	0,9	0,1	9,0	-	0,8	1,0	0,7
Яблука	87,0	0,4	0,4	9,0	0,8	0,6	0,8	0,5
Апельсини	87,5	0,9	0,2	8,1	-	1,4	1,3	0,5
Напої								
Чай чорний байховий	8,5	20,0	5,1	4,0	-	11,0	1,2	5,5
Кава розчинна	7,0	15,0	3,6	-	-	-	-	-
Крупи та хліб								
Рисова крупа	14,0	7,0	1,0	0,7	70,7	0,4		0,7
Гречана крупа	14,0	9,5	2,3	1,1	64,8	1,1		1,3
Макаронні вироби	13,0	10,4	1,1	2,0	67,7	0,1		0,5
Хліб житній	47,0	6,6	1,2	1,2	33,0	1,1	1,0	2,5
Хліб пшеничний	41,0	8,7	1,5	1,4	37,3	1,3	0,6	2,0

Харчова цінність продукту тим вище, чим більшою мірою продукт задовольняє потреби організму в харчових речовинах, або чим більшою мірою його хімічний склад відповідає формулі збалансованого харчування. У таблиці 2.3 наведено середні дані потреб дорослої людини в харчових речовинах. Ці дані відповідають формулі збалансованого харчування.

Таблиця 2.3. Формула збалансованого харчування

Харчові речовини	Добова потреба
Білки, г,	80 – 100
В тому числі тваринні	50
Вуглеводи, г	400 – 500
В тому числі:	
- крохмаль	400 – 450
- моно- та дисахариди	50 – 100
Жири, г	80 – 100
В тому числі:	
- рослинні	20 – 25
- незамінні поліненасичені жирні кислоти	2 – 6
- холестерин	0,3 – 0,6
- фосфоліпиди	5
Органічні кислоти (лимонна, молочна и т.п.), г	2
Енергетична цінність	2850 ккал 11900 кДж

Харчова цінність продукту може бути виражена методом інтегрального скору продуктів харчування. В основу розрахунку цього показника покладено визначення відсотка відповідності кожного з найбільш важливих компонентів харчових продуктів (білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів) формулі збалансованого харчування.

Розрахунок харчової цінності проводиться не тільки за масою продукту, а й з урахуванням його енергетичної цінності. При вираженні інтегрального скору в енергетичних одиницях розрахунок вмісту основних компонентів їжі ведуть на певну величину енергетичної цінності продукту, наприклад, на 300 ккал (1255 кДж) або 1000 ккал (4184 кДж). Найбільш зручною величиною енергетичної цінності є 300 ккал, так як це становить близько 10 % добових енергетичних витрат. Слід зазначити, що саме така кількість енергії засвоюється за рахунок споживання молока і молочних продуктів.

Щоб розрахувати інтегральний скор, необхідно знати хімічний склад та енергетичну цінність 100 г продукту. У таблиці 2.2 наведено відомості про вміст основних харчових речовин в молоці і про енергетичну цінність деяких харчових продуктів (у перерахунку на 100 г їстівної частини продукту). У таблиці 2.4 наведено приклад розрахунку інтегрального скору для молока з масовою часткою жиру 3,4%.

Приклад: розрахувати енергетичну цінність молока з масовою часткою жиру 3,4%, білка – 3,0%, вуглеводів – 4,9%.

$$E = K_1m_1 + K_2m_2 + K_3m_3 + K_4m_4,$$

де E – енергетична цінність, кДж/г; K_1, K_2, K_3, K_4 – коефіцієнти енергетичної цінності білків, жирів, вуглеводів і органічних кислот; m_1, m_2, m_3, m_4 – маса білків, жирів, вуглеводів і органічних кислот, г.

Завдання 2. Розрахуємо енергетичну цінність 100 г молока з масовою часткою жиру 3,4%, білка – 3%, вуглеводів – 4,9%.

$$E = (3,0 \cdot 4) + (4,9 \cdot 4) + (3,4 \cdot 9) = 62,2 \text{ ккал};$$

$$E = (3,0 \cdot 16,7) + (4,9 \cdot 16,7) + (3,4 \cdot 37,7) = 260,11 \text{ кДж}.$$

З даних таблиці 2.4 випливає, що 100 г молока відповідає 62,2 ккал (260,11 кДж).

При вираженні інтегрального скору в енергетичних одиницях розрахунок вмісту основних компонентів їжі ведуть на певну величину енергетичної цінності продукту, наприклад, на 300 ккал (1255 кДж) або 1000 ккал (4184 кДж).

Розрахуємо кількість продукту, яка відповідає 300 ккал:

100 г – 62,2 ккал;

x – 300 ккал; $x = 100 \cdot 300 / 62,2 = 482,3$ г;

Розрахуємо кількість білка, яка відповідає 482,3 г:

100 г – 3,0 г;

482,3 г – x ; $x = 482,3 \cdot 3,0 / 100 = 14,5$ г;

Розрахуємо кількість жиру, яка відповідає 482,3 г:

100 г – 3,4 г;

482,3 г – x ; $x = 482,3 \cdot 3,4 / 100 = 16,4$ г;

Розрахуємо кількість вуглеводів, яка відповідає 482,3 г:

100 г – 4,9 г;

482,3 г – x ; $x = 482,3 \cdot 4,9 / 100 = 23,6$ г;

Перевірка: $E = (14,5 \cdot 4) + (23,6 \cdot 4) + (16,4 \cdot 9) = 300$ ккал;

$E = (14,5 \cdot 16,7) + (23,6 \cdot 16,7) + (16,4 \cdot 37,7) = 1255$ кДж.

Завдання 3. Відомо, що людина повинна вживати білків 80-100 г за добу. Розрахуємо яку частку добової потреби людини в білках забезпечує досліджуваний продукт.

100 % – 80 г;

X – 14,5 г $x = 18,1$ %.

Жиру:

100 % – 80 г;

X – 16,4 г; $x = 20,5$ %.

Вуглеводів:

100 % – 400 г;

X – 23,6 г; $x = 5,9$ %.

Таким чином, можна зробити висновок, 482,3 г молока містить – 14,5 г білків, що відповідає 18,1% добової потреби людини в молочному білку; – 16,4 г

жиру, що відповідає 20,1% добової потреби людини в молочному жирі; – 23,6 г вуглеводів, що відповідає 5,9% добової потреби людини у вуглеводах.

Завдання 4. Аналогічно, розраховуємо на 1000 ккал

Розраховуємо кількість продукту, яка відповідає 1000 ккал:

100 г – 62,2 ккал;

$x - 1000 \text{ ккал}; \quad x = 100 \cdot 1000 / 62,2 = 1607,7 \text{ г};$

Розраховуємо кількість білка, яка відповідає 1607,7 г:

100 г – 3,0 г;

$1607,7 \text{ г} - x; \quad x = 1607,7 \cdot 3,0 / 100 = 48,2 \text{ г};$

Розраховуємо кількість жиру, яка відповідає 1607,7 г:

100 г – 3,4 г;

$1607,7 \text{ г} - x; \quad x = 1607,7 \cdot 3,4 / 100 = 54,6 \text{ г};$

Розраховуємо кількість вуглеводів, яка відповідає 1607,7 г:

100 г – 4,9 г;

$1607,7 \text{ г} - x; \quad x = 1607,7 \cdot 4,9 / 100 = 78,8 \text{ г};$

Перевірка: $E = (48,2 \cdot 4) + (78,8 \cdot 4) + (54,6 \cdot 9) = 1000 \text{ ккал};$

$E = (48,2 \cdot 16,7) + (78,8 \cdot 16,7) + (54,6 \cdot 37,7) = 4184 \text{ кДж}.$

Таким чином, для відновлення 10% добової витрати енергії за рахунок споживання молока (300 ккал), його кількість повинна становити 482,3 г. Далі розраховуємо кількість білків, жирів і інших компонентів, що містяться в 482,3 г молока.

Завдання 5. Відомо, що людина повинна вживати білків 80-100 г за добу. Розраховуємо яку частку добової потреби людини в білках забезпечує досліджуваний продукт.

100 % – 80 г;

$X - 48,2 \text{ г}; \quad x = 60,3 \text{ \%}.$

Жиру:

100 % – 80 г;

$X - 54,6 \text{ г}; \quad x = 68,3 \text{ \%}.$

Вуглеводів:

100 % – 400 г;

$X - 78,8 \text{ г}; \quad x = 19,7 \text{ \%}.$

Таким чином, можна зробити висновок, 1607,7 г молока містить: – 48,2 г білків, що відповідає 60,3% добової потреби людини в молочному білку; – 54,6 г жиру, що відповідає 68,3% добової потреби людини в молочному жирі; – 78,8 г вуглеводів, що відповідає 19,7% добової потреби людини у вуглеводах.

Таблиця 2.4. Приклад розрахунку інтегрального скору

Склад молока (фактори харчування)	Вміст факторів харчування, г			Ступінь відповідності формулі збалансованого харчування, %	
	На 100 г молока	На 482,3 г молока (300 ккал)	На x г молока (На 1000 ккал)	300 ккал	1000 ккал
Білки	3,0	14,5	48,2	18,0	60,0
Жири	3,4	16,4	54,6	20,0	68,0
Вуглеводи	4,9	23,6	78,8	6,0	20,0
Енергетична цінність: ккал	62,2	300,0	1000,0		
кДж	260,11	1254,55	4184,0		

Отримані дані порівнюємо з відповідними показниками формули збалансованого харчування (табл. 2.3) і обчислюємо відсоток задоволення добової потреби в кожній речовині.

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняттю коефіцієнт розрахунку енергетичної цінності.
2. Назвіть коефіцієнти енергетичної цінності білків, жирів, вуглеводів і органічних речовин.
3. Що таке харчова цінність продукту?
4. Як розрахувати інтегральний скор. продукту?

Лабораторна робота №3

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Мета заняття визначити біологічну цінність білків молочних продуктів.

Теоретичні відомості

Харчова цінність продукту тим вище, чим більшою мірою вона задовольняє потреби організму в харчових речовинах, або чим більшою мірою його хімічний склад відповідає формулі збалансованого харчування. У таблиці 3.1 наводяться середні дані про потреби дорослої людини в харчових речовинах, а саме в білках. Ці дані відповідають формулі збалансованого харчування по А.А. Покровському.

Таблиця 3.1. Формула збалансованого харчування

Харчові речовини	Добова потреба
Білки, г	80-100
в тому числі тваринні	50
Незамінні амінокислоти, г:	
- триптофан	1 / 0,5
- лейцин	4-6 / 2-3
- ізолейцин	3-4 / 1,5-2
- валін	3-4 / 1,5-2
- треонін	2-3 / 1-1,5
- лізин	3-5 / 1,5-2,5
- метіонін	2-4 / 1-2
- фенілаланін	2-4 / 1-2
Замінні амінокислоти, г:	
- гістидин	1,5-2 / 0,7-1
- аргінін	5-6 / 2,5 -3
- цистин	2-3 / 1-1,5
- тирозин	3-4 / 1,5-2
- аланін	3 / 1,5
- серин	3 / 1,5
- глютамінова кислота	16 / 8
- аспаргінова кислота	6 / 3
- пролін	5 / 2,5

Незважаючи на різноманіття білкових речовин у природі, в побудові організму людини беруть участь 22 амінокислоти, з яких вісім (лейцин, ізолейцин, триптофан, валін, треонін, лізин, метіонін, фенілаланін) є незамінними, так як вони не синтезуються в організмі і повинні надходити ззовні з продуктами харчування. Крім того, амінокислоти гістидин і цистин незамінні для організму дітей грудного віку.

Амінокислотний склад харчових продуктів порівнюють з амінокислотним складом ідеального (гіпотетичного) білка, прийнятого експертним комітетом ФАО/ВООЗ в 1973 р., шляхом визначення амінокислотного скору (АМКС).

Одним з доступних способів розрахунку АМКС є обчислення відношення вмісту незамінних амінокислот (НАМК) в досліджуваному і ідеальному білках:
 $АМКС = (мг. НАМК в 1 г досліджуваного білка / мг. НАМК в 1 г ідеального білка) \times 100 \%$

В одному грамі ідеального білка міститься вісім НАМК в наступній кількості, мг: ізолейцин – 40; лейцин – 70; лізин – 55; метіонін + цистин – 35; фенілаланін + тирозин – 60; триптофан – 10; треонін – 40; валін – 50.

В ідеальному білку АМКС кожної НАМК приймається за 100%. Лімітуючу біологічну цінність НАМК вважається та, АМКС якої має значення менше 100%.

Амінокислотний склад еталонного (ідеального) білка збалансований та ідеально відповідає потребам організму людини в кожній незамінній кислоті, тому його називають ідеальний. У 1973 році в доповіді ФАО/ВООЗ опубліковані дані щодо вмісту кожної амінокислоти в еталонному білку. У 1985 році вони були уточнені у зв'язку з накопиченням нових знань про оптимальний раціон людини (табл. 3.2).

Таблиця 3.2. Рекомендовані склад і добова потреба людини в незамінних амінокислотах (мг/г білка)

ФАО/ВООЗ (1985 рік)		ФАО/ВООЗ (1973 рік)	
діти 2-5 років	діти 10-12 років	підлітки	дорослі
Ізолейцин – 28; Лейцин – 66; Лізин – 58; Метіонін + цистин – 25; Фенілаланін + тирозин – 63; Триптофан – 11; Треонін – 34; Валін – 35.	Ізолейцин – 28; Лейцин – 44; Лізин – 44; Метіонін + цистин – 22; Фенілаланін + тирозин – 22; Триптофан – 9; Треонін – 28; Валін – 25.	Ізолейцин – 13; Лейцин – 19; Лізин – 16; Метіонін + цистин – 17; Фенілаланін + тирозин – 19; Триптофан – 5; Треонін – 9; Валін – 13.	Ізолейцин – 40; Лейцин – 70; Лізин – 55; Метіонін + цистин – 35; Фенілаланін + тирозин – 60; Триптофан – 10; Треонін – 40; Валін – 50.

ХІД РОБОТИ

Щоб розрахувати амінокислотний скор, необхідно знати хімічний склад продукту. У таблиці 3.3 наводяться відомості про вміст основних харчових речовин у молочних продуктах (в перерахунку на 100 г їстівної частини продукту).

Таблиця 3.3. Амінокислотний склад кисломолочних продуктів, мг

Показники	Сир кисло-молочний жирний	Голландський сир	Молоко коров'яче	Вершки 20%	Кефір жирний
Білок, %	14	26	3,2	2,8	2,8
Незамінні амінокислоти					
Ізолейцин	690	1170	189	162	160
Лейцин	1282	2300	283	241	277
Лізин	1008	1580	261	198	240
Метіонін + цистин	384 + 68	560 + 215	83+26	70+25	71+20
Фенілаланін + тирозин	762+875	1340+1390	175+184	124+132	141+155
Триптофан	212	700	50	36	43
Треонін	649	950	153	117	110
Валін	838	1570	191	185	135
Замінні амінокислоти					
Аланін	428	760	98	86	106

Аргінін	579	870	122	96	105
Аспарінова кислота	924	1560	219	187	216
Гістидин	447	700	90	68	78
Гліцин	258	510	47	50	46
Глутанінова кислота	2457	5170	509	597	506
Пролін	1290	2730	278	282	272
Серин	789	1290	186	151	185

Завдання 1. Розрахувати амінокислотний скор для кожного продукту (для жінок 18–29 років, таблиця 4.1).

Завдання 2. Визначити які амінокислоти є лімітуючими в кожному продукті для всіх груп населення.

Завдання 3. Обчислити яку частку добової потреби людини в кожній речовині забезпечує 100 г досліджуваного продукту.

Таблиця 3.4. Приклад розрахунку амінокислотного скору для сиру жирного

Склад	На 100г продукту, мг	На 1г білка, мг	На 1г ідеального білка (1973г), мг	АМКС, %	Ступінь відповідності формулі збалансованого харчування, %
Білок, %	14	-	-	-	-
Незамінні амінокислоти					
Ізолейцин	690	49,3	40	123	34,5
Лейцин	1282	427,3	70	610	42,7
Лізін	1008	72	55	130	40
Метіонін + цистин	384+68	27,4+4,9	35	92	12,9
Фенілаланін + тирозин	762+875	54,4+62,5	60	194	41
Триптофан	212	15	10	150	42
Треонін	649	46,4	40	116	43
Валін	838	59,9	50	119	42
Замінні амінокислоти					
Аланін	428	30,6	-	-	28,5
Аргінін	579	41,4	-	-	19,3
Аспарінова кислота	924	66	-	-	30,8
Гістидин	447	31,9	-	-	44,7
Гліцин	258	18,4	-	-	-
Глутанінова кислота	24,57	175,5	-	-	30,7
Пролін	1290	92	-	-	51,6
Серин	789	56,3	-	-	52,6

Аналізуючи отримані дані можна сказати, що головною лімітуючою амінокислотою є метіонін + цистин 92%.

Приклад розрахунку ступеня відповідності формулі збалансованого харчування:

$$2000 \text{ мг} - 100\%;$$

$$690 \text{ мг} - x\%; x = (690 \cdot 100) / 2000 = 34,5\%$$

Запитання для самоперевірки

1. Яка добова потреба дорослої людини в білках?
2. Дайте визначення поняттю незамінні амінокислоти.
3. Як обчислити амінокислотний скор?
4. Яка амінокислота білка продукту вважається лімітуючою?

Лабораторна робота №4

РОЗРАХУНОК ДЕННОГО РАЦІОНУ ХАРЧУВАННЯ

Мета заняття скласти збалансований раціон харчування та розрахувати показники харчової, енергетичної та біологічної цінності продуктів.

Теоретичні відомості

Раціональний розподіл їжі за кількістю споживання і енергетичною цінністю протягом дня забезпечує рівномірне навантаження на травний тракт і створює умови для своєчасного забезпечення організму необхідною енергією і поживними речовинами.

Режим харчування включає наступні показники: кратність і час споживання їжі, інтервали і розподіл калорійності між споживанням їжі. Рекомендується чотириразове, а також допускається триразове харчування з урахуванням умов роботи та навчання. Перерви між прийомами їжі не повинні перевищувати 6 год. У випадку чотириразового харчування рекомендується наступний розподіл калорійності їжі: сніданок – 25 %, обід – 35-40% , полуденок – 15 %, вечеря – 20-25 %. Порушення харчування призводить до різних захворювань, особливо шлунково-кишкового тракту.

Набір продуктів для кожного споживання повинен забезпечувати оптимальні умови для засвоєння їжі. Продукти, що містять білки тваринного походження, раціональніше споживати в першій половині дня, а молочну та рослинну їжу – у другій.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Відповідно до основ раціонального харчування скласти збалансований раціон із запропонованих продуктів (табл. 2.2) для різних груп населення та режимів харчування (за завданням викладача) з урахуванням фізіологічних потреб (табл. 4.1). Рекомендовані режими харчування наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.1. Добові норми факторів харчування з урахуванням фізіологічних потреб

Група	Коефіцієнт фізичної активності	Вік	Енергія, ккал	Білки, г		Жири, г	Вуглеводи, г
				всього	в т.ч. тваринні		
Чоловіки							
1	1,4	18-29	2450	72	40	81	358
		30-39	2000	68	37	77	335
		40-59	2100	65	36	70	303
2	1,6	18-29	2800	80	44	93	411
		30-39	2650	77	42	88	387
		40-59	2500	72	40	83	366
3	1,9	18-29	3300	94	52	110	358
		30-39	3150	89	49	105	335
		40-59	2950	84	46	98	303
4	2,2	18-29	3850	108	59	128	411
		30-39	3600	102	56	120	387
		40-59	3400	96	53	113	366
5	2,4	18-29	4200	117	64	154	484
		30-39	3950	111	61	144	462
		40-59	3750	104	57	137	432
Жінки							
1	1,4	18-29	2000	61	34	67	289
		30-39	1900	59	33	63	274
		40-59	1800	58	32	60	257

2	1,6	18-29	2200	66	36	73	318
		30-39	2150	65	36	72	311
		40-59	2100	63	35	70	305
3	1,9	18-29	2600	76	42	87	378
		30-39	2550	74	41	85	372
		40-59	2500	72	40	83	366
4	2,2	18-29	3050	87	48	102	462
		30-39	2950	84	46	98	432
		40-59	2850	82	45	95	417
Люди похилого віку							
Чоловіки		60-74	2300	68	37	77	335
		Від 75	1950	61	33	65	280
Жінки		60-74	1975	61	33	66	284
		Від 75	1700	55	30	57	242

Таблиця 4.2. Розподіл харчового раціону протягом доби (%)

Режим харчування	1-й сніданок	2-й сніданок	Обід	Вечеря
Чотириразове харчування	20-30	15-20	15-20	15-20
Триразове харчування	30	-	45-50	20-25
Харчування з короткою обідньою перервою та в літні місяці у спекотному кліматі	35	-	23	42
Харчування у випадку роботи в нічну зміну	20	-	40-45	25-30

Таблиця 4.3. Основні групи людей за інтенсивністю праці

Групи	Фізична активність	Коефіцієнт фізичної активності	Професії
1	Дуже легка	1,4	Працівники розумової праці, студенти, педагоги
2	Легка	1,6	Водії транспорту, працівники сфери обслуговування, медсестри, продавці промтоварів і т.д.
3	Середня	1,9	Слюсарі, буровики, водії автобусів і екскаваторів, лікарі-хірурги, продавці продтоварів, працівники хімзаводів, металурги-доменщики
4	Висока	2,2	Доярки, будівельні робочі, металурги-ливарники
5	Дуже висока	2,4	Механізатори, землекопи, муляри

Таблиця 4.4. Витрати енергії за різних видів навантаження (ккал)

Види діяльності	Витрати енергії	
	За хвилину на 1кг маси тіла	За годину на людину (вага 70кг)
Біг зі швидкістю 8км/ч	0,1357	570
Їзда на машині	0,0267	112
Їзда на велосипеді зі швидкістю 13-21 км/ч	0,1285	540
Катання на ковзанах	0,1071	450
Пересування по пересічній місцевості	0,0343	144
Миття посуду	0,0281	118
Відпочинок:		
Стоячи	0,0229	96
Сидячи	0,0183	77
Лежачи	0,0402	169
Підмітання підлоги	0,1190	500
Плавання	0,0290	122
Співи	0,0236	99
Споживання їжі сидячи	0,0333	140

Таблиця 4.5. Рекомендовані обсяги споживання харчових продуктів в середньому на душу населення

Назва продукту	Кількість продукту	
	За рік, кг	За день, г
Хліб та хлібопродукти в перерахунку на муку	102	279
Картопля	113	310
Овочі та баштанні	139	381
Фрукти та ягоди	73	194
Цукор	40,7	112
Олія, маргарин, кулінарні жири	12,2	33
М'ясо и м'ясопродукти	85	232
Молоко та молочні продукти	400	1096
Молоко незбиране	123	337
Молоко знежирене	12,8	35
Масло вершкове	6	16,7
Сир кисломолочний	9,1	24,9
Сметана та вершки	6,5	17,8
Сир, бринза	6,1	16,7
Яйця, шт.	292	0,8
Риба та рибопродукти	23,7	65

Завдання 2. РОЗРАХУНКОВА РОБОТА

Розрахувати:

- Вміст білка, жиру, вуглеводів в битках парових.
- Енергетичну цінність в 100 г харчового продукту.
- Амінокислотний склад білка харчового продукту.
- Амінокислотний скор.
- Відсоток розбіжності амінокислотного скору. (ВРАС).
- Коефіцієнт утилітарності білка АМК складу.
- Мінеральну і вітамінну цінність харчового продукту.

Таблиця 4.6. Вихідні дані для биточка парового

Інгредієнти	Кількість, %
Яловичина в/г	74
Хліб пшеничний	18
Молоко коров'яче	22
Масло бутербродне	4

Розрахунок вмісту білка, жиру, вуглеводів в продуктах.

Білок:

- Яловичина в/г: $18,6 \cdot 74/100 = 13,76$ г.
- Хліб пшеничний: $8,13 \cdot 18/100 = 1,46$ г.
- Молоко коров'яче: $3,2 \cdot 22/100 = 0,7$ г.
- Масло бутербродне: $2,5 \cdot 4/100 = 0,1$ г.

