

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Н.П. Лашко

ХІМІЯ ШТУЧНИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

методичні вказівки до лабораторних робіт
зі спецкурсу «Штучні продукти харчування»
для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»
напряму підготовки «Хімія»

Затверджено
вченою радою ЗНУ
Протокол № від

Запоріжжя
2015

УДК: 338.45 : 664: 614.31:579.67 (075.8)
ББК :У9 (4Укр)304.25+Л8/9+Х665я73
Л 322

Н.П. Лашко, Хімія штучних продуктів харчування: методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки «Хімія». – Запоріжжя: ЗНУ, 2015. – 77 с.

Методичні вказівки до лабораторних робіт зі спецкурсу «Штучні продукти харчування» для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки «Хімія». Лабораторні роботи є необхідною складовою частиною у вивченні хімії харчових речовин штучних продуктів харчування та здобуванні практичних навичок визначення вмісту цих речовин в основних групах штучних харчових продуктів. Мета проведення лабораторних робіт – сформуванню у студентів практичні навички у визначенні вмісту основних груп хімічних речовин у харчовій сировині та продуктах її переробки.

Лабораторні роботи побудовані на використанні стандартних методик з визначення основних харчових речовин та показників якості в різних групах штучних продуктів, представлених на українському ринку. методичні вказівки характеризується чіткістю формулювань і логічним зв'язком між окремими частинами, коректністю використання наукової термінології.

Позитивними аспектами методичних вказівок є системний підхід до формування у студентів практичних навичок проведення фізико-хімічних аналізів якості штучних харчових продуктів, оптимізація вибору методів дослідження, обробка одержаних результатів та формулювання логічних висновків.

Рецензент В.І. Генчева

Відповідальний за випуск Л.О. Омелянчик

Зміст

Вступ.....	4
Підготовка проб різних видів продукції тваринництва до аналізу	5
Органолептична оцінка якості харчових продуктів.....	8
Визначення здатності розрізняти основні види смаку (перевірка на «смаковий дальтонізм»).....	8
Визначення індивідуального порогу смакової чутливості та порогу різниці інтенсивності смаку.....	10
Вивчення здатності визначати запахи.....	13
Білки.....	15
Фракціонування білків хімічними та біологічними методами і визначення їх харчової цінності.....	28.
Спектрофотометричний та титриметричний метод визначення білка в харчовій сировині	33
Вуглеводи.....	39
Кількісне визначення глюкози за допомогою антронового реактиву.....	47
Визначення глюкози в продуктах харчування.....	49
Визначення вмісту лактози титриметричним та хроматографічним методом в продуктах харчування.....	52
Кількісне визначення фруктози.....	55
Визначення кількості та якості сирої клейковини в пшениці.....	56
Ліпіди.....	59
Визначення показників якості жиру: показника заломлення та йодного числа рослинної олії.....	68
Вивчення показників якості жиру: пероксидне, кислотне, ефірне число та число омилення жиру.....	70
Література.....	76
Глосарій.....	77
Правила техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії.....	79

ВСТУП

Продукція рослинного та тваринного походження вітчизняного чи імпортного виробництва, яка надходить на ринок України має відповідати чинним нормативно-правовим актам. Належний контроль показників якості та безпеки харчових продуктів у місцях їх виробництва і реалізації запобігає випадкам порушення вимог нормативних документів.

Нині в Україні проводиться активна робота щодо гармонізації вітчизняних стандартів, що визначають якість і безпеку харчових продуктів з відповідними стандартами ISO. Проте для забезпечення виконання вимог, передбачених новими стандартами, необхідно готувати спеціалістів відповідного фаху. В нашій країні відчувається гострий дефіцит фахівців з питань якості та безпеки різних видів продукції, особливо це стосується штучних продуктів харчування тваринного походження, оскільки саме вони найчастіше є джерелом харчових отруень та поширення небезпечних інфекцій.

Програма спецкурсу «Штучні продукти харчування» відповідає навчальному плану спеціальності «Хімія». Лабораторні роботи є необхідною складовою частиною у вивченні хімії харчових речовин та здобуванні практичних навичок визначення вмісту цих речовин в основних групах штучних харчових продуктів.

Спецкурс складається з 2 модулів та розроблений для студентів 3 курсу біологічного факультету напряму підготовки «Хімія».

Мета спецкурсу – сформувати у студентів теоретичні та практичні навички у розумінні та визначенні вмісту основних груп хімічних речовин у харчовій сировині та штучних продуктах її переробки.

За підсумками спецкурсу студент повинен знати роль білків, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин та вітамінів в організмі людини; добові норми споживання основних харчових речовин; органолептичні та фізико-хімічні методи визначення вмісту основних груп харчових речовин у харчовій сировині та штучних продуктах її переробки.

За підсумками проведення лабораторних робіт студент повинен вміти підготувати досліджуваний продукт до конкретного виду фізико-хімічного аналізу з використанням обладнання при виконанні конкретної методики; за побудованим калібрувальним графіком визначати концентрації досліджуваних речовин; оптимізувати вибір методики для визначення конкретних груп хімічних речовин у харчовій сировині та штучних продуктах їх переробки.

ПІДГОТОВКА ПРОБ РІЗНИХ ВИДІВ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА ДО АНАЛІЗУ

Пробопідготовка є дуже важливим, а часто і критичним етапом будь-якого аналізу. Неякісна підготовка проб зводить нанівець аналіз у цілому і не дозволяє одержати достовірні результати навіть за умов якісного проведення самого визначення. Основними вимогами будь-якої пробо підготовки є відповідність вмісту досліджуваного компонента у відібраному зразку та у досліджуваному продукті в цілому а також збереження у зразку досліджуваного компонента у кількості та формі, які б забезпечували одержання адекватних результатів аналізу.

Підготовка проб і м'яса та м'ясопродуктів до хімічного аналізу

При підготовці проб до аналізу необхідно забезпечити одержання однорідного матеріалу, що досягається подрібненням та ретельним перемішуванням середньої проби.

Середню пробу зразка готують безпосередньо перед аналізом. Всі операції проводять швидко, для того щоб мінімізувати втрати вологи зразка за рахунок випаровування.

Підготовка проб м'яса сільськогосподарських тварин та птиці, субпродуктів, ковбасних та копчених виробів

З середньої проби м'яса, субпродуктів або копчених виробів видаляють кістки, хрящі, сухожилки, ковбасні вироби звільняють від оболонки. Одержаний матеріал подрібнюють на гомогенізаторі до отримання однорідної, пастоподібної маси або тричі пропускають крізь м'ясорубку з отворами діаметром 1,5-2,0 мм. Одержаний фарш ретельно перемішують та беруть наважки.

Тушки птиці розрізають симетрично вздовж грудної лінії. Від напівтушки відокремлюють нутрощі, кістки, сухожилки. Всю їстівну частину, включаючи шкіру, підшкірну клітковину та внутрішній жир подрібнюють на гомогенізаторі до отримання однорідної, пастоподібної маси або тричі пропускають крізь м'ясорубку.

Для аналізу беруть необхідні наважки.

Підготовка проб консервованих м'ясних продуктів

При аналізі консервів рідку частину зливають в склянку або фарфорову чашку, вилучаючи неїстівну частину, якщо така є. Тверду частину, що залишилась, пропускають через м'ясорубку. Змелену масу змішують з рідкою частиною і розтирають у фарфоровій ступці до одержання однорідної маси. Консерви, в яких важко відокремити рідку частину від твердої, цілком пропускають через м'ясорубку перемішують та беруть наважки.

Підготовка проб молока та молочних продуктів до хімічного аналізу

Стандартом передбачено взяття точкової та об'єднаної проби.

Точкова проба - це проба, взята один раз із певної частини продукції (із цистерни, фляги, моноліту масла).

Об'єднана проба - це проба, ШП складена із серії точкових проб, розміщених в одній тарі.

Точкові проби рідких, в'язких і згущених продуктів відбирають кухлем або черпаком об'ємом 0,1; 0,25; 0,5 дм з жорсткою ручкою завдовжки від 50 до 100 см.

При складанні об'єднаної проби молока і молочних продуктів число точкових проб від кожної одиниці тари з продукцією, включеною для відбору, повинно бути однаковим.

Перед відбором проб молоко і рідкі молочні продукти перемішують протягом 1 хвилини шляхом п'ятиразового перевертання споживчої тари.

При осіданні жиру в молоці або вершках у споживчій тарі їх нагрівають на водяній бані, після чого продукт з пакетів зливають у посуд, утворюючи об'єднану пробу.

Точкові проби напівтвердих, твердих і розсипчастих молочних продуктів відбирають шпателями, ножами або щупом.

Точкові проби сиру, сирних виробів, домашнього сиру та сиру для плавлення в транспортній тарі відбирають щупом, опускаючи його до дна тари, у споживчій тарі - вивільнюють продукцію від тари і ретельно перемішують.

Перед тим, як відібрати проби згущених молочних консервів, закриті металеві банки масою 1000 г і більше, а також фляги з продуктом перевертають догори дном і залишають у такому положенні на одну добу. До відбирання проб згущені молочні консерви перемішують для рівномірного розподілу - можливого осаду лактози по всій масі продукту.

Якщо на дні банки із згущеними молочними консервами з цукром виявлений осад, банку занурюють у воду температурою $55 \pm 5^\circ\text{C}$ і знову перемішують до отримання однорідної маси, а потім охолоджують його до температури $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Точкові проби сухих молочних продуктів у транспортній тарі відбирають щупом із різних місць кожної одиниці транспортної тари з продукцією. Від згущених і сухих молочних консервів у споживчій тарі точкові проби відбирають щупом або ложкою після відкриття тари, переносячи їх у посуд для аналізу. Точкові проби вершкового масла, пластичних вершків у транспортній тарі відбирають щупом (якщо температура масла нижче 10°C , щуп нагрівають у воді при температурі $38 \pm 2^\circ\text{C}$); у споживчій тарі - ножом з кожного брикету.

Об'єднану пробу масла поміщають у водяну баню температурою $30 \pm 2^\circ\text{C}$. При постійному перемішуванні продукт нагрівають до пом'якшення і виділяють пробу для аналізу.

Точкові проби сиру відбирають з двох протилежних сторін кожної головки сиру, включеної у вибірку, щупом.

Підготовка проби молока і молочних продуктів для визначення фізико-хімічних показників.

Проби молока, рідких залишків незбираного молока, вершків, сметани, кисломолочних напоїв, морозива перемішують шляхом перевертання посуду з пробами не менше трьох разів або переливання продукту в інший посуд і назад не менше двох разів.

Проби молока і молочних продуктів доводять до температури $20\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Проби кисломолочних напоїв і сметани, що мають густу консистенцію, а також проби продуктів з відстояним шаром вершків, нагрівають на водяній бані до температури $32\pm 2^{\circ}\text{C}$, після чого охолоджують до $20\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Проби сиру, сиркової маси, плавлених сирів розтирають у ступці до отримання однорідної консистенції, попередньо видаливши за допомогою пінцета, шпателя або ложки із проб продукції наповнювачі: родзинки, горіхи, курагу.

Проби згущених і сухих молочних продуктів розтирають у ступці і ретельно перемішують.

Проби молочного цукру (лактози) і казеїну, що потрібні для аналізу, подрібнюють у ступці або лабораторному млині. Порошок просівають через сито з отворами діаметром від 0,40 до 0,50 мм.

Підготовка проб яєць та яєчних продуктів до хімічного аналізу

Відбір проб рідких яєчних продуктів

З різних місць кожної, відібраної у вибірку пакувальної одиниці, відбирають стерильним пробовідбірником не менше трьох проб (стовпчиків) продукту. Маса точкової проби повинна бути не більше 200г. Відібрані проби з'єднують у стерильному посуді, заморожені проби розморожують, ретельно перемішують і одержують об'єднану пробу, яку поміщають у стерильний посуд з притертою пробкою. Із об'єднаної проби відбирають не менш, ніж 200г для проведення аналізу.

Відбір проб сухих яєчних продуктів

З вибірки стерильним пробовідбірником відбирають не менше трьох точкових проб, взятих з кожної одиниці упаковки в рівній кількості. Маса точкової проби повинна становити не більш, ніж 200 г. Відібрані проби об'єднують у стерильній тарі, ретельно перемішують і одержують об'єднану пробу. Із об'єднаної проби відбирають, не менше 50г для проведення аналізу.

ОРГАНОЛЕПТИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Тема. *Визначення здатності розрізняти основні види смаку (перевірка на «смаковий дальтонізм»)*

Мета: визначити індивідуальну здатність розрізняти основні види смаку

Контрольні запитання

1. Використання органолептичного контролю якості харчових продуктів.
2. Умови проведення органолептичного контролю.
3. Охарактеризувати основні види смаку.
4. Методика визначення індивідуального порогу смакової чутливості.
5. Особливості визначення порогу різниці інтенсивності смаку.

Методика виконання роботи

З метою визначення здатності розпізнавати основні види смаку (солодкий, солоний, кислий, гіркий) готують основні розчини смакових речовин необхідної концентрації.

Солодкий смак – 10-% розчин сахарози :10г сахарози зважити на технічних вагах, перенести в мірну колбу на 100 мл, розчинити повністю наважку і довести до мітки дистильованою водою.

Солоний смак – 1-% розчин натрію хлориду: 1г NaCl зважити на технічних вагах, перенести в мірну колбу на 100 мл і після розчинення наважки довести до мітки дистильованою водою.

Кислий смак – 1-% розчин лимонної кислоти: 1г лимонної кислоти зважити на аналітичних вагах, перенести в мірну колбу на 100 мл та після розчинення наважки довести до мітки дистильованою водою.

Гіркий смак – 10-% розчин магнію сульфату: 10г магнію сульфату зважити на аналітичних вагах, перенести в мірну колбу на 100 мл та після розчинення наважки довести до мітки дистильованою водою.

Для приготування смакових розчинів слід використовувати свіжоприготовлену дистильовану воду, нейтральну за смаком та запахом.

Для цього до 1 л дистильованої води додати 0,1 г активованого вугілля, після перемішування впродовж 20 хвилин, розчин профільтрувати.

Для проведення проби на «смаковий дальтонізм» із основних розчинів готують робочі далі (роб. р-н), із вказаними концентраціями згідно таблиці 1.

Таблиця 1. Концентрація робочих розчинів для проведення проби на «смаковий дальтонізм».

Вид смаку	солодкий	солоний	кислий	гіркий
Назва речовини	сахароза	натрій хлорид	лимонна кислота	магній сульфат
Об'єм основного розчину (мл)	6,0	16,0	3,0	5,0
Концентрація робочого розчину, %	0,6	0,16	0,03	0,5
Кількість розчину (мл) для дегустатора	50	50	75	100

Приготовлені робочі розчини розлити в дев'ять колб на 100мл з притертим горлом: розчини трьох видів смаку повинні бути повторені двічі, а один - тричі. Наприклад, розчини солодкого, солоного та гірконого смаку розливають у дві колби кожний, а розчин кислого смаку – в три колби. Всі дев'ять колб з розчинами позначають умовними номерами.

Особи, що проходять тестування, по черзі пробують на смак приготовлені розчини, для цього в ложку із нержавіючої сталі послідовно наливати по 5-10 мл кожного розчину. Щоб скласти вірне враження про смак необхідно дотримуватись однієї і тієї ж умови: величина ковтка повинна бути близько 5мл та затримка робочого розчину в ротовій порожнині повинна складати завжди 10-15 секунд.

Пробу не слід ковтати, а тільки смакувати її на язичі. Під час тестування не обмінюватись враженнями.

При аналізі великої кількості проб смакові рецептори можуть адаптуватися до різних смакових відчуттів, тому між пробами окремих розчинів необхідно робити паузу тривалістю 1-2 хвилини та періодично прополіскувати ротову порожнину теплою водою.

Не рекомендується проводити тестування безпосередньо до або після їжі. Результати проби записати в анкету.

Анкета перевірки на «смаковий дальтонізм»

ПІБ

Дата ... Час.....

Смак	Умовний номер розчину	Правильність відповіді
Солодкий		
Солоний		
Кислий		
Гіркий		

Вірне визначення всіх дев'яти зразків з чотирма видами смаку або ідентифікація їх не більше, ніж з двома помилками означає виконання

сенсорного мінімуму на здатність визначати 4 основні смаки, тобто відсутність «смакового дальтонізму». Якщо зроблено більше, ніж 2 помилки, тест не пройдено.

Особи що пройшли тест на «смаковий дальтонізм», визнаються здатними до ідентифікації смаків та для перевірки смакової чутливості.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Тема. Визначення індивідуального порогу смакової чутливості та порогу різниці інтенсивності смаку

Мета: на основі проведеної органолептичної оцінки різних харчових речовин визначити індивідуальний поріг смакової чутливості та поріг різниці інтенсивності смаку

Визначення індивідуального порогу смакової чутливості

Для визначення індивідуальної величини порогу смакової чутливості необхідно приготувати робочі розчини смакових речовин згідно таблиці 2.

Записати відповідно до даного номера концентрацію приготовлених робочих розчинів у зошиті.

Таблиця 2. Концентрація смакових речовин для перевірки порогу смакової чутливості.

№ п/п	Концентрація робочих розчинів %				Об'єм (в мл) основного розчину для приготування 100 мл робочого розчину			
	смак							
	солодкий	солоний	кислий	гіркий	солодкий	солоний	кислий	гіркий
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,1	0,05	0,010	0,1	1,0	5,0	1,0	1,0
3	0,2	0,08	0,012	0,13	2,0	8,0	1,2	1,3
4	0,3	0,1	0,014	0,17	3,0	10,0	1,4	1,7
5	0,4	0,12	0,016	0,21	4,0	12,0	1,6	2,1
6	0,5	0,14	0,018	0,27	5,0	14,0	1,8	2,7
7	0,6	0,16	0,020	0,35	6,0	16,0	2,0	3,5
8	0,7	0,18	0,022	0,45	7,0	18,0	2,2	4,5
9	0,8	0,20	0,024	0,57	8,0	20,0	2,4	5,7
10	0,9	0,22	0,026	0,73	9,0	22,0	2,6	7,3

Основні розчини смакових речовин:
 Солодкий смак – 10-% розчин сахарози
 Солоний смак – 1-% розчин натрію хлориду
 Кислий смак – 1-% розчин лимонної кислоти
 Гіркий смак – 10-% розчин магнію сульфату

Методика виконання роботи

Визначення проводити окремо по кожному виду смаку, але за одне випробування не більше, ніж по двох видах смаку. Пауза при переході від одного смаку до іншого повинна складати не менше 10-15хвилин. Умови проведення тестування описані в лабораторній роботі №1.

Випробувач не повинен знати які речовини і в якій послідовності дані йому для визначення.

Спочатку подавати воду, а потім розчини з послідовно зростаючою концентрацією, починати від величини нижче граничної до величини вище граничної.

Випробувач повинен визначити наявність смаку та дати характеристику його якості (солодкий, солоний, кислий, гіркий), а також визначити інтенсивність смаку по умовній шкалі вражень: смак відсутній – 0; дуже слабкий – +; смак ідентифіковано ++.

Правильна ідентифікація смаку повинна бути не нижче ніж гранична концентрація:

для розчину сахарози – 0,4%
 для розчину NaCl – 0,1%
 для розчину лимонної кислоти – 0,02%
 для розчину MgSO₄ – 0,35%

Випробувач заповнює анкету перевірки порогу смакової чутливості визначуваного зразку.

Вид смаку										
Номер зразка	_____	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Відповідь										

У графі «відповідь» поставити знак:

0 – якщо враження повністю відсутнє

+ – якщо смак сприйнято (поріг чутливості)

++ – якщо смак ідентифіковано (поріг ідентифікації, або розпізнавання)

Зробити висновок.

Визначення порогу різниці інтенсивності смаку

Поріг різниці визначають за допомогою розчинів хімічно чистих смакових речовин, що представлені у двох концентраціях вищих за граничну.

Приготувати чотири основних розчини смакових речовин тієї ж концентрації, що і у лабораторній роботі №1.

Концентрації робочих розчинів, що готуються шляхом розведення основних розчинів наведені в таблиці 3.

Пронумерувати кожну пробу, записати вид смаку та концентрацію, що відповідає даному зразку смаку.

Визначення порогів різниці інтенсивності смаків проводити методом парної проби. Для цього приготувати розчини з двома концентраціями в 7-ми парних повторюваностях по кожному виду смаку. Між окремими видами смаку повинні бути інтервали не менше 10 хвилин.

Таблиця 3 Концентрація смакових речовин для визначення порогів різниці інтенсивності смаку.

Вид смаку	Назва розчину	Концентрація робочих розчинів, %		Об'єм (мл) осн. р-ну для приготування 100 мл робочого розчину	
солодкий	розчин сахарози	0,5	0,75	5,0	7,5
солоний	розчин NaCl	0,15	0,25	15,0	25,0
кислий	розчин лимонної кислоти	0,018	0,026	1,8	2,6
гіркий	розчин MgSO ₄	0,40	0,50	4,0	5,0

Випробувач, оцінює всі види парних проб, відмічаючи в таблиці знаком «+» номери зразків, що характеризуються найвищою інтенсивністю смаку в кожній парі пробі. Для кожного виду смаку заповнюється окрема анкета.

Результати записати в анкету перевірки на визначення порогу різниці інтенсивності смаку методом парної проби.

Код зразка						
I 1	II 3	III 5	IV 7	V 9	VI 11	VII 13
2	4	6	8	10	12	14

Результат вважається добрим, коли вірно визначається шість із семи пар зразків по кожному виду смаку. Зробити висновок.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Тема. Вивчення здатності визначати запахи

Мета: провести органолептичну оцінку за запахом різних зразків та перевірити індивідуальний поріг різниці інтенсивності сприйняття запаху

Контрольні запитання

1. Основні групи запахів.
2. Від чого залежить інтенсивність запаху?.
3. Що таке поріг відчуття запаху?
4. Умови проведення органолептичного контролю за запахом харчових продуктів.
5. Що таке поріг відчуття запаху?

Розрізняють сім основних груп запахів, поєднання яких породжує всі існуючі відтінки:

камфорний - (гексахлоретан),

мускусний - (мускон),

квітковий – (альфаамілпіридин),

м'ятний (ментол),

ефірний – (діетиловий ефір, CCl_4),

гострий (мурашина кислота),

гнилосний (бутил меркаптан, сірководень).

Звичайна людина розрізняє легко до 1000 запахів, а спеціаліст – до 10000.

Наука про запахи – **сенсорика** – дозволяє вивчати в деталях складні запахи харчових продуктів, створювати нові аромати та синтезувати різні запахи.

Інтенсивність запаху залежить від кількості летких речовин, що виділяються із продукту та від їх хімічної природи. Речовини із запахом мають свої порогові концентрації. Поріг відчуття запаху виражається в міліграмах речовини, що міститься в 1 м^3 повітря.

Органи нюху більш чутливі ніж органи смаку. Наприклад запах ваніліну відчувається при його концентрації $0,0000002\text{ мг/м}^3$.

Для кращого сприйняття запаху створюють умови що сприяють випаровуванню легких речовин, наприклад збільшують поверхню продукту або підвищують його температуру.

Наприклад запах олії визначають після розтирання її на тильному боці долоні, а запах муки та крупи – після зігрівання їх на долоні диханням. Для

визначення запаху продукту щільної консистенції (м'ясо, риба) застосовують «пробу голкою» або «пробу на ніж». Для цього дерев'яну голку, або нагрітий ніж водять у такі місця продукту, котрі найбільш підлягають псуванню, та після вилучення визначають запах.

Методика виконання роботи

Визначення чутливості до запаху

При визначенні чутливості до запаху використовують запахи есенції, концентратів ароматичних речовин, екстрактів та приправ для продуктів.

У чисті (без запаху) скляні бюкси на 100 мл з притертим корком помістити шар чистої вати. Потім на вату наносять ароматичну речовину, щільно закривають притертим корком, дають час настоятися. Записати цифру кожного бюкса та вид запаху даного зразка.

При проведенні випробування всі зразки виставити на стіл та по черзі, відкоркувати кожний бюкс, розпізнати запахи та розмістити їх від найменшої концентрації, до найбільшої.

Сприйняття запаху можливе тільки при певному способі вдихання. Краще всього запахи відчуються при багатократному, короткому та сильному втягуванні носом повітря з ароматичними речовинами.

Правильне розпізнавання восьми із десяти зразків свідчить про здатність вірно визначати запахи. Результати записують у таблицю 4.

Таблиця 4. Розпізнавання продуктів за запахом.

Код зразка	Вид запаху	Інтенсивність запаху

Перевірка порогів різниці інтенсивності запаху

З метою перевірки здатності визначати пороги різниці запаху використовують різні специфічні ароматичні речовини:

гексахлоретан,

мускон,

альфаамілпіридин,

ментол,

діетиловий ефір, CCl₄,

мурашина кислота,

бутил меркаптан, сірководень.

У якості розпізнавання «гострого запаху» приготуємо основний розчин в якому масова частка оцтової кислоти складає 10%. Після цього з основного розчину приготувати робочі згідно таблиці 5.

Таблиця 5. Концентрація оцтової кислоти для визначення порогів різниці інтенсивності запаху.

Назва розчину	Концентрація робочих розчинів, %		Кількість оцтового розчину (мл) для приготування 100 мл робочого розчину	
	розчин 1	розчин 2	розчин 1	розчин 2
CH ₃ COOH	0,05	0,15	0,5	1,5
	0,25	0,40	2,5	4,0
	0,55	0,75	5,5	7,5
	0,9	1,05	9,0	10,5

Приготовлені розчини позначають умовними номерами.

Випробувач підходить до серії розчинів які розміщують в ряд від меншої концентрації, до більшої. Результати записати у табл. 6.

Таблиця 6. Визначення порогів різниці інтенсивності запаху

Номер зразка записується в порядку зростання інтенсивності запаху

Тест пройдено, якщо вірно розгадано шість зразків із восьми. Зробити висновки до роботи.

БІЛКИ

Білки - складні азотні високомолекулярні полімери, що складаються з амінокислот. Вони складають приблизно 20 % маси людського тіла і більше 50 % сухої маси клітини.

Роль білків в організмі людини надзвичайно велика, оскільки функції їх багатоманітні. Протеїни входять до складу ядра, протоплазми, мембран клітин всіх органів і тканин, отже, найважливіша функція білків - **пластична**. Білки беруть участь в процесах **відтворення** живої матерії, входять до складу нуклеопроїнів. Білки кісток, хрящів виконують **опорну** функцію. Актин і міозин забезпечують **скорочення м'язів**. Білкам властива **каталітична активність**, оскільки всі ферменти є білками.

Захисні реакції організму пов'язані з білками: зокрема, антитіла, що утворюються під час входження до організму чужорідних речовин, є протеїнами. Отже, вони забезпечують **стійкість** організму до дії інфекційних чинників. Білки утворюють з токсинами малоактивні комплекси, які виводяться з організму, отже, вони виконують **антитоксичну функцію**.

Процес *згортання крові*, який протікає з участю білків плазми, перешкоджає великим втратам крові. Деякі білки плазми крові і формених елементів забезпечують перенесення живильних речовин, кисню, оксиду вуглецю, продуктів обміну речовин, стероїдних гормонів, металів, отже, виконують *транспортну функцію*.

Білки їжі впливають на процеси *збудження і гальмування* в корі головного мозку. Багато гормонів і їх похідні також є протеїнами. Таким чином, здійснюється *регуляторна* функція білків.

У організмі білок є *джерелом енергії*. При окисленні 1 г білків виділяється 4 ккал тепла. В тканинах людини білки не відкладаються «про запас», тому необхідне щоденне їх надходження з їжею. Лише деякі тканини живих організмів здатні накопичувати білки (овоальбулін яєць, казеїн молока, білки насіння рослин), тобто білки виконують *запасаючу роль*.

Білкам властива *рецепторна* функція, особливо глікопротеїнам, завдяки чому вони здатні приєднувати певні речовини.

Білки виконують *гомеостатичну* (буферну) функцію, оскільки сприяють підтримці постійності внутрішнього середовища організму (плазми крові, травних секретів).

Без достатньої кількості протеїнів не можуть бути використані вітаміни, мінеральні речовини, необхідні для процесів обміну речовин, тобто білки сприяють повнішому прояву біологічних властивостей інших нутрієнтів, що надходять з їжею. Таким чином, білки відносяться до життєво необхідних речовин, без них неможливі життя, зростання і розвиток організму.

Білки тканин постійно поновлюються. Інтенсивність цього процесу в різних тканинах неоднакова. Епітелій кишечника поновлюється швидко (кожні 3...5 діб), а колаген - білок сполучної тканини і кісток - дуже поволі. Вважають, що в середньому за 3 тижні обновляється 50 % білків організму.

Синтезуються білки в організмі з амінокислот, які утворюються при дисиміляції білків харчового раціону і при розщепленні білків власних тканин. За рахунок реутилізації амінокислот, які утворюються унаслідок обміну речовин, синтезується 2/3...3/4 власних білків організму, отже, за рахунок харчового раціону повинна поступати така кількість амінокислот, яка може забезпечити синтез 1/3...1/4 білків власних тканин.

Для вивчення потреби організму в білках вимірюють їх *баланс*, тобто порівнюють кількість протеїнів, що поступили в організм і продуктів їх розпаду, що виділилися.

У здорової дорослої людини при повноцінному раціоні харчування існує *азотна рівновага*, тобто кількість азоту спожитих білків, що всмокталися в тонкому кишечнику, дорівнює кількості азоту, що виділився з сечею.

У молодому організмі, що росте, переважають пластичні процеси, йде накопичення білкової маси м'язів, утворюються гормони, ферменти і інші сполуки. Внаслідок цього спостерігається *позитивний азотний баланс*, тобто азоту з організму виводиться менше ніж поступає з їжею.

При недостатці білків в раціоні, а також у літніх і старих людей азотний баланс стає *негативним*. Такий азотний баланс розвивається також при

недостачі будь-кого незамінного нутрієнта: амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин, а також при порушенні засвоюваності їжі унаслідок деяких захворювань. Тривалий негативний азотний баланс веде до загибелі організму.

Показники біологічної цінності білків

Біологічна цінність білків залежить від:

- наявності в них незамінних амінокислот;
- співвідношення незамінних і замінних амінокислот;
- атакованості харчових білків травними ферментами;
- засвоюваності продуктів гідролізу білків;
- вмісту в них антипротеаз, антивітамінів і алергізуючих чинників.

За вмістом білка продукти ділять на декілька груп:

- що містять більше 15% білка. До цієї групи входять тверді сири (26%), сир (18%), м'ясо кроля (21%), м'ясо птаха (18-21%), яловичина (19-20%), квасоля (22%);

- що містять 10-15% білка. В цю групу включають свинину (15%), ковбаси (10-12%), яйця (13%);

- що містять помірну кількість білка (5-10%). До цієї групи входять хлібобулочні вироби (6-8%), крупи (7-10%).

Бідні на білок більшість овочів, фруктів і ягід. При оцінці продуктів і всього раціону враховують не тільки кількість, але особливо якість білків.

За якістю білки продуктів поділяють на чотири класи:

Перший з них склали білки, що володіють **аліментарною специфічністю** зокрема білки молока і яйця. Молоко, яйця знижують активність хімічних реакцій в організмі, результатом яких є утворення простих речовин із речовин складніших, тобто процесів катаболізму.

До **другого** класу відносяться білки яловичини, риби, сої, рапсу і насіння бавовнику. Ці харчові білки тваринного і рослинного походження відрізняються **найкращим співвідношенням незамінних** амінокислот (амінограмою) і відповідно найвищою біологічною цінністю. Проте ці білки відрізняються так званою відсутністю **феномена компенсації**. Організм не бере участі у виправленні неідеальної амінограми цих білків за рахунок фонду власних незамінних амінокислот і не забезпечує зниження їх катаболізму.