Всього білка 16,02 г.

Всього 16,02 г білка в 100г продукту. Відомо, що людина повинна вживати 80 г білка на добу. Розраховуємо яку частку добової потреби людини в білках забезпечує досліджуваний продукт. Складаємо пропорцію:

100 % – 80 г;

X% – 16,02 г; $X = 16,02 \cdot 100/80 = 20,0$ %.

Таким чином, можна зробити висновок, що в 100 г биточка парового, вміст білка становить 16,02 г, що відповідає 20,0% добової потреби людини.

Жир:

- Яловичина в/г: $12,4 \cdot 74/100 = 9,17$ г.
- Хліб пшеничний: $1,38 \cdot 18/100 = 0,24$ г.
- Молоко коров'яче: $3,6 \cdot 22/100 = 0,79$ г.
- Масло бутербродне: $6,15 \cdot 4/100 = 2,46$ г.

Всього вміст жиру становить 12,66 г в 100 г биточків, оскільки відомо, що людина повинна вживати 80 г жиру на добу, розраховуємо яку частку добової потреби людини в жирах забезпечує досліджуваний продукт.

100 % – 80г;

X % – 12,66 г;

$X = 12,66 \cdot 100/80 = 15,82\%$.

Таким чином, можна зробити висновок, що в 100 г биточків, міститься 12,66г жиру, що відповідає 15,82% добової потреби.

Вуглеводи:

- Хліб пшеничний: $46,5 \cdot 18/100 = 8,2$ г.
- Молоко коров'яче: $4,8 \cdot 22/100 = 1,05$ г.
- Масло бутербродне: $4,7 \cdot 4/100 = 0,06$ г.

Всього 9,31 г вуглеводів в 100 г биточків, відомо, що людина повинна вживати 400 г вуглеводів на добу, розраховуємо яку частку добової потреби людини у вуглеводах забезпечує досліджуваний продукт.

100% – 400г;

X% – 9,31 г; $X = 9,31 \cdot 100/400 = 2,32\%$.

Таким чином, можна зробити висновок, що в 100 г биточків, міститься 9,31 г вуглеводів, що відповідає 2,32% добової потреби.

Розрахунок енергетичної цінності в 100 г харчового продукту.

$E = (16,02 \cdot 4) + (12,66 \cdot 9) + (9,31 \cdot 3,75) = 215,26$ ккал/100 г продукту.

2. Амінокислотний склад білка харчового продукту

У 100 г молока, незамінної амінокислоти валіну міститься 1,91 г (табл. 4.7 згідно з довідником «Хімічний склад харчових продуктів»).

Приклад: Складаємо пропорцію:

100 г – 1,91г

0,7 г – X г; $X = 1,91 \cdot 0,7/100 = 0,01$ г.

Таблиця 4.7. Амінокислотний склад білка харчового продукту (г)

Продукт	Кількість білка	Валін	Ізолейцин	Лейцин	Лізин	Метіонін	Триптофан	Треонін	Фенілаланін
Яловичина в/г	13,76	1,42	1,07	2,03	2,18	0,61	0,28	1,1	1,09
Хліб пшеничний	1,46	0,05	0,04	0,08	0,03	0,02	0,01	0,04	0,06
Молоко коров'яче	0,7	0,01	0,01	0,02	0,02	0,005	0,003	0,01	0,01
Масло бутербродне	0,1	0,001	0,001	0,002	0,001	0,0005	0,001	0,001	0,01
Всього	16,02	1,48	1,12	2,13	2,23	0,63	0,29	1,15	1,17

Амінокислотний скор

Прийнято, що 1г еталонного (ідеального) білка містить:

Валін	48мг.
Ізолейцин	42мг.
Лейцин	70мг.
Лізін	51мг.
Метіонін	26мг.
Триптофан	11мг.
Треонін	35мг.
Фенілаланін	73мг.

Відомо, що в 100 г биточків, міститься 16,02 г білка.

Розраховуємо вміст кожної незамінної амінокислоти в 1г білка досліджуваного продукту.

Валін $1,48/16,02 = 0,092$ г або 92мг;

1,48г – 16,02 г білка;

X – 1 г білка $x = 0,092$ г або 92мг.

Ізолейцин

1,12г – 16,02 г білка;

X – 1 г білка $x = 0,069$ г або 69мг.

Лейцин $2,13/16,02 = 0,13$ г або 13мг.

Лізін $2,23/16,02 = 0,14$ г або 14мг.

Метіонін $0,63/16,02 = 0,039$ г або 39мг.

Триптофан $0,29/16,02 = 0,018$ г або 18мг.

Треонін $1,15/16,02 = 0,071$ г або 71мг.

Фенілаланін $1,17/16,02 = 0,073$ г або 73мг.

На підставі наведених розрахунків амінокислот (АМК), (АМКС) амінокислотний скор кожної амінокислоти можна обчислити за формулою:

$$\text{АМКС} = \text{АМК1}/\text{АМК2} \cdot 100;$$

де АМК1 – кількість АМК в 1 г досліджуваного білка, г;

АМК2 – кількість цієї ж АМК в 1г еталонного білка, г.

Валін $92/48 \cdot 100\% = 191,6\%$.

Ізолейцин $69/42 \cdot 100\% = 164,2\%$.

Лейцин $13/70 \cdot 100\% = 185,7\%$.

Лізін $14/51 \cdot 100\% = 274,0\%$.

Метіонін $39/26 \cdot 100\% = 150,0\%$.

Триптофан $18/11 \cdot 100\% = 163,6\%$.

Треонін $71/35 \cdot 100\% = 202,9\%$.

Фенілаланін $73/73 \cdot 100\% = 100,0\%$.

Відомо, що всі амінокислоти, скор яких складає менше 100%, вважаються лімітуючими, а амінокислота з найменшим скором є головною лімітуючою амінокислотою.

Відсоток розбіжності амінокислотного скору (ВРАС) розраховують шляхом обчислення різниці амінокислотного скору кожної АМК зі значенням скору головної лімітуючої АМК.

Валін $191,6 - 100,0 = 91,6\%$.

Ізолейцин $164,2-100,0= 64,2\%$.
 Лейцин $185,7-100,0= 85,7\%$.
 Лізин $274,0-100,0= 174,0\%$.
 Метіонін $150-100,0= 50,0\%$.
 Триптофан $163,6 -100,0= 63,6\%$.
 Треонін $202,9-100,0= 102,9\%$.
 Фенілаланін $100,0-100,0= 0\%$.

Потім результати підсумовуються: всього – $632,0\%$, ділиться на кількість незамінних амінокислот (НАМК) – 8шт. $ВРАС = 632/8 = 79\%$

На підставі розрахунків ВРАС встановимо біологічну цінність (БЦ) харчового білка: $БЦ = 100-79 = 21\%$

Коефіцієнт утилітарності АМК складу білка. Спочатку розраховуємо коефіцієнт утилітарності кожної НАМК, а саме скор лімітуючої АМК розділимо на АМК скор кожної з 8 незамінних АМК.

Валін $100/191,6=0,522$.
 Ізолейцин $100/164,2=0,609$.
 Лейцин $100/185,7=0,538$.
 Лізин $100/274,0= 0,365$.
 Метіонін $100/ 150,0= 0,666$.
 Триптофан $100/163,6 =0,611$.
 Треонін $100/202,9= 0,493$.
 Фенілаланін $100/100=1,0$.

Розраховуємо сумарне значення незамінних амінокислот (НАМК) в білку досліджуваного продукту:

$$\sum \text{Апр.} = 9,2+6,9 +13+14+3,9+1,8+7,1+7,3=63,2 \text{ г в } 100 \text{ г білка}$$

Розраховуємо: $\sum(\text{Апр.} \cdot \text{Аут.})$ шляхом множення вмісту кожної НАМК в досліджуваному продукті на її коефіцієнт утилітарності, потім результати кожної з 8 АМК додаються.

Валін $0,522 \cdot 9,2=4,802$.
 Ізолейцин $0,609 \cdot 6,9=4,202$.
 Лейцин $0,538 \cdot 13=6,994$.
 Лізин $0,365 \cdot 14=5,11$.
 Метіонін $0,666 \cdot 3,9=2,597$.
 Триптофан $0,611 \cdot 1,8=1,099$.
 Треонін $0,493 \cdot 7,1=3,5$.
 Фенілаланін $1 \cdot 7,3=7,3$.

Разом: 35,604.

$$И = 35,604/63,2 = 0,563.$$

Коефіцієнт використання білка (КВБ)

$$КВБ = (7,3 / 7,3) \cdot (4,2 + 7,0 + 4,8 + 7,3 + 2,6 + 3,5 + 1,1 + 5,1) / (9,2 + 6,9 + 13 + 14 + 3,9 + 7,1 + 1,8 + 7,3) = 0,563.$$

Висновок: розрахунок виконано правильно, тому що коефіцієнт утилітарності АМК рівний коефіцієнту використаного білка (КВБ).

Мінеральна і вітамінна цінність харчового продукту.

Розраховується, аналогічно розрахункам жирів, білків і вуглеводів.

Наприклад, розраховуємо кількість Na:

- Яловичина в/г: $73 \cdot 74/100 = 54,02$ г.
- Хліб пшеничний: $456 \cdot 18/100 = 82,08$ г.
- Молоко коров'яче: $50 \cdot 22/100 = 11$ г.
- Масло бутербродне: $45 \cdot 4/100 = 1,8$ г.

Таблиця 4.8. Мінеральні речовини, г.

Інгредієнти	Кількість %	Мінеральні речовини					
		Na	K	Ca	Mg	P	Fe
Яловичина в/г	74	54,02	262,7	7,54	16,28	139,12	2,14
Хліб пшеничний	18	82,08	42,12	7,74	13,32	45,72	864
Молоко коров'яче	22	11	32,12	26,4	3,08	19,8	14,74
Масло бутербродне	4	1,8	1	1,36	0,06	1,8	10,8
Всього	118	148,9	337,94	43,04	32,74	206,44	891,68

Таблиця 4.9. Вітаміни, г.

Інгредієнти	Кількість, %	Вітаміни						
		A (ретинол)	E	C (аскорбінова к-та)	B1 (тіамін)	B6 (фолієва к-та)	B2 (рибофлавін)	PP (ніацин)
Яловичина в/г	74	-	0,421	-	0,044	6,21	0,111	3,478
Хліб пшеничний	18	-	0,684	-	0,048	6,6	0,018	0,72
Молоко коров'яче	22	0,006	0,019	0,33	0,008	11	0,03	0,022
Масло бутербродне	4	0,004	0,06	-	0,0001	-	0,005	-
Всього	118	0,01	1,184	0,33	0,1	23,7	0,163	4,22

Запитання для самоперевірки

1. З урахуванням яких показників розробляють режим харчування?
2. Яким є рекомендований розподіл калорійності їжі у випадку чотириразового харчування?
3. Як розрахувати коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу білка?

Лабораторна робота № 5 **ОДЕРЖАННЯ КОНЦЕНТРАТУ ХАРЧОВОГО БІЛКА**

Мета заняття виділити білки із молока методом безмембранного осмосу; визначити деякі функціональні властивості для використання у виробництві комбінованих продуктів.

Теоретичні відомості

Білки молока є важливими високоцінними харчовими білками, збалансованими за складом незамінних амінокислот. Вони є основою для створення багатьох видів харчових продуктів. Концентрати молочних білків (казеїн, казеїнати, копреципітати, концентрати сироваткових білків) використовують як білкові збагачувачі в молочній, м'ясній, кондитерській, хлібопекарській галузях промисловості і в якості функціональних добавок (стабілізаторів, емульгаторів).

Казеїнат натрію одержують розчиненням свіжеосажденного сухого казеїну в гідроксиді натрію з наступним висушуванням колоїдної дисперсії. Розчиненням казеїну (молочнокислого або солянокислого) в суміші цитратних солей з подальшим висушуванням колоїдних розчинів одержують цитратні казеїнати (казецити).

Копреципітати – комплекс білкових речовин молока одержують шляхом спільного осадження казеїну і сироваткових білків.

Концентрати білків сироватки використовують у вигляді альбумінного молока або білкової маси.

У промисловості для виділення білків із знежиреного молока використовують методи, основані на їх коагуляції під дією кислоти, температури, іонів кальцію, сичужного ферменту і комбінації цих методів, а також на основі застосування гель-ультрафільтрації, зворотного осмосу для одержання нативних білків. Однак, ці методи приводять до денатурації і втрати важливих функціональних властивостей білків, зокрема розчинності.

Зручним і високопродуктивним є виділення і концентрування білків методом безмембранного осмосу, що являє собою концентрування в системах «білок – полісахарид – вода» без участі мембрани.

Теоретичні основи даного методу базуються на одній з найбільш характерних властивостей сумішей полімерів – термодинамічній несумісності білків і полісахаридів у водному середовищі. Особливістю процесу безмембранного осмосу є використання двох розчинів з різними хімічними потенціалами розчинника. Мембрану заміняє міжфазна поверхня між розчинами термодинамічно-несумісних полімерів. При змішуванні розчину полісахариду (пектину) із знежиреним молоком відбувається розшарування системи. Білкова фаза концентрується в результаті переносу води в полісахаридну фазу, яка в свою чергу розводиться. Після відстоювання утворюється єдина мінімальна границя розділення фаз.

В результаті розділення білки молока осаджуються неповністю. Частина їх (основні фракції білків сироватки) присутні в надосадовій рідині. В осаді міститься концентрат нативного казеїну, який володіє високими функціональними властивостями.

Матеріали, реактиви і обладнання: молоко знежирене, пектин яблучний або цитрусовий, дистильована вода, хімічні склянки на 200 і 1000 мл, мірний циліндр на 100 мл, скляна паличка, термометр, водяна баня, гомогенізатор-подрібнювач, вага лабораторна.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Виділити білок із знежиреного молока

Для одержання концентрату нативного казеїну (КНК) готують 6,5 % розчин яблучного пектину. Для цього в хімічну склянку за допомогою циліндра відмірюють 93,5 мл дистильованої води температурою 40°C. При інтенсивному перемішуванні засипають 6,5 г пектину. Перемішування розчину проводять на гомогенізаторі протягом 10-15 хвилин.

Для приготування системи «знежирене молоко – пектин» беруть 900 г молока і 100 г розчину пектину, перемішують скляною паличкою 10 хвилин.

Для осадження КНК гомогенну суміш витримують при 4°C протягом 2,5 годин. В результаті визначають кількість одержаного КНК і надосадової рідини.

Матеріали, реактиви і обладнання: концентрат нативного казеїну, пергамент, піпетка, скляна паличка, водяна баня, термометр, вага лабораторна, міксер, центрифуга, центрифужні ваги, пробірки.

Завдання 2. Визначити функціональні властивості нативного молочного білка. 0,9 г КНК відважують на листок пергаменту з точністю до 0,01 г і переносять у центрифужну пробірку на 10 мл з поділками на 0,1 мл, додають 4-5 мл води температурою 65-70°C. Вміст пробірок розтирають паличкою до одержання однорідної маси. Після цього паличку виймають, ополіскують невеликою кількістю води за допомогою піпетки, зливаючи воду в ту ж саму пробірку і доводять водою до мітки 10. Пробірки закривають гумовими пробками, перемішують і ставлять на 5 хвилин у водяну баню з температурою 65–70 °С. Після цього пробірки енергійно струшують протягом 1 хвилини.

Пробірки поміщають у патрони центрифуги, розміщуючи їх симетрично одна напроти другої. Центрифугують протягом 5 хвилин при 1000 об/хв. Після закінчення центрифугування визначають об'єм осаду наступним чином. Обережно перевертають пробірку пробкою вниз, осад при цьому чітко видно. Швидко відмічають поділку, на якій знаходиться границя осаду. Студенти другої бригади паралельно роблять ще одне визначення і визначають середній показник розчинності. Об'єм сирого осаду, рівний 0,1 мл, відповідає 1 % сухого нерозчинного залишку молока.

Студенти роблять висновок про розчинність нативного молочного казеїну та використання цієї властивості для утворення харчових продуктів з додаванням даного білка.

Завдання 3. Визначити збивання білка. Збиванню піддають 0,5 % водні розчини КНК. Для збивання використовують міксер і проводять цю операцію протягом 5 хвилин при 20°C в градуйованому циліндрі при 10000 об/хв.

Об'єм розчинів до збивання приймається за 100 %. Збитість визначають як збільшення у процентах об'єму КНК після збивання в порівнянні з початковим об'ємом до збивання. Збитість визначають за формулою:

$$X = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \cdot 100\%$$

де V_1 – об'єм розчину до збивання, 50 мл; V_2 – об'єм розчину після збивання, мл.

Визначення цієї функціональної властивості нативного казеїну проводять незалежно студенти трьох бригад і значення збитості знаходять як середнє трьох вимірювань.

Студенти роблять висновок щодо використання збитості білка для його подальшого застосування, а також відзначають переваги КНК, одержаного методом безмембранного осмосу.

Запитання для самоперевірки

1. Методи виділення білків.
2. Які особливості будови білків казеїнового комплексу?
3. Особливості будови і властивості пектинових речовин і використання їх для виділення молочного білка.
4. Суть методу одержання КНК способом безмембранного осмосу.
5. Як визначити розчинність білка?
6. Використання найважливіших функціональних властивостей білка для створення білкових продуктів харчування.

Зміни білків при технологічному обробленні

Білки – це високомолекулярні природні сполуки, які є поліконденсатами α -амінокислот, з'єднаних одна з одною пептидними (-CO-NH-) зв'язками.

До складу білків входять залишки більш ніж 20 амінокислот. Властивості білків обумовлені хімічним складом, порядком чергування різних амінокислотних залишків у поліпептидних ланцюгах і розташуванням цих ланцюгів у просторі.

У процесі обробки сировини під час приготування їжі білки, які входять до складу харчових продуктів, підлягають різним змінам. Так, у процесі теплової обробки білки денатурують, внаслідок чого втрачають або зменшують здатність до розчинення та набухання, змінюється їх колоїдний стан. Це великою мірою обумовлює зміну консистенції харчових продуктів, які містять велику кількість білка. Білки також підлягають змінам у процесі механічної обробки та під дією кислот.

Наведені нижче лабораторні роботи дають можливість вивчити деякі зміни білків.

Лабораторна робота № 6

ТИПИ ЗГОРТАННЯ ГЛОБУЛЯРНИХ БІЛКІВ

Мета заняття вивчити різні типи згортання глобулярних білків у результаті теплової денатурації в залежності від початкового колоїдного стану.

Теоретичні відомості

Глобулярні білки містяться у харчових продуктах у вигляді золів та гелів різної концентрації. У процесі теплової обробки продуктів відбувається денатурація білків та зміна їх колоїдного стану – згортання (зсідання). При цьому білок може випадати у вигляді пластівців, утворювати ліогель, який утримує всю вологу, або утворювати коагель. При подальшому нагріванні білки, які денатурували, ущільнюються. Згортання білків вагомо впливає на властивості готових виробів: змінюється вага виробів, ущільнюється структура та інше.

Матеріали, реактиви і обладнання: термометри (на 100°C), хімічні стакани (на 100 та 500 мл), пробірки, скляні палички, циліндр на 10 мл.

ХІД РОБОТИ

Для вивчення типів згортання білків використовуємо: куряче яйце, м'ясний сік, кисле молоко. У курячому яйці відділити білок від жовтка. У чотири пробірки налити відповідно по 3 мл: жовтка, білка, суміші білка і жовтка; білка, розведеного з водою у співвідношенні 1:4. У дві пробірки налити по 3 мл відповідно розведеного та нерозведеного 1:4 м'ясного соку. У сьому пробірку налити 3 мл кислого молока. У кожен пробірку занурити термометр. У хімічний стакан із водою занурити пробірку, наприклад із м'ясним соком, і поставити на електроплиту для нагрівання. У процесі нагрівання відмітити температуру початку, повного згортання білків та температуру ущільнення згустку з виділенням рідини. Воду в стакані довести до кипіння і кип'ятити 2 хв, витягнути пробірку і дати оцінку зовнішньому вигляду згорнутих згустків. Аналогічну операцію провести з усіма зразками. Результати спостережень занести у таку таблицю:

Показник	Куряче яйце				М'ясний сік		Кисле молоко
	Жовток	Білок	Суміш жовтка й білка	Розведений білок	Натуральний	Розведений	
Приблизна концентрація білка							
Початковий колоїдний стан білків							

Температура початку згортання							
Температура повного згортання							
Колоїдний стан згорнутих білків							
Вид колоїдних згустків після кип'ятіння							

За результатами роботи зробити висновки.

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняттю білки.
2. Склад та властивості білків.
3. Зміни білків при технологічному обробленні.
4. Згортання глобулярних білків.

Лабораторна робота № 7

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ЗМІНУ РОЗЧИННОСТІ БІЛКІВ М'ЯСА

Мета заняття визначити вплив температури на розчинність білків м'яса.

Теоретичні відомості

Технологічна обробка більшості м'ясних продуктів передбачає їх теплову обробку, коли м'ясо прогривають до різних температур. Так, наприклад, повністю просмажене м'ясо прогривають до температури всередині шматка 80°C, а напівсире (біфштекс) до 60°C. У процесі варіння м'яса температура всередині шматка є значно вищою (94...96°C). Через це денатураційні зміни білків, які відбуваються внаслідок теплової обробки (теплова денатурація), мають різну інтенсивність. Денатурація супроводжується зміною розчинності білків, тому величина розчинності свідчить про глибину денатураційних процесів, які відбуваються. Для раціонального проведення технологічного процесу важливо знати, за яких температур і наскільки глибоко відбуваються денатураційні зміни білків і як це впливає на їх розчинність.

Матеріали, реактиви і обладнання: рефрактометр РПЛ-2, фотоколориметр ФЕК-М, мікроподрібнювач, апарат для струшування, термометр на 100°C, колби ємністю 250 мл, воронки, хімічні стакани на 100 або на 150 мл, циліндр на 50 мл, градуйовані піпетки (на 1 та 5 мл). **Реактиви:** А – 2% розчин вуглекислого натрію в 0,1 н. розчині їдкою натру; В – 0,5% розчин сірчаноокислої міді в 1% розчині цитрату натрію; С – реактив, який складається з 1 мл реактиву В і 50 мл реактиву А; Д – реактив Фоліна або біуретовий реактив.

ХІД РОБОТИ

Узяти три наважки м'ясного фаршу по 10 г, помістити їх у колбу на 100 мл, закрити гумовими пробками, пронумерувати. Пробу № 1 залишити на контроль; проби № 2 та № 3 прогривати на водяній бані протягом 10 хв відповідно при температурі 60°C та 95°C. Проби № 1, № 2, № 3 подрібнити у мікроподрібнювачі. Для цього за допомогою скляної палички перенести кожен пробу фаршу в посудину для подрібнення, змиваючи залишки фаршу 50 мл дистильованої води, та подрібнити. Залишки фаршу зняти з ножів мікроподрібнювача та додати до зразка. Усі проби поставити в апарат для струшування на 10 хв для більш повного екстрагування білків. Проби залишити на 10 хв для осадження зважених часток, після чого розчини білка профільтрувати крізь паперові фільтри в конічні колби.

Кількість білка у фільтраті визначають рефрактометричним і колориметричним способами. Визначаючи кількість сухих речовин, які перейшли у розчин, рефрактометричним способом, виходять із того, що, хоча у розчин крім білка переходять мінеральні й екстрактивні речовини, але їх кількість внаслідок теплової обробки змінюється мало. Рефрактометри встановлюють на нуль по дистильованій воді, потім на суху й чисту призму крапають 1-2 краплі фільтрату і знімають показники. Слід зазначити, що для більш точного визначення кількості сухих речовин у фільтраті слід враховувати поправку на температуру, при якій проводилося визначення. Для колориметричного визначення білків можна використовувати реактив Фоліна (метод Лоурі) або біуретовий.

Метод Лоурі полягає в утворенні забарвлених комплексів білків із фенольним реактивом Фоліна. Узяти чотири пробірки. У пробірки № 1, № 2, № 3 внести по 2 мл профільтрованої витяжки з різних зразків фаршу, у пробірку № 4 – 2 мл дистильованої води. В усі пробірки додати по 4 мл реактиву С, суміш перемішати та залишити на 10 хв, потім прилити 0,2 мл реактиву Д, перемішати і знову залишити на 10 хв. Забарвлені у синій колір розчини колориметрують на фотоелектроколориметрі червоним світлофільтром проти холостого досліду, використовуючи кювети з розчином між гранями 10 мм.

Біуретовий метод. У пробірки № 1, № 2, № 3 прилити по 1 мл витяжок із фаршу, у пробірку № 4 – 1 мл дистильованої води. В кожену пробірку внести по 4 мл біуретового реактиву і залишити суміш на 30 хв при кімнатній температурі. Оптичну густину забарвлених розчинів визначити на фотоелектроколориметрі із зеленим світлофільтром, використовуючи кювети з гранями 5 мм. Величина оптичної густини дає можливість по градуйованій кривій визначити концентрацію речовини у досліджуваному розчині. Концентрації білка (%) розраховують за формулою:

$$X = a \cdot d \cdot 100 / b \cdot c \cdot 1000,$$

де a – кількість білка, знайдена по градуйованій кривій, мг;

b – об'єм розчину білка, взятий для визначення;

d – кількість води, яка використовувалася для екстракції білків, мг;

c – наважка фаршу, г;

1000 – коефіцієнт перерахунку міліграмів у грами.

Результати досліджень занести у таку таблицю:

Об'єкт досліджень (витяжки з фаршу)	Показник рефрактометра	Температура розчину, °С	Кількість сухих речовин (білка), %	Кількість білка, визначена за допомогою фотоелектроколориметра	
				Метод Лоурі	Біуретовий метод
Сирого					
Прогрітого до 60°С					
Прогрітого до 80°С					

За результатами роботи зробити висновки.

Запитання для самоперевірки

1. Теплове оброблення м'ясних продуктів в харчовій технології.
2. Денатураційні зміни білків.
3. Поясніть суть методу Лоурі.
4. Поясніть суть біуретового методу.

Лабораторна робота № 8

ВПЛИВ САХАРОЗИ НА ТЕМПЕРАТУРУ АГРЕГАЦІЇ БІЛКІВ ЯЄЦЬ

Мета заняття визначити вплив сахарози на температуру агрегації білків яєць.

Теоретичні відомості

Денатурація це зміна будови білка. Теплова денатурація білків харчових продуктів відбувається в певному температурному інтервалі. Внаслідок денатурації відбувається агрегація білків, що призводить до збільшення в'язкості розчину, застуднювання його або до утворення осаду.

Деякі речовини, наприклад цукор, сіль, кислота, впливають на температуру денатурації білків. Ці речовини також впливають на в'язкість розчинів. Властивість цукру впливати на температуру денатурації яєчних білків використовують, коли потрібно готувати креми, соуси з певною консистенцією.

Матеріали, реактиви і обладнання: електрична плита, штатив, хімічні стакани на 500 мл, пробірки, термометри.

ХІД РОБОТИ

В одному курячому яйці відділити білок від жовтка. Білок і жовток іншого курячого яйця ретельно перемішати. Взяти два зразки по 5 мл жовтка та суміші жовтка з білком (меланжу). Кожний зразок розвести в 30 мл молока і ретельно перемішати. Потім кожний з двох зразків розділити на дві рівні частини і до однієї частини додати по 6 г цукру. Потім кожну з цих сумішей з цукром та без цукру знов розділити на рівні частини і налити у пробірки. Кількість речовини в усіх пробірках за об'ємом повинна бути однаковою. У стакані ємністю 500 мл нагріти воду до температури 50 °С. У воду занурити першу партію пробірок і нагріти до температури 70 °С. Другу нагріти до температури 90 °С. З кожної суміші нанести краплю на предметне скельце. Порівняти ступінь однорідності суміші і розмір грудочок згорнутого білка. За результатами роботи зробити висновки.

Запитання для самоперевірки

1. Поясніть що таке теплова денатурація білків.
2. Вплив деяких речовин на властивості білків.

Лабораторна робота № 9

ЗМІНА НАБУХЛИВОСТІ БІЛКІВ БОРОШНА ПІД ВПЛИВОМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

Мета заняття визначити вплив теплової обробки і додавання кислот на здатність білків борошна до набухання.

Теоретичні відомості

У пшеничному борошні вищого і першого ґатунку 80% білків представлені гліадином і глютеліном у вигляді сухих безструктурних гелів. При додаванні до борошна води ці білки набухають, перетворюючись в обводнені гелі, утворюючи клейковину. На ступінь набухання білків впливають різні фактори: реакція середовища, попередня теплова обробка борошна тощо. Якщо в тісто вводити харчові кислоти, то це сприяє підвищенню вологозатримувальної здатності білків борошна. Термообробка борошна зменшує вологозатримувальну здатність білків внаслідок їх теплової денатурації.

Матеріали, реактиви і обладнання: термометр, сито, хімічні стакани, фарфорові чашки, шпателі, мірний циліндр (25 мл), реактиви, 1% розчин лимонної кислоти.

ХІД РОБОТИ

У три фарфорові чашки відважити по 50 г пшеничного борошна. Одну наважку прогрітого та одну наважку непрогрітого борошна залити 26 мл води з температурою 20 °С, до другої непрогрітої наважки борошна додати 20 мл води та 6 мл 1% розчину лимонної кислоти. У трьох чашках замісити тісто, надавши йому форму кульки. Чашки закрити, щоб тісто не завітрювалося. Тісто залишити для вистоювання на 20 хв для набухання білків. Охарактеризувати набухливість білків, відмітивши консистенцію тіста.

Із досліджуваних зразків тіста відмити клейковину. Відмивання клейковини проводять у воді з температурою 20 °С, налитій в каструлю. Воду з відмитим крохмалем проціджують крізь сито, шматочки клейковини повертають до загальної маси. Відмивання продовжують до і тих пір, поки промивні води не будуть прозорими. Потім відмиту клейковину поділяють на шматочки по 4 г, формують із них кульки і занурюють у воду з температурою 15...20 °С на 10 – 15 хв. Набухливість білків борошна можна охарактеризувати еластичністю і ступенем гідратації.

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

Питому розтяжність визначають у спеціальному циліндрі з нанесеною шкалою. Шматочок клейковини нанизують на гачок у верхній кришці циліндра. Поряд нанизують інший гачок, до якого прикріплюють наважку в 5 г. Для створення стабільних умов циліндр поміщують у термостат.

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

Результати роботи занести у таку таблицю:

Досліджуваний зразок	Показники якості клейковини			
	Ступінь еластичності, %	Розтягуваність, %	Гідратаційна здатність, %	Характеристика консистенції тіста

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть основні білки пшеничного борошна.
2. Як змінюються білки при додаванні до борошна води?
3. Перелічіть фактори, що впливають на ступінь набухання білків.

Зміни вуглеводів при технологічному обробленні

Вуглеводи – це група органічних сполук, яка об'єднує моносахариди, їх похідні і продукти конденсації – олігосахариди і полісахариди.

Низькомолекулярні вуглеводи моносахариди і олігосахариди – безбарвні кристалічні речовини, добре розчинні у воді. Цю групу вуглеводів називають цукрами. Високо молекулярні вуглеводи аморфні речовини, які не здатні кристалізуватися. Деякі з них утворюють мікрокристалічні структури. Цю групу називають нецукроподібними вуглеводами, яка включає полісахариди.

До складу харчових продуктів входять різні вуглеводи: від низькомолекулярних моносахаридів до високомолекулярних полісахаридів. У процесі технологічної обробки вуглеводи підлягають різноманітним змінам. Це гідроліз сахарози, карамелізація цукрів, розм'якшення, набухання, клейстеризація, декстринізація крохмалю, зміни вуглеводів клітинних стінок, наприклад перехід протопектину в пектин, тощо.

Запропоновані нижче лабораторні роботи присвячені основним змінам вуглеводів, які відбуваються при технологічному обробленні.

Лабораторна робота № 10

ВПЛИВ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА ГІДРОЛІЗ САХАРОЗИ

Мета заняття визначити вплив таких факторів, як тривалість нагрівання, концентрація та ступінь дисоціації кислоти на інтенсивність гідролізу.

Теоретичні відомості

Сахароза – це дисахарид, який складається з глюкози і фруктози. Сахароза у процесі нагрівання може гідролізувати з утворенням інвертного цукру. Гідролітичне розщеплення сахарози відбувається у процесі гідролізу: варінні карамелі, виготовленні компотів, запіканні яблук, тушінні буряку тощо.

Інтенсивність процесу гідролізу залежить від температури та тривалості термообробки, від ступеня дисоціації та концентрації кислоти.

Матеріали, реактиви і обладнання: електроплита, бюретки для гарячого титрування, колби на 250 та 100 мл, ваги.

ХІД РОБОТИ

Для вивчення впливу тривалості теплової обробки потрібно приготувати два однакових сиропи. Для приготування одного і другого сиропу рекомендується взяти по 5 г цукру, 80 мл дистильованої води і 8 мл розчину лимонної або оцтової кислоти. Обидва сиропи довести до кипіння і кип'ятити один 2 хв, другий – 5 хв.

Для визначення впливу концентрації кислоти також готуємо два сиропи. Перший містить 5 г цукру, 80 мл дистильованої води і 8 мл лимонної (оцтової) кислоти; другий – 5 г цукру, 83 мл дистильованої води, 5 мл лимонної (оцтової) кислоти. Тривалість кип'ятіння повинна бути однаковою.

Для визначення впливу ступеня дисоціації кислоти готуємо два сиропи. Перший містить 5 г цукру, 80 мл дистильованої води і 8 мл лимонної кислоти. Другий – такий самий, але з оцтовою кислотою. Тривалість нагріву – однакова.

Після приготування сиропи слід швидко охолодити до кімнатної температури, кількісно перенести у мірну колбу ємністю 250 мл. Вміст колби довести до мітки дистильованою водою, перемішати.

У цій роботі кількість інвертного цукру або редукуючих цукрів визначають ціанідним методом.

Ціанідний метод ґрунтується на відновленні дослідженим розчином редукуючих цукрів певної кількості залізноціаністого калію $K_3Fe(SN)_6$ до залістоціаністого калію $K_4Fe(SN)_6$. За кількістю розчину, який потрібен для відновлення, встановлюють вміст цукру, який прогідролізував.

У визначенні кількості інвертного цукру цим методом потрібно пам'ятати, що точність результатів залежить від тривалості та інтенсивності кип'ятіння розчину, швидкості титрування.

Визначення кількості інвертного цукру провадиться у два етапи. Перший – орієнтовне титрування, другий – контрольне.

Орієнтовне титрування. У бюретку для гарячого титрування налити розчин інвертного цукру. В конічну колбу ємністю 100 мл налити точно 10 мл 1% розчину $K_3Fe(SN)_6$, додати 2,5 мл 2,5 н. розчину гідрату окису натрію і одну краплю метиленового блакитного. Суміш швидко нагрівають до кипіння і починають обережно титрувати розчином інвертного цукру при постійному кипінні суміші. Швидкість титрування – 1 крапля за 1 с. Кінець титрування визначають по переході зеленого забарвлення через фіолетове у світло-жовте.

При охолодженні відтитрований розчин набуває фіолетового забарвлення через окислення безбарвної лейкооснови киснем повітря. На це не слід звертати уваги.

Контрольне титрування. В конічну колбу прилити такі самі реактиви, що і в орієнтовному титруванні, і до того ж додати досліджуваний розчин інвертного цукру в кількості на 1 мл менше, ніж потрібно для орієнтовного титрування. Суміш нагріти до кипіння, прокип'ятити 1 хв, додати одну краплю метиленового блакитного і дотитровувати суміш до появи жовтого забарвлення. Розрахунки провадять за результатами контрольного титрування, склавши об'єм розчину інвертного цукру, прилитого до кип'ятіння і при дотитруванні.

Вміст сахарози (X , %) яка перейшла в інвертний цукор, розраховують за формулою:

$$X = K (10,06 + 0,0176 \cdot V) V_1 \cdot 0,95 / V m,$$

де K – поправковий коефіцієнт на 1% розчин залізноціаністого калію; 10,06 і 0,0176 – емпіричні коефіцієнти; V – об'єм розчину інвертного цукру, який пішов на відновлення 10 мл 1% розчину залізноціаністого калію, мл; V_1 – об'єм колби, в яку було перенесено сироп, мл; m – маса сахарози, г
0,95 – коефіцієнт перерахунку інвертного цукру в сахарозу.

Результати роботи оформити у вигляді такої таблиці:

Кількість цукру, г	Назва кислоти	Концентрація кислоти	Тривалість кип'ятіння розчину, хв	Об'єм розчину інвертного цукру, що потрібен для титрування, мл	Кількість сахарози, що перейшла в інвертний цукор, г

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняттю вуглеводи.
2. Групи та властивості вуглеводів.
3. Вуглеводи харчових продуктів та їх змінення у процесі технологічного оброблення
4. Суть гідролітичного розщеплення сахарози.

Лабораторна робота № 11

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НАГРІВАННЯ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОДУКТІВ КАРАМЕЛІЗАЦІЇ ЦУКРІВ

Мета заняття визначити зміни органолептичних характеристик сахарози у процесі нагрівання її до різних температур. Визначити максимальну температуру, до якої можна нагрівати сахарозу без погіршення її органолептичних характеристик.

Теоретичні відомості

У процесі нагрівання цукрів вище температури плавлення починається процес карамелізації, у ході якої утворюється багато різних сполук: ангідриди цукрів, продукти реверсії, кетони, фурфурол, оксиметилфурфурол та ін. За більш високих температур утворюються леткі речовини – окис та двоокис вуглеводу та ін. Накопичення продуктів реакції призводить до утворення забарвлених продуктів і до появи запаху та присмаку. Умовно процес карамелізації можна поділити на три етапи, протягом яких утворюються відповідно карамелан, карамелен, карамелін. Для кожного з етапів є характерний особливий присмак та колір. Реакція карамелізації цукрів відбувається під час випікання борошняних виробів – утворення шкоринки, приготування карамелі тощо.

Матеріали, реактиви і обладнання: металеві бюкси, термометри на 250 °С, мірний циліндр на 25 мл, ваги.

ХІД РОБОТИ

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

Провести органолептичну оцінку всіх розчинів. Результати досліджень занести в таку таблицю:

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

За результатами роботи зробити висновок.

Запитання для самоперевірки

1. Процес карамелізації та його етапи.
2. Які сполуки утворюються в ході процесу?
3. Наведіть приклади використання реакції карамелізації в харчовій технології.

Лабораторна робота № 12

ВПЛИВ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА КЛЕЙСТЕРИЗАЦІЮ КРОХМАЛЮ

Мета заняття спостереження за зовнішнім виглядом крохмальних зерен при різних температурних умовах клейстеризації і вплив різних речовин (цукор, сіль, кислота) на ступінь клейстеризації.

Теоретичні відомості

Клейстеризація крохмальних зерен при нагріванні з водою відбувається у декілька стадій. На початковій стадії відбувається обмежене і зворотне поглинання води зернами крохмалю. При видаленні води обережним висушуванням за невисоких температур властивості крохмалю не змінюються. Подальше нагрівання призводить до незворотного і сильного набухання крохмальних зерен, що супроводжується збільшенням об'єму, втратою шаровитості, переходом у розчин низькомолекулярної фракції амілози.

Зерна картопляного крохмалю є менш стійкі до нагрівання, ніж пшеничного та кукурудзяного: вони скоріш набухають і розпадаються.

У технології харчових продуктів клейстеризація крохмалю відбувається у присутності різних речовин (білки, жири, цукри, сіль, кислота і т.д.), які впливають на ступінь набухання, розчинність.

Матеріали, реактиви і обладнання: мікроскоп, ваги, малювальний апарат, водяна баня, колби на 100 мл, термометри, циліндр на 50 мл.

ХІД РОБОТИ

Приготувати препарати з різних видів нативного крохмалю для мікроскопування. Для цього змоченою водою скляною паличкою помістити трохи крохмалю на предметне скельце, додати краплю води для змочування, накрити покривним скельцем. Розглянути під мікроскопом крохмальні зерна різних крохмалів: картопляного, пшеничного, кукурудзяного чи інших, запропонованих викладачем. Звернути увагу на величину, форму зерна, наявність шарів. Намалювати.

Приготувати 2% суспензії крохмалю, для чого на електронних вагах відважити у хімічні стакани дві наважки по 0,2 г крохмалю, додати води, перемішати.

Суспензії нагрівати на водяних банях: одну – до температури 65 °С, другу – до 85°С. Кожну суспензію слід нагрівати на окремій водяній бані, при зазначеній температурі витримати 5 хв. Після нагрівання суспензії охолодити до кімнатної температури.

Приготувати забарвлені і не забарвлені йодом препарати крохмалю оклейстеризованого при температурах 65°С і 85°С. Для цього на предметне скельце помістити краплю відповідного клейстеру, накрити покривним скельцем. На цьому ж скельці краплю цього ж клейстеру забарвити йодом.

Препарати розглянути під мікроскопом та намалювати.

Визначення впливу цукру, солі, кислоти на клейстеризацію крохмалю провести наступним чином. У чотири конічні колби ємністю 100 мл відважити по 1 г крохмалю і залити наважки відповідно 50 мл дистильованої води, 50 мл 1% розчину кухонної солі, 5% розчину цукру, 0,4% розчину лимонної кислоти.

Вміст кожної колби нагріти до кипіння і прокип'ятити точно 1 хв, і у процесі нагрівання постійно перемішувати легким струшуванням колби. Охолодити до кімнатної температури.

Приготувати препарати крохмальних клейстерів для мікроскопування, забарвити розчином йоду, розглянути під мікроскопом і намалювати. Звернути увагу на величину, форму, ступінь розпаду крохмальних зерен.

За результатами роботи зробити висновки, в яких зазначити та обґрунтувати вплив на клейстеризацію крохмалю температури і різних добавок.

Запитання для самоперевірки

1. Стадії клейстеризації крохмальних зерен.
2. Речовини, що впливають на процес клейстеризації.

Лабораторна робота № 13

ЗМІНА ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ І ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРОХМАЛЮ У ПРОЦЕСІ СУХОГО НАГРІВАННЯ

Мета заняття порівняти фізичні властивості нативного і термообробленого крохмалю.

Теоретичні відомості

Нагрівання сухого крохмалю відбувається у технології харчових продуктів, наприклад при пасеруванні борошна. Нагрівання крохмалю у сухому стані супроводжується розщепленням полісахаридних ланцюгів із утворенням речовин меншої молекулярної ваги і летких продуктів розкладу.

У процесі сухого нагрівання змінюються і фізичні властивості крохмалю. Білий колір переходить у кремовий і потім – у коричневий, збільшується кількість летких речовин, які обумовлюють наявність запаху, не властивого нативному крохмалю. У міру нагрівання руйнується структура крохмального зерна, розщеплюються полісахариди, що супроводжується зменшенням в'язкості крохмальних клейстерів.

Матеріали, реактиви і обладнання: рефрактометр, мікроскоп, апарат для струшування, віскозиметр, конічні колби, мірні колби на 100 мл, хімічні стакани на 1 л та на 100 мл. ***Реактиви:*** 0,004 н. розчин йоду в йодистому калії; 0,1 н. розчин їдкого натру.

ХІД РОБОТИ

Для дослідження беруть зразки нативного крохмалю та крохмалю, прогрітого при різних температурах. У цих зразках крохмалю визначають органолептичні і фізичні показники.

Органолептичні показники. Колір зразків прогрітого крохмалю порівнюють із кольором нативного крохмалю. Для цього на скляну пластину насипають 3-5 г досліджуваних зразків. Розрівнюють, утворюючи шар у 5 мм. Крохмаль накривають скляною пластиною і дещо спресовують. Після зняття пластини порівнюють колір зразків.

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

Для визначення зовнішнього вигляду підготувати препарати з крохмалю і розглянути під мікроскопом. Намалювати. Провести клейстеризацію дослідних зразків крохмалю. Для цього зважити по 0,2 г кожного зразка і залити 40 мл води, розмішати, нагріти до кипіння, прокип'ятити 1 хв і охолодити. Приготувати препарат для мікроскопування. Забарвити йодом, розглянути під мікроскопом. Намалювати.

Фізико-хімічні показники. Для визначення розчинності в конічні колби ємністю по 100 мл відважити по 1 г кожного зразка, залити 10 мл дистильованої

води і закривши колби пробками, помістити на 15 хв в апарат для струшування. Вміст колб профільтрувати. У фільтраті визначити кількість сухих речовин на рефрактометрі. Результати виразити у процентах до маси крохмалю.

Для визначення в'язкості в хімічний стакан ємністю 25 мл відважити 0,1 г зразків крохмалю і перенести наважки за допомогою 0,1 н. розчину їдкою натру в мірні колби на 100 мл. Для прискорення розчинення крохмалю колбу з наважкою нагріти на водяній бані при температурі 40-50 °С, об'єм рідини в колбі довести розчином лугу до мітки і перемішати вміст. Відносну в'язкість лужних розчинів визначити на капілярному віскозиметрі.

Результати досліджень занести в таку таблицю:

Зразок крохмалю	Органолептичні показники			Фізико-хімічні показники	
	Зовнішній вигляд	Запах	Смак	Розчинність, %	В'язкість, кПа·с
Нативний					
Прогрітий до 160°C					
Прогрітий до 180°C					

За результатами досліджень зробити висновки.

Запитання для самоперевірки

1. Змінення фізичних властивостей крохмалю в процесі сухого нагрівання.
2. Змінення структури крохмального зерна в процесі сухого нагрівання.

Зміни жирів при технологічному обробленні

Жири – це складні ефіри гліцерину та жирних кислот. До основи класифікації жирів покладені показники, пов'язані з їх походженням, складом, властивостями.

За походженням природні жири поділяють на рослинні та тваринні. Рослинні жири часто називають оліями. Більшість рослинних олій (крім пальмових) мають рідку консистенцію, більшість тваринних жирів мають тверду і мазеподібну консистенцію.

Нагрівання жирів у процесі технологічного оброблення призводить до змін, які впливають на харчову цінність жиру. Глибина та характер цих змін залежить від виду жиру, умов та тривалості термообробки.

Найбільш істотні зміни відбуваються в жирах у процесі фритюрного смаження, оскільки вони багатократно використовуються протягом тривалого часу. Жири при цьому піддаються дії високих температур у присутності повітря і парів води, які виділяються з обсмажених продуктів. Часточки продуктів потрапляють у жир їх складові під дією високих температур розщеплюються, продукти розщеплення також можуть реагувати з жиром. Усе це викликає зміну органолептичних і фізико-хімічних показників жиру, знижується його харчова цінність.

Оскільки для фритюрного смаження найбільш часто використовують рослинні олії, то наведені нижче роботи спрямовані на вивчення органолептичних, фізичних, хімічних змін рослинної олії у процесі фритюрного смаження.

ЗМІНА СТУПЕНЯ ОКИСНЕННЯ ЖИРУ У ПРОЦЕСІ НАГРІВАННЯ

Мета заняття встановити залежність між доброякісністю жиру і терміном його нагрівання за допомогою визначення пероксидного числа.

Теоретичні відомості

Тривале нагрівання жиру супроводжується окисненням і гідролізом тригліцеридів. Гідроліз сприяє окислювальним перетворенням, оскільки вільні жирні кислоти, які утворюються при цьому, окиснюються швидше.

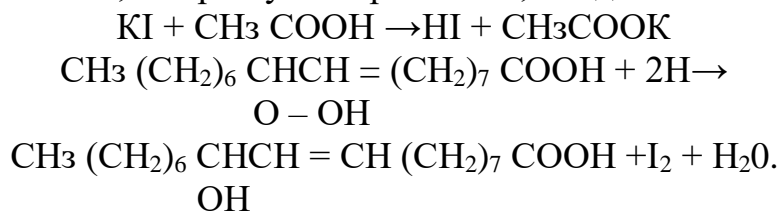
Початковий етап термічного окиснення жиру характеризується накопиченням перекисних сполук, головним чином гідроперекисного типу, які розпадаються з утворенням проміжних (спирти, альдегіди, кетони) і вторинних продуктів окислення (дикарбонільні сполуки, оксикислоти, епокиси тощо).

Продукти окислення обумовлюють зниження харчової цінності та біологічної цінності жиру.