Третій клас – харчових білків складають білки з гіршим, ніж в попередніх класах, балансом незамінних амінокислот; **меншою біологічною цінністю** і ще нижчими величинами феномена компенсації. Це в основному білки зернових культур.

У **четвертий** клас харчових білків включені білки в харчовому відношенні неповноцінні, дефектні, такі що **не містять незамінних амінокислот**, з нульовою біологічною цінністю. Такими білками є, наприклад, білки желатину.

Незамінні (есенціальні) амінокислоти не синтезуються в організмі, у зв'язку з чим необхідне їх надходження з їжею. До числа есенціальних

амінокислот відносять: метіонін, лізин, триптофан, фенілаланін, лейцин, ізолейцин, треонін, валін. До них зараховують також гістидін і аргінін, які не синтезуються в дитячому організмі. Основні джерела незамінних амінокислот наведені в таблиці 7.

Таблиця 7. Джерела незамінних амінокислот.

<i>Амінокислота</i>	<i>Харчові джерела</i>
Валін	Сир, м'ясо, яйця, риба, боби
Лейцин	Сир, м'ясо, яйця, риба, боби
Ізолейцин	Сир, м'ясо, яйця, риба, боби
Лізин	Сир, м'ясо, риба
Метіонін	Молоко і молочні продукти, м'ясо, яйця, риба
Треонін	Сир, м'ясо, яйця, риба, боби
Триптофан	Молоко і молочні продукти, м'ясо, яйця, риба, боби
Фенілаланін	Сир, м'ясо, риба, боби

Деякі автори пропонують до дефіцитних) амінокислот віднести також цистин і тирозин.

Кожна незамінна амінокислота виконує в організмі певну визначену функцію:

- за відсутності валіну зменшується інтенсивність асиміляції, порушується координація рухів, підвищується шкірна чутливість (гіперстезія).
- відсутність ізолейцину і метіоніну приводить до негативного азотного балансу. Брак лейцину виявляється затримкою зростання і зменшенням маси тіла, наявністю дегенеративних змін в нирках і в щитовидній залозі.
- нестача лізину призводить до зменшення кількості еритроцитів і вмісту в них гемоглобіну, затримки росту, негативного азотного балансу, дистрофії м'язів і порушення кальцифікації кісток.

Метіонін є джерелом рухомих метильних груп, необхідних для синтезу холіну, отже, і лейцину, тобто ця амінокислота має ліотропні властивості – нормалізує обмін жирів і фосфоліпідів, виконує важливу роль в профілактиці і лікуванні атеросклерозу. Метіонін необхідний також для утворення адреналіну.

Треонін впливає на інтенсивність синтезу білка в організмі. Його відсутність або нестача приводить до затримки росту і зменшення маси тіла. Триптофан необхідний для утворення ніацину, впливає на ріст і азотну рівновагу. Фенілаланін впливає на функції щитовидної залози і надниркових

через тирозин, який з нього утворюється. З тирозину утворюються так само тироксин і адреналін.

У шлунково-кишковому тракті білки харчових продуктів поступово розщеплюються на амінокислоти, які поступають в кров і використовуються для побудови протеїнів самого організму. Для повного засвоєння білка їжі вміст в ньому амінокислот повинен бути збалансованим. Вміст білка і незамінних амінокислот в продуктах тваринного походження (на 100г) у таблиці 8.

Недостача навіть однієї незамінної амінокислоти погіршує використання інших. Білки високої біологічної цінності (білки яєць і молока, м'яса і риби) відрізняються збалансованістю амінокислот, хорошою засвоюваністю.

Таблиця 8. Вміст білка і незамінних амінокислот в продуктах тваринного походження (на 100 г).

Продукт и	Вміст								
	Білок, мг	Валін, мг	Ізолейцин, мг	Лейцин, мг	Лізин, мг	Метіонін, мг	Треонін, мг	Триптофан, мг	Фенілаланін, мг
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Молоко паст. 2,5 % жирн.	2,82	163	161	276	222	74	130	43	146
Вершки 20 % жирн.	2,80	185	162	249	198	62	117	36	124
Сметана 30 % жирн.	2,40	153	139	217	170	54	100	31	106
Сир жирний	14,0	838	690	1282	1008	384	649	212	762
Сир нежирний	18,0	990	1000	1850	1450	480	800	180	930
Кефір жирний	2,8	135	160	277	230	81	110	43	141
Сир голландський	26,8	1414	1146	1780	1747	865	1067	788	1280
Сирпоше хонець	26,0	1274	988	1957	1572	983	894	700	1195

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Яловичина II категор.	20,0	1100	862	1657	1672	515	859	228	803
Свинина	14,3	831	708	1074	1239	342	654	191	580
Баранина I категор.	15,6	820	754	1116	1235	356	688	198	611
Печінка ялович	17,9	1247	926	1594	1433	438	812	238	928
Ковбаса молочна	11,7	742	417	798	858	60	458	164	397
Сосиски молочні	11,4	630	313	757	839	111	357	203	369
Курчата бройлери I категор	17,6	818	621	1260	1530	447	783	283	649
Кури I категорії	18,2	877	653	1412	1588	471	885	293	744
Качки	15,8	766	662	1278	1327	370	705	174	608
Яйця курячі	12,7	772	597	1081	903	424	610	204	652
Короп свіжий	16,0	1100	800	1800	1900	500	900	180	800
Минтай морськ	15,9	900	1100	1300	1800	600	900	200	700
Окунь морськ	18,2	1100	1100	1600	1700	500	900	170	700

В умовно ідеально харчовому білку повинні виконуватись співвідношення:

- незамінні амінокислоти триптофан, метіонін, лізин - 1,0 : 3,5 : 5,5;
- білки м'яса сільськогосподарських тварин - 1,0 : 2,5 : 8,5;
- білки прісноводних риб - 0,9 : 2,8 : 10,1;
- білки курячого яйця - 1,6 : 3,3 : 6,9;
- білки свіжого молока - 1,5 : 2,1 : 7,4;
- білки нероздробленого пшеничного зерна - 1,2 : 1,2 : 2,5;
- білки сої - 1,0 : 1,6 : 6,3.

Менш повноцінні рослинні білки, що мають недостатньо збалансований амінокислотний склад. Більшість рослинних білків має недостатній вміст однієї або навіть двох-трьох незамінних амінокислот (табл. 9). Так, білок пшениці містить всього лише близько 50 % лізину в порівнянні з його кількістю у складі «ідеального» білка; в білці картоплі і більшості бобів (горох, квасоля) недостатньо метіоніну і цистину (близько 70 % оптимальної кількості).

Недостача лізину - основна причина низької цінності білків хліба. Крім того, білки рослинних продуктів важко перетравлюються.

Таблиця 9. Вміст білка в продуктах рослинного походження

<i>Продукт (в 100 г)</i>	<i>Вміст білка(г)</i>	<i>Продукт (в 100 г)</i>	<i>Вміст білка(г)</i>
Хліб з житньої муки	6,6	Часник	6,5
Хліб з пшеничної муки	7,9	Гарбуз	1,0
		Кавун	0,7
Батон нарізний з муки	7,7	Диня	0,6
пшеничної I сорту	5,0	Абрикоси	0,9
Горох зелений	1,7	Вишня	0,9
Капуста білокачанна	2,0	Груша	0,4
Картопля	1,4	Слива	0,8
Цибуля ріпчата	1,3	Черешня	1Д
Морква червона	1,3	Яблука	0,4
Перець зелений солодкий	3,7	Виноград	0,2
Петрушка (зелень)	1,2	Малина	0,8
Редиска	1,5	Смородина чорна	1,0
Буряк	1,1		
Томати ґрунтові		Шипшина	3,4

Разом з незамінними дуже важливим є достатнє надходження з їжею замінних амінокислот, оскільки при їх недостатчі в раціоні для утворення білків витрачаються в більшій кількості незамінні амінокислоти. Таким чином, має значення не тільки певна збалансованість незамінних амінокислот в продукті, але і співвідношення їх із замінними амінокислотами. Дотримання цієї вимоги

сприятиме задоволенню потреби в незамінних амінокислотах унаслідок їх заощадження.

Організм в якості пластичного («будівельного») матеріалу в змозі використовувати 92-100% білків курячого яйця, до 90% білків сквашеного молока, 83% білків свіжого молока, 76% білків яловичини, 75% білків сиру, 66% білків вівсяних пластівців «Геркулес» і 52-65% білків виробів з пшеничної муки. Низька утилізація білків яловичини пояснюється тим, що травний тракт людини не виробляє ферментів, які розщеплюють сполучнотканинні білки еластин і колаген, що входять до складу сухожиль і хрящів.

На ступінь засвоюваності організмом харчових речовин, зокрема білків, значно впливає характер і тривалість кулінарної обробки продуктів. Застосовуючи ті або інші її способи, можна підвищити ступінь засвоєння харчових речовин і, отже, понизити кількість споживаної їжі або, навпаки, погіршити її засвоюваність.

Денатурація білкових молекул, що викликається тепловою обробкою, кислотами (при маринуванні), збиванням полегшує доступ травних ферментів до пептидних зв'язків і покращує, таким чином, засвоєння цих харчових речовин.

Після нагрівання продукту не вище 70°C травлення протікає більш інтенсивно, але цього недостатньо для того, щоб довести страву до готовності. При нагріванні до 100°C, передбаченому технологією приготування їжі, білки ущільнюються тим сильніше, чим довша теплова обробка і чим вища температура. Це погіршує умови впливу протеолітичних ферментів.

Подовження часу теплової обробки тваринних продуктів викликає також помітне погіршення харчової цінності білків, унаслідок руйнування ряду незамінних амінокислот - в молоці, сирі, руйнується не тільки лізин, але і малостійка до нагрівання амінокислота - метіонін. В результаті чого помітно знижується засвоюваність молочного білка-казеїну.

Надмірна теплова обробка (наприклад смаження) погіршує засвоюваність білків унаслідок утворення на поверхні продуктів щільної кірки, що утрудняє проникнення ферментів.

Варене м'ясо або риба засвоюється краще, ніж смажені, оскільки сполучна тканина, що міститься в них, при вариві, набуває желеподібного стану, білки при цьому частково розчиняються у воді і легше розщеплюються протеолітичними ферментами. Подрібнення м'яса, риби полегшує процес травлення, тому страви з котлетної маси засвоюються краще, ніж з натурального шматка.

Разом з тим при тривалій або високотемпературній тепловій обробці (наприклад, при смаженні) частина білків може вступити в реакцію з вуглеводами і іншими речовинами, присутніми в харчових продуктах, унаслідок чого утворюються так звані меланоїдини, незасвоєвані організмом.

Не всі амінокислоти білків однаково реакційно-здатні при тепловій обробці. Найлегше вступає в реакцію лізин. Відносно нестійкі до теплових дій метіонін і цистин. Якщо білок натурального молока практично не має дефіциту

незамінних амінокислот, то білок сухого молока містить помітно менше метіоніну і цистину (83-85% оптимального вмісту).

Аналогічні зміни відбуваються у білці більшості варених ковбас; якщо порівнювати його з білком початкового м'яса, то в ньому бракує до 50% метіоніну і цистину. Добре просмажений ростбїф втрачає 10% біологічної цінності.

Таким чином, біологічна цінність продуктів, що піддаються тривалій або високотемпературній обробці, помітно знижується.

У основних продуктах харчування білки складають в середньому 95% азотних речовин. Лише в овочах і фруктах вони складають в середньому 50% цієї групи речовин. Небілкових азотних речовин небагато, але деякі з них помітно впливають на організм. Це нуклеїнові кислоти, пуринові основи, креатинін, нітрати і ряд інших сполук.

Нуклеїнові кислоти завжди містяться в тваринних тканинах і тому постійно зустрічаються в харчових продуктах. Якнайбільше їх міститься в м'ясних і рибних субпродуктах таких, як печінка і нирки, - в середньому 800-900 мг %, в м'ясі риби - 300-400 мг %, в забійному м'ясі - 200-250 мг %, в сирі - близько 100 мг %, хлібі - 70 мг %, молоці і молочних продуктах 25-40 мг %, в картоплі і в більшості інших овочів - до 40 мг %.

Відносно багато пуринових основ в м'ясі і рибі (0,1...0,2%), в них міститься 0,2...0,6% креатиніну. Пуринових основ і креатиніну в м'ясних субпродуктах (печінці, нирках) - в два рази більше, ніж в м'язах. Пуринові основи і креатинін дуже легко переходять при варці в бульйон (до 50% початкової кількості). Ці речовини володіють сильним сокогінним впливом на травні залози, а це не завжди бажане для дітей і людей похилого віку. Крім того, надмірне споживання пуринових основ сприяє розвитку подагри, оскільки з них в тканинах утворюється сечова кислота.

Солі сечової кислоти можуть відкладатися в суглобових сумках, хрящах і м'яких тканинах навкруги дрібних суглобів. В результаті збільшується вірогідність захворювання подагрою, захворювань суглобів, сечокам'яної хвороби з утворенням каміння. В середньовіччя подагра вважалася «професійною» хворобою аристократів, які споживали багато м'яса.

Нітрати містяться в основному в рослинних продуктах. Багато нітратів в зелені: салаті (290 мг %), ревені (230 мг %), петрушці (180 мг %), цибулі (80 мг %), шпинаті (80 мг %), щавлі (50 мг %). З інших овочів їх якнайбільше в буряку (115 мг %), менше - в моркві (25 мг %), капусті (10 мг %), картоплі (2 мг %).

Проте при неправильному використанні азотних добрив вміст нітратів в овочах збільшується у декілька разів. В більшості фруктів міститься не більше 1 мг % нітратів.

У тваринних продуктах, за винятком деяких ковбас і м'ясних консервів, міститься звичайно менше 10 мг % нітратів.

Небажана роль великих кількостей нітратів полягає в тому, що в травному тракті вони можуть частково відновлюватися до нітриту і викликати метгемоглобінемію, що супроводжується зниженням розумової і фізичної

активності. Крім того, з нітриту порівняно легко утворюються N-нітросоаміни, які володіють високою канцерогенною активністю, тобто сприяють розвитку раку (перш за все в травному тракті).

Для визначення біологічної цінності білків використовують **хімічні і біологічні** (зокрема мікробіологічні) методи.

Хімічні методи базуються на визначенні кількості всіх амінокислот, що містяться в досліджуваному продукті.

Одержані дані порівнюють з гіпотетичним «ідеальним» білком, повністю збалансованим по амінокислотному складу. FAO/ВОЗ (Продовольча комісія при Всесвітній організації охорони здоров'я) запропонувала **стандартну амінокислотну шкалу**, з якою порівнюють склад досліджуваного білка. Потім обчислюють процентний вміст кожної з амінокислот по відношенню до її вмісту в білку, прийнятому за стандарт («ідеальний білок»). Ця величина названа амінокислотним скором (скор-рахунок). Лімітуючою амінокислотою біологічною цінністю білка вважається та, скор якої має якнайменше значення. Зазвичай розраховують скор для трьох найдефіцитніших амінокислот: лізину, триптофану і суми сірковмістних амінокислот. В курячих яйцях і жіночому молоці скор для всіх есенціальних амінокислот близький до 100 %.

FAO/ВОЗ запропонувала такий склад ідеального білка (мг/100г продукту): ізолейцин - 40, лейцин - 70, лізин - 55, метіонін + цистеїн - 35, фенілаланін + тирозин - 60, треонін - 40, триптофан - 10, валін - 50.

Для оцінки якості білка використовують також співвідношення суми незамінних амінокислот до суми замінних.

Біологічні методи враховують ступінь засвоєння білків організмом експериментальних тварин, вони дають об'єктивну характеристику їх якості у вигляді таких показників, як коефіцієнт ефективності білка, показник чистої утилізації білка і ін.

Важливим показником біологічної цінності білків є їх атакованість травними ферментами - здатність піддаватися гідролізу в шлунково-кишковому тракті. Перетравлюваність білків тваринного походження більша, ніж рослинних. Різною є і засвоюваність продуктів гідролізу протеїнів організмом.