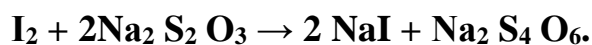
Визначити доброякісність жиру можна, контролюючи пероксидне число.

Пероксидним числом називається кількість грамів йоду, виділеного з йодистого калію перекисами, які містяться у 100 г жиру. Поширеним є йодометричний метод.

Суть методу полягає в тому, що внаслідок дії перекисів на йодний калій виділяється йод, який відтитровують гіпосульфідом. При цьому утворюється йодистоводнева кислота, яка реагує з перекисами, і виділяється вільний йод:



Виділений йод відтитровують гіпосульфідом натрію в присутності крохмалю:



Матеріали, реактиви і обладнання: електроплита, піпетки на 1 мл, бюретки, штативи, колби на 100-150 мл. **Реактиви:** концентрована уксусна кислота, хлороформ, розчин йодистого калію, 1% розчин крохмалю, 0,01 н. розчин гіпосульфіту.

ХІД РОБОТИ

Для дослідження беруть зразки, запропоновані у роботі № 13.

У конічну колбу з притертою пробкою вносять 1 мл жиру, вливають 10 мл хлороформу, 10 мл льодяної уксусної кислоти, 0,5 мл розчину йодистого калію. Закривають колбу пробкою, перемішують і ставлять у темне місце на 3 хв. Потім вливають 100 мл дистильованої води, в яку додають 1 мл 1% розчину крохмалю. Відтитровують 0,01 н. розчином гіпосульфіту до зникнення синього забарвлення. Для перевірки чистоти йодистого калію проводять контрольне визначення (без жиру).

Перекисне число в процентах йоду визначають за формулою

$$ПЧ = \frac{(V - V_1)K \cdot 0,00127}{m} \cdot 100$$

де V – об'єм 0,01 н. розчину гіпосульфїту, який витрачено для титрування дослїду з олією, мл; V_1 – те саме без жиру (контрольного), мл; m – маса наважки, г; K – коефіцієнт поправки до 0,01 н. розчину гіпосульфїту; 0,00127 – кількість грамів йоду, еквівалентне 1 мл 0,01 н. гіпосульфїту.

Результати роботи занести в таку таблицю:

Зразок	Перекисне число, % йоду	Примітка

За результатами роботи зробити висновки.

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняттю жири.
2. Класифікація жирів за походженням.
3. Зміни жирів при технологічному обробленні.
4. Окиснення жирів в процесі нагрівання.
5. Суть методу визначення пероксидного числа жирів.

Лабораторна робота № 15

ЗМІНИ ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ І ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ У ПРОЦЕСІ ТЕРМООБРОБКИ

Мета заняття визначити залежність між зміною органолептичних та фізичних показників і тривалістю та температурою нагріву рослинної олії.

Теоретичні відомості

Тривале використання рослинної олії для фритюрного смаження призводить до зміни її органолептичних і фізичних властивостей, а також до окислення.

Зміна органолептичних показників виявляється у потемнінні, появі специфічного смаку та запаху, фізичних – у підвищенні коефіцієнта заломлення, питомої ваги, в'язкості.

Потемніння олії обумовлено декількома причинами. Серед них можна назвати пірогенетичне розщеплення органічних речовин, які входять до складу обсмажуваних продуктів, утворення меланоїдинів, а при використанні нерафінованої олії – меланофосфатидів, утворення вторинних продуктів окислення олії.

Підвищення коефіцієнта заломлення відбувається внаслідок появи в олії нових функціональних груп (карбонільних, карбоксильних, оксигруп) та формування нових просторових ізомерів.

Збільшення питомої ваги та в'язкості свідчить про накопичення в олії продуктів із підвищеною молекулярною вологою полімерів, в якій беруть участь ненасичені жирні кислоти, продукти їх окислення та інші продукти розпаду гліцеридів.

Матеріали, реактиви і обладнання: рефрактометр, капілярний віскозиметр, секундомір, водяна баня, колби, хімічні стакани, предметне скельце.

ХІД РОБОТИ

Для досліджень використовують наступні зразки рослинної олії: рафінованої – свіжої, прогрітої протягом 4 та 8 годин при температурі 180 °С; нерафінованої – свіжої та прогрітої протягом 4 та 8 годин при температурі 180°С.

Для визначення запаху олію потрібно нагріти на водяній бані до температури 50 °С. Зразки нагрітої олії нанести тонким шаром на скельце. Визначають запах, відмічаючи його відтінки: відсутність стороннього запаху; відсутність запаху; запах притаманний олії; наявність і вираженість (слабка, середня, сильна). Оцінку смаку починають із проби з найменшою інтенсивністю запаху. Аналізуючи смак олії, відмічають наявність або відсутність стороннього присмаку, наявність або відсутність гіркої присмаку тощо.

Колір досліджуваних зразків олії порівнюють із забарвленням еталонів, в якості яких використовують розчини хромово-калієвого галууну різної концентрації.

Коефіцієнт заломлення олії визначають за допомогою рефрактометра. Під час роботи потрібно підтримувати температуру 20°С. Визначення провадять два - три рази і визначають середнє значення. По закінченні визначень олію видаляють із призми рефрактометра сухою ватою, потім протирають ватою, змоченою ефіром, і наприкінці – м'якою тканиною.

В'язкість олії визначають за допомогою капілярного віскозиметра. Необхідний для віскозиметра об'єм олії піпеткою заливають у широку трубку приладу до відмітки А. За допомогою секундоміра визначають тривалість витікання об'єму олії, який знаходиться між мітками А і В. Дослід повторюють декілька разів, для розрахунку беруть середнє арифметичне значення.

Після дослідження кожного зразка олії прилад промивають жиророзчинником і висушують. Зміну в'язкості олії у процесі фритюрного смаження виражають співвідношенням тривалості витікання грітої олії до тривалості витікання вихідного зразка. Результати роботи занести у таку таблицю:

Досліджуваний зразок олії	Смак	Запах	Колір	Коефіцієнт заломлення	В'язкість кПа·с

За результатами роботи зробити висновки.

Запитання для самоперевірки

1. Які зміни властивостей рослинної олії відбуваються у процесі термообробки?
2. Назвіть причини, що обумовлюють вказані зміни.

Зміни вмісту сухих речовин при технологічному обробленні

Кількість сухих речовин та води змінюється у процесі технологічної (як первинної, так і теплової) обробки продуктів. У процесі теплової обробки внаслідок зміни колоїдного стану високомолекулярних речовин харчові продукти втрачають або поглинають вологу. Завдяки поглинанню вологи крохмалем вага крохмалемістких рослинних продуктів збільшується. Продукти тваринного походження зменшують вагу внаслідок звільнення води денатурованими білками. Вологозатримувальна здатність м'яса може бути змінена внаслідок дії деяких солей та кислот.

Втрати розчинних речовин продуктами рослинного походження під час первинної обробки можуть відбуватися у процесі зберігання очищених овочів у воді. Втрати розчинних речовин у процесі нагрівання визначаються хімічним складом продуктів та способом теплової обробки. Продукти тваринного походження у процесі теплової обробки втрачають розчинні речовини та жир. Величина втрат залежить від температури, тривалості обробки, ступеня подрібнення продукту.

Лабораторна робота № 16

ЗМІНА ВМІСТУ СУХИХ РЕЧОВИН В М'ЯСІ У ПРОЦЕСІ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ

Мета заняття визначити вплив ступеня подрібнення м'яса на втрату розчинених речовин у процесі варіння.

Теоретичні відомості

Теплова обробка м'яса супроводжується зменшенням його ваги головним чином за рахунок втрати води денатурованими білками, а також за рахунок виділення разом із водою розчинених у ній речовин. Кількість сухих речовин, які виділяються при вологому нагріві м'яса, та кількість сухих речовин, які переходять у розчин, залежить від тривалості теплової обробки м'яса та від ступеня подрібнення м'яса.

Матеріали, реактиви і обладнання: рефрактометр РПЛ-2, каструлі або хімічні стакани на 0,5-1,0 л, мірні колби на 250 мл, воронки, скляні палички.

ХІД РОБОТИ

На електричних вагах взяти три наважки: шматок м'яса 50 г, три – чотири шматочки м'яса загальною вагою 50 г, 50 г м'ясного фаршу (сформувати кульку). Наважки покласти у три каструлі або у хімічні стакани, залити 200 мл дистильованої води, довести до кипіння, зменшити нагрів, закрити кришками і варити до готовності. У міру викидання підтримувати об'єм води, доливаючи киплячу дистильовану воду.

По закінченні варіння зразки промити невеликою кількістю (не більше 50 мл) дистильованої води, яку з'єднати з відповідним бульйоном, обсушити поверхню зразків фільтрувальним папером та зважити їх.

Бульйони охолодити до кімнатної температури, зняти з поверхні застиглий жир і профільтрувати крізь вату у мірні колби на 250 мл. Вміст колби довести до мітки дистильованою водою, перемішати. За допомогою рефрактометра визначити вміст сухих речовин у фільтратах.

Виразити вміст сухих речовин у бульйонах у % до маси м'яса за формулою

$$x = (a \cdot c) / b \cdot 100,$$

де a – вміст сухих речовин у бульйоні, %;

c – об'єм мірної колби, мл;

b – наважка м'яса, г.

Результати досліджень занести в таку таблицю:

Зразки м'яса	Втрата ваги у процесі варіння, %	
	всього	водорозчинних сухих речовин
Один шматок		
Чотири шматки		
Кулька з фаршу		

Запитання для самоперевірки

1. Зміни вмісту сухих речовин при технологічному обробленні.
2. Втрати розчинних речовин при технологічному обробленні.
3. Вплив теплової обробки на вміст сухих речовин в м'ясі.

Лабораторна робота № 17

ВПЛИВ ФОСФАТІВ І ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ НА ВОЛОГОЗАТРИМУВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ М'ЯСА

Мета заняття визначити вплив деяких кислот і солей на вологозатримувальну здатність фаршу.

Теоретичні відомості

Подрібнене м'ясо здатне затримувати не тільки вологу, яка міститься в ньому, а й воду, яку додають у фарш. Такі показники сирого фаршу, як липкість, в'язкість, а також вихід та соковитість і ніжність термооброблених виробів залежать від водозатримувальної здатності фаршу. Підвищити вологозатримувальну здатність фаршу можна різними способами: за рахунок додаткового подрібнення, за рахунок введення додаткових продуктів, наприклад хліба, який вбирає додаткову вологу, а також за рахунок введення додаткових речовин, які змінюють вологозатримувальну здатність м'яса.

Підвищити вологозатримувальну здатність м'яса можна за рахунок введення натрійових солей фосфорної кислоти. Деякі органічні кислоти, які використовують у приготуванні маринаду для розм'якшення м'яса, навпаки, знижують його водозатримувальну здатність.

Матеріали, реактиви і обладнання: порцелянові чашки, стакани або бутелі на 1 л, скляні пластини, фільтри, плівка, піпетка (градуйована на 1 мл), термометр, міліметрова лінійка. **Реактиви:** 10% розчин кухонної солі, 5% триполіфосфату натрію в 10% хлористому натрію, розчин лимоннокислого маринаду.

ХІД РОБОТИ

Взяти чотири наважки сирого м'ясного фаршу по 15 г. До першої додати 3 мл розчину кухонної солі, до другої – 3 мл триполіфосфату, до третьої – 3 мл лимоннокислого маринаду, до четвертої – 3 мл дистильованої води. М'ясо ретельно перемішати з рідинами і сформувати по одній кульці. У процесі перемішування і формування дати органолептичну оцінку консистенції фаршу, ступеня зв'язаності, однорідності, липкості.

Метод визначення вологозатримувальної здатності м'яса заснований на визначенні кількості води, яку виділяє м'ясо при легкому пресуванні, яка поглинається фільтрувальним папером, утворюючи вологу пляму.

З кожної кульки на поліетиленові кружечки відважити наважки по 300 мг, по можливості сформувати кульку. На скельце покласти фільтр, у центр якого помістити наважку м'яса, покриту зверху плівкою. Наважки накрити ще одним скельцем. На скельце точно по центру поставити вантаж вагою 1 кг і відмітити час. Рівно через 10 хв вантаж та верхнє скельце зняти. Контури вологої плями та наважки фаршу на кожному фільтрі обвести хімічним олівцем. Фарш зняти.

На кожному фільтрі відмітити центр плями і провести через нього чотири лінії до перетину із зовнішнім контуром. Виміряти довжину цих ліній. Розрахувати площу кільця за формулою

$$S_k = \pi/4 (D^2 - d^2),$$

де D і d – середні діаметри великого та малого кіл.

Кількість зв'язаної вологи визначити за формулою

$$B = (a - 8,4 \cdot S_k / c \cdot 100\%,$$

де a – загальний вміст вологи в наважці (для сирих зразків – 220 мг, для варених – 180 мг); S_k – площа кільця, см^2 ; 8,4 – вміст води в 1 см^2 вологої плями на фільтрі, мг; c – наважка м'яса, мг.

Для визначення вологозатримувальної здатності термообробленого м'яса потрібно обсмажити зразки фаршу у фритюрі. У каструлі розігріти рослинну олію до температури 135°C . Сформувати чотири кульки з фаршу, три з яких – досліджувані зразки, четвертий – контрольний. До трьох зразків, як і у попередньому досліді, додають маринад, триполіфосфат, розчин кухонної солі. З фаршу сформувати кульки, у центрі яких помістити термометри, занурити у розігріту олію. Як тільки температура у центрі зразка досягне 75°C , вийняти з олії та охолодити. Після охолодження зразки зважити.

Кульки з фаршу розрізати навпіл, із середини зразків взяти наважки по 300мг. Подальші дослідження проводити, як описано вище.

Дати органолептичну оцінку дослідних зразків за п'ятибальною шкалою.

Результати досліджень занести до такої таблиці:

Показники	Одиниця виміру	Розчини, які додають у форми			
		кухонна сіль	триполіфосфат	маринад	контроль
Для сирих зразків:					
вага	г				
площа вологого кільця	см^2				
вологозатримувальна здатність	%				
оцінка консистенції	балів				
Для смажених зразків:					
вага до смаження	г				
вага після смаження	г				
ужарювання	%				
площа вологого кільця	см^2				
вологозатримувальна здатність	%				
Органолептична оцінка:	балів				
зовнішній вигляд					
консистенція					
соковитість					
смак					
колір					

За результатами роботи зробити висновки.

Запитання для самоперевірки

1. Перелічіть показники фаршу які залежать від його водозатримувальної здатності.
2. Назвіть способи підвищення водозатримувальної здатності фаршу.
3. Які речовини змінюють водозатримувальну здатність м'яса?

Утворення структури продуктів при технологічному обробленні

У процесі технологічного оброблення відбувається як зміна структури (консистенції), так і утворення нової структури харчових продуктів. Для створення якісних конкурентоспроможних продуктів потрібно вивчати процес утворення їх структури і шляхи керування цим процесом.

Так, під час теплового оброблення відбувається зміна консистенції овочів, плодів, зменшується їх опір розрізанню. Регулювати цей процес можна за

допомогою тривалості термообробки, додавання деяких речовин, наприклад кислоти. Для виготовлення багатьох солодких продуктів потрібно створити пінну структуру, що досягається за рахунок збивання систем у присутності піноутворювача. На процес піноутворення та стійкість піни також можна впливати тривалістю, швидкістю, температурою збивання та додаванням деяких речовин.

Для приготування деяких страв використовують процес драглеутворення. Драглеутворення також залежить від низки причин: природи і концентрації драглеутворювача, температури драглеутворення, введення додаткових речовин.

Наведені нижче роботи дозволяють вивчити певні аспекти утворення структури продукції.

Лабораторна робота № 18

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ТА ТРИВАЛОСТІ ЗБИВАННЯ НА ПІНОУТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ І НА СТАБІЛЬНІСТЬ ПІНИ

Мета заняття вивчити вплив концентрації та тривалості збивання на піноутворювальну здатність піноутворювачів і на стабільність піни.

Теоретичні відомості

Піни – це дисперсні системи, які складаються з пухирців газу, розмежованих прошарками рідини, тобто дисперсною фазою є газ, а дисперсійним середовищем – рідина.

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

Піни можна отримати механічним, біохімічним та хімічним шляхом.

Зі зменшенням поверхневого натягу рідини піноутворювальна здатність збільшується, оскільки для отримання однакового об'єму піни потрібно витратити менше енергії (роботи).

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

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

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

Матеріали, реактиви і обладнання: міксер для збивання, ваги, циліндри 25–100 мл, хімічні стакани на 200 мл.

ХІД РОБОТИ

Приготувати розчини піноутворювачів концентрацією 0,5% та 2,0%. Для цього 0,5 г та 2 г піноутворювача желатину та метилцелюлози розчинити у 100 г води.

Ячний білок поділити на чотири частини, до двох із них додати води, аби співвідношення білка та води було 1:1. Перед збиванням потрібно виміряти висоту стовпа рідини в стакані для збивання.

Досліджувані зразки збивати механічним міксером протягом 2 хв та 5 хв.

Після збивання виміряти висоту піни, яка утворилася внаслідок збивання.

Для визначення стійкості піни збиті зразки залишають на 30 хв, після чого знов вимірюють висоту піни.

Піноутворювальну здатність розраховують за формулою:

$$ПЗ = H_p / H_{n1} \cdot 100\%,$$

$$СП = H_{n1} / H_{n2} \cdot 100\%,$$

де H_p – висота стовпа розчину, см;

H_{n1} – висота стовпа піни до вистоювання, см;

H_{n2} – висота стовпа піни після вистоювання, см.

Результати роботи оформити у таку таблицю:

Вид піноутворювача	Концентрація, %	Тривалість збивання			
		2 хв		5 хв	
		ПЗ	СП	ПЗ	СП
Розчин желатину	0,5				
	2				
Розчин метилцелюлози	0,5				
	2				
Ячний білок	Нативна				
	Розведена з водою 1:1				

За результатами роботи зробити висновок.

Запитання для самоперевірки

1. Зміна структури продуктів при технологічному обробленні.
2. Як можна регулювати цей процес?
3. Процес піноутворення і його регулювання.
4. Процес драглеутворення і його регулювання.
5. Дайте визначення поняттю піни.
6. Характеристика та способи отримання пін
7. ПАР та їх властивості.

Лабораторна робота № 19

ВПЛИВ ДЕЯКИХ ДОБАВОК НА ПІНОУТВОРЮВАЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ ДЕЯКИХ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ

Мета заняття вивчити вплив деяких добавок та технологічних факторів на піноутворювальну здатність піноутворювачів і стабільність пін.

Матеріали, реактиви і обладнання: міксер для збивання, ваги, циліндри на 25-100 мл, хімічні стакани на 200 мл.

ХІД РОБОТИ

Приготувати розчини піноутворювачів з однаковою концентрацією. Налити розчини у стаканчики для збивання (на кожний розчин по три стакани), до одного додати цукор, до другого – жир, третій – контроль. Провести збивання. Подальші дослідження проводити як у попередній роботі.

Результати оформити у таблицю.

Лабораторна робота № 20

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ І СКЛАДУ БІЛКОВИХ СУМІШЕЙ НА ЇХ В'ЯЗКІСТЬ ПІСЛЯ ТЕПЛОВОГО ОБРОБЛЕННЯ

Мета заняття визначити вплив складу та концентрації ячно-білкових сумішей на зміну їх в'язкості при нагріванні.

Теоретичні відомості

Внаслідок теплового навантаження змінюється структура білків, підвищується їх здатність до агрегації. В'язкість рухливих розчинів білків яєць під дією тепла збільшується. Цю властивість широко використовують у технологічній практиці при приготуванні яєчно-молочних сумішей, які використовують у якості заправки та як основи деяких солодких страв. Консистенція яєчно-молочних сумішей залежить від концентрації білка і якісного складу суміші.

Матеріали, реактиви і обладнання: водяна баня, хімічні стакани, центрифугові пробірки, капілярний віскозиметр, термостат, термометри.

ХІД РОБОТИ

В яйці відділити білок від жовтка. Взяти дві наважки жовтка по 8 г і дві наважки по 5 г в скляні колби на 100 мл. До кожної наважки по 5 г додати по 3 г яєчного білка, ретельно перемішати. До однієї наважки жовтка і суміші жовтка і білка додати 50 мл молока, до двох інших – по 75 мл. Визначити в'язкість отриманих сумішей за допомогою капілярного віскозиметра.

Кожну з залишених сумішей розділити на дві частини. Одну частину перелити у центрифугові пробірки або в інший хімічний посуд і поставити нагрівати на водяну баню. Температуру сумішей довести до 60°C і витримати 20хв. Визначити в'язкість за допомогою капілярного віскозиметра.

Суміші, які залишилися, слід також нагрівати на водяній бані, але вже до температури 80°C і витримати при цій температурі 20 хв. Охолодити до кімнатної температури і визначити в'язкість за допомогою капілярного віскозиметра.

Методика роботи з капілярним віскозиметром. Визначений об'єм води, який постійний для цього віскозиметра, заливають у широку трубку приладу. Після заповнення водою простору між мітками А і В меніск рідини повинен виступати з широкого увігнутого коліна в кульку С. Заповнений водою віскозиметр встановлюють вертикально у термостат із температурою 20°C так, щоб мітка А була нижче за рівень води в термостаті. Віскозиметр залишають у термостаті на 10 хв, після чого зтягують воду в ліву трубку вище мітки А і за допомогою секундоміра відмічають тривалість витікання об'єму рідини, який заповнює простір між мітками А і В. Визначення проводять три рази, після чого воду виливають, віскозиметр ополіскують спиртом і просушують у сушильній шафі, потім наливають досліджуваній розчин, витримують його в термостаті 10 хв і визначають тривалість витікання рідини.

Відносну в'язкість розраховують за формулою

$$\eta = t_p / t_b,$$

де t_b – тривалість витікання води, с; t_p – тривалість витікання досліджуваного розчину, с.

Результати роботи занести у таку таблицю:

Досліджуваний розчин	Тривалість витікання, с	Відносна в'язкість, кПа·с

За результатами роботи зробити висновки.

Запитання для самоперевірки

1. Зміни структури білків внаслідок теплового навантаження.
2. Використання зазначених особливостей в харчовій технології.
3. Опишіть методику роботи з капілярним віскозиметром.

Лабораторна робота № 21

ВИЗНАЧЕННЯ КОМПРЕСІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТОНКОДИСПЕРСНИХ СІПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Мета заняття освоїти методику і визначити параметри, що характеризують компресійні властивості тонкодисперсних сипких матеріалів.

Теоретичні відомості

Об'ємний чи осьовий стиск поряд зі зрушенням сипких матеріалів є основним типом його механічної деформації. У деяких машинах, дозаторах, пресах сипкі матеріали зазнають підвищених тисків, що змінює їхній первісний об'єм і щільність, які також можуть відрізнятися від початкових. Ці дані визначають шляхом компресійних випробувань сипкого матеріалу.

Деформація стиску сипкого матеріалу, обумовлена компресійними випробуваннями, як правило є непружною. Пружними можуть вважатися деформації, що зв'язані з деформацією інших контактів між частками. Що стосується деформацій, пов'язаних із більш щільним укладанням часток сипких матеріалів унаслідок переходу деяких із них у більш стійку рівновагу, то ця деформація не може бути пружною, тому що повернутися з більш стійкого в менш стійкий стан частки не можуть.

Деформації, що є пружними, стають помітними в компресійно-стисливому сипкому матеріалі після повторного додавання навантаження і характеризуються зворотною областю компресійної кривої.

Деформацію сипкого матеріалу спричинено деформацією пружних часток і зміною будови упакування внаслідок переходу часток до більш стійкої рівноваги. Це призводить до зближення між собою часток сипкого матеріалу і до зменшення порожнеч в його об'ємі. Одним із їх основних параметрів, що впливають на поведінку сипких матеріалів при їхньому стиску, є їхня фактична поруватість.

У процесі деформації тонкодисперсного матеріалу розташування часток змінюється. Це призводить до зміни його об'єму, тому зміну механічних властивостей доцільно порівнювати зі зміною щільності тонкодисперсного матеріалу.

Для числового вираження відношення об'єму порожнеч V_r до об'єму V_n зайнятого частками тонкодисперсного матеріалу, використовують коефіцієнт поруватості:

$$\varepsilon = V_n / V_r; \quad \varepsilon = P_n / P,$$

де P_n – насипна щільність, кг/м³;

P – густина речовини, кг/м³.