У середньому засвоюється 92% білків їжі; засвоюваність білків тваринного походження складає 97%, рослинних - 83-85%. Це зумовлено значним вмістом баластних речовин в продуктах рослинного походження. Посилюючи перистальтику кишечника, ці речовини сприяють швидшому виведенню амінокислот, які не всмокталися, з організму. Крім того, клітковина, що входить до складу клітинних оболонок, погіршує проникнення травних ферментів всередину клітин, перешкоджає їх дії, особливо в бобах, грибах, крупах з цільних зерен. Клітковина знижує засвоюваність і інших компонентів їжі: жирів, вітамінів і мінеральних речовин. Білки хліба з муки I і II сортів засвоюються на 85%, овочів - на 80%, картоплі, хліба з шпалерної муки, бобів - на 70%. В бобах містяться також речовини, що гальмують дію травних ферментів. Найшвидше перетравлюються білки молочних продуктів і риби, м'яса, хліба і круп (швидше - білки пшеничного хліба і манної крупи). Тривала

варка, подрібнення, протирання покращують сумарну збалансованість амінокислот.

Оптимальний склад амінокислот містять молоко з крупами, макаронами, хлібом, борошняні вироби з сиром, м'ясом, рибою.

Для повнішого використання білків організмом необхідно усунути їх антипротеазну, антивітамінну активність і алергізуючу дію, що досягається достатньою тепловою обробкою.

Рекомендовані норми білків у добовому раціоні

В Україні прийняті норми білків, у відповідності до яких за рахунок білка їжі забезпечується 11 - 13% загальної енергетичної потреби організму.

Потреба у білку залежить від віку, статі, характеру трудової діяльності, кліматичних і національних особливостей харчування. Експериментально встановлений білковий мінімум, тобто мінімальне надходження білків з їжею, при якому встановлюється азотна рівновага.

Для підтримки рівноваги між процесами синтезу і деструкції білків необхідно, щоб з харчовим раціоном надходило не менше 0,5 г білків на 1 кг маси тіла. Проте при такому рівні протеїнів у раціоні процеси синтезу і деструкції білка не завжди урівноважені. Тому на цю мінімальну потребу вносять поправки, додаючи 10% - на дію стресів, 40% - на напружену працю, 30% - на недостатню засвоюваність білків їжі. Таким чином, безпечний рівень споживання білка повинен складати не менше 1 г на 1 кг маси тіла.

У дорослої практично здорової людини азотна рівновага підтримується під час надходження за 1 добу з їжею не менше 55-60г білка, біологічна цінність якого рівна 70%. За рекомендаціями 55% білка від норми, повинно бути тваринного походження.

Для дорослої людини рекомендуються наступні норми споживання амінокислот що забезпечують їх збалансованість (г/доб.): триптофану 1, лейцину 4...6, ізолейцину 3...4, валіну 3...4, треоніну 2...3, лізину 3...5, метіоніну 2...4, фенілаланіну 2...4, гістидину 1,5...2,0, аргініну 6. Оскільки замінні амінокислоти можуть синтезуватися в організмі, визначення потреби в них складає труднощі. Орієнтовно людині необхідно (г/доб): цистину 2.. 3, тирозіну 3...4, аланіну 3, серіну 3, глутамінової кислоти 16, аспарагінової кислоти 6, проліну 5, гліцину 3. Встановлені норми споживання амінокислот не є постійними. Потреба в них зростає при вагітності, інфекційних захворюваннях, авітамінозах, важких фізичних навантаженнях. Для забезпечення організму рекомендованим співвідношенням незамінних і замінимих амінокислот необхідно компенсувати недостатню їх кількість в одних продуктах за рахунок включення інших.

Потреба дітей в білку значно вища, ніж у дорослих у зв'язку з переважанням у організмі пластичних процесів. Вона складає від 4 до 1,5 г/кг маси тіла. Зростає потреба в білку при важкому фізичній праці, вагітності, лактації.

Комітет з живлення при ООН (ФАО) запропонував стандарти збалансованості незамінних амінокислот для людей у вікових періодах, коли процеси зростання припиняються. Величини потреби, приведені в цих стандартах, близькі до природної збалансованості незамінних амінокислот в білку яєць і жіночого молока.

У країнах що розвиваються, відхилення, у вмісті білків в їжі нерідко поєднуються з низькою калорійністю раціону, унаслідок чого розвивається білково-калорійна недостатність. За класифікацією ВІЗ вона визначається як комплекс патологічних станів, пов'язаних з підвищеною чутливістю організму до інфекції.

Тривалий дефіцит білків у їжі веде до ослаблення функцій ендокринної і травної систем, погіршенню засвоєння інших харчових речовин, особливо вітамінів і мінеральних солей, порушенню кровотворення, зниженню стійкості до інфекцій, погіршення розумової і фізичної працездатності.

Білкова недостатність різного ступеня можлива у вегетаріанців, які вживають тільки рослинну їжу, у вагітних жінок, у дітей і підлітків унаслідок переважання в споживанні кондитерських виробів. У дітей при білковій недостатності сповільнюється зростання, порушується кісткоутворення, сповільнюється розумовий розвиток. Дефіцит білка в живленні виявляється у більшості хворих на алкоголізм. Крім того, білкова недостатність може бути викликаний різними захворюваннями, тобто має неаліментарний характер. Так, порушення перетравлення і всмоктування білків можуть виникати при захворюваннях органів травлення.

Зростає використання білка і розвивається білкова недостатність при туберкульозі, більшості інфекційних захворюваннях, обширних опіках, злоякісних новоутвореннях, хворобах нирок, масивних крововтратах. До білкової недостатності призводять незбалансовані за складом і якістю малобілкові дієти, що використовуються при захворюваннях нирок і печінки.

У людей, що піддають себе самолікуванню голодуванням або прагнучих зробити свою фігуру «надтонкою», а також в деяких інших випадках можуть з'явитися ознаки білкової недостатності або найчастіше білково-калорійної недостатності (коли в харчуванні не вистачає і таких харчових речовин, як жири і вуглеводи). Ознаки білкової недостатності можуть виявлятися також у дітей, найчастіше в сільських районах, де в харчуванні переважає рослинна їжа.

У той же час надмірне вживання білка може викликати в організмі такі зміни як збільшення утворення аміаку в тканинах, токсичних продуктів в товстому кишечнику, підвищення навантаження на печінку, в якій відбувається їх знешкодження, і на нирки, через які вони виводяться їх організму.

Через велику реакційну здатність білків організм переносить надлишок їх набагато важче, ніж багатьох інших харчових речовин, наприклад жирів і вуглеводів. Особливо чутливі до надлишку білків маленькі діти і літні люди. При цьому в першу чергу страждає печінка і нирки. Ці органи збільшуються в розмірах, в них відбуваються небажані зміни. Тривалий надлишок білків в живленні викликає перезбудження нервової системи.

Постійне надмірне споживання білків, особливо тваринного походження, звичайно поєднується з підвищеним надходженням нуклеїнових кислот і сприяє накопиченню в організмі продукту обміну пуринів - сечової кислоти.

Надлишок білка в харчуванні веде також до ожиріння, оскільки зайва його кількість після відповідних перетворень частково використовується для синтезу жирів.

Нерідко матері відразу після закінчення грудного вигодовування (зауважимо, що грудне молоко містить всього 0,8 - 0,1 % білка) переходять до годування дітей високобілковими продуктами - молоком, сиром, яйцями, м'ясом, причому у великій кількості, і це не тільки надмірно прискорює дозрівання дитини, але і сприяє ожирінню, підвищеному ризику захворювань печінки і нирок і негативно впливає на розумовий розвиток.

Небажані прояви надлишку білкового харчування особливо помітні серед міського населення, особливо у людей з недостатньою фізичною активністю.

У даний час актуальним є підвищення білкової цінності харчових раціонів шляхом збагачення їх амінокислотними препаратами, створення нових високоцінних продуктів з використанням дешевих білкових продуктів або відходів їх переробки (соєа, шроти, макуха), раціонального комбінування харчових продуктів з урахуванням їх взаємозбагачувальної здатності, шляхом додавання до суміші рослинних білків, рибної муки, відходів молочного виробництва.

При використанні нетрадиційних джерел білка слід звертати увагу на:

- інтегральний склад продукту - загальний вміст білка та інших нутрієнтів;
- біологічну цінність білка, наявність лімітуючих амінокислот;
- алергенні властивості;
- наявність інгібіторів трипсину (соєва мука); чинників, що блокують йод і що призводять до розвитку зобу; гемаглютинінів, що призводять до затримки зростання; фенолових сполук, що володіють гормональними властивостями;
- вміст супутніх речовин, які не піддаються розщеплюванню травними ферментами людини (олігосахариди - рафіноза, стахіоза);
- значний вміст нуклеїнових кислот;
- наявність супутніх токсичних (госипол, циклопропенова кислота - шрот з насіння бавовнику), канцерогенних (кунжутівий шрот - сезамол, сезамін) і демінералізуючих речовин (кунжутівий шрот - щавлева кислота).
- забруднення хімічними (пестициди, радіонукліди, важкі метали) і біологічними (бактерії і їх токсини, мікотоксини) контамінантами;
- наявність техногенних добавок (консерванти).

За рубежом велике поширення набули молочно-білкові концентрати, харчовий казеїн, казеїнати, копреципітати в розчинній формі, білкові концентрати. Застосовують також білкові ізоляти і текстуровані продукти. 30 % білкової частини шкільних сніданків в США замінюють штучним м'ясом, одержаним на основі сої.

Таблиця 10. Вміст білка в нетрадиційних джерелах (в 100 г)

<i>Продукт</i>	<i>Вміст білка, г</i>	<i>Продукт</i>	<i>Вміст білка, г</i>
Соя	34,9	Бавовник	34,5
Соняшник	20,7	Рапс	22,5
Арахіс	26,3	Льон	22,0
Кунжут	19,4		
Кісточки винограду	12,0	Шрот соняшнику, льону, сафлори	більше 30,0
Макуха зародків кукурудзи	24,8	Вичавлювання насіння томатів	більше 40,0

У даний час назріла необхідність перегляду ряду традиційних рецептур, підбору доцільного (з позицій фізіології харчування) поєднання продуктів у стравах, використання адекватних методів технологічної обробки, що «економлять» біологічну і харчову цінність сировини, поліпшуючих засвоєння організмом його компонентів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Тема. Фракціонування білків хімічними та біологічними методами і визначення їх харчової цінності

Мета: розділити суміш альбумінів і глобулінів методом висолювання та вивчити дію ферментів на їх перетравлювання

Контрольні запитання

1. Класифікація білків.
2. Методи виділення білків.
3. Методи фракціонування білків.
4. Явище денатурації білків.
5. Які амінокислоти, що входять в склад білків, мають відчутне поглинання в ультрафіолетовій частині спектру.
6. Що таке номограма Адамса?

Дослід 1. Розділення альбумінів і глобулінів яєчного білка методом висолювання

Об'єкт дослідження: 3 % розчин яєчного білка в 1 % розчині NaCl

Обладнання і посуд: бюретки, скляні лійки, скляні палички, фільтри паперові, пальники.

Реактиви: оцтова кислота 1 %-й р-н, NaCl сухий порошок, амонію сульфат $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, насичений р-н, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ сухий порошок, дистильована вода.

Методика виконання роботи

1. До 1 мл розчину яєчного білка додають 9 мл дистильованої води. Спостерігають помутніння розчину унаслідок випадання осаду глобулінів. Глобуліни можуть розчинятися в слабких розчинах солей і не розчиняються в дистильованій воді.

2. До 1 мл яєчного білка додають натрію хлорид до насичення (до того моменту, коли сіль перестане розчинятися). Випадає білий аморфний осад глобулінів. Через 10 хвилин (час, необхідний для повного осадження глобулінів) осад фільтрують. Пробірку з фільтратом кип'ятять. Спостерігають випадання яєчного альбуміну.

3. До 1 мл яєчного білка додають рівний об'єм насиченого розчину сульфату амонію, випадає осад глобулінів. Осад фільтрують і до фільтрату додають порошок сульфату амонію до насичення. Утворюється осад яєчного альбуміну, який спливає вгору унаслідок високої густини рідини. Результати аналізу вносять в таблицю 11.

Таблиця 11. Результати досліджень розділення альбумінів і глобулінів

Назва білка	Ступінь насичення	Результат досліджу

Дослід 2. Вивчення перетравлювання альбумінів і глобулінів яєчного білка ферментами

Швидкість, з якою відбувається гідроліз харчових білків, це один з показників їх біологічної цінності, оскільки дає можливість передбачати ступінь утилізації білків тканинами живих організмів. Для вивчення цього показника на харчовий білок послідовно діють системою протеїнази, яка містить пепсин і трипсин. При цьому постійно видаляють методом діалізу з реактивного середовища продукти гідролізу. Цей спосіб імітує умови, при яких відбувається гідроліз харчових білків в організмі. Для проведення дослідження

використовують прилад «штучний шлунок», який має зовнішню і внутрішню посудини, розділені між собою напівпроникною мембраною. У внутрішню судину поміщають скляну електромішалку. Така конструкція приладу забезпечує безперервне перемішування маси, яка ферментується, і діаліз продуктів гідролізу білків.

Об'єкт дослідження: яєчний білок.

Обладнання і посуд: «Штучний шлунок», штатив з пробірками, водяна лазня.

Реактиви: соляна кислота 5 М розчин, пепсин кристалічний (активність не менше ніж 2500 од/мг білка), гідроксид натрію, 0,02 н розчин, бікарбонатний буфер (рН 8,2...8,6), трипсин кристалічний (активність 8 ТЕ в 1 г препарату).

Методика виконання роботи

Наважку продукту, яка містить приблизно 150 мг білка поміщають у внутрішню посудину приладу, додають 15 мл 0,02 н розчину соляної кислоти з рН 1,2. В зовнішню посудину наливають 60 мл тієї ж кислоти. Для того, щоб підтримати ізотонію, внутрішню посудину занурюють в зовнішню, доки рівні рідин в них не вирівнюються.

Проби інкубують на водяній лазні при температурі 37°C впродовж 15 хвилин при постійному перемішуванні. Потім у внутрішню посудину додають 15 мг кристалічного пепсину, в концентрації ферменту 1 мг/мл, який відповідає його вмісту в шлунку. Ферментацію проводять впродовж 4 годин при постійному перемішуванні.

Після цього суміш з внутрішньої посудини нейтралізують розчином гідроокису натрію, після чого додають 10 мл бікарбонатного буферу. Суміш із зовнішньої судини замінюють також бікарбонатним буфером. Рідина в обох судинах повинна бути на одному рівні. Після термостатування при 37°C впродовж 15 хвилин у внутрішню судину вносять 15 міліграм кристалічного трипсину і проводять ферментацію впродовж 4 годин. Після завершення процесу суміш з внутрішньої судини піддають діалізу по відношенню до дистильованої води.

Про ступінь перетравлювання білка судять по різниці між кількістю білка, взятого на дослідження і кількістю, який залишився після послідовної обробки наважки продукту. Накопичення продуктів гідролізу вимірюють реакцією з біуретовим реактивом. Реакція базується на утворенні фіолетового комплексу пептидних зв'язків білка з іонами двовалентної міді в лужному середовищі.

У пробірку поміщають 1 мл суміші, яка досліджується і містить 2...10 міліграм білка. Потім додають 4 мл біуретового реактиву, перемішують і залишають при кімнатній температурі 30 хвилин, вимірюють оптичну густину

на спектрофотометрі або фотоелектроколориметрі з довжиною хвилі 540 нм. Кількість білка в розчинах визначають по калібрувальному графіку. Його будують по стандартному розчину сироваткового альбуміну, який містить в 1 мл 10 мг білка.

Дослід 3 .Визначення енергетичної, харчової і біологічної цінності білків у харчових продуктах

Поняття *харчової, біологічної і енергетичної цінності* їжі характеризують корисність харчових продуктів залежно від їх хімічного складу і ґрунтуються на особливостях метаболічних перетворень окремих харчових речовин в організмі людини.

Визначення енергетичної цінності продуктів

При окисленні в організмі людини утворюється з 1 г білка - 4 ккал, вуглеводів - 4 ккал, ліпідів - 9 ккал енергії.

Знаючи масову частку білка, ліпідів і вуглеводів в продукті, розраховують енергетичну цінність. Вона рівна сумі творів маси білків, ліпідів і вуглеводів в 100 г (або 1 кг) продукту на кількість енергії, що виділяється 1 г кожного з цих компонентів:

$$E_{\text{ц}} = M_{\text{б}} \cdot 4 + M_{\text{ж}} \cdot 9 + M_{\text{в}} \cdot 4$$

Завдання: розрахувати енергетичну цінність продукту відповідно до індивідуального завдання.

Визначення харчової цінності продуктів -інтегрального скору

Харчову цінність продукту визначають шляхом розрахунку відсотка відповідності - інтегрального скору, кожного з найважливіших компонентів за формулою збалансованого харчування, розробленою академіком А.А. Покровським.

Формула збалансованого харчування відображає добову потребу людини в основних харчових речовинах (табл. 12).

Харчову цінність продукту розраховують на масу продукту, яка відповідає 10% добових енергетичних витрат людини, тобто 245 ккал (для чоловіка у віці 18...29 років, 1 група інтенсивності праці).

Спочатку визначають енергетичну цінність продукту, потім розраховують масу продукту, яка виділить 245 ккал, потім вміст в ній основних компонентів (білків, амінокислот, ліпідів, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів, і т.д.).

Таблиця 12. Добова потреба організму в основних харчових речовинах

Харчові речовини	Денна потреба	Харчові речовини	Денна потреба
Вода, г	1750-2200	Натрій	4000
Білки, г в т.ч. тваринні	67	Калій	2500
	37	Магній	400
Незамінні амінокислоти, мг		Залізо	15
Валін	3000	Фтор	0,75
Лейцин	4000	Цинк	15
Ізолейцин	3000	Йод	0,15
Триптофан	1000	Селен, мкг	70
Треонін	2000	Вітаміни, мг	
Лізін	4000	Аскорбінова кислота	80

Для визначення кількості білків в 120 г нежирного сиру необхідно дані, узяті із довідника хімічного складу продуктів харчування - 18 г в 100 г сиру перерахувати на 120 г сиру:

$$\frac{18 \cdot 120}{100} = 21,6 \text{ (г)}$$

Таким чином, розраховуємо всю решту показників по амінокислотам нежирного сиру і інших компонентах страви (картопля, яйця, мука).

«Сирники з сиру і картоплі». Для приготування однієї порції цієї страви необхідно: сир нежирний - 120 г, картопля - 85 г, яйця - 8 г, мука (пшенична) - 25 г, кулінарний жир - 5 г. Відсоток збереження білків під час теплової обробки 94%, дані розрахунків вносимо в таблицю 13.

Таблиця 13. Визначення білкового і амінокислотного складу «Сирників із сиру і картоплі»

Назва	Кількість амінокислот (мг) в:								Аміно кислот ний скор
	1	2	3	4	5	6	7	8	
120г сиру не жирно го	35г карто плі	8г яець	25г боро шна	5г жиру	сиро винно му наборі	гото вому виро бі	1г біл ку ви ро бу		
Білок	21,6	1,7	1,02	2,67	0	26,89	25,28		
Неза мінні аміно кисло ти мг в т.ч. валін та ін .	9,22	0,61	0,42	0,72	0	10,97	10,31		
	1,19	0,10	0,06	0,1	0	1,45	1,37	64	108

Відомості про кількість білків і амінокислот в сировинному наборі страви - це сума відомостей колонок № 2, 3, 4, 5, 6 або:

$$21,6 + 1,7 + 1,02 + 2,67 = 26,89 \text{ (г)}$$

в готовій страві, з урахуванням відсотка збереження білків:

$$\frac{26,89 \cdot 94}{100} = 25,28 \text{ (г)}$$

Таким же чином виконують розрахунки по кожній амінокислоті.

Для визначення кількості амінокислот (мг) в 1 г білка страви необхідно кількість амінокислоти в готовій страві розділити на сумарну кількість білків в ній.

За формулою розраховуємо амінокислотний скор кожної незамінної амінокислоти:

$$AC_{\text{валіну}} = \frac{54}{50} \cdot 100 \% = 108 \%$$

Після розрахунку амінокислотного скору всіх незамінних амінокислот, робимо висновок про те, які з них мають якнайменший скор, а отже, лімітують біологічну цінність даного страви.

На підставі даних про склад харчових продуктів слід перерахувати продукти, які містять ці амінокислоти в більшій кількості для того, щоб наблизити амінокислотний склад раціону до оптимального.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Тема: спектрофотометричний та титрометричний метод визначення білка в харчовій сировині

Мета: визначити вміст білка в харчовій продукції спектрофотометричним та титрометричним методами

Дослід 1. Спектрофотометричний метод визначення білка за номограмою Адамса

Із амінокислот, що входять до складу білків, лише триптофан, тирозин і у меншій мірі фенілаланін володіють помітним поглинанням в ультрафіолетовій області спектру. Оптична густина розчинів білків, що містять ці амінокислоти, при 280 нм прямо пропорційна їх концентрації в розчині. Оскільки більшість білків містять залишки тирозину, вимірювання поглинання при 280 нм за допомогою спектрофотометра є швидким і зручним способом визначення вмісту білка в розчині.

Цей метод дає добрі результати з гетерогенною сумішшю білків, а також з препаратами індивідуальних білків, молярна абсорбція яких (коефіцієнт оптичної густини) може бути точно виміряна або обчислена виходячи з амінокислотного складу. Коефіцієнт оптичної густини даного білка залежить від вмісту в ньому триптофану, тирозину, фенілаланіну.

Об'єкт дослідження: розчин білка.

Обладнання і посуд: штатив з пробірками, мірні піпетки, спектрофотометр.

Методика виконання роботи

1. Безбарвний, абсолютно прозорий розчин білка поміщають в кювету спектрофотометра з товщиною шару 1 см і визначають його оптичну густина при довжині хвилі 280 нм.

Концентрацію білка розраховують, виходячи з відомого коефіцієнта оптичної густини, або визначають за допомогою заздалегідь побудованої калібрувальної кривої.

2. Якщо коефіцієнт невідомий, можна скористатися номограмою Адамса (рис. 1).

На номограмі на шкалах 2 і 3 відкладені значення оптичної густини розчинів білка відповідно при 280 і 260 нм, а на шкалі 1 - концентрація білка (в мг/мл).

Визначають оптичну густину досліджуваного розчину білка при 280 і 260 нм. Через відповідні точки на шкалах 2 і 3 проводять уявну пряму. Точка її перетину зі шкалою 1 дає концентрацію білка в досліджуваному розчині.

Використання номограми Адамса зручне ще і тому, що при цьому враховується забруднення розчину білка нуклеїновими кислотами, які мають максимум поглинання при 260 нм.

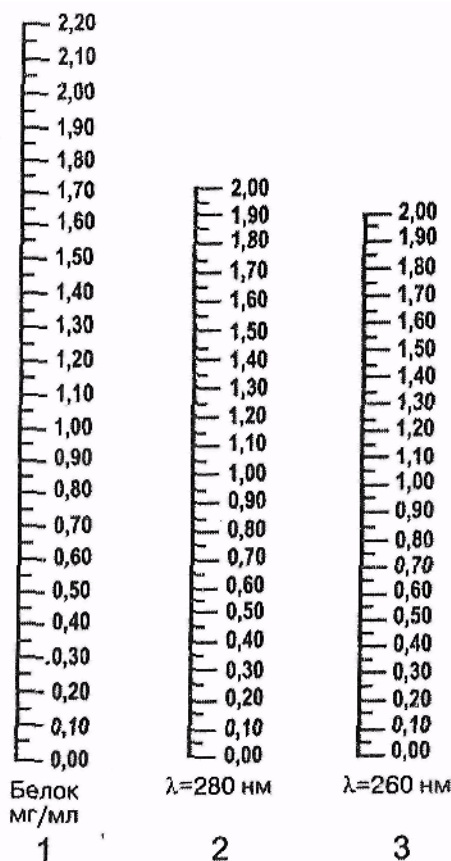


Рисунок 1 - Номограма для визначення концентрації білка

Дослід 2. Спектрофотометричний метод визначення білка з барвником оранж Ж

Метод базується на здатності білків кількісно адсорбувати барвник оранж Ж. Запропонований для визначення змісту білків в молоці, картопляному соці. Цей швидкий і зручний метод дозволяє досягти задовільної точності.

Об'єкт дослідження: молоко,

Обладнання і посуд: мірні циліндри або конічні колби на 50 мл з притертими корками, піпетки, бюретки, лійки скляні, фільтри, фотоелектроколориметр ФЭК-м, ФЕК-56 або ФЕК-Н-57.

Реактиви: лимоннокислий розчин барвника оранж Ж.

Методика виконання роботи

У два мірні циліндри або конічні колби з притертими корками однією і тією ж піпеткою вносять по 1 мл молока. З піпетки в кожную посудину додають, перемішуючи, по 25 мл лимоннокислого розчину барвника оранж Ж, закривають корками і струшують 30...40 секунд, ставлять в затемнене місце на півгодини, після чого знову ретельно з струшують і фільтрують в пробірки.

Оптичну густину фільтрату кожної проби досліджують на фотоелектроколориметрі. В якості стандартного розчину використовують лимоннокислий розчин барвника оранж Ж, розведений дистильованою водою у співвідношенні 25 : 20.

Користуються правою шкалою приладу. Світлофільтр синій з областю максимального пропускання 453 нм. Робоча довжина кювет 1,070 або 1,065 мм. Процентний вміст білка в молоці розраховують за формулою:

$$C_{\%} = 2,4542 + 3,6049 \cdot X$$

де X - показник шкали оптичної густини приладу.

Дослід3. Метод визначення загального вмісту азоту по К'ельдалю (мікрометод)

Метод визначення загального вмісту азоту в біологічних об'єктах по К'ельдалю вважається одним з найточніших.

При визначенні загальної кількості азоту органічну речовину мінералізують кип'ятінням з концентрованою сірчаною кислотою. Аміак, що звільняється, зв'язується сірчаною кислотою, при цьому утворюється сірчаноокислий амоній.

Додаванням концентрованого розчину їдкого натру витісняють аміак. Аміак поглинається титрованим розчином сірчаної кислоти, який беруть в надлишку. Відгонку аміаку прискорюють пропусканням водяної пари. Надлишок розчину сірчаної кислоти, що не прореагував, відтитровують їдким натром.

За різницею між об'ємами (мл) розчину сірчаної кислоти, узятими для поглинання аміаку і тим що залишився в надлишку після закінчення реакції, визначають об'єм (мл), витрачений для нейтралізації аміаку.

1 мл 0,01 н розчину сірчаної кислоти відповідає 0,000142 г азоту.

Об'єкт дослідження: азотовмісна речовина.

Обладнання і посуд: колби К'ельдаля місткістю 50...100 мл., апарат для мікровизначення азоту.

Реактиви: сірчана кислота концентрована, пергідроль, мідь сірчанооксида, калій сірчаноокислий, натрій гідроксид ($\omega = 33\%$), для звільнення від аміаку рекомендується нагріти розчин до кипіння, кип'ятити 1-2 хв., потім охолодити, натрій гідроксид, 0,01 н, метиловий червоний, реактив Несслера, дистильована вода.

Методика виконання роботи

Досліджуваний продукт ретельно подрібнюють. У пробірку з термостійкого скла (діаметром 15 мм) вносять 0,03...0,08 г зваженого подрібненого продукту, додають 2 мл концентрованої сірчаної кислоти і 1 - 2 краплі пергідролю. Як каталізатор використовують суміш сірчанооксида міді і сірчаноокислого калію (1 : 3).

Тримаючи пробірку в похилому положенні (за допомогою утримувача) нагрівають її на слабкому вогні. Протягом 2...3 хвилин звичайно відбувається обезбарвлення рідини. При подальшому нагріванні безбарвна і прозора рідина не повинна пожовтіти. Якщо ж вона набуває жовтого забарвлення, то це свідчить про неповне спалювання органічних речовин. В цьому випадку вміст пробірки охолоджують, додають ще 1...2 краплі пергідролю і знову нагрівають на повільному вогні. Всього витрачають не більше 4...5 крапель пергідролю.

При мінералізації органічних речовин уникають бурхливого кипіння рідини.

Після того, як всі органічні речовини окислилися, про що свідчить стійке знебарвлення рідини, вміст пробірки кількісно переносять в мірну колбу на 100 мл, охолоджують і обережно (по стінці!) додають 15 мл дистильованої води (попередньо перевіреної за допомогою реактиву Несслера на відсутність аміаку), 2 краплі розчину метилового червоного і приєднують до апарату для мікрОВизначення азоту (рис.2).

Апарат для мікрОВизначення азоту складається:

- 1 – колба-пароутворювач,
- 2 - запобіжна скляна трубка, яка доходить до дна,
- 3 - запобіжна посудина,
- 4 – затискач,
- 5 - колба К'ельдаля,
- 6 – скляна трубка
- 7 – лійка
- 8 – скляна трубка
- 9 – скляна трубка,
- 10 – холодильник
- 11 – краплепоглинач,
- 12 – приймач – конічна колба.
- 13 – затискач.

Для рівномірного кипіння на дно колби-пароутворювача кладуть декілька шматочків пемзи або скляних капілярів.

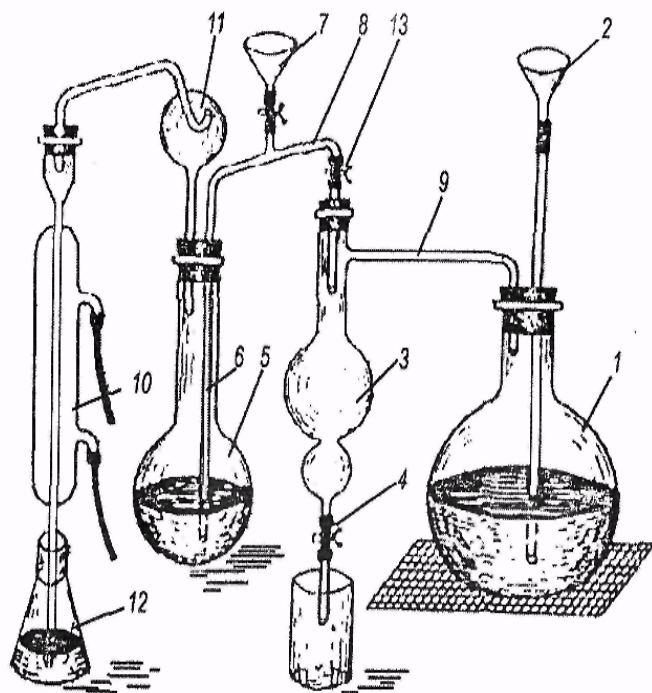


Рисунок 2 - Апарат для мікрОВизначення азоту (по К. П. Петрову)

Оптичну густину фільтрату кожної проби досліджують на фотоелектроколориметрі. Як стандартний розчин використовують лимоннокислий розчин барвнику оранж Ж, розведений дистильованою водою у співвідношенні 25 : 20.

У приймальну колбу 12 піпеткою вносять 20 мл 0,01 н розчину сірчаної кислоти. Колбу встановлюють так, щоб форштос був занурений в кислоту на 2...3 мм (щоб уникнути втрат аміаку).

У колбу К'ельдаля через лійку 7 наливають 33 % розчин їдкого натру (з розрахунку 5-6 мл розчину лугу на 1 мл концентрованої сірчаної кислоти, узятій для спалювання) до зміни забарвлення індикатора у жовтий, після чого негайно ж закривають затискач на лійці 7. Відкривають затискач 13 (одночасно закриваючи затискач 4 на запобіжній судині) і починають пропускати пару. Відгонку аміаку продовжують 10...15 хвилин. В останні хвилини відгонки кінець-форштоса виймають з розчину кислоти (щоб уникнути засмокування рідини). Закінчивши відгонку, змивають форштос 2...3 мл дистильованої води, приєднуючи їх до розчину в приймач, у який додають 2...3 краплі розчину метилового червоного і відтитровують надлишок кислоти, 0,01 н розчином їдкого натру до появи жовтого забарвлення. Загальний процентний вміст азоту в досліджуваному матеріалі X_1 розраховують за формулою:

$$X_1 = \frac{A \cdot 0,000142 \cdot 100}{H}$$

де А - кількість 0,01 н розчину сірчаної кислоти, що зв'язалася з аміаком (мл);

Н - наважка продукту (г).