На щільність укладання тонкодисперсного матеріалу істотно впливають умови і методи формування шару матеріалу. На значення щільності укладання впливають форма і розміри посудини (площа поперечного перерізу).

Значення щільності укладання є змінним, що залежить не тільки від параметрів тонкодисперсного матеріалу і його властивостей, але і від інших факторів, що характеризують процес формування матеріалу.

Крім вищевказаного коефіцієнта внаслідок компресійних випробувань можна визначити модуль деформації.

Модуль структурної деформації E визначають за формулою

$$E = \sigma / e,$$

де σ – нормальна напружка на зразку, кПа; e – відносна деформація.

$$e = \Delta h / h_0,$$

де Δh – абсолютна деформація, мм;

h_0 – початкова висота зразка, мм.

Значення Δh , h_0 , P_n визначають на компресійному приладі.

Матеріали, реактиви і обладнання: посуд для стискання, матеріали, наважки, циліндри, лінійки.

ХІД РОБОТИ

Завантажують у циліндр попередньо зважену порцію досліджуваного сипкого матеріалу. Матеріал ретельно розрівнюють. Висота шару – не менш як 2 см і не більш як 3 см. Перед ущільненням визначають початкову висоту (h_0) шару досліджуваного матеріалу.

Роблять навантаження матеріалу. Матеріал при кожному ступені навантаження витримують протягом 5 хв. Після цього вимірюють висоту шару досліджуваного матеріалу.

Після декількох ступенів навантаження досліджуваного матеріалу роблять східчасте розвантаження. При розвантаженні роблять ті ж виміри, як і для навантаження.

Висоту h визначають за формулою

$$h = 65,8 - h_i,$$

Дані вимірів вносять у таблицю.

За результатами будують:

- 1) графік залежності модуля структурної деформації E від напруженого стану σ ;
- 2) графік залежності коефіцієнта щільності укладання k від напруженого стану σ ;

Довідкові дані:

Щільність досліджуваних зразків: пшеничного борошна – 550 кг/м³, крохмалю – 570 кг/м³, цукру – 600 кг/м³.

σ , кПа	h_i , мм	h , мм	Δh , мм	E , кПа	V , м ³	P_n , кг/м ³	k
Навантаження							
10							
20							
30							
40							
Розвантаження							
40							
30							
20							
10							

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть основні типи механічної деформації сипких матеріалів.
2. Які характеристики сипких матеріалів визначають шляхом компресійних випробувань?
3. Поясніть відмінності між пружними і непружними деформаціями.

Лабораторна робота № 22

ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Мета заняття засвоїти методики і визначити щільність харчових продуктів.

Теоретичні відомості

Щільність – це значення маси в одиниці об'єму: $P = M / V$.

Відношення ваги (сили ваги) тіла до його обсягу називається питомою вагою:

$$\gamma = G / V.$$

Щільність і питома вага тіла перебувають у такій самій залежності, як маса і сила:

$$\gamma = g \times \rho,$$

де g – прискорення сили ваги, м/с^2 .

Щільність і питома вага змінюються зі зміною температури, тому поруч із їхнім значенням поміщають індекс із зазначенням температури.

У практичній роботі слід переважніше використовувати безрозмірну величину – відносну щільність. Відносна щільність становить відношення щільності даної речовини до щільності іншої речовини, визначених за певних умов.

Найчастіше відносну щільність рідких і твердих тіл визначають відносно щільності води, а відносну щільність газів – до щільності сухого повітря чи водню.

Відносну щільність d обчислюють за формулою:

$$d = \rho / \rho_y,$$

де ρ – густина речовини; ρ_y – густина стандартної речовини (чи рідини, частіше – води).

Значення відносної щільності повинні супроводжуватися двома індексами температур: температурою тіла, при якій вимірювалася відносна щільність, і температурою речовини, прийнятої за стандартну (наприклад вода).

Відносна щільність при певній температурі є постійною величиною для кожної хімічно-однорідної речовини і для розчинів певної концентрації, що використовується для визначення концентрацій речовини в розчині (цукрових, цукрово-патокових чи цукрово-інвертних сиропів) шляхом виміру відносної щільності.

Відносна щільність звичайно збільшується з підвищенням концентрацій; виняток становлять розчини речовин, щільність яких є нижчою за щільність розчинника.

Матеріали, реактиви і обладнання: ареометри, пікнометри.

ХІД РОБОТИ

Визначення щільності ареометром. Ареометр являє собою поплавець у вигляді трубки з поділками і наважкою внизу, застосування якого засноване на законі Архімеда. Ареометр занурюється в рідину тим нижче, чим менше щільність рідини. Ареометри поділяють на ареометри постійної маси й ареометри постійного об'єму.

В ареометрах постійної маси мірою щільності рідини слугує глибина занурення. Нормальною температурою при вимірюванні прийнято 20°C , а при іншій температурі вноситься поправка.

Ареометри, шкала яких градуйована в одиницях щільності чи відносної щільності, називають денсиметрами. Ціна поділки в еталонних денсиметрах досягає $0,0001\text{-}0,0005 \text{ г/см}^3$ чи $0,1\text{-}0,5 \text{ кг/м}^3$, у робочих – від $0,005$ до $0,02 \text{ г/см}^3$ чи від $0,5$ до 20 кг/м^3 .

Для виміру концентрації різних розчинів застосовують ареометри, що звуться за об'єктом виміру: сахариметри, спиртометри та ін. Шкалу градуйовано в масових чи об'ємних відсотках із точністю від $0,1$ до 1% . Ареометри звичайно виготовляють зі скла і часто для зручності обладнують вбудованим усередину термометром. Рідше використовують прилади з металу (спиртометри).

Показання ареометрів постійної маси відраховуються по нижньому краї меніска. При вимірі щільності непрозорих рідин відлік виконується по верхньому краї меніска.

Ареометром постійного об'єму вимірюють щільність твердих тіл, використовуючи рідину, не взаємодіючу з твердим тілом. Він обладнаний додатковою нижньою тарілкою, на якій у рідину занурюється тіло. Щільність цього тіла розраховують за формулою

$$\rho = (m_1 - m_2) \cdot (D_p - D_n) / (m_3 - m_2) \times D_v,$$

m_1, m_2, m_3 – маса гир, що врівноважують ареометр при зануренні його до мітки і при переміщенні тіла відповідно на верхню і нижню ділянку;

D_p, D_n – відповідно щільність рідини і щільність повітря.

Щільністю повітря в більшості визначень можна зневажити.

При вимірі щільності рідини її наливають у циліндр, внутрішній діаметр якого є більшим за діаметр корпусу ареометра не менш ніж удвічі, а висота трохи перевищує довжину ареометра. Рівень рідини повинний бути на кілька сантиметрів нижче верхнього краю циліндра. Рідину ретельно перемішують, перемішуючи мішалку нагору і вниз, не виймаючи з рідини, аби не потрапило повітря. Чистий сухий ареометр занурюють обережно, тримаючи за верхній кінець, аби не змочити частину, що не занурюється, і не збільшити цим його масу. Тримають ареометр доти, поки не стане ясно, що він плаває в рідині.

Ареометр не повинний торкатися стінок і дна циліндра. Його варто витримати в рідині 3-4 хв для зрівноважування температур.

Визначення щільності пікнометром. Пікнометр – спеціальна колба з точно відомою місткістю. Її використовують для визначення щільності з точністю до 10^{-5} г/см³, тобто 10^{-2} кг/м³ таких розведених водяних розчинів цукристих речовин, як карамельна і помадкова маси та ін.; летких рідин і розчинів (ефір, хлороформ і т.д.).

На точність пікнометричних вимірів впливає чистота скла внутрішньої поверхні пікнометра, тому перед вимірами пікнометр послідовно промивають хромовою сумішшю, дистильованою водою і ректифікованим етиловим спиртом. Потім зважують 3-5 разів і беруть середнє арифметичне значення M_0 .

Пікнометр наповнюють прокип'яченою водою, охолодженою до 20°C, трохи вище мітки і вміщують його у водяну баню з температурою $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ не менш ніж на 30 хв. Потім за допомогою фільтрувального паперу, згорнутого в трубочку, встановлюють меніск рідини так, аби він знаходився на рівні мітки, але не перетинав її. Пікнометр виймають із водяної бані, ретельно витирають зовні, зважують не менш як 3 рази і беруть середнє арифметичне M_1 .

Операцію заповнення пікнометра водою виконують паралельно 2-4 рази. Розбіжності між такими паралельними зважуваннями не повинні перевищувати 0,001 г. Різницю $M_1 - M_0$ (масу води в об'ємі пікнометра) називають числом пікнометра.

Для визначення маси пікнометра з досліджуваною рідиною його попередньо кілька разів промивають досліджуваною рідиною. Заповнення пікнометра досліджуваною рідиною, темперування, встановлення рівня рідини по мітці і зважування виконують так само, як і при роботі з водою.

Пікнометр із притертою пробкою після темперування закривають цією

пробкою і зважують. При попередньому визначенні маси пікнометра його зважують разом із пробкою.

При роботі з пікнометром із капіляром його наповнюють рідиною доверху, вийнявши капілярну трубку. Потім трубку повертають на місце, при цьому рідина частково виллється з капіляра, і її видаляють фільтрувальним папером. Потім пікнометр із рідиною темперують на водяній бані, як зазначено вище. По закінченні темперування надлишок рідини обережно знімають із торця капіляра фільтрувальним папером, закривають пікнометр кришкою (ковпачком) і зважують через 15 хв, як зазначено вище.

Відносну щільність розраховують за формулою

$$d = (m_2 - m_1) / (m_1 - m_0)$$

Пікнометром можна також визначити відносну щільність твердих тіл. Для цього краще використовувати спеціальний пікнометр – волюметр і допоміжну рідину, що повинна змочувати, але не розчиняти досліджувану речовину і з нею не реагувати. Якщо досліджувана речовина є нерозчинною у воді і з нею не реагує, то як таку рідину застосовують воду. В нижньому випадку вибирають іншу придатну рідину, наприклад гас.

Визначення щільності збивних виробів. Якість пастили і зефіру значно залежить від їхньої щільності, що встановлюють методом, заснованим на вимірі об'єму рідини (гас, ксилол, толуол, скипидар), витиснутої при зануренні в неї наважки об'єкта дослідження.

Значення щільності одержують поділом маси наважки об'єкта дослідження на її об'єм, що дорівнює об'єму витиснутої рідини. Для визначення щільності використовують прилад, який складається зі скляного циліндру висотою близько 400 мм і діаметром 75 мм із привареною до його верхньої частини бюреткою на 25 см³ із краном. Циліндр закривається зверху пластмасовою чи металеву кришкою, крізь середину якої проходить плунжер, що закріплюється за допомогою гвинта на потрібній висоті.

Кришку з плунжером знімають і наливають у циліндр рідину так, щоб вона перелилася в бюретку. Потім рівень рідини в бюретці встановлюють на нижнє (нульове) значення, спустивши надлишок рідини через кран.

Потім установлюють кришку з плунжером у циліндрі, зануривши її в рідину і закріпивши в кришці на висоті середини циліндра. Бюреткою вимірюють об'єм рідини, витиснутої плунжером. Плунжер знову виймають і заповнюють циліндр рідиною так, щоб вона почала зливатися в бюретку. Рівень рідини в бюретці знову встановлюють на початковому (нижньому) значенні відліку.

Вводять у циліндр наважку виробу, зважену на технічних вагах із точністю до 0,01 г. Виріб плунжером занурюють у рідину, опустивши плунжер приблизно до середини циліндра. По бюретці визначають об'єм рідини, витиснутої об'єктом дослідження і зануреною частиною плунжера. Об'єми вимірюють із точністю до 0,1 см³. Щільність об'єкта обчислюють за формулою

$$\rho = M / V_1 - V_2.$$

Визначення щільності печива і пряників. Якість таких кондитерських виробів, як печиво і пряники, значно обумовлена їхньою поруватістю, однак її безпосередньо не визначають. Про неї судять за щільністю, використовуючи такі дані:

Поруватість	Печиво цукрове	Печиво зтяжне	Пряники
Гарна	Не більш за 0,60	Не більш за 0,55	Не більш за 0,56
Середня	0,63	0,58	0,62
Погана	0,64	0,59	0,63 і вище

Для визначення щільності об'єкт дослідження покривають парафіном чи іншим матеріалом, що забезпечує захист його поверхні від водопоглинання.

Для зручності зважування при дослідженні використовують спеціальну підвіску з корозійностійкого дроту. Вона складається з гачка, яким її зміцнюють на спеціально пристосованих вагах, і двох рамок для об'єкта дослідження. Одна з бічних стінок рамки є знімна. Її відкривають (виймають) при вміщенні об'єкта дослідження, а потім знову закривають. Унизу підвіски розташований другий гачок для підвішування в разі потреби додаткового вантажу (гирки). Це роблять тоді, коли підвіска з об'єктом дослідження не тоне у воді. Таке явище спостерігається у випадку дуже низької щільності об'єкта дослідження чи у випадку утворення дуже товстого шару парафіну на ньому.

На технічних вагах зважують одну штуку досліджуваного об'єкта з точністю до 0,01 г. Потім її занурюють у розплавлений парафін, температура якого є близькою до температури його застигання, і швидко виймають. Коли парафін на поверхні зразка об'єкта дослідження застигне, його знову зважують і поміщують у підвіску.

Запарафінований об'єкт дослідження зважують із підвіскою двічі: у повітрі і при повному зануренні у воду з температурою близько 20°C. Якщо при зануренні підвіска зі зразком не тоне у воді, на нижній гачок підвіски чіпляють гирку масою 5-10 г. При розрахунку масу гирки додають до маси підвіски в повітрі.

Після цього зважують підвіску при зануренні у воду без зразка об'єкта дослідження і, якщо підвішувалася гирка, – то з нею.

Щільність зразка об'єкта дослідження обчислюють за формулою:

$$D = \frac{a}{\frac{c - z_1}{D} - \frac{y - y_1}{D} + \frac{a - a_1}{D}}$$

де a – маса об'єкта дослідження, м; a_1 – маса запарафінованого об'єкта дослідження, м; y – маса підвіски в повітрі, м; b_1 – маса підвіски у воді, м; c – маса запарафінованого об'єкта дослідження з підвіскою в повітрі, м; c_1 – маса запарафінованого об'єкта дослідження з підвіскою у воді, м; d – щільність води при 20°C (може бути прийнята 1,0 г/см³); d_1 – щільність парафіну (0,9 г/см³).

Щільність молока визначають при температурі 20 ± 5°C із використанням ареометра з ціною поділки 1,0 кг/м³. Якщо молоко при визначенні мало температуру вищу чи нижчу за 20°C, то результати відліку за ареометром повинні бути приведені до 20°C, тобто повинно бути уведено виправлення відповідно до наведеної таблиці. У таблиці щільність молока виражена в градусах за лактоденсиметром, що є десятками й одиницями значення щільності (у кг/м³). Наприклад, щільність молока $D = 1027,5$ кг/м³, що відповідає 27,5°C за лактоденсиметром.

При користуванні таблицею значення щільності за ареометром переводять у градуси, для чого в лівому стовпчику знаходять значення щільності в градусах, а в голівці таблиці – температуру, при якій проводився вимір. На перетині знаходять щільність молока при 20°C у градусах за лактоденсиметром.

Щільність за ареометром	Щільність у градусах лактоденсиметра, приведена до температури 20°C, при температурі молока, °C					
	15	17	19	21	23	25
25,0	24,0	24,4	24,8	25,2	25,6	26,0
25,5	24,5	24,9	25,3	25,7	26,1	26,5
26,0	25,0	25,4	25,8	26,2	26,6	27,0
26,5	25,4	25,8	26,3	26,7	27,1	27,5
27,0	25,9	26,3	26,8	27,2	27,7	28,1
27,5	26,3	26,8	27,3	27,7	28,2	28,6
28,0	26,5	27,3	27,8	28,2	28,7	29,2
28,5	27,3	27,8	28,3	28,7	29,2	29,7
29,0	27,8	28,3	28,8	29,2	29,7	30,2
29,5	28,5	28,8	29,3	29,7	30,2	30,7
30,0	28,8	29,3	29,8	30,2	30,7	31,2
30,5	29,3	29,8	30,3	30,7	31,2	31,7
31,0	29,8	30,3	30,8	31,2	31,7	32,2
31,5	30,2	30,7	31,3	31,7	32,2	32,7
32,0	30,7	31,2	31,8	32,3	32,8	33,3
32,5	31,5	31,7	32,3	32,8	33,3	33,7
33,0	31,7	32,2	32,8	33,3	33,8	34,3
33,5	32,2	32,7	33,3	33,8	34,3	34,7
34,0	32,2	33,2	33,8	34,3	34,8	35,3

Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення поняттям щільність і питома вага.
2. Як визначити відносну щільність об'єкта?
3. Опишіть хід визначення щільності ареометром.
4. Опишіть хід визначення щільності пікнометром.
5. Опишіть хід визначення щільності збивних виробів.
6. Опишіть хід визначення щільності печива і пряників.

Лабораторна робота № 23

ОРГАНОЛЕПТИЧНА ОЦІНКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ. АНАЛІЗ СЕНСОРНОЇ ЧУТЛИВОСТІ ДЕГУСТАТОРІВ

Мета заняття ознайомитися з методами та умовами проведення органолептичного аналізу; навчитися визначати смакову чутливість.

Теоретичні відомості Органолептичний метод є одним з основних методів визначення показників якості харчових продуктів, при якому використовуються органи чуттів людини (аналізатори смаку, запаху, зору, дотику, слуху). Для оцінки якості продукції використовуються фізичні, хімічні і біохімічні методи, однак органолептичний метод не втратив свого значення. Це пояснюється тим, що при оцінці якості продуктів, використання яких пов'язане з емоційним впливом на споживача, аналітичні дослідження не можуть замінити аналізу якісних показників безпосередньо нашими органами чуттів.

Оцінка якості харчових продуктів органолептичним методом здійснюється при проведенні дегустації. Основна мета дегустації – співставлення думки про зовнішній вигляд, колір, запах, консистенцію, смак кожного продукту із словесним описанням, поданим у нормативно-технічній документації.

Органолептична оцінка повинна проводитися в стандартних умовах в спеціальних приміщеннях, включаючи єдиний, узгоджений порядок представлення проб на аналіз і єдині правила оформлення результатів визначення.

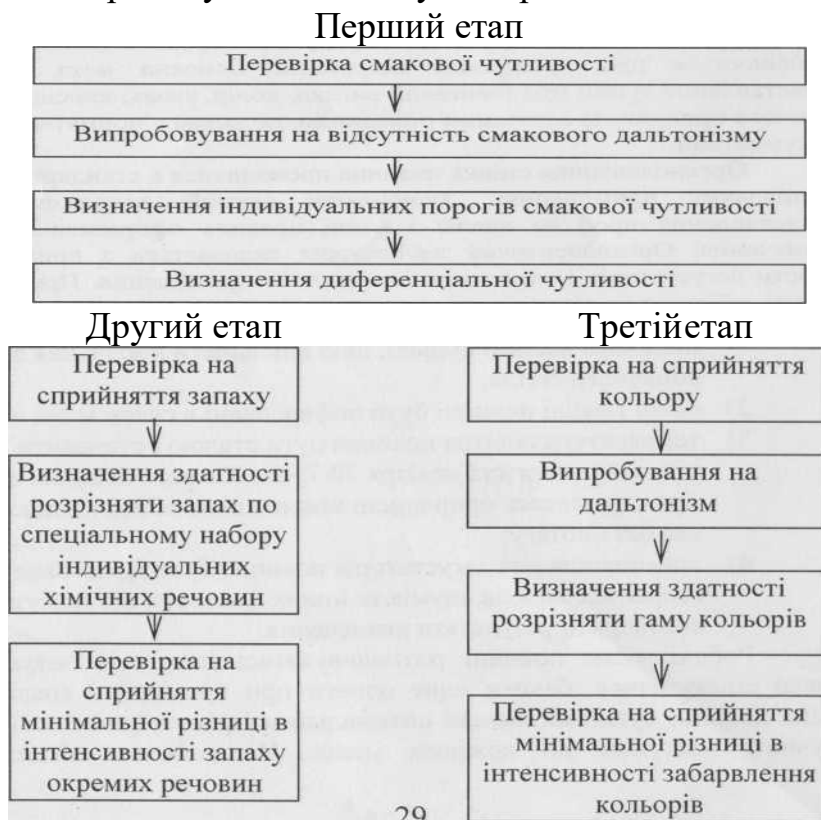
Органолептична лабораторія складається з приміщення для роботи дегустаторів і окремого підготовчого приміщення. Приміщення для дегустації повинно відповідати наступним вимогам:

- 1) приміщення площею 13-20 м³ повинно бути розташоване в північній частині будівлі, щоб виключати попадання прямого сонячного світла;
- 2) стіни і меблі повинні бути пофарбовані в світлі м'які відтінки;
- 3) температура повітря повинна бути сталою і становити 20±2°C, відносна вологість повітря 70-75 %. Кімната повинна добре провітрюватись природною вентиляцією або кондиціонуванням, але без протягу;
- 4) приміщення для дегустаторів повинно бути ізольоване від сторонніх запахів, шумів та інших факторів, що можуть спотворити результати визначення.

Робочі місця повинні розташовуватись так, щоб дегустатори не могли спілкуватися, бачити одне одного при проведенні аналізу. Робочі місця повинні бути забезпечені оптимальним і рівномірним освітленням із зручним доступом до кожного місця. На робочих місцях повинні знаходитися спеціальні листки з вказаним завданням і поясненням для його виконання, дегустаційні листки, ручки, серветки, кошики для сміття. В безпосередній близькості від дегустаційної кімнати повинні знаходитися кладові для зберігання зразків продукції і допоміжне приміщення для підготовки зразків до дегустації та збирання посуду.

Для одержання об'єктивних даних органолептичного аналізу необхідно провести перевірку сенсорної чутливості осіб, які проводять органолептичний аналіз (дегустаторів). Існуючі методи відбору дегустаторів враховують їх психологічні та фізіологічні особливості і дозволяють відбирати осіб з сенсорною чутливістю без патології (смакового дальтонізму) із високою розпізнавальною здатністю. Слід відзначити, що людина може розпізнавати по запаху 17000 речовин.

Перевірка сенсорної чутливості дегустатора здійснюється за схемою:



Для проведення випробувань на смакову чутливість використовують водні розчини смакових речовин.

Матеріали, реактиви і обладнання: вага технічна, вага аналітична, ложки з нержавіючої сталі, градуйовані піпетки, мірні колби на 100мл, колби або стакани однакової ємності на 100-200 мл, сахароза, хлорид натрію, лимонна кислота, хінін гідрохлорид або кофеїн, перманганат калію, дистильована вода.

ХІД РОБОТИ

Приготування води

Для приготування розчинів смакових речовин вода повинна бути без смаку і запаху, щоб не здійснювати впливу на результати визначення. Необхідно використовувати водопровідну воду, яку кип'ячать у відкритому посуді 30 хвилин з додаванням перманганату калію до слаборожевого забарвлення. Після остигання розчин фільтрують для очищення води від органічних речовин. Надалі всі основні і контрольні розчини готують на цій воді.

Приготування основних розчинів смакових речовин

Основний розчин речовини солодкого смаку:

10 г сахарози зважують на аналітичній вазі, переносять в мірну колбу на 100 мл, розчиняють наважку і доводять об'єм до позначки водою.

Основний розчин речовини солоного смаку:

1 г хлориду натрію зважують на аналітичній вазі, переносять в мірну колбу на 100 мл, розчиняють наважку і доводять об'єм до позначки водою.

Основний розчин речовини кислого смаку:

1 г лимонної кислоти зважують на аналітичній вазі, переносять в мірну колбу на 100 мл, розчиняють наважку і доводять об'єм до позначки водою.

Основний розчин речовини гірконого смаку:

0,1 г кофеїну або 0,012 г хініну гідрохлориду зважують на аналітичній вазі, переносять в мірну колбу на 100 мл, розчиняють наважку, причому для повного розчинення трохи підігривають колбу. Після охолодження доводять об'єм до позначки водою. Основні розчини готують заздалегідь.

Приготування контрольних розчинів для випробовування на відсутність смакового дальтонізму

Для перевірки на розпізнання чотирьох основних видів смаку готують контрольні розчини з основних розчинів відповідних речовин розведенням водою в концентраціях, наведених в таблиці 23.1.

Таблиця 23.1. Контрольні розчини смакових речовин для випробовування на смаковий дальтонізм

Види смаку	Смакові речовини	Вміст речовин, %
Солодкий	Сахароза	0,8
Солоний	Хлорид натрію	0,2
Кислий	Лимонна кислота	0,03
Гіркий	Кофеїн	0,02
	Хінін гідрохлорид	0,0005

Температура контрольних розчинів у цьому випадку повинна бути 20-22°C. При необхідності перед проведенням аналізу проби термостатують до досягнення вказаної температури розчинів смакових речовин.

Проведення випробувань

Кожному дегустатору дають 9 проб смакових речовин по 50-100 мл в колбах

або стаканах однакової ємності на 100-200 мл так, щоб із 9 проб три будь-яких смаки були представлені двічі, а один тричі. При повторному випробуванні рекомендується всі види речовин представляти двічі і дати одну пробу води, використану для приготування контрольних розчинів. Кожна проба закодована цифрою. В робочому журналі реєструють код проби і вид смаку. Повний комплект розчинів (9 проб) розташовують на робочому місці дегустатора, випробування на смаковий дальтонізм проводять через 1,5-2 години після останнього прийому їжі.

Для визначення виду смаку представлених розчинів дегустатор повинен ввести в ротову порожнину не менше 10 мл розчину ложкою із нержавіючої сталі або фарфоровою. Між пробами окремих розчинів повинна витримуватися пауза 1-2 хвилини. При необхідності можна прополоскати ротову порожнину водою. Результат аналізу відзначається в дегустаційному листі ручкою відповідно до завдання, вказаного в спеціальному листі.

Завдання до дегустаційного листа №1

Визначити, яким видом смаку володіє кожна із 9 проб розчинів і поставити знак «+» у відповідній графі навпроти номера проби, що має даний смак.

Дегустаційний лист №1

Прізвище, ім'я, по-батькові _____

Місце роботи _____

Дата _____ час дня _____

Код проби	Вид смаку				
	солодкий	солоний	кислий	гіркий	вода
12					
16					
...					
31					

Підпис _____

Правильне визначення всіх проб і наявність всього однієї помилки означає відсутність смакового дальтонізму. Якщо дегустатор зробив більше як одну помилку, виконуючи вперше таке визначення, проби повторюють через 30 хв. Осіб, які досягають позитивних результатів при трьох повторних перевірках на смаковий дальтонізм, призначають здатними до відчуття чотирьох видів смаку і їх допускають до подальшої перевірки смакової чутливості. Особи, які не витримали випробування на смаковий дальтонізм, в подальшому до яких-небудь органолептичних оцінок не запрошують. Після заповнення дегустаційного листа кожен студент звіряє результат з робочим журналом і робить висновок.

Визначення індивідуального порогу смакової чутливості

Для визначення індивідуального порогу смакової чутливості використовують ряд розчинів окремих видів смакових речовин із 10 проб у зростаючій концентрації, причому однією повинна бути непозначена проба води. Десята, остання, проба з максимальним вмістом смакової речовини відповідає тій концентрації розчину, що прийнята для речовини даного виду смаку при випробуваннях на смаковий дальтонізм. Вміст речовин в розчинах кожного виду смаку представлений у таблиці 23.2. Крім того, додається одна позначена проба води (11).

На одне визначення дегустатору дають 10 проб, із яких одна непозначена проба води, інші 9 – контрольні розчини якої-небудь смакової речовини. Розчини смакової речовини (50-100 мл) подаються в однакових колбах чи стаканах на 100-

200 мл. Кожна проба закодована цифрою, код і вид смаку реєструється в журналі.

Таблиця 23.2. Контрольні розчини смакових речовин для визначення індивідуального порогу смакової чутливості

Номер розчину	Вміст в розчині смакових речовин, %					
	сахароза	хлорид натрію	лимонна кислота	винна кислота	кофеїн	Хінін гідрохлорид
1						
2	0,1	0,04	0,014	0,005	0,0025	0,00012
3	0,2	0,06	0,016	0,010	0,0030	0,00015
4	0,3	0,08	0,018	0,015	0,0035	0,00018
5	0,35	0,10	0,020	0,020*	0,0040	0,00021
6	0,4	0,12*	0,022*	0,025	0,0045	0,00024*
7	0,5	0,14	0,024	0,030	0,0050	0,00027
8	0,6	0,16	0,026	0,035	0,0100	0,00030
9	0,7	0,18	0,028	0,040	0,0150	0,00040
10	0,8	0,20	0,030	0,045	0,0200	0,00050

Примітка: *Порогові концентрації розчинів, що відповідають першому ступеню чутливості.

Для визначення в ротову порожнину вводять не менше 10 мл розчину ложкою. Пауза між пробами 1-2 хвилини. Результат аналізу відзначають в дегустаційному листі ручкою, відповідно до завдання. В один день визначають індивідуальний поріг тільки по одному виду смаку.

Завдання до дегустаційного листа №2

Визначити вид смаку заданих проб і позначити свої відчуття таким чином, якщо є відчуття різниці з чистою водою, а характер смаку не зрозумілий, то поставте знак «+» в графі «смак не ідентифіковано»; якщо відчувається чітко даний вид смаку, то знак «+» ставиться у відповідній графі з назвою смаку; якщо даний вид смаку перестав відчуватися, то поставте «-» у відповідній графі з назвою смаку.

Дегустаційний лист №2

Прізвище, ім'я, по-батькові _____

Місце роботи _____

Дата _____ час дня _____

Код проби	Вид смаку				
	солодкий	солоний	кислий	гіркий	вода
1					
2					
...					
10					
11 (вода)					

Підпис _____

Для визначення індивідуальної характеристики смакової чутливості користуються наступними параметрами:

1. Концентрацію розчину, при якій дегустатор відчув смак, що відрізняється від смаку води, позначається як поріг відчуття $N_{вч}$

2. Концентрацію розчину, при якій дегустатор правильно розпізнав вид смаку, приймають як поріг розпізнавання або ідентифікації даного виду смаку $N_{ід}$.

Результати випробувань, занесені в дегустаційний лист, кожен студент звіряє з робочим журналом і робить висновок щодо свого індивідуального порогу смакової чутливості.

Запитання для самоперевірки

1. Назвіть відомі вам методи оцінки якості харчових продуктів.
2. Роль і місце органолептичного методу аналізу в загальному комплексі методів оцінки якості продуктів.
3. Дайте характеристику органів чуття. Що приймають участь в органолептичній оцінці.
4. Які умови проведення органолептичного аналізу?
5. Назвіть етапи перевірки сенсорної чутливості дегустатора.
6. В чому суть випробування на відсутність смакового дальтонізму?
7. Поняття індивідуального порогу смакової чутливості. Як його визначити?

Лабораторна робота № 24

ДОБАВКИ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Мета заняття ознайомлення з класифікацією, кодуванням та призначенням харчових добавок, вивчення властивостей окремих функціональних груп харчових добавок, використовуваних у молочній промисловості.

Теоретичні відомості

Загальні положення із застосування харчових добавок

У харчовій промисловості України дозволені харчові добавки з переліку Санітарних правил і норм із застосування харчових добавок. Цей СанПіН затверджений наказом Міністерства охорони здоров'я України від 23.07.96 р. № 222.

Харчові добавки – це природні або синтезовані речовини, що навмисно вводяться до продуктів харчування з метою надання їм потрібних властивостей (наприклад органолептичних, технологічних) і не вживаються самостійно у вигляді харчових продуктів або звичайних компонентів їжі. Харчові добавки можуть залишатися у харчових продуктах в повному обсязі або у вигляді речовин, що утворюються після хімічної взаємодії добавок з компонентами продуктів харчування.

Кількість харчових добавок – близько 500. Безпека та технологічна доцільність – два основні принципи використання харчових добавок.

Згідно з санітарним законодавством України вироблення, застосування та реалізація харчових добавок на території держави повинні здійснюватися з дозволу МОЗ України.

Введення нових харчових добавок до продуктів або зміна умов їх застосування вважається виправданими тільки коли це спрямовано на досягнення вказаних нижче цілей і коли їх не можна досягти іншими засобами: зберігання природних властивостей та харчової цінності продукту; збільшення терміну зберігання, якості та стабільності продукту або поліпшення його органолептичних властивостей; поліпшення умов підготовки, оброблення, фасування, пакування, транспортування та зберігання продуктів харчування.

Харчові добавки повинні застосовуватися у мінімально необхідній для досягнення технологічного ефекту кількості, але не більше встановлених *максимально допустимих рівней* (МДР), вказаних у СанПіН.

МДР означають найбільшу допустиму кількість харчових добавок, що може додаватися або перебувати у харчових продуктах. МДР наводяться в мг на 1 кг продукту. У розрахунку МДР береться коефіцієнт запасу в 50 – 200 разів.

Для харчових добавок, що не становлять загрози для здоров'я людини, навіть у великих дозах, МДР не встановлюється.

Використання харчових добавок дозволяється Головним санітарним лікарем України на підставі позитивного висновку державної санітарно-гігієнічної експертизи.

На споживчій упаковці харчових продуктів, виготовлених із застосуванням харчових добавок, слід зазначати назви останніх (хімічну, чи торговельну назву або міжнародний символ).

Класифікація харчових добавок

За призначенням харчові добавки умовно поділяються на класи:

1. Барвники. Для підфарбування продуктів харчування використовують барвники, які містять в собі природні пігменти рослинного або тваринного походження – природні барвники, а також синтетичні або штучні барвники, які містять синтезовані хімічно пігменти, що не зустрічаються в природі. Для синтетичних барвників обов'язково, а для натуральних – вибірково встановлюються максимальні допустимі рівні.

Продукти харчування, що не підлягають підфарбовуванню: всі види мінеральної води; молоко питне; вершки, склотини, кисломолочні продукти; олія та тваринні жири; яйця та яйцепродукти; борошно, крохмаль; хліб та хлібопродукти; макаронні вироби; цукор; томат-паста, соус, консерви з томатів; соки, нектари; варення; фрукти, овочі, гриби; риба; морепродукти, птиця; какао, шоколадні вироби; кава, чай, цикорій; вина, зернові горілки; винний оцет; продукти дитячого харчування; мед; солод та солодові продукти; зрілі та незрілі сири (неароматизовані), масло з молока вівці та кози. Приклади барвників: тартазин, кармін, індігокармін, каротини.

2. Консерванти – це речовини, здатні збільшувати строк зберігання харчових продуктів шляхом захисту їх від мікробіологічного псування. Не дозволяється вводити хімічні консерванти у продукти масового споживання: молоко, борошно, хліб, свіже м'ясо, спеціальні дієтичні продукти і продукти дитячого харчування, а також у вироби, які позначаються як «натуральні». Приклади консервантів: сорбінова кислота та її похідні (сорбати), оцтова кислота, бензойна кислота та бензоати.

3. Регулятори кислотності – речовини, які змінюють чи регулюють кислотність або лужність харчових продуктів. Кислоти, основи, солі, що їх використовують як регулятори кислотності, повинні мати на тарі етикетку з позначкою «ХАРЧОВА, (-ИЙ)». Приклади регуляторів кислотності: лимонна, молочна, оцтова, винна, яблучна кислоти.

4. Антиоксиданти – речовини, що подовжують термін зберігання продуктів харчування шляхом захисту їх від псування (наприклад, прогірклість жирів і зміна кольору), спричинюваного окисненням. Введення антиоксидантів у жири допускається тільки у виробництві харчових жирів, призначених для тривалого зберігання (понад 3 місяці). Антиоксиданти слід вводити у високоякісні свіжі жири. В одному харчовому продукті може використовуватись тільки один антиоксидант, не беручи до уваги синергістів. Приклади антиоксидантів: аскорбінова кислота, лимонна кислота, токоферолі.

5. Емульгатори – речовини, що сприяють створенню та збереженню гомогенної суміші з двох або більше несумісних фаз (наприклад рослинної олії і води) у продуктах харчування. Приклади емульгаторів: лецитин, полі- та пірофосфати, ефіри гліцерину та харчових кислот, моно- та дигліцериди.

6. Стабілізатори – речовини, що сприяють підтримуванню незмінного фізико-хімічного стану харчових продуктів, сприяючи збереженню у ньому гомогенної дисперсії двох або більше незмішуваних речовин або збереженню та посиленню наявного кольору харчових продуктів. Приклади стабілізаторів: хлорид кальцію, лактилат кальцію, ефіри гліцерину та жирних кислот, моно- та дигліцериди.

7. Загущувачі – речовини, що підвищують в'язкість харчових продуктів. Приклади загущувачів: метилцелюлоза, етилгідроксиетилцелюлоза, агар, камедь ріжкового дерева.

8. Модифіковані крохмалі – речовини, отримувані шляхом однієї чи кількох хімічних обробок їстівних крохмалів, які регулюють консистенцію харчових продуктів. Приклади модифікованих крохмалів: окисдований крохмаль, моно- та дикрохмалю фосфати.

9. Желеутворюючі агенти – речовини, які надають харчовим продуктам густини шляхом утворення гелю. Приклади желеутворюючих агентів: хлорид калію, желатина, агар, карагенан.

10. Глазуруючі агенти – речовини, які у разі їх нанесення на зовнішню поверхню харчових продуктів надають їм блиску або створюють захисне покриття. Приклади глазуруючих агентів: жирні кислоти, бджолиний віск, свічний віск, парафін.

11. Зволожувачі – речовини, що попереджують всихання харчових продуктів шляхом протидії впливу атмосфери з низькою відносною вологістю або сприяють розчиненню порошку у воді. Приклади зволожувачів: диоктилсульфосукцинат натрію, натрію- кальцію- поліфосфат, пірофосфати.

12. Антиспівливі агенти – речовини, що послаблюють тенденцію до злипання окремих частинок продукту. Використовуються для попередження злежування або грудкування деяких сипких продуктів у процесі зберігання. Приклади антиспівливих агентів: фосфати кальцію, манніт, целюлоза, карбонати натрію, оксид магнію.

13. Агенти для обробки борошна та поліпшувачі борошна і хліба – речовини, використовувані для підвищення хлібопекарських якостей пшеничного борошна. Приклади цих агентів: лактат кальцію, фосфат кальцію, фосфат амонію, протеази, амілази.

14. Наповнювачі – речовини, що збільшують об'єм харчового продукту без істотного збільшення його енергетичної цінності. Приклади наповнювачів: ефіри гліцерину та харчових кислот, моногліцериди та їх похідні, екстракт квілайї.

15. Підсилювачі смаку і аромату – речовини, що підсилюють властиві продукту харчування смак і аромат. Приклади підсилювачів смаку і аромату: глутамінова кислота, глутамат натрію, інозінова кислота, мальтол, етилмальтол, ліпази.

16. Запашні речовини:

а) натуральні ароматизатори та ароматичні речовини – препарати та окремі речовини, що можуть допускатися для споживання людиною, отримані

винятково фізичними процесами з рослинної сировини, іноді тваринних тканин, або в їх природному стані, або у переробленому вигляді;

б) натурально-ідентичні ароматичні речовини – речовини, хімічно ідентичні речовинам, що містяться у натуральних продуктах, призначених для споживання людиною в обробленому або необробленому вигляді;

в) штучні ароматичні речовини – речовини, які до цього часу не були ідентифіковані у натуральних продуктах, призначених для споживання людиною, в обробленому і необробленому вигляді.

Ароматичні харчові есенції та ароматизатори є багатокомпонентними розчинами або сумішами настоїв, спиртів, сиропів, екстрактів з натуральної сировини, ефірних масел, синтетичних запашних та інших органічних речовин, виготовлені промисловим способом на спеціалізованих підприємствах. Залежно від концентрації запашних речовин у розчині есенції поділяються на одно-, дво- і чотирикратні.

Не допускається ароматизація натуральних продуктів харчування або напоїв синтетичними запашними речовинами для посилення природного аромату, а також дитячих харчів. Приклади запашних речовин: екстракт ванілі, етилванілін, аромати коптіння, ефірні натуральні олії, спиртові, водно-спиртові дистиляти та есенції на їх основі.

17. Підсолоджувачі – це група харчових добавок, використовуваних для надання продуктам харчування солодкого смаку. Підсолоджувачі використовують у виробництві дієтичних харчових продуктів спеціального призначення. Продукти для дитячого харчування не повинні містити підсолоджувачі. Приклади підсолоджувачів: сорбіт, манніт, ксиліт, сахарин, ізомальтітол, гліцирризін.

18. Ферментні препарати – речовини, використовувані з метою інтенсифікації технологічних процесів і підвищення якості харчових продуктів. Це – препарати мікробіологічного синтезу, отримані з культур бактерій, дріжджів мікроскопічних і пліснявих грибів.

Найменування ферментних препаратів вміщує у собі інформацію про вид активності ферменту (протеолітична, амілолітична тощо); вид мікроорганізмів-продуцентів і про методи культивування (П – поверхневий, Г – глибинний), про ступінь концентрації ферментів порівняно з вихідною культурою.

Приклади ферментних препаратів: бета-галактозидази, глюковататин ГХ, глюкозооксидаза, інвертаза, каталаза, целлюлаза, амілаза.

19. Органічні розчинники – використовуються у виробництві харчових продуктів і допоміжної харчової сировини, для приготування екстрактів, есенцій, для екстрагування з подальшим звільненням продукту від екстрагенту. Приклади органічних розчинників: дихлоретан, етиловий спирт, вуглекислота рідка.

20. Розчинники-носії – речовини для розчинення, розрідження, дисперсії харчових продуктів без зміни їх технологічних функцій та призначені для поліпшення оброблення, застосування і споживання харчових продуктів. Приклади розчинників-носіїв: дихлоретан, пропиленгліколь.

21. Сорбенти, освітлювачі, матеріали для обробки – речовини, потрібні для видалення з продукту будь-якого компонента (фільтрування, іонообмінні смоли, комплексоноутворювачі). Вони не повинні переходити у харчові продукти. Приклади названих речовин: піросульфат натрію, піросульфат калію.

22. Консервувальні гази – це гази, що вводяться в упаковку до, під час і після пакування в ній продукту харчування. Приклад консервувальних газів: азот.

23. Пропеленти – це гази, що виштовхують продукти харчування з упаковки. Приклади пропелентів: дихлордифторметан, діазомоноксид.

Правила надання позначень харчовим добавкам

Європейською Радою була розроблена та в країнах Європейської співдружності випробувана регіональна система цифрової кодифікації харчових добавок з літерою «Е». Ця система з незначними змінами була включена до кодексу ВОЗ-ФАО для харчових продуктів як Міжнародна цифрова система кодифікації харчових добавок і рекомендована для використання.

Згідно з цією системою кожній харчовій добавці присвоєно цифровий три - або чотиризначний код (в Європі з попередньою літерою «Е»). Коди або ідентифікаційні номери використовуються тільки разом з назвами функціональних класів, які відображають угруповання харчових добавок за технологічними функціями (підкласами). Приклад: аскорбінова кислота може бути позначена в документах та на етикетці як «антиоксидант Е 300»; ізоаскорбінова кислота може бути позначена як «антиоксидант Е 315»; синтетичний барвник жовтий «сонячний захід» – як барвник Е 110.

Коди харчових добавок в СанПіНі починаються з цифри 100 (Е 100 натуральні червоні барвники куркуміни, використовувані в ковбасах, сосисках, паштетах, кондитерських виробах, МДР в мг/кг дорівнює 20) та закінчуються цифрою 1521 (Е 1521 поліетиленгліколь, піногасник, розчинник для екстрагування, використовуваний за технологічної потреби).

З 480 вивчених в Україні харчових добавок дозволені у виробництві 371, з них 154 – натуральні добавки.

Заборонені до застосування в Україні чотири харчові добавки: Е 121 – цитрус червоний, штучний барвник; Е 123 – амарант, штучний червоний барвник; Е 239 – гексаметилентетрамін, консервант; Е 240 – формальдегід, консервант.

105 харчових добавок поки що не одержали абсолютного дозволу до застосування. У виробництві продуктів для дитячого харчування харчові добавки практично не використовуються.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Користуючись матеріалами СанПіН із застосування харчових добавок, виписати назви добавок, дозволених у виробництві молочних продуктів, із зазначенням максимально допустимих рівнів їх вмісту.

Завдання 2. Виконати творчі завдання:

а) підібрати ряд харчових добавок для забезпечення доброї консистенції, смаку і запаху йогурту фруктового;

б) підібрати ряд харчових добавок для забезпечення доброї збитості, опору таненню, смаку та аромату ванільного морозива;

в) підібрати ряд харчових добавок для забезпечення стійкості жирової емульсії, гарного смаку і запаху та подовженого терміну зберігання молочних фруктових напоїв.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке харчові добавки?

2. Назвіть основні принципи застосування харчових добавок.
3. Що таке мінімально допустимий рівень кількості харчової добавки?
4. Який документ дозволяє застосування харчових добавок? Яка державна установа його розроблює і яка затверджує?
5. Скільки є класів харчових добавок? Назвіть деякі з них.
6. Дайте визначення барвникам, консервантам, запашним речовинам.
7. За допомогою яких добавок можна регулювати консистенцію харчових продуктів?
8. Як позначаються харчові добавки?
9. Які харчові добавки заборонені до застосування в Україні?

Лабораторна робота № 25

ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ СПОЛУКИ В ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Мета заняття вивчення механізму взаємодії високомолекулярних речовин з розчинником, ознайомлення з основними видами харчових біополімерів, їх загальною характеристикою, будовою та властивостями, застосуванням в харчових технологіях.

Теоретичні відомості

Загальна характеристика високомолекулярних сполук

Високомолекулярними сполуками (ВМС) називають речовини, що мають відносну молекулярну масу приблизно від 10 000 до кількох мільйонів. ВМС утворюються у результаті процесів полімеризації та поліконденсації. В першому варіанті виникають типові ВМС, у другому можуть утворюватися ВМС, що складаються не з однакових угруповань атомів і не є, власно кажучи, полімерами, наприклад, білки. Тому поняття ВМС є загальнішим та включає в себе і високополімери. Всі реальні ВМС полімолекулярні, тобто складаються з макромолекул, що відрізняються масою – тому можна говорити лише про середні значення молекулярної маси.

Основні типи структури полімерів: лінійна, розгалужена, просторова. В окремий тип можна виділити зшиті структури.

Лінійні полімери побудовані з довгих одномірних елементів структури – окремих макромолекул або молекулярних блоків (каучук).

Розгалужені полімери складаються з ланцюгів з боковими відгалуженнями (крохмаль).

У *просторових* (сітчастих) полімерах ланцюги з'єднані між собою хімічними зв'язками у просторі (клей БФ).

Просторові полімери, ланцюги яких зшиті короткими містковими зв'язками, наприклад атомами кисню або сірки, називаються *зшитими* (ебоніт).

Основні особливості будови полімерів, що визначають їх властивості, це – існування двох різних типів зв'язків та гнучкість ланцюгів.

Для полімерів характерні: хімічні зв'язки порядку сотень кілокалорій на 1 моль, що з'єднують атоми у ланцюги, та міжмолекулярні сили з енергією порядку одиниць кілокалорій на 1 моль, що зв'язують собою макромолекулярні ланцюги.

Гнучкість ланцюгів зумовлена внутрішнім обертанням окремих ланок макромолекул. Обертання повне або обмежене проходить у разі зберігання постійності величини утвореного сігма-зв'язками валентного кута, що дорівнює

109°28'. Це обертання не вільне, оскільки проходить через різні енергетичні стани. Завдяки цій особливості макромолекула може набувати різних конформацій. Конформаціями називають енергетично нерівноцінні форми молекул, які переходять одна в другу без розривання хімічного зв'язку шляхом просторового повороту окремих ланок. У результаті конформаційних змін макромолекули можуть або згортатися з утворенням глобул та статистичних клубків, або випрямлятися та укладатися в орієнтовані структури – пачки. Гнучкість ланцюга є функцією багатьох змінних: вона зменшується зі збільшенням числа полярних груп, зростанням густини просторової сітки (матриці) та зі зменшенням температури.