ВУГЛЕВОДИ

Вуглеводи відіграють важливу роль у харчуванні людини. Вони є основним джерелом легко використовуваної енергії, необхідної для життєдіяльності всіх клітин тканин і органів, особливо мозку, серця, м'язів. При окисленні 1 г вуглеводів в організмі утворюється 4 ккал.

Джерелами вуглеводів у харчуванні є рослини, в них вуглеводи складають 80...90 % сухої маси. Процес утворення цих речовин відбувається завдяки асиміляції хлорофілом CO₂ повітря при дії енергії сонячного проміння (фотосинтез). Кисень, що утворюється, виділяється в атмосферу, а з вуглецю синтезується ряд органічних речовин, зокрема крохмаль, який відкладається в корінні, плодах і інших частинах рослин.

Роль вуглеводів в організмі людини не обмежується їх значенням як *джерела енергії*. Ця група речовин і їх похідні входять до складу різноманітних тканин і рідин, тобто є *пластичними матеріалами*. Так, сполучна тканина містить мукополісахариди, до складу яких входять вуглеводи і їх похідні.

Регуляторна функція вуглеводів різноманітна. Клітковина - представник вуглеводів - регулює функцію кишечника. Відчуття солодкого, сприйняте рецепторами язика, тонізує центральну нервову систему.

Деякі вуглеводи і їх похідні *володіють біологічною активністю*, виконуючи в організмі спеціалізовані функції. Наприклад, гепарин запобігає згортанню крові в судинах, а гіалуронова кислота перешкоджає проникненню бактерій через клітинну оболонку і ін.

Велике значення вуглеводів і їх похідних в *захисних реакціях* організму, що особливо протікають у печінці. Так, глюкуронова кислота зв'язує токсичні речовини, утворюючи нетоксичні складні ефіри, які завдяки розчинності у воді видаляються з організму з сечею. Істотно важливою є відсутність токсичних властивостей проміжних продуктів обміну вуглеводів.

Вони протидіють накопиченню кетонових тіл, що уворюються при окисленні жирів в тканинах. Так, при порушенні обмін вуглеводів, наприклад при цукровому діабеті, розвивається ацидоз.

Відомо, що для повного згорання жирів необхідна присутність в їжі певної кількості вуглеводів. Тому не випадкова фраза: *«Жири згорають у вогні вуглеводів»*. Для підтримки ліпідного обміну на нормальному рівні необхідно, щоб в їжі на 1 масову частину жирів доводилося мінімум 4 масові частини вуглеводів. Цей принцип увійшов до основи розробки продуктових наборів.

Вуглеводневий обмін зв'язаний з обміном холестерину: при порушеному обміні холестерину зайве надходження вуглеводів з їжею посилює цей патологічний процес. Відомо, що проміжні продукти обміну вуглеводів є джерелами біосинтезу холестерину.

Останнім часом одержані докази того, що проміжні продукти розпаду глюкози в циклі три карбонових кислот Кребса, можуть служити не тільки початковими речовинами для біосинтезу ліпідів, але і для біосинтезу амінокислот, нуклеїнових кислот і інших БАР

Вуглеводи тісно пов'язані з водним обміном. Надлишки вуглеводів в харчуванні гальмують виділення води з тканин, приводять їх в пастоподібний стан. Такий стан спостерігається у маленьких дітей, які вживають багато борошняних, круп'яних блюд і солодощів. У старших дітей у разі зайвого вживання вуглеводів бліднуть шкірні покриви, діти відстають в розвитку.

Відомо, що надмірне вживання вуглеводів підвищує потребу організму у вітаміні В Недолік цього вітаміну в їжі приводить до накопичення в тканинах продукту неповного окислення вуглеводів - пірвіноградної кислоти. Доведено також, що для нормального протікання вуглеводного обміну в їжі повинна бути достатньою кількість вітамінів В₂, В₆ і ін.

Для фізіологічної дії вуглеводів має значення їх якість і кількість. До складу харчових продуктів входять **три групи вуглеводів**: моносахариди, олігосахариди, полісахариди (гомополісахариди, гетерополісахариди) (мал. 1).

За харчовою цінністю вуглеводи діляться на **засвоювані і незасвоювані**. Засвоювані вуглеводи розщеплюються в травній системі людини, продукти гідролізу всмоктуються в тонкому кишечнику, разносяться кров'ю по всьому організму і включаються в обмін в клітинах. До засвоюваних вуглеводів відносять моносахариди (глюкоза, фруктоза, галактоза, маноза, ксилоза), олігосахариди (сахароза, лактоза, мальтоза), полісахариди (крохмаль, декстрини, глікоген).

Незасвоєні вуглеводи - це харчові волокна.

Вміст засвоюваних вуглеводів в продуктах рослинного походження наведений в таблиці 14.

Таблиця 14. Вміст вуглеводів у продуктах рослинного походження.

Продукти	Вміст в 100 г продукту			
	Глюкоза.	Фруктоза	Сахароза	Крохмаль
1	2	3	4	5
Баклажани	3,0	0,8	0,4	0,9
Капуста біла	2,6	1,6	0,4	0,1
Картопля	0,6	0,1	0,6	16,0

1	2	3	4	5
Цибуля	1,3	1,2	6,5	0,1
Морква червона	2,5	1,0	3,5	0,1
Огірки ґрунтові	1,3	1,1	0,1	0,1
Буряк	0,3	0,1	8,6	0,1
Помідори ґрунтові	1,6	1,2	0,7	0,3
Кавун	2,4	4,3	2,0	0,1
Диня	1,1	2,0	5,9	0,1
Абрикос	2,2	0,8	6,0	0
Вишня	5,5	4,5	0,3	0
Груша	1,8	5,2	2,0	0,5
Персик	2,0	1,5	6,0	0
Слива	3,0	1,7	4,8	0,1
Черешня	5,5	4,5	0,6	0
Яблуко	2,0	5,5	1,5	0,8
Апельсин	2,4	2,2	3,5	0
Лимон	1,0	1,0	1,0	0
Мандарин	2,0	1,6	4,5	0
Виноград	7,8	7,7	0,5	0
Полуниці	2,7	2,4	1,1	0,1
Малина	3,9	3,9	0,5	-
Смородина	1,5	4,2	1,0	0,6

Моносахариди

З моносахаридів найбільшу харчову цінність мають глюкоза, фруктоза, галактоза, маноза, ксилоза.

Глюкоза. З фізіологічної точки зору глюкоза - це найважливіший представник вуглеводів. Вона є основним енергетичним джерелом для всіх клітин і тканин організму, особливо для мозку і серцевого м'яза. Використовується для біосинтезу більшості життєво необхідних з'єднань (рибоза і дезоксирибоза, глікопротеїни, гліколіпіди і ін.). У здорової людини надлишок глюкози в крові перетворюється на глікоген в печінці або в резервні жири.

Найбільша кількість глюкози міститься в бджолиному меді (до 35 %). В організмі людини вона утворюється внаслідок гідролізу крохмалю, глікогену, сахарози, мальтози, лактози.

Фруктоза - найсолодша зі всіх моно- і дисахаридів. Якщо прийняти солодкість сахарози (цукор буряка або тростини) за 100, то цей показник для фруктози рівний 173, інвертного цукру - 130, глюкози - 74, ксилози - 40, мальтози - 32,5, галактози - 32,1, лактози - 16. Велика солодкість фруктози дозволяє використовувати менші кількості її для додання солодкого смаку продуктам і напоям, що має особливо важливе значення для харчових раціонів малої калорійності.

Багато фруктози міститься у бджолиному меді (35...40 %). В травному тракті вона утворюється при гідролізі сахарози.

Велике значення має фруктоза для хворих на цукровий діабет, оскільки її обмін в організмі відбувається з участю ферментів, активність яких не залежить від наявності інсуліну.

Моносахарид **галактоза** у вільному вигляді в харчових продуктах не зустрічається. Вона є продуктом розщеплювання молочного цукру.

Дисахариди

Найбільше значення серед олігосахаридів мають дисахариди.

Дисахариди мають нескладну структуру, що обумовлює їх легке розщеплювання ферментами травного тракту, вони розчинні у воді і швидко засвоюються.

Сахароза у вигляді рафінованого цукру найбільшою мірою використовується в харчуванні. Природними джерелами сахарози є цукровий буряк (14 – 18 % сахарози), цукрова тростина (10 - 15 % сахарози), а також майже всі плоди і деякі овочі. Бджолиний мед порівняно бідний сахарозою (1 - 2%).

В раціональному харчуванні слід надавати більше уваги задоволенню потреби у вуглеводах за рахунок складних вуглеводів. Можлива, при необхідності заміна олігосахаридів на різні замінники цукру.

Лактоза (молочний цукор) - міститься в молочних продуктах (4...6 %). В тонкій кишці лактоза розщеплюється на глюкозу і галактозу. Гідроліз лактози в

кишках відбувається поступово, внаслідок чого нормалізується діяльність корисної кишкової мікрофлори.

Серед населення України поширено захворювання, пов'язане з недостатністю ферменту лактази (α -галактозидази), яке виявляється симптомами непереносимості лактози. Захворювання характеризується порушенням нормальної діяльності шлунково-кишкового каналу (здуття кишок - метеоризм, пронос - діарея). Прояви захворювання зникають після виключення молока і молочних продуктів з харчового раціону.

Мальтоза (солодовий цукор) утворюється при гідролізі в травному каналі крохмалю і глікогену під дією ферменту амілази. У вільному стані мальтоза міститься в пророслих зернах ячменю (солоді), пшениці і в інших злаках, а також в помідорах і нектарі рослин.

Моно- і дисахариди, особливо сахароза, викликають швидке підвищення рівня глюкози в крові. В лужному середовищі кишечника фруктоза частково переходить в глюкозу. При вживанні фруктози рівень глюкози в крові збільшується поволі. В печінці фруктоза і галактоза перетворюється на глюкозу або глікоген.

Трисахариди

Трисахариди рафіноза і тетрасахарид стахіоза містяться в бобах. Розщеплювання їх анаеробними бактеріями в кишечнику може викликати диспепсичні явища і метеоризм.

Полісахариди

Основна маса вуглеводів, яка зустрічається в природі - полісахариди. При їх гідролізі утворюється велика кількість (до декількох десятків тисяч) моносахаридів. У відмінності від моно- і олігосахаридів полісахариди або не розчиняються у воді, або утворюють з нею в'язкі колоїдні розчини. Крім того, вони не мають солодкого смаку. Полісахариди діляться на засвоювані (крохмаль, глікоген) і незасвоювані (целюлоза, геміцелюлоза і пектинові речовини).

Крохмаль – має найбільше значення в харчуванні людини серед полісахаридів. Він на 96...97 % складається з амілози і амілопектину, решта частини (3...4 %) - це мінеральні речовини, особливо фосфати і жирні кислоти. В рослинах крохмаль є резервною речовиною і міститься в них у вигляді крохмальних зерен. Вміст крохмалю в зернових культурах складає 40. ..70 %, в хлібі - 40. ..50 %, макаронних виробах - 60...70 %, культурах бобів -40...45 %, картоплі - 15...25 %, овочах - від 0 до 0,9%.

Крохмаль - складний вуглевод, який безпосередньо не засвоюється, а поступово під дією α -амілази він розщеплюється до декстринів і невеликої кількості мальтози. Мальтоза в 12-ти першій кишці під дією мальтози розщеплюється до глюкози і через стінки тонкого кишечника всмоктується в кров. Цей процес відбувається поступово і тому вживання крохмалю не

викликає швидкого збільшення змісту глюкози в крові, особливо тому, що в рослинних продуктах він захищений клітковиною від безпосередньої дії травних ферментів.

Перетравлення крохмалів залежить від їх природи. Крохмаль з великим змістом амілопектину (в манній, рисовій крупах) перетравлюється легше, ніж крохмаль, який містить більше амілази (гречана, ячна крупи), тому що молекула амілопектину більш доступна для дії ферментів.

На доступність крохмалю впливають: режим кулінарної обробки, особливості клітин і хімічний склад продукту. Вона зменшується під час утворення комплексів крохмалю з білком.

Зменшують швидкість гідролізу крохмалю інгібітори α -амілази, харчові волокна і антинутрієнти (фітати, лектини, таніни).

Джерелом крохмалю є зернові, боби, крупи, картопля. На частку крохмалю припадає приблизно 80 % вуглеводів, що вживаються. Крохмаль одержують з картоплі і зерен кукурудзи.

Крохмаль використовують в м'ясній промисловості при виготовленні варених ковбас, сосисок і сардельок, в кондитерському виробництві.

Глікоген - резервний вуглевод - *«тваринний крохмаль»*, який міститься в тваринних організмах. Значення глікогену в життєдіяльності людини велике. Надлишок вуглеводів, які поступають з їжею, перетворюються на глікоген, який відкладається в печінці і м'язах. Загальна кількість глікогену в організмі людини складає 500 г, з яких 1/3 локалізована в печінці, а 2/3 - в скелетних м'язах. Якщо вуглеводи не поступають з харчовим раціоном, то запаси глікогену витрачаються впродовж 12... 18 годин. З харчовим раціоном людина щодня одержує не більше 10...15г глікогену, який містять продукти тваринного походження (м'ясо, птиця, риба, печінка).

Для позначення вуглеводів рослинного походження використовують термін *«харчові волокна»*, які складаються із структурних полісахаридів: целюлози, геміцелюлози, пектинових речовин, лігніну і не структурних полісахаридів, які зустрічаються в природному вигляді в продуктах харчування (камеді, слизу) і використовуються як харчові добавки.

Харчові волокна бувають гомогенними (целюлоза, пектин, альгінова кислота, лігнін) і гетерогенними (целюлозолігнінові комплекси).

Враховуючи значний вплив на властивості харчових волокон сировини, з якої їх виділяють, розрізняють харчові волокна нижчих рослин - водоростей, грибів і харчові волокна вищих рослин - злаків, трав, деревини.

За фізико-хімічними властивостями розрізняють: розчинні у воді (пектин, альгінову кислоту); малорозчинні і нерозчинні (ксилони, целюлоза і ін.).

Згідно медико-біологічних властивостей виділяють **3 групи волокон**.

В першу групу входять харчові волокна пшеничних висівків, виноградної макухи, пектини, целюлоза, лігнін, що впливають на обмін ліпідів.

У другу групу входять харчові волокна трав.

В третю - глюкоманани, які впливають на обмін амінокислот і білків. На обмін мінеральних речовин впливають харчові волокна висівків, буряка і ін.

Клітковина - целюлоза - найпоширеніший полісахарид рослинного походження. На її частку доводиться понад 50 % усього органічного вуглецю біосфери.

МікрОВОлокна целюлози разом з геміцелюлозою, лігніном і пектиновими речовинами утворюють стінки рослинних клітин.

Целюлоза не використовується організмом людини як джерело енергії, оскільки не перетравлюється ферментами тонкого кишечника. Разом з тим незначний гідроліз її відбувається в товстому кишечнику за рахунок целюлози, що виділяється деякими видами бактерій.

Під дією цього ферменту целюлоза розщеплюється з утворенням розчинних з'єднань, що частково всмоктуються стінками кишечника. Чим менше клітковина інкрустована мінеральними речовинами, тим легше вона розщеплюється. Така клітковина міститься в картоплі і інших овочах.

Велике значення має клітковина як стимулятор перистальтики кишечника. Крім того, вона і інші баластні речовини, адсорбують стерини, зокрема холестерин, перешкоджають їх зворотному всмоктуванню, сприяють виведенню з організму. Клітковина сприяє нормалізації мікрофлори кишечника, зменшує процеси гниття, перешкоджає всмоктуванню отруйних речовин.