Саме великою молекулярною масою та гнучкістю ланцюгів макромолекул пояснюються такі специфічні властивості ВМС та їх розчинів, як здатність утворювати волокна та плівки, еластичність, здатність до набухання.

Висока еластичність характерна для неполярних макромолекул, що мають велику термодинамічну гнучкість ланцюга. Для полімерів сильно полярних або таких, що мають сильні замісники, еластичність проявляється лише за підвищення температури. Введення великої кількості полярних груп різко збільшує в'язкість, але сильно знижує пластичність та плинність.

За походженням ВМС поділяють на природні та синтетичні. До найважливіших природних полімерів відносять, насамперед, білки та полісахариди, які відіграють велику роль в харчових технологіях.

Взаємодія ВМС з розчинниками

Взаємодія ВМС з розчинниками характеризується збільшенням об'єму та ваги полімера у часі. Цей процес називають набуханням, мірою якого служить ступінь набухання α . Об'єм та вага набухлих ВМС можуть в 10 – 15 разів перевищувати початкові значення.

Ступінь набухання визначають за такою формулою:

$$\alpha = (m - m_0) / m_0,$$

де m та m_0 – маса вихідного та набухлого полімера.

Набухання може бути обмеженим та безмежним. За обмеженого набухання досягає постійної граничної величини, наприклад набухання желатини у воді при кімнатній температурі, за безмежного значення m та α проходять через максимум, після чого полімер поступово розчиняється (набухла желатина у гарячій воді). У цьому випадку набухання є початковою стадією розчинення.

Причина набухання полягає у сильній взаємодії компонентів процесу розчинення (високомолекулярних – ВМС та низькомолекулярних – НМС сполук). Це призводить до їх змішування з подальшим розмиванням межі поділу фаз. Швидкість цього процесу визначається рухливістю молекул та коефіцієнтом їх дифузії. Отже, процес набухання – це одностороннє змішування, зумовлене великою різницею у розмірах молекул ВМС та НМС. Така міжмолекулярна взаємодія є сольватацією макромолекул, підтверджувана виділенням теплоти набухання та зменшенням загального об'єму системи (контракцією). Цей ефект пов'язаний з орієнтацією НМС, що, в свою чергу, зумовлено полярністю. Тому полярні полімери набухають у полярних рідинах (білки у воді), а неполярні – у неполярних (каучук у бензолі).

Введення полярних груп у полімер зменшує ступінь набухання в неполярних

рідинах та у багатьох випадках збільшує її у полярних. Прикладом речовин, що обмежено набухають у воді, є целюлоза (просторовий полімер), а речовин, що необмежено набухають в гарячій воді – крохмаль (розгалужений) та желатина (лінійний).

Процес набухання можна поділити на дві стадії: на першій – виділяється теплота набухання Q та проявляється контракція системи за порівняно невеликої величині α . Емпірична залежність Q від α має такий вигляд:

$$Q = a\alpha/v + \alpha,$$

де a і v – константи.

На другій стадії виділення теплоти майже припиняється і зростає контракція, але саме на цій стадії відбувається основне зростання об'єму та ваги полімеру. Обмежене набухання закінчується на стадії утворення драгля, а необмежене приводить до розчинення полімеру. Розчини ВМС термодинамічно стійкі, а процес розчинення полімерів проходить самочинно.

Драглі схожі за властивостями на гелі, але відрізняються від них за будовою тим, що суцільна просторова сітка має в розрізі молекулярні розміри та створена не вандерваальсовими, а хімічними чи водневими зв'язками. Драглі можна розглядати як гомогенні системи, на відміну від гетерогенних гелів. Інша природа зв'язків визначає структурно-механічні властивості. Драглі – на відміну від гелів, не тиксотропні. Драглі, створені полімерами, не мають пластичних властивостей, але за пружністю та еластичністю схожі на гелі. У водному середовищі гідратні оболонки навколо полярних груп макромолекул створюють пружну водяну сітку. Рідину, що заповнює сітку драглів і називається інтерміцелярною, поділяють на вільну та зв'язану, що входить до складу сольватних оболонок. Зв'язана вода має більшу густину, занижену температуру замерзання, втрачає властивості розчинника.

Швидкість зростання міцності драглів та гелів у процесі формування структури залежить від концентрації полімеру, його хімічного складу та температури структуроутворення. Старіння драглів та гелів проявляється у синерезисі – процесі поступового стискання сітки (матриці).

Харчові біополімери

Стабілізатори структури, загущувачі, желеутворюючі, зволожуючі агенти, використовувані у виробництві харчових продуктів, об'єднані під однією назвою – харчові біополімери. Найчастіше вони рослинного або тваринного походження, проте можуть бути й продуктами бактеріального або хімічного синтезу.

З фізичного погляду препарати харчових біополімерів являють собою порошки або пластівці, сильно гігроскопічні, розчинні, або такі, легко дисперговані у воді з утворенням липких розчинів, що застигають у вигляді гелів. Колір препаратів найчастіше білий, сірий або слабко-кремовий. Більшість з них не мають ні запаху, ні смаку.

З хімічного погляду ці добавки, за винятком желатини, належать до полісахаридів. Харчові желеутворюючі та загущуючі полісахариди поділяють за походженням: з континентальних рослин – крохмаль та крохмалепродукти, пектини, целюлоза та ін.; з морських рослин – альгінова кислота, агар, каррагенан та ін.; з мікроорганізмів – ксантанова камідь та ін.

Біополімери згідно з Міжнародною системою цифрової кодифікації харчових добавок мають певні позначення та цифрові коди (див. таблицю).

Цифровий код	Позначення	Технологічні функції	МДР, мг/кг або мг/л
E 400	Alginate acid (Альгінова кислота)	Загущувач, стабілізатор у виробництві джемів, желе, мармеладу, горіхового пюре тощо	У потрібній кількості 10000
E 401	Sodium alginate (Альгінат натрію)	Те саме	Те саме
E 402	Potassium alginate (Альгінат калію)	Те саме	Те саме
E 403	Ammonium alginate (Альгінат аммонію)	Те саме	Те саме
E 404	Calcium alginate (Альгінат кальцію)	Те саме	Те саме
E 405	Propyleneglycolalginat (Пропіленглікольальгінат)	Загущувач, емульгатор у виробництві емульсій, соусів, лікерів, дієтичних продуктів, безалкогольних напоїв	3000 10000 10000 1000 300
E 406	Agar (Агар)	Стабілізатор, желеутворюючий агент у виробництві сухого молока, сиру, десертів желе, соусів молочних напоїв	У потрібній кількості
E 407	Carragenan and its Na, K, NH ₄ salts (Каррагенан і його натрієва, калієва, аммонійна солі, включаючи фуцелеран)	Загущувач, стабілізатор, желеутворюючий агент у виробництві джему, морозива, желе, мармеладу	5000 20000 500
E 408	Bakers yeast glycan (Глікан пекарських дріжджів)	Згущення, стабілізатор, емульгатор	10000
E 410	Carob bean gum (Камедь бобів ріжкового дерева)	За технологічної потреби	У потрібній кількості
E 411	Oat gum (Вівсяна камедь)	Те саме	Те саме
E 412	Guar gum (Гуарова камедь)	Те саме	Те саме
E 413	Tragacanth gum (Трагакант)	Те саме	Те саме
E 414	Gum arabic (Гуміарабік)	Те саме	Те саме
E 415	Xanthan gum (Ксантанова камедь)	Те саме	Те саме
E 416	Karaya gum (Карайї камедь)	Те саме	Те саме
E 417	Tara gum (Тари камедь)	Те саме	Те саме
E 418	Gellan gum (Гелланова камедь)	Те саме	Те саме
E 440	Pectins (Пектини) Gelatine (Желатина)	Емульгатори, стабілізатори, желеутворюючі агенти за технологічної потреби	У потрібній кількості
E 461	Methylcellulose (Метилцелюлоза)	Загущувач, стабілізатор, емульгатор: стерилізовані вершки морозиво, десерти, молочні напої, дієтичні продукти	2000 5000 2000 5000 5000 3000
E 463	Hydroxypropylcellulose (Гідроксипропілцелюлоза)	Те саме	3000
E 466	Sodium carboxymethylcellulose (Карбоксиметилцелюлоза)	Те саме	3000

Технологічні властивості харчових біополімерів визначаються такими показниками: розчинність та дисперсність, липкість розчинів, здатність утворювати стійкі гелі, синергізм (спорідненість з іншими добавками), здатність до емульгування та стабілізації дисперсних систем, стійкість до нагрівання та заморожування, стійкість до різної кислотності середовища, сенсорні риси та невелика вартість.

Високі функціональні властивості харчових біополімерів виявляються тоді, коли макромолекули перебувають у стані витягнутих конформацій, що й зумовлює максимальну в'язкість розчинів та сприятливі умови для гелеутворення.

Застосування деяких біополімерів у молочній промисловості

Каррагенан – це натуральний продукт, який видобувають з червоних морських водоростей. Застосовується як загущувач, желеутворюючий агент та стабілізатор у виробництві молочних кремів та мусів, пудингів, коктейлів, морозива, молочного шоколаду.

Агар – гідроколлоїд, одержуваний з бурих або червоних водоростей. Застосовується для формування в'язкої консистенції йогуртів або з метою запобігання осадження смакових наповнювачів у молочних напоях.

Желатини – тваринний білок, водорозчинний продукт розкладання, деструкції або розщеплення нерозчинних у воді колагенових волокон. Відіграє роль загущувача, стабілізатора, желеутворюючого агента. Використовується у виробництві йогуртів, мусів, збитих молочних десертів, сирних тістечок, морозива.

Пектини – полісахариди, одержувані з яблук, буряків, цитрусових, основою якого є молекулярний ланцюг із залишків D-галактуранової кислоти. Високометоксильовані пектини запобігають зсіданню білків молока у разі додавання соків або під час одержання термізованих кисломолочних продуктів їх використовують у виробництві морозива, напоїв кисломолочних та із сироватки, десертів вершкових та з сиру кисломолочного. Низькометоксильовані пектини застосовують у виробництві йогуртів та молочних десертів.

Крохмаль – полісахарид, суміш лінійної фракції амілози та розгалуженої – амілопектину. Видобувають з картоплі, кукурудзи, тапіоки. Крохмаль та його похідні традиційно використовують як стабілізатори структури у виробництві морозива, як загущувачі для молочних десертів.

Нині найчастіше використовуються композиційні суміші різних харчових біополімерів, що дає можливість добавки з універсальними властивостями, з максимально наближеними до потрібних окремими технологіями характеристиками та з меншою вартістю.

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Ознайомитись з технологіями виробництва молочних продуктів з використанням харчових біополімерів (виробництво йогурту «Столичний», напою «Київський», сметани «Святкова», різних видів морозива). З'ясувати, на якому етапі технологічного процесу і в якій кількості слід вносити харчові ВМС. Вивчити умови підготовки харчових біополімерів перед їх внесенням у молочну сировину.

Завдання 2. Виконати типові розрахункові завдання:

а) розрахувати ступінь набухання желатини, якщо маса його до гідратації становила 5 г, а після набухання – 40 г. За яких умов проходить обмежене, а за яких – необмежене набухання желатини?

б) розрахувати ступінь набухання пектину, якщо маса його до гідратації становила 10 г, а після набухання – 230 г. Пояснити умови внесення пектину в харчові продукти;

в) розрахувати ступінь набухання агару, якщо його маса до взаємодії з розчинником становила 15 г, а після набухання – 180 г. Чи потребує агар особливих умов для внесення у харчові продукти?

Запитання для самоперевірки

1. Що таке високомолекулярні сполуки?
2. Які основні властивості ВМС?
3. Як проходить взаємодія ВМС з розчинником?
4. Що таке ступінь набухання ВМС?
5. У чому полягає різниця між обмеженим та безмежним набуханням полімерів?
6. Дайте визначення харчовим біополімерам.
7. Як класифікують харчові біополімери?
8. Назвіть технологічні властивості харчових біополімерів.
9. Де застосовуються харчові біополімери?

Лабораторна робота № 26

ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Мета заняття: ознайомитись з класифікацією дисперсних систем, загальною характеристикою емульсій та пін, методами їх одержання, властивостями, навчитися визначати та розраховувати основні характеристики харчових емульсій та пін.

Теоретичні відомості

Класифікація дисперсних систем

Дисперсна система складається з двох чи більшої кількості фаз. Одна з них – дисперсна (внутрішня) фаза характеризується дуже подрібненим станом, інша – дисперсійна (зовнішня) фаза оточує частинки першої і є середовищем, де розподілені частинки дисперсної фази. Дисперсна фаза і дисперсійне середовище неоднорідної системи можуть перебувати в будь-якому агрегатному стані: твердому, рідкому або газоподібному.

Тому найзагальніша класифікація дисперсних систем ґрунтується на різниці агрегатного стану дисперсної фази і дисперсійного середовища. Сполучення трьох агрегатних станів дає можливість виділити дев'ять типів дисперсних систем. Їх умовно позначають дробом, чисельник якого вказує на агрегатний стан дисперсної фази, а знаменник – на агрегатний стан дисперсійного середовища (табл. 26.1).

Таблиця 26.1 Класифікація дисперсних систем за агрегатним станом

Умовне позначення дисперсної системи	Дисперсійне середовище	Дисперсна фаза	Назва системи, приклади
Т/Т	Тверде	Тверда	Тверда гетерогенна: композиційні матеріали, тверда суспензія, сплав твердих жирів, заморожена м'язова тканина
Р/Т	Тверде	Рідка	Капілярна; тверда емульсія: вершкове масло, нативна м'язова тканина
Г/Т	Тверде	Газоподібна	Пористе тіло: тверді піни, сир, збитий та коагульований меланж, м'якушка хліба, пористий шоколад
Т/Р	Рідке	Тверда	Суспензія та золь: бульйон, ковбасний фарш, сиркова маса, пасти
Р/Р	Рідке	Рідка	Емульсія: креми, молоко, вершки, майонез, жовток
Г/Р	Рідке	Газоподібна	Піна: креми, збиті вершки, морозиво

Т/Г	Газоподібне	Тверда	Аерозоль, порошок: сухе молоко, гірчичний порошок, розчинна кава
Р/Г	Газоподібне	Рідка	Аерозоль: розпилений сухий продукт під час сушіння
Г/Г	Газоподібне	Газоподібна	Дисперсна система не утворюється

Інша класифікація враховує розмір часточок (або пор) дисперсної фази. Згідно з нею існують такі системи:

грубодисперсні – суспензії, емульсії, піни з часточками дисперсної фази завбільшки 10^4 см;

середньодисперсні – тонкі зависі, дими, пористі тіла — від 10^{-4} до 10^{-5} см;

високодисперсні – колоїди – від 10^{-5} до 10^{-7} см.

Дисперсні системи з однаковими за розміром часточками дисперсної фази називають монодисперсними, а з різними – полідисперсними. Реальні системи, як правило, полідисперсні.

Фактори стабільності дисперсних систем

У харчовій промисловості істотну роль відіграють емульсії та піни. Емульсії – це дисперсні системи, утворені двома взаємно нерозчинними рідинами, а піни – дисперсні системи, дисперсійним середовищем яких може бути будь-яка рідина, а дисперсною фазою – тільки газ.

Харчові емульсії та піни – це ліофобні, агрегативно нестійкі системи, які утворюються за рахунок диспергування (для емульсій та пін) або конденсації з пересиченням дисперсної фази (тільки для пін). Під диспергуванням розуміють дроблення речовини, під конденсацією – утворення гетерогенної дисперсної системи з гомогенної внаслідок асоціювання молекул, атомів або іонів у агрегати. Процеси диспергування та конденсації супроводжуються утворенням нової поверхні, тобто суттєвим збільшенням питомої площі поверхні речовин та матеріалів, тому одержання емульсій та пін потребує витрат енергії. Надлишок поверхневої енергії на поверхні диспергованих часточок зумовлює нестійкість емульсій та пін. Фактором інтенсивності поверхневої енергії є поверхневий натяг, що його можна виразити як похідну від будь-якого термодинамічного потенціалу за площиною міжфазної поверхні та постійними відповідними параметрами. Найчастіше поверхневий натяг виражають через похідну від енергії Гіббса.

Розглянемо основні термодинамічні та кінетичні фактори стійкості дисперсних систем:

Термодинамічні фактори

1. *Електростатичний фактор* полягає у зменшенні міжфазного натягу внаслідок виникнення подвійного електричного шару на поверхні часточок, що зумовлюється поверхневою електролітичною дисоціацією або адсорбцією електролітів.

2. *Адсорбційно-сольватний фактор* зумовлений зменшенням міжфазного натягу під час взаємодії часточок дисперсної фази з дисперсійним середовищем за рахунок адсорбції та сольватації.

3. *Ентропійний фактор* доповнює перші два фактори та діє в системах, де часточки або їх поверхневі шари беруть участь у тепловому русі. Його особливість полягає у прагненні дисперсної фази до рівномірного поділу за об'ємом системи.

Кінетичні фактори

1. *Структурно-механічний фактор* зумовлюється наявністю на поверхні часточок плівок, що характеризуються пружністю та механічною міцністю, руйнування яких потребує значних витрат енергії та часу.

2. *Гідродинамічний фактор* знижує швидкість коагуляції в результаті зміни в'язкості середовища та густини дисперсної фази і дисперсійного середовища.

Проте найхарактерніші для реальних дисперсних систем так звані змішані фактори, оскільки максимальна стійкість у практичних системах спостерігається за спільної дії термодинамічних і кінетичних факторів.

У харчових технологіях практичні системи стабілізують введенням у них поверхнево-активних речовин (ПАР). Молекули ПАР мають дифільну природу, за рахунок чого позитивно адсорбуються на поверхні поділу фаз та знижують поверхневий натяг. Мономолекулярні механічно стійкі адсорбційні шари ПАР на поверхні поділу фаз знижують поверхневий натяг та зумовлюють як кінетичні, так і термодинамічні фактори стійкості дисперсних систем.

Властивості емульсій та пін

Харчові емульсії та піни характеризуються концентрацією дисперсної фази, стійкістю, дисперсністю або середнім розміром дисперсної фази, питомою поверхнею поділу фаз між дисперсною фазою та дисперсійним середовищем та ін.

Вміст дисперсної фази багато в чому зумовлює структуру та властивості емульсій та пін. За концентрацією дисперсної фази емульсії поділяють на розбавлені (до 0,1 %), концентровані (до 74 %) та висококонцентровані (більше 74 %). Приміром, розбавленою емульсією є знежирене молоко, що містить 0,1 – 0,05 % жиру. Розмір жирових кульок у таких системах від 0,01 до 0,1 мкм.

Прикладом концентрованих емульсій є молоко та вершки середньої жирності. Середній діаметр жирових кульок в таких системах складає близько 3-4 мкм.

Прикладом висококонцентрованих, або желатинованих емульсій є високожирні вершки. Жирові кульки в таких системах взаємно деформовані і мають форму поліедрів, які розділяються тонкими прошарками дисперсійного середовища. Внаслідок цього такі емульсії не схильні до розшарування і мають механічні властивості, подібні до властивостей гелей.

Залежно від вмісту повітря піни мають різну структуру. Піни бувають емульсійного типу – за вмісту повітря менше 74 % (бульбашки кулястої форми розділені відносно товстими прошарками рідини) та коміркового – за більшого вмісту повітря (бульбашки – поліедричні, розділені тонкими прошарками рідини). Саме за вмісту дисперсної фази в емульсіях та пінах від 74 % починається контакт між її часточками, що і зумовлює структуру систем.

Стійкість емульсій та пін – властивість дисперсних систем протягом певного часу зберігати неоднорідність структури, чинити опір злипанню та коалесценції дисперсних часточок. Відповідно до цього розрізняють нестійкі (олія, змішана з водою; піна в газованих напоях, коктейлях), довгоіснуючі (майонези, креми, збиті вершки) та безмежноіснуючі (хлібна м'якушка, тістечка типу безе) емульсії та піни.

Стійкість пін визначають за такою формулою:

$$C = [(V_{п} - V_{р}) / V_{п}] \cdot 100 \%,$$

де $V_{п}$ – об'єм піни; $V_{р}$ – об'єм рідини, що витікає за 1 год з 250 см³ піни при температурі 20 °С.

Стійкість емульсій (за методом Фавстової) виражають через кількість дестабілізованого жиру за такою формулою:

$$D = [(Ж_з - Ж_ф) / Ж_з] \cdot 100\%,$$

де $Ж_з$, $Ж_ф$ – масова частка жиру, %, відповідно дослідного зразка та фільтрату, одержаного після фільтрування крізь скляний фільтр №1 попередньо витриманої 5 хв при температурі 65 °С та охолодженої 30 хв при температурі 12 °С емульсії.

Дисперсність емульсій та пін найчастіше виражають як середній діаметр дисперсних часточок у мкм. Наприклад, середній діаметр жирових кульок у незбираному молоці дорівнює 3 – 4 мкм, а середній діаметр повітряних бульбашок у збитих вершках становить 40 – 80 мкм. Середній діаметр дисперсних часточок емульсій та пін найчастіше визначають мікроскопічним методом при збільшенні 15x40 та 15x10.

Вміст повітря в піні характеризується її кратністю або збитістю. Кратність – це відношення об'єму пінни до об'єму розчину, з якого вона утворилася:

$$\beta = V_n^1 / V_p^1 = (V_r^1 + V_p^1) / V_p^1,$$

де V_r^1 , V_n^1 , V_p^1 – об'єм відповідно газу в піні, пінни та рідкої фази до збивання, см³;

Збитість пінни – це об'єм у пінні газової фази, %:

$$C = (V_n - V_p) / V_p \cdot 100\%,$$

де V_n , V_p – об'єм відповідно пінни та рідкої фази до збивання, см³.

Питома поверхня поділу фаз в емульсіях та пінах – це найбільш узагальнена характеристика дисперсних систем. Що розвиненіша питома поверхня розділу фаз, то кращі органолептичні та фізико-хімічні показники харчових емульсій та пін. Питома поверхню поділу фаз, м² на 1 дм³, пінни або емульсії, можна розрахувати за такою формулою:

$$S = 3(V - V_0) / r,$$

де – V , V_0 відповідно 1000 см³ пінни та об'єм суміші до збивання, см³ (для емульсій цей показник не враховується); r – середній радіус диспергованих часточок, см.

Приміром, питома поверхня поділу фаз в 1 дм³ збитих вершків зі збитістю пінни 100 % становить близько 60 – 80 м², питома поверхня поділу фаз в 1 дм³ вершків жирністю 35 % становить близько 5 – 8 м².

ХІД РОБОТИ

Завдання 1. Визначити, до яких видів дисперсних систем можна віднести за різними класифікаціями: збиті вершки, маргарин, яєчний жовток, збитий яєчний білок, дріжджове тісто, майонез, сухе молоко.

Завдання 2. Навести приклади стабілізації дисперсних систем у харчових технологіях.

Завдання 3. Розв'язати розрахункові задачі, використовуючи подані в теоретичній частині формули:

а) визначити кратність та збитість пінни білкового крему, якщо початковий об'єм білків з цукром становив 200 см³, а об'єм одержаного білкового крему – 380 см³;

б) встановити питому поверхню поділу фаз у збитих вершках, якщо для утворення 1000 см³ харчової пінни витрачено 450 см³ вершків, а середній діаметр повітряних бульбашок становить 58 мкм;

в) розрахувати стійкість емульсії (за методом Фавстової), якщо вміст жиру в ній становить 20 %, а вміст жиру у фільтраті – 3,5 %;

г) встановити стійкість збитого крему, якщо за 1 год об'єм рідкої фази при відстоюванні продукту становив 1,5 см³.

Запитання для самоперевірки

1. Що таке дисперсна система?
2. Основні принципи класифікацій дисперсних систем.
3. Які фактори зумовлюють стійкість дисперсних систем ?
4. Як можна стабілізувати дисперсні системи?
5. Дайте характеристику емульсіям та пінам як дисперсним системам.
6. Як можна розрахувати питому поверхню поділу фаз в дисперсних системах?
7. Що таке стійкість емульсій та пін? Як її можна встановити?
8. Як визначають дисперсність харчових емульсій та пін? Наведіть приклади розмірів диспергованих часточок в емульсіях та пінах.