Унаслідок дії ферментів бактерій, що населяють товстий кишечник, з целюлози утворюються гази (вуглекислота, водень, метан), жирні кислоти (бутират, ацетат, пропіонат). Велика частина цих жирних кислот розщеплюється з виділенням енергії, яка необхідна для розмноження і підтримки життєдіяльності бактерій в товстому кишечнику. Чим більше вміст харчових волокон, тим активніше діяльність бактерій. Крім того, мікрофлора товстого кишечника гідролізує глюкокортикоїди і синтезує деякі вітаміни групи В.

Багаті клітковиною раціони сприяють збільшенню маси фекалій і підвищують швидкість просування речовин по кишечнику.

Недостатнє вживання клітковини приводить до уповільнення просування харчової кашки по кишечнику, до роздратування його слизистої оболонки, розвитку дивертикульозу, який широко поширений серед міського населення економічно розвинених країн.

Геміцелюлоза також відноситься до полісахаридів клітинних оболонок. Ця назва об'єднує велику групу полісахаридів, які нерозчинні у воді, але розчиняються в лужних розчинах. Геміцелюлоза як би «цементує» целюлозні волокна. В значних кількостях вона міститься в частинах рослин, що одерев'яніли (деревина, солома, шкаралупа горіхів, оболонки насіння, висівки, кукурудзяні качани).

При гідролізі геміцелюлози кислотами утворюються: маноза, арабіноза, ксилоза, іноді - глюкоза.

Обидва полісахариди (целюлоза і геміцелюлоза) зв'язують воду, а геміцелюлоза, окрім цього, і катіони.

Пектинові речовини - це складні колоїдні структурні полісахариди, які складаються з полімерів галактуронової кислоти, пентоз і гексоз. В рослинах вони містяться у вигляді нерозчинного протопектину в міжклітинній речовині і

в клітинній стінці, а також у вигляді розчинного пектину в соках овочів і фруктів. Протопектин переходить в розчинний пектин при дозріванні плодів, під дією кислот або протопектинази.

Окрім протопектину і пектину в групу пектинових речовин відносять пектову кислоту і її солі (пектати), а також пектинову кислоту і її солі (пектинати). Характерною і важливою особливістю розчинного пектину, пектатів і пектинатів є їх здатність утворювати гелі у присутності цукру (65...70% розчин) і кислот (рН 3,1...3,5). В гелях міститься від 0,2 до 1,5 % пектину. Ця властивість пектинових речовин широко використовується в кондитерському виробництві при виготовленні желе, мармеладу, джемів, пастили, фруктових наповнювачів для цукерок.

Більше всього пектинових речовин міститься у фруктах і овочах, а також у виготовлених з них консервах. Загальний вміст пектинових речовин в змішаному раціоні з енергетичною цінністю 2400 ккал досягає 3...4 г на добу.

Пектинові речовини відносять до засобів профілактичної і лікувальної дії. Це пов'язано з тим, що пектинові речовини виконують різні фізіологічні функції, тобто сприяють зниженню кров'яного тиску, зв'язують іони токсичних хімічних елементів і радіонуклідів (свинець, ртуть, кобальт, марганець, берилій, стронцій-90, цезій-137) і виводять їх з організму.

Окрім цього встановлено, що вони сприяють зупинці кровотечі, тому пектинові речовини використовують під час лікування як зовнішніх, так і внутрішніх крововиливів, а також прискорюють загоювання ран (мають протизапальну дію).

Детоксикаційну властивість пектину широко використовують в профілактиці отруєнь важкими металами, тому в цих випадках рекомендуються раціони, багаті пектином (до 10... 15 г в день). Найефективнішим є пектин з етерифікацією 40...60 %, він міститься в овочах.

Пектин має здатність знижувати вміст холестерину в крові. Ця здатність властива тільки високоетерифікованому пектину (приблизно 60 % етерифікації). Природним джерелом такого пектину є фрукти і цитрусові, фруктові пюре, компоти, желе, мармелад, соки з м'якоттю, а також молочні продукти, майонези, креми, морозиво, кондитерські вироби, що збагачені пектином.

Пектинові речовини, які поступають в шлунково-кишковий тракт з їжею, переходять в товсту кишку, де повністю метаболізуються. Вони розщеплюються пектолітичними ферментами кишкової мікрофлори до остаточних продуктів: метанол, жирні кислоти (насичені і ненасичені), галактуронова кислота. Вони частково резорбуються і виводяться з організму з сечею. Пектинові речовини уповільнюють пересування залишків їжі, підвищують в'язкість складових частин.

Камеді - неструктуровані полісахариди, які складаються з глюкуронової і галактуронової кислот. Вони розчинні у воді, здатні зв'язувати елементи з парною валентністю. В харчовій промисловості використовують такі камеді як гуміарабік, камедь ріжкового дерева, караваєва камедь і ін.

Лігніни - неуглецеві речовини клітинних оболонок, які складаються з полімерів ароматичних спиртів. Продукти, які містять багато лігніну, погано перетравлюються.

У зв'язку з поширеністю «хвороб цивілізації» (надмірна маса тіла, цукровий діабет і ін.) розробка і використання замінників цукру є актуальною проблемою. Їх ділять на натуральні підсолоджені речовини рослинного походження і солодкі речовини хімічної природи.

До **натуральних, замінників цукру** відносять: фруктозу, глюкозофосфорний сироп, глюкозогалактозний сироп, сорбіт, ксиліт.

До **синтетичних солодких речовин** відносять: аспартам, цикламати, сахарин і ін.

Широкого розповсюдження набули сорбіт і ксиліт, які містяться в невеликих кількостях і в тканинах людини. Солодкість сорбіту майже в два рази нижче, ніж цукру. При його додаванні до напоїв відчувається деякий сторонній присмак. **Сорбіт** одержують в процесі виробництва аскорбінової кислоти.

Ксиліт (приблизно такий же солодкий, як цукор) володіє охолоджуючими властивостями; напоям і виробам не додає стороннього смаку. Ксиліт виділяють з качанів кукурудзи, лушпиння виляску.

Калорійність сорбіту- 3,53 ккал/г, ксиліту- 3,67 ккал/г, тобто близька до енергетичної цінності інших вуглеводів.

У організмі ксиліт і сорбіт розщеплюється до CO_2 і H_2O , не викликаючи підвищення рівня глюкози в крові, тому їх використовують в раціонах хворих на цукровий діабет.

Стевіозид - це глікоалкалоїд, його одержують із стевії.

Аспартам складається з аспарагіну, фенілаланіну і метилового спирту. При розщеплюванні 1 г аспартаму виділяється 4 ккал. Він нестійкий при високій температурі і у водних розчинах. Добова доза аспартаму складає 40 міліграм/кг маси тіла.

Циклакат - основний продукт обміну циклогексиламіну, який володіє канцерогенними властивостями, і через це заборонений в багатьох країнах.

Сахарин - найпоширеніший замінник цукру хімічної природи. У високих дозах викликає рак сечового міхура у експериментальних тварин.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

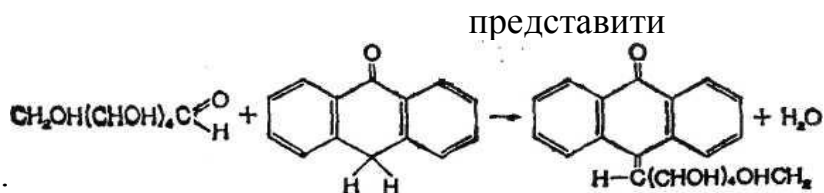
Тема. Кількісне визначення глюкози за допомогою антронового реактиву

Мета: визначити вміст глюкози за допомогою антронового реактиву

Гексози, дегідратуються у присутності концентрованої сірчаної кислоти при нагріванні, утворюють похідні фурфуролу, які при взаємодії з антроном перетворюються на сполуки, забарвлені в синій колір. Реакцію для глюкози

можна

у



вигляді:

Визначаючи інтенсивність забарвлення фотоелектроколориметричним методом стандартного і досліджуваного розчинів після проведення реакції, можна розрахувати вміст гексози в останньому.

Об'єкт дослідження: досліджуваний розчин глюкози (3- 30 мкг/мл)

Обладнання і посуд: пробірки, скляні палички, водяна баня, піпетки, бюретки, штатив для пробірок, термометр лабораторний, фотоелектроколориметр, годинник, ємність для льоду.

Реактиви: стандартний розчин глюкози (20 мкг/мл), антроновий реактив (0,2 г антрону, розчиненого в 100 мл 95 %-ного розчину сірчаної кислоти), лід.

Методика виконання роботи

В одну з пробірок поміщають 2,5 мл досліджуваного розчину глюкози, в другу - 2,5 мл стандартні розчини глюкози, а в третю - 2,5 мл дистильованої води. Вміст пробірок охолоджують, ставлячи їх на лід. Потім в кожен пробірку вносять по 5 мл свіжоприготовленого антронового реактиву, кип'ячать на водяній бані протягом 10 хв і знову охолоджують, опускаючи у воду (t 0-4 °С). Одержані розчини синього кольору в першій і другій пробірках колориметрують проти розчину реактиву (вміст третьої пробірки) при $\lambda=590$ нм. Масову концентрацію (мкг/мл) розраховують за формулою:

$$C = C_0 \cdot E_1 / (E_2 \cdot V)$$

де E_1 і E_2 - екстинкція досліджуваного і стандартного розчинів;

C_0 - масова концентрація глюкози в стандартному розчині;

V - об'єм досліджуваної проби.

Цей метод може бути використаний для визначення масової концентрації глікогену, у цьому випадку одержане значення для глюкози необхідно помножити на 0,9 (молекулярна маса залишку глюкози в глікогені - 162,1; а глюкози- 180,1; таким чином, $162,1 : 180,1 = 0,8999 = 0,9$).

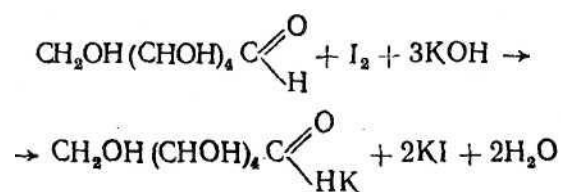
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

Тема. Визначення глюкози в продуктах харчування

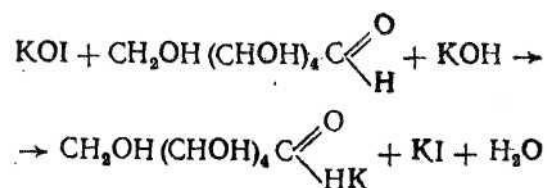
Мета: визначити масову концентрацію глюкози у в продуктах харчування

Дослід 1. Визначення вмісту глюкози в присутності фруктози

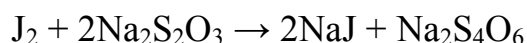
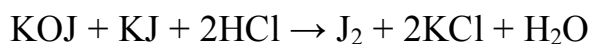
В основі цього методу лежить здатність молекулярного йоду в лужному середовищі окислювати тільки альдегідоспирти, не впливаючи на кетоспирти. Рівняння реакції для глюкози має вигляд



Це рівняння є результатом двох реакцій



При внесенні надлишку йоду, йод що не прореагував, можна визначити в кислому середовищі титруванням тіосульфатом натрію (індикатор - розчин крохмалю). Ця реакція протікає в дві стадії:



Обладнання і посуд: скляні палички, колби конічні (об'єм 50 мл), піпетки, крапельниці, бюретка, годинник.

Реактиви: розчин тіосульфату натрію 0,05 моль/л, розчин йоду 0,05 моль/л, розчин гідроксиду калію 0,5 моль/л, 10 % розчин соляної кислоти, розчин крохмалю 1 %, розчин гідролізату сахарози, що містить до 100 мг глюкози або інвертний цукор (5г цукру розчиняють в 50 мл соляної кислоти і кип'ятять на водяній бані 30 хв, після охолодження розчин нейтралізують, додаючи 1 мл 1 моль/л розчину гідроксиду калію і розбавляють до об'єму 500 мл).

Методика виконання роботи

У дві колби вносять по 50 мл розчину йоду. В одну з них (проба) додають 10 мл досліджуваного розчину (гідролізат сахарози або інвертний цукор), а в іншу (контроль) - 10 мл дистильованої води. Потім додають краплями, перемішуючи, по 10 мл розчину гідроксиду калію і залишають стояти при кімнатній температурі протягом 15 хв. Після закінчення цього часу в обидві колби додають по 10 мл розчину соляної кислоти і 2-3 краплі розчину крохмалю. Вміст колб титрують розчином тіосульфату натрію до зникнення синього забарвлення, що з'явилося після додавання крохмалю.

Масову концентрацію глюкози в досліджуваній суміші (мг/мл) розраховують за формулою:

$$C = (B - A) \cdot f \cdot Q \cdot V_0 / V_1$$

де А і В - об'єм розчину тіосульфату натрію, який необхідний для титрування проби і контролю відповідно;

f - коефіцієнт поправки на титр 0,05 моль/л розчину тіосульфату;

Q - маса глюкози (9 міліграм), еквівалентна 1 мл 0,05 моль/л розчину тіосульфату натрію;

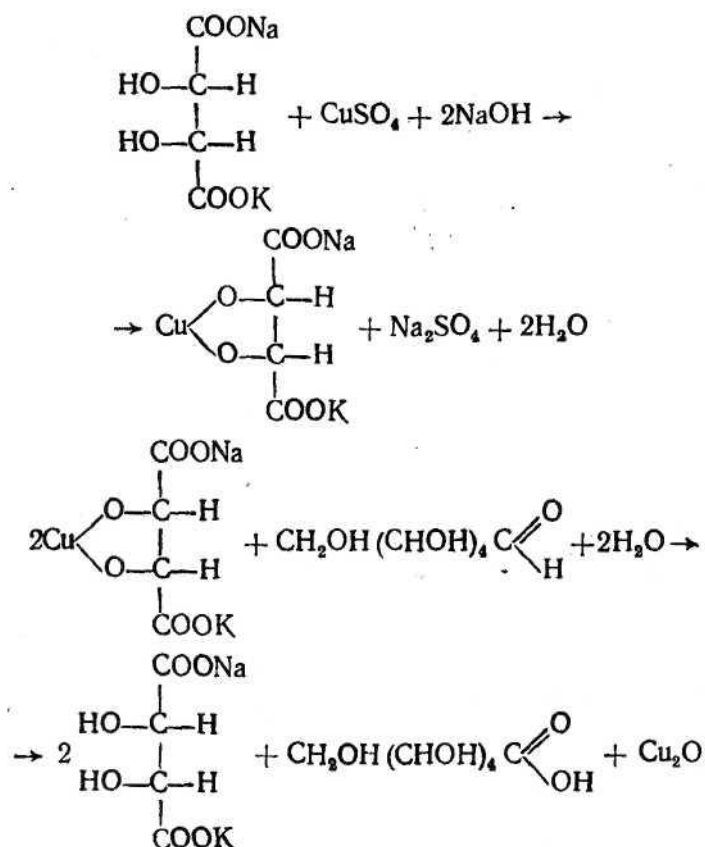
V₀ - загальний об'єм проби;

V₁ - об'єм досліджуваної суміші, взятої для аналізу.

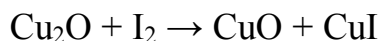
Дослід 2 Визначення глюкози за допомогою реакції відновлення оксиду міді до гемі оксиду

В основі методу лежить реакція Троммера - здатність солей міді (II) в певних умовах кількісно окислювати глюкозу.

У реакції Троммера відбувається утворення як альдонових кислот, так і гідроксиду міді (II), що указує на відсутність кількісного зв'язку між глюкозою і геміоксидом міді. Проте якщо до реакційної суміші додають сегнетову сіль, то утворюється комплекс, в якому мідь реагує з глюкозою в стехіометричному співвідношенні

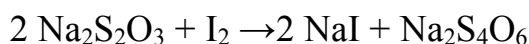


Кількість закису міді (Cu_2O), еквівалентну окисненій глюкозі, визначають йодометричним методом:



Ця реакція у присутності солей щавлевої або винної кислот протікає практично до кінця.