Лабораторна робота № 27

РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ

Мета заняття дослідження залежності швидкості стаціонарної течії від напруги зсуву для чистих рідин, дисперсних систем і розчинів ВМС.

Теоретичні відомості

Реакція дисперсних систем на прикладені до них механічні напруги, зокрема, напруги зсуву τ , може бути найрізноманітнішою. Деформація γ і швидкість деформації $\dot{\gamma}$ можуть по-різному залежати від τ , причому в багатьох випадках ця залежність може бути описана на основі уявлень про реальну дисперсну систему як про комбінацію деякого числа достатньо простих модельних елементів, які характеризуються граничними значеннями пружності G , в'язкості η і граничної напруги зсуву τ^* . Широко поширеним варіантом реологічної поведінки, властивої багатьом дисперсним системам, є в'язка течія. В залежності від того, яким саме співвідношенням між τ і $\dot{\gamma}$ описується течія, можна виділити декілька характерних випадків.

1. Багато гомогенних рідин, а також вільнодисперсні системи, які містять невелику кількість дисперсної фази у вигляді ізометричних частинок, досить задовільно підпорядковуються рівнянню Ньютона $\tau = \eta \dot{\gamma}$.

В координатах $\dot{\gamma} - \tau$ експериментальні дані знаходяться на прямій, яка проходить через початок координат. В'язкість таких рідин $\eta = \tau / \dot{\gamma}$ постійна в широкому діапазоні напруг і швидкостей.

2. Вільнодисперсні системи, які містять частинки дисперсної фази витягнутої або плоскої форми, або макромолекули, які деформуються в потоці, відносяться до класу неньютонівських рідин, бо їх опір течії суттєво залежить від швидкості. Із збільшенням швидкості течії в'язкість, як правило, зменшується, хоч іноді може і зростати. На відміну від ньютонівської постійної в'язкості змінну величину $\tau / \dot{\gamma}$ називають ефективною в'язкістю $\eta_{\text{еф}}$. Крива в координатах « $\eta_{\text{еф}} - \tau$ » може включати поряд із спадаючими ділянками також і плато, наприклад, при завершенні процесу орієнтування частинок в потоці.

3. Реологічні властивості зв'язанодисперсних (структурованих) систем ще складніші і різноманітніші. В багатьох випадках можна використати модель Бінгама – комбінація паралельно з'єднаних в'язкого і пластичного елементів. Відповідна ділянка реологічної кривої в координатах « $\dot{\gamma} - \tau$ » може бути апроксимована прямою лінією, але вона не проходить через початок координат, а відсікає на осі напруг відрізок, рівний τ_B^* – бінгамівській граничній нарузі зсуву. Постійний коефіцієнт η_B в рівнянні цієї прямої $\tau - \tau_B^* = \eta_B \cdot \dot{\gamma}$ називається бінгамівською (диференційною)

в'язкістю, яку необхідно відрізнити від змінної ефективною в'язкісті:

$$\eta_{ao} = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} = \eta_B \left(1 - \frac{\tau_B^*}{\tau} \right)$$

Криві течії і їх кількісні характеристики – η , η_{ef} , η_B , τ^* і т.п. експериментально можуть бути одержані за допомогою віскозиметричних вимірювань. Вибір віскозиметра важливий для одержання відтворюваних, інваріантних характеристик, які не залежать від параметрів приладу і умов вимірювання. Оскільки особливістю багатьох неньютонівських рідин є повільне встановлення стаціонарного потоку в процесі протікання, то перевага надається ротаційним віскозиметрам, наприклад типу Реотест, які допускають необхідну витримку в процесі вимірювання швидкості течії.

Напруга зсуву τ зв'язана з моментом сил M , які діють на поверхню вимірювального циліндра ротаційного віскозиметра, описується співвідношенням:

$$\tau = M / 2\pi r h + S_0,$$

де r – радіус циліндра, h – висота його робочої частини, а величина S_0 враховує крайові ефекти в нижній частині циліндра.

Зв'язок між швидкістю деформації зсуву $\dot{\gamma}$ з швидкістю обертання циліндра ω і шириною щілини між циліндрами δ описується рівнянням:

$$\dot{\gamma} = 2\pi r \omega / \delta = q \omega$$

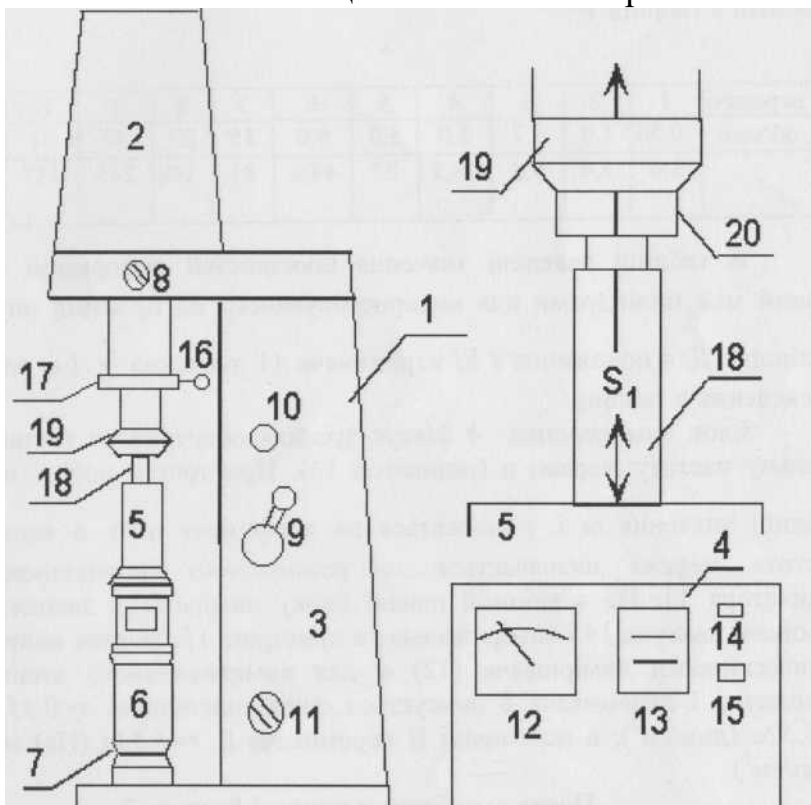
Віскозиметрія дисперсних систем і концентрованих розчинів високомолекулярних сполук

ХІД РОБОТИ

Вивчається реологічна поведінка трьох систем:

- 1) низькомолекулярна рідина;
- 2) розчин високомолекулярної речовини;
- 3) тиксотропна суспензія.

Рис. 27.1. Ротаційний віскозиметр Реотест-2.



Ротаційний віскозиметр Реотест-2 використовується для визначення в'язкості ньютонівських рідин і проведення реологічних досліджень неньютонівських систем. Вимірювання проводяться за методом коаксіальних циліндрів (можливе також проведення досліджень методом конус-площина).

Віскозиметр складається з основного блоку 1, який включає вимірювальний пристрій з механіко-електричним перетворювачем 2 і коробку передач 3 з двигуном, і блоку вимірювань 4. Система коаксіальних циліндрів включає внутрішній вимірювальний циліндр 5, що обертається, і вимірювальну циліндричну ємність (нерухомий зовнішній циліндр) 6 із мірною чашечкою 7, котра знімається. Перемикач 8 дозволяє в 10 раз міняти чутливість системи вимірювання зусилля обертання внутрішнього циліндра. Ручка 9 забезпечує перемикач 12-ступінчатої коробки передач; номер включення передачі фіксується в отворі 10. Перемикач 11 вимірює швидкість обертання двигуна ω . Значення швидкості обертання вимірювального циліндра ω (об/хв) при різних положеннях перемикача 9 і положенні *Ia I* перемикача 11 наведені в таблиці 27.1.

Таблиця 27.1 Значення швидкості обертання вимірювального циліндра

N передачі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ω , об/мин	0,56	1,0	1,7	3,0	5,0	9,0	15	27	45	81	135	245
γ , c^{-1}	3,0	5,4	9,0	18,2	27	48,6	81	146	243	437	729	1312

В таблиці наведені значення швидкостей деформації зсуву $\bar{\gamma}$ в щілині між циліндрами для використовуваного на практиці внутрішнього циліндра. Для положення *I b I* перемикача 11 значення $\bar{\gamma}$ і ω вдвічі нижче приведених в таблиці.

Блок вимірювань 4 фіксує зусилля обертання *a* (індикатор 12) і реальну частоту мережі *n* (індикатор 13). При точній роботі приведені в таблиці значення ω і $\bar{\gamma}$ множаться на коефіцієнт $n/50$, в якому реальна частота мережі визначається за резонуючою (розмазаною) міткою індикатора 13. На зовнішній панелі блоку вимірювань заходяться також вимикачі двигуна 14 і вимірювального пристрою 15. Зв'язок напруги зсуву τ з показниками вимірювача (12) а для вимірювального циліндра *S1* в положенні *I* перемикача 8 описується співвідношенням: $\tau=0,552$ (Па) або $\tau=5,52a$ (дин/см²); в положенні *II* перемикача 8: $\tau=5,53a$ (Па) або $\tau=55,3a$ (дин/см²).

Порядок роботи на приладі Реотест-2

Притримуючи правою рукою внутрішній циліндр 6, лівою рукою повернути вліво до упору ручку 16 з натяжним стопорним кільцем 17 і зняти вниз зовнішній циліндр. Переконавшись, що циліндр чистий, відкрутити від зовнішнього циліндра мірну чашечку 7, заповнити її доверху досліджуваною рідиною і знову прикрутити до циліндра. Повернути зовнішній циліндр поділкою *I II* до себе, вставити його в паз фіксуючого пристрою і закріпити поворотом ручки вправо до відказу. Встановивши перемикач швидкості обертання двигуна в положення *I a I*, перемикач швидкості обертання двигуна на 4 діапазон і кнопками 14 і 15 включити прилад. Після 1-2 хвилин роботи віскозиметра підібрати таку швидкість обертання, при якій *a* досягає надійно вимірюваної величини. Після встановлення стаціонарного значення зусилля обертання записати в таблицю номер (N) включеної передачі і значення *a*. Аналогічні вимірювання провести на інших, послідовно збільшуваних швидкостях обертання, перейшовши при необхідності на діапазон *II* перемикача чутливості силовимірювання 8. Вписати в таблицю

значення ω , γ , α , τ . При роботі з високов'язкими, тиксотропними системами вимірювання треба починати з діапазону $II bI$ (перемикач 9 в положенні I, перемикач 11 в положенні $I bI$). Після закінчення вимірювання встановити перемикач 9 в положення 4, виключити двигун і зупинити його тоді, коли мітка на видимій в пазу зовнішнього циліндра вузької частини 18 внутрішнього циліндра 5 буде ззовні. Зупинити двигун, натиснувши кнопку 14. Потім, притримуючи правою рукою зовнішній циліндр, повернути вправо до відказу ручку 16, припідняти муфту 19 і зняти з приладу обидва циліндри. Вимити циліндри або, у випадку нерозчинних у воді систем, протерти їх папером, потім, взявши внутрішній циліндр за широку частину міткою до себе, припідняти муфту 19 і вставити внутрішній циліндр так, щоб риска під муфтою 19 співпала з міткою на циліндрі; відпустити муфту і потягнути циліндр злегка вниз, так щоб муфта захлопнулася, а циліндр зафіксувався. Заповнити мірну чашечку новою рідиною і провести вимірювання, як описано вище.

Після закінчення роботи вимити і витерти насухо обидва циліндри, закріпити їх на приладі і відключити прилад від мережі.

Результати роботи подати у вигляді графіків залежності $\bar{\gamma}$ (τ), за якими розраховують значення в'язкості η (для ньютонівських систем), а також залежність $\eta_{\text{ef}}(\tau)$, значення граничної напруги зсуву (τ)* і бінгамівської в'язкості η_B .

Запитання для самоперевірки

1. Що розуміють під реологічними властивостями речовин?
2. Як класифікують дисперсні системи в залежності від співвідношення між напругою зсуву і швидкістю деформації?
3. Чому сам ротаційні віскозиметри рекомендовані для одержання відтворювальних інваріантних характеристик неньютонівських рідин?
4. Що таке модель Бінгама та бінгамівська в'язкість?
5. Принцип роботи Реотесту-2.

Лабораторна робота № 28

ВИКОРИСТАННЯ СТАНДАРТІВ В ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ РЕЧОВИН.

ПОБУДОВА, ЗМІСТ І КЛАСИФІКАЦІЯ СТАНДАРТІВ

Мета заняття засвоїти правила побудови стандарту, принцип утворення назви, формування розділів і підрозділів, вивчити класифікацію стандартів.

Теоретичні відомості

Стандартизація – діяльність, що полягає у встановленні положень для загального і багаторазового застосування щодо наявних чи можливих завдань з метою досягнення оптимального ступеня впорядкування відповідності продукції, процесів та послуг їх функціональному призначенню, усуненню бар'єрів у торгівлі і сприянню науково-технічному співробітництву.

Національна стандартизація – стандартизація, що проводиться на рівні однієї країни.

Регіональна стандартизація – стандартизація, що проводиться на відповідному регіональному рівні та участь у якій відкрита для відповідних органів певного географічного або економічного простору.

Міжнародна стандартизація – стандартизація, що проводиться на міжнародному рівні та участь у якій відкрита для відповідних органів усіх країн.

Нормативний документ (НД) – документ, який встановлює правила, загальні принципи чи характеристики різних видів діяльності або їх результатів.

Нормативні документи із стандартизації поділяються на:

- національні стандарти;
- галузеві стандарти;
- стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок;
- стандарти підприємств;
- технічні умови.

Стандарт – документ, що встановлює для загального і багаторазового користування правила, настановні вказівки або характеристики різного виду діяльності чи її результатів і який є спрямованим на досягнення оптимального ступеня впорядкованості у певній сфері і доступним широкому колу споживачів.

Комплекс стандартів – сукупність взаємопов'язаних стандартів, що належать до певної сфери стандартизації та встановлюють взаємно узгоджені положення і (або) вимоги переважно до одного об'єкту стандартизації або групи взаємопов'язаних об'єктів на підставі спільної призначеності.

Багаточастинний стандарт – стандарт, що складається з двох чи більше частин, кожна з яких має своє позначення, характеризує певну ділянку стандартизації і кожна з яких можна застосовувати як самостійний стандарт.

Багатотомний стандарт – опублікований у кількох томах (книгах).

Правила і вимоги до побудови, змісту та викладу стандартів містяться в ДСТУ 1.5:2003 «Національна стандартизація. Правила побудови, викладання, оформлення та вимоги до змісту нормативних документів (ISO/IES Directive, Part 2, 2001, NEQ)».

Назва стандарту повинна складатися з заголовка, що дає загальне визначення об'єкту стандартизації і (при необхідності) підзаголовку, який уточнює це визначення. Вона має бути чіткою, ясною і короткою.

Позначення національних стандартів, кодексів ustalеної практики та інших нормативних документів загальнодержавного застосування, прийнятих національним органом стандартизації, складається з індексу згідно ДСТУ 1.0, реєстраційного номера, наданого йому при прийнятті (до 5 цифр), і відокремлених знаком «двокрапка» чотирьох цифр року прийняття. Наприклад, ДСТУ 3145: 2001, ДСТУ 13472: 2004. Якщо група стандартів утворює комплекс стандартів, то реєстраційний номер стандарту складається з номеру комплексу і номеру стандарту в комплексі, які сполучаються крапкою:

ДСТУ ККККК.ННН:РРРР,

де ККККК – номер комплексу стандартів (від 1 до 99999);

ННН – номер стандарту в комплексі (від 1 до 999).

Наприклад, ДСТУ 3.27:2000, ДСТУ 2617.5:2004.

Якщо стандарт складено з кількох самостійних частин, їхні реєстраційні номери складаються з номеру стандарту і номеру частини, відокремлених знаком «дефіс»:

ДСТУ ННННН-ЧЧЧ:РРРР,

де ННННН – реєстраційний номер багаточастинного стандарту;

ЧЧЧ – номер частини.

Наприклад, ДСТУ 4287-25:2002.

Форма титульного аркуша стандарту

Державний герб України

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

назва стандарту

позначення стандарту

Видання офіційне

Місце для елементу захисту від копіювання
--

Київ

назва центрального органу виконавчої влади у сфері стандартизації

Рік опублікування

Правила позначення ТУ

Позначення ТУ надає власник ТУ.

У позначенні ТУ має бути:

- індекс документу – «ТУ»;

- скорочена назва держави – «У»;

- код продукції за ДК 016 (три перші знаки);

- код суб'єкта господарювання – власника ТУ згідно з «Єдиним державним реєстратором підприємств і організацій України» (ЄДРПОУ), вісім знаків, або підприємця (десять знаків); порядковий реєстраційний номер, що його надає власник ТУ (три знаки);

- рік прийняття (чотири знаки) для ТУ, прийнятих вперше чи на заміну чинних ТУ, – через двокрапку (проставляється після реєстрації).

Наприклад, ТУ У 27.1-21926977-001:2004.

У разі виготовлення і постачання продукції на території України за ТУ підприємств інших держав застосовують подвійне дворядкове позначення, де у другому рядку – позначення вихідного ТУ.

ТУ У 25.2-23635128-005:2003 ТУ РБ 009 59441.005-2001.

Структура стандарту

Стандарт зазвичай має такі структурні елементи:

- 1) елементи передньої частини: титульний аркуш; передмова; зміст; вступ;
- 2) елементи основної частини: назва; сфера застосування; нормативні посилання; терміни та визначення понять; позначки та скорочення; вимоги до об'єкта стандартизації; додатки; бібліографічні дані.

Національні стандарти обов'язково повинні мати структурні елементи: «Титульний аркуш», «Передмову», «Назву», «Сферу застосування», «Вимоги до об'єкта стандартизації», «Бібліографічні дані». Наявність решти структурних елементів зумовлює специфіка об'єкту стандартизації.

Зміст і виклад стандарту

За змістом і викладом стандарт повинен бути коротким, чітким і зрозумілим; повинен виключати неповні або подвійні тлумачення записаних в ньому вимог.

Не допускається повністю або коротко повторювати зміст інших стандартів, які поширюються на цей же об'єкт стандартизації.

В стандартах повинні використовуватися науково-технічні терміни, позначення і правила оформлення, встановленні діючими стандартами.

Не допускається використовувати техніцизми та професіоналізми, спеціальні терміни без їх пояснення.

Правила оформлення таблиць, графічних матеріалів і додатків

При великій кількості встановлених в стандарті параметрів фізичних або технічних величин, позначень і т.д. їх рекомендується оформляти у вигляді таблиць з відповідними посиланнями на текст стандарту.

Графічні матеріали (креслення, схеми, графіки, діаграми) поміщають в стандарти як з метою встановлення властивостей або характеристик стандартизованого об'єкту, так і для кращого розуміння тексту.

В стандартах можуть бути додатки, які поділяються на обов'язкові, рекомендовані і довідкові.

ХІД РОБОТИ

За запропонованими викладачем нормативними документами пояснити утворення його позначення і найменування. Вказати вид стандарту. Описати побудову і зміст стандарту, вказати, до якого класу і групи він відноситься, пояснити призначення таблиць.

Запитання для самоперевірки

1. Навести приклади нормативної документації, яка діє в харчовій промисловості.
2. За яким принципом утворюється позначення стандарту?
3. За яким принципом утворюється назва стандарту?
4. Чи вказаний вид стандарту в назві? Який?
5. Скільки розділів міститься в даному стандарті? Форма їх позначення.
6. Вимоги до позначення підрозділів.
7. Зміст яких документів не допускається викладати в тексті стандарту?
8. З якою метою в стандарті оформляються таблиці і графічні матеріали?
9. Що є основою класифікації стандартів?

Список використаної літератури

1. Толстогузов В.Б. Искусственные продукты питания. - М.: Наука, 1978.-231.
2. Гослтогузов В.Б. Новые формы белковой пищи (Технологические проблемы и аспекты производства). - М.: Агропромиздат, 1987. - 903 с.
3. Химический состав пищевых продуктов / под. ред. Покровского А.А. - М.: Пищевая промышленность, 1976. - 288 с.
4. Головня Р.В., Єнікєєва Н.Г. «Сенсорний аналіз для органолептичного контролю якості традиційних харчових продуктів». Проблема аналітичної хімії. Т8, М: «Наука», 1988. - 270 с.
5. В.Я. Плахотін, І.С. Тюрікова, Г.П. Хомич. Теоретичні основи технології харчових виробництв: Навчальний посібник. - Київ: Центр навчальної літератури, 2006. - 640 с.
6. ДСТУ 1.5:2003 «Національна стандартизація. Правила побудови, викладання, оформлення та вимоги до змісту нормативних документів (ISO/IEC Directive, Part 2, 2001, NEQ)».
7. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Теоретичні основи технології харчових виробництв» для студентів-бакалаврів напрямку 6.051701 «Харчові технології та інженерія» / Укладачі: Юкало В.Г., Сторож Л.А. – Тернопіль: Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя, 2007. – 42 с.
8. Скурихин И. М., Нечаев А. П. Все о пище с точки зрения химика. - М.: Высш. шк., 1991. - 288 с.
9. Химический состав пищевых продуктов: Справ. Кн. 1 и 2 / Под ред. И. М. Скурихина, 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1987. - 360 с.
10. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности блюд и кулинарных изделий. - М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. - 328 с.
11. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Теоретические основы технологии пищевых производств» для студентов дневной

и заочной формы изучения научно-квалифицированного уровня «бакалавр» за направлением подготовки 6.051701 «Пищевая технология и инженерия» - Луганск: ЛНАУ, 2014. – 29 с.

12. Алешина Л.М., Ловачева Г.М., Лучкина Н.М., Мглинец А.И. и др. Лабораторные работы по технологии производства продукции общественного питания. - М.: Экономика, 1987. - 248 с.

13. Баренов В.С., Мглинец А.И. и др. Технология производства продукции общественного питания. - М.: Экономика, 1986. - 399 с.

14. Зубченко А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий. - Воронеж, 1996.

15. Елманов С.Ф., Ловачева Т.Н. и др. Лабораторные работы по технологии производства продуктов общественного питания. - М.: Экономика, 1998. -156 с.

16. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Теоретичні основи технології харчових виробництв» для студентів зі спеціальності 7.091711.01 «Технологія харчування», спеціалізації «Ресторанна справа та сервіс» / Укладачі: Калакура М.М., Дорохович В.В. – К.: КНТЕУ, 2002. – 52 с.

17. Гольдфарб Я.Л., Ходаков Ю.В. Сборник задач и упражнений по химии : Учеб.пособ. для учащихся. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 1980. – 190 с.

18. Процессы и аппараты пищевых производств: Задачник / Под ред. В.Н.Стабникова. – К.: Техніка, 1966. – 243 с.

19. Стабников В.М., Остпалчук Н.В. Общая технология пищевых продуктов: Учеб. пособ. для вузов. – К.: Вища шк., 1980. – 304 с.

20. Технология переработки продуктов питания с использованием модификаторов / Под ред. Ф.В.Перцевого. – Х.: Харьк. гос.техн.ун-т сельск. хоз-ва и Харьк. гос. акад. технолог, и орг. питания, 1998. – 177 с.

21. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. – М.: Химия, 1983. – 263 с.

22. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы: Учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Химия, 1988. – 464 с.

23. Эткинс П. Молекулы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 216 с.

24. Теоретичні основи технології харчових виробництв: Метод, вказівки до вивч. дисципліни та викон. практ. занять для студ. спец. 6.091700 «Технологія зберігання, консервування та переробки молока» ден. та заоч. форм навч. / Уклад. Г.Є.Поліщук. – К: НУХТ, 2002, – 28 с.



Agrar Media Group

робимо якісний друк доступним

Підписано до друку 09.12.2014. Формат 60x84 1/8.

Папір офсетний. Друк цифровий. Ум. друк. арк. 7,9.

Віддруковано в Видавництві ТОВ «Аграр Медіа Груп»

04080, м. Київ, вул. Новокостянтинівська, 4А

Тел.: 044 361 53 06, e-mail: info@agrarmedia.com

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців ДК №3651 від 22.12.2009

www.agrarmedia.com