Кількість йоду в надлишку, яка не прореагувала з геміоксидом міді, можна визначити титруванням тіосульфатом натрію (індикатор - розчин крохмалю):



Реактиви: досліджуваний розчин глюкози (1 - 4 мг/мл), реактив Фелінга I, реактив Фелінга II, насичений розчин щавлевої кислоти, 0,05 моль/л розчин йоду, 0,05 моль/л розчин тіосульфату натрію, 1 % розчин крохмалю.

Методика виконання роботи

У дві колби поміщають по 5 мл реактиву Фелінга I і II. В колбу із пробєю додають 10мл досліджуваного розчину глюкози, а в іншу (контроль) - 10 мл дистильованої води. Вміст обох колб кип'ятять 5 хв, потім охолоджують. Після

цього в обидві колби наливають по 10 мл насиченого розчину щавлевої кислоти, по 10 мл розчину йоду і після перемішування відстоюють протягом 5 хв. Після закінчення цього часу в колби вносять по 5 крапель розчину крохмалю і титрують розчином тіосульфату до зникнення забарвлення, що утворилося після додавання крохмалю.

Масову концентрацію глюкози в досліджуваному розчині (мг/мл) розраховують за формулою:

$$C = (B - A) \cdot f \cdot Q \cdot V_0 / V_1,$$

де А і В - об'єм розчину тіосульфату натрію, витраченого на титрування проби і контролю відповідно;

f - коефіцієнт поправки на титр 0,05 моль/л розчину тіосульфату натрію;

Q - маса глюкози (3,52 мг), еквівалентна 1 мл 0,05 моль/л розчину тіосульфату натрію;

V₀ - загальний об'єм проби;

V₁ - об'єм досліджуваного розчину, узятого до аналізу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

Тема. Визначення вмісту лактози титрометричним та хроматографічним методом в продуктах харчування

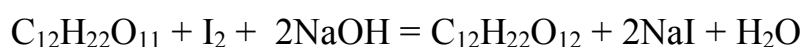
Мета: визначити кількісний вміст лактози, сахарози, мальтози, галактози, глюкози титрометричним та хроматографічним методом

Контрольні запитання

1. Які якісні реакції на лактозу відомі і які властивості лактози лежать в основі цих реакцій?
2. Який метод використовується для визначення лактози в молоці?
3. Яка властивість альдегідної групи лактози лежить в основі методу визначення вмісту лактози в молоці?

Дослід 1. Кількісне визначення вмісту лактози в молоці

В основі методу лежить здатність альдегідної групи лактози в лужному середовищі окислюватись молекулярним йодом:



Надлишкову кількість йоду, що не вступила в реакцію, визначають титруванням тіосульфатом натрію, використовуючи як індикатор крохмаль.

Об'єкт дослідження: молоко

Обладнання і посуд: піпетки, колби мірні (об'єм 50 мл), колби конічні з притертим корком (об'єм 100 мл), лійки скляні, бюретки, крапельниці, складчасті паперові фільтри.

Реактиви: розчин сульфату міді 7%, розчин гідроксиду натрію 2%, розчин фториду натрію 5%, розчин йоду 0,005 моль/л, розчин соляної кислоти 5%, розчин тіосульфату натрію 0,005 моль/л, розчин крохмалю 1%.

Методика виконання роботи

В дві мірні колби вносять по 5 мл розчину міді сульфату, по 5 мл розчину натрію гідроксиду і по 2,5 мл розчини фториду натрію. В одну з них (проба) додають 5 мл молока, в іншу (контроль) - 5 мл дистильованої води, перемішують і доводять дистильованою водою до об'єму 50 мл, через 30 хв фільтрують. Потім в конічні колби переносять по 20 мл фільтрату проби і контролю, вливають по 20 мл розчину йоду і, безперервно перемішуючи, по 10 мл розчину гідроксиду натрію. Ретельно закривають.

Через 20 хв до вмісту колб додають по 10 мл розчину соляної кислоти, по 3 краплі розчину крохмалю і титрують розчином тіосульфату натрію до зникнення забарвлення, що утворилося при додаванні крохмалю.

Масову концентрацію лактози в молоці (мг/мл) розраховують за формулою:

$$C = (B - A) \cdot f \cdot Q \cdot V_0 / V_1 \cdot V_2$$

де А і В - об'єм розчину тіосульфату натрію, витрачений на титрування проби і контролю;

f - коефіцієнт поправки на титр 0,05 моль/л розчину тіосульфату натрію;

Q - маса лактози (18,01 міліграм), еквівалентна 1 мл 0,05 міль/л розчину тіосульфату натрію;

V₀ - загальний об'єм проби;

V₁ і V₂, - об'єми фільтрату і молока відповідно, узяті для досліджень.

Дослід 2 Визначення вмісту вуглеводів методом тонкошарової хроматографії

При проведенні хроматографічного розділення вуглеводів методом тонкошарової хроматографії пластинку з тонким шаром пористого носія (наприклад, пластинку Silufol), на яку нанесені розчини вуглеводів, поміщають в розчинник, який, просуваючись за рахунок капілярних сил, переміщає вуглевод. По завершенню хроматографії проводять обробку пластинки, що

дозволяє виявити плями вуглеводу, і розрахунковим методом визначають масу вуглеводу в досліджуваному розчині.

Матеріали і реактиви: пластинки Silufol або Silufol-UV, досліджуваний і стандартний (10 мкг в пробі) розчин вуглеводу (глюкоза, галактози, фруктоза, сахарози, мальтоза), розчинник - суміш бутанол - ацетон - вода (4:5:1), у разі використання пластинок Silufol нафторезорциновий, реактив (свіжоприготовлена суміш рівних об'ємів 20 % водного розчину трихлороцтової кислоти і 0,2% спиртного розчину нафторезорцину).

Обладнання і посуд: мікропіпетки, пульверизатор у разі використання пластинок Silufol або джерело ультрафіолетового світла у разі використання пластинок Silufol-UV, хроматографічна камера, лінійка, простий олівець, планіметр, сушильна шафа.

Методика виконання роботи

На пластинці на відстані 2 см від нижнього краю (лінія старту) акуратно намічають олівцем три точки нанесення розчинів вуглеводів. За допомогою мікропіпетки в намічених місцях наносять рівні об'єми досліджуваного розчину вуглеводу (5- 20 мкг в пробі), розбавленого досліджуваного розчину вуглеводу і стандартного розчину вуглеводу так, щоб одержати плями одного діаметру. Після висушування плям пластинку поміщають в хроматографічну камеру, на дні якій знаходиться розчинник (висота шару 1 см) - суміш бутанол - ацетон - вода (4:5:1). Хроматографію проводять до проходження розчинником 10 см від лінії старту.

Після цього хроматограму висушують і проявляють. При використанні пластинок Silufol хроматограму обробляють з пульверизатора розчином нафторезорцину і сушать в сушильній шафі 5-10 хв при температурі 90-100° С для прояву плям вуглеводу.

Плями глюкози і галактози мають синьо-фіолетовий колір, фруктоза - червоно-чорний, сахарози і мальтози - червоний, лактози - червоно-фіолетовий, рамнози - зелений, ксилози - світло-сірий, манози - світло-синій, арабінози - синьо-зелений.

У разі використання пластинок Silufol-UV плями вуглеводу виявляють під ультрафіолетовим світлом.

За допомогою планіметра визначають площу плям. Масу вуглеводу в пробі досліджуваного розчину (мкг) розраховують за формулою:

$$\lg M = \lg M_{\text{ст}} + \left(\frac{V_{\text{с}} - V_{\text{ст}}}{V_{\text{с}} - V_{\text{с}}} \right) \lg P,$$

де $M_{\text{ст}}$ - маса вуглеводу в пробі стандартного розчину;

$S_{ст}$, S , S_p - площі плями стандарту; досліджуваного розчину і розбавленого досліджуваного розчину;
P - фактор розведення.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

Тема. Кількісне визначення фруктози

Мета: визначити масову концентрацію фруктози

Контрольні запитання

1. На якій якісній реакції фруктози засновано метод її визначення?
2. Який фізичний метод використовується для визначення кількісного вмісту фруктози?
3. Специфічні умови проведення реакції Селіванова.
4. Розкрити поняття екстинкції.
5. Метод визначення масової концентрації фосфорних ефірів фруктози.

Визначення фруктози засновано на реакції Селіванова. Швидкість утворення оксиметилфурфурулу в реакції фруктози з соляною кислотою при нагріванні у багато разів більша, ніж для альдогексоз, що зумовлює специфічність реакції Селіванова для фруктози.

Величину екстинкції розчину, що містить продукт конденсації утвореного з фруктози оксиметилфурфурулу з резорцином, визначають колориметрично. Для кількісного визначення вмісту фруктози готують стандартний розчин фруктози (контроль).

Об'єкт дослідження: розчин фруктози (10 - 100 мг/мл).

Обладнання і посуд: фотоелектроколориметр, пробірки, водяна баня, піпетки, бюретки, штатив для пробірок, термометр лабораторний, годинник, пробірки з пришліфованим повітряним зворотним холодильником.

Реактиви: стандартний розчин фруктози (25 мг/мл), 0,1% розчин резорцину в 96 % етиловому спирті, 30% розчин соляної кислоти.

Методика виконання роботи

В одну пробірку з пришліфованим зворотним холодильником вносять 2 мл досліджуваного розчину фруктози (проба), в другу - 2 мл стандартного розчину фруктози (контроль). Потім в обидві пробірки додають по 2 мл розчини резорцину і по 6 мл розчину соляної кислоти. Вміст пробірок

перемішують і нагрівають на водяній бані протягом 8 хв при температурі 80°C. Після нагрівання розчини охолоджують і колориметрують при 490 нм. Екстинкцію вимірюють, використовуючи реактиви, замінюючи 2 мл розчини фруктози 2 мл дистильованої води.

Масову концентрацію фруктози в досліджуваній пробі (мкг/мл) обчислюють за формулою:

$$C = Q \cdot E_1/E_0,$$

де E_1 і E_0 - екстинкція досліджуваного і стандартного розчинів відповідно;

Q - коефіцієнт, який є відношенням масової концентрації в стандартній пробі до об'єму проби.

Цим методом можна визначити також масову концентрацію фосфорних ефірів фруктози - фруктозо-1,6-дифосфату і фруктозо-6-фосфату.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10

Тема. Визначення кількості та якості сирої клейковини в пшениці

Мета: визначити кількість та якість клейковини в пшениці

Контрольні запитання

1. Які види клейковини розрізняють?
2. Класифікація пшениці за вмістом клейковини.
3. Які фізичні властивості клейковини складають її якість?
4. Який прилад використовують для визначення якості клейковини?
5. Умови підготовки проби для визначення вмісту клейковини.

Вміст клейковини виражають в масових частках (%) до узятій наважки розмеленого зерна. Розрізняють клейковину сиру – (маса клейковини з поглинутою водою) і суху - (після висушування).

Залежно від вмісту клейковини в зерні прийнята наступна класифікація пшениці згідно таблиці 15.

Зерно сирої пшениці повинне містити сирої клейковини не менше 28%, за якістю не нижче I групи. Якість сирої клейковини характеризується пружними властивостями. Стандартом не передбачено але в практиці іноді визначають водо поглинальну здатність клейковини, її колір(світла, сіра, темна).

Таблиця 15. Класифікація пшениці залежно від вмісту клейковини в зерні.

Категорія	Вміст (%) сирої клейковини в зерні
Високий вміст клейковини	більше 30
Середній вміст клейковини	26 – 29,9
Вміст клейковини нижчий за середнє	20 – 25,9
Низький вміст клейковини	нижче 20

Дослід 1. Визначення кількісного вмісту клейковини заснований на нерозчинності білків клейковини зерна пшениці (гліадіну і глютеніну) у воді

Об'єкт дослідження: зерно

Обладнання і посуд: лабораторний млин, фарфорова чашка з товкачем, капронове або шовкове сито.

Методика виконання роботи

Розмолоте зерно (шрот) ретельно перемішують і виділяють наважку масою 25г або більшу з таким розрахунком, щоб забезпечити вихід сирої клейковини не менше 4г. Шрот поміщають у фарфорову ступку або чашку і заливають водою. Об'єм води для замісу залежно від маси наважки повинен бути наступним:

Маса зразка, г	Об'єм води, мл
25	14,0
30	17,0
35	20,0
40	22,0

Після цього товкачем або шпателем замішують тісто, поки воно не стане однорідним. Частинки, що пристали до товкача або ступки, приєднують до шматка тесту і добре переминають руками.

Сформоване в кульку тісто поміщають в чашку і прикривають склом (або іншою чашкою) на 20 хв для того, щоб частинки розмолотого зерна просочилися водою і білки, створюючи клейковину, набубнявіли. Потім відмивають клейковину під слабким струменем водопровідної води над ситом, злегка розминаючи тісто пальцями. Спочатку відмивання ведуть обережно, не допускаючи, щоб разом з крохмалем і оболонками відривалися шматочки клейковини, після видалення крохмалю і оболонок – енергійніше. Випадково шматочки клейковини, що відірвалися, збирають і приєднують до загальної маси клейковини. Тісто у воді розминають руками. Закінчення відмивання встановлюють, коли оболонки будуть повністю видалені, до цього часу вода, що стікає при віджиманні клейковини, стає майже прозорою.

Якщо клейковина не відмивається, в результатах аналізу записують: не «відмивається». Закінчивши відмивання клейковини її відтискають між долонями, які час від часу досуха витирають рушником.

При цьому клейковину кілька разів вивертають пальцями, кожного разу витираючи долоні рушником. Продовжують так до тих пір, поки клейковина не стане злегка прилипати до рук.

Відтиснуту клейковину зважують, ще раз промивають протягом 2 - 3 хв, знов відтискають і знов зважують. Відмивання клейковини вважають закінченим при різниці в масі між двома зважуваннями не більше 0,1 г. Сиру клейковину виражають в масових частках (%) до наважки подрібненого зерна (шроту).

Розбіжності у визначенні кількості сирої клейковини при контрольних і арбітражних аналізах не більше $\pm 2\%$.

Для замішування тіста, відмивання і визначення якості клейковини застосовують звичайну водопровідну воду, температура якої повинна бути $18 \pm 25^\circ\text{C}$.

Дослід 2. Визначення якості сирої клейковини

Об'єкт дослідження: клейковина

*Обладнання і посуд:*прилад ІДК -1

Методика виконання роботи

З відмитої клейковини відбирають наважку масою 4 г, обминають її 3...4 рази пальцями, після чого сформувану кульку поміщають на 15 хв у посудину з водою, температура якої повинна бути $18 \pm 5^\circ\text{C}$. Якщо клейковина після відмивання стає губчатоподібною, легкою масою, що рветься, і не формує кульку, то її відносять до III групи без визначення якості на приладі.

При недостатній масі клейковина (менше 4г) збільшують наважку муки і заново відмивають клейковину.

Після 15-хвилинного перебування у воді, кульку клейковини поміщають в центр столика приладу і натискають кнопку включення реле часу «Пуск», яку тримають в натиснутому стані 1..2 сек. Пуансон вільно опускається на клейковину і здійснює її стиснення.

Через 30 сек переміщення пуансона автоматично припиняється і запалюється лампочка «Робота». На шкалі приладу стрілка показує величину пружності і випробовуваного зразка клейковини в умовних одиницях шкали.

Покази приладу записують з точністю до одного розподілу шкали (5 умовних одиниць), після чого включається гальмівний механізм і вантаж повертається в початкове крайнє верхнє положення. Зразок клейковини знімають із столика приладу, який протирають як і пуансон сухою тканиною для того, щоб видалити вологу і залишки клейковини.

Прилад ІДК – 1 рекомендується протягом всього робочого дня тримати включеним. При паралельних контрольних і арбітражних аналізах допускається відхилення 5 умовних одиниць приладу (один розподіл шкали).

Характеристику клейковини за якістю дають відповідно таблиці 16.

Таблиця 16. Характеристика клейковини за якістю.

Покази приладу ІДК– 1 (в ум.од.)	Група якості	Характеристика клейковини
від 0 до 15	III	Незадовільна
від 20 до 40	II	Задовільна
від 45 до 75	I	Добра - гарна
від 80 до 100	II	Задовільна
від 105 до 120	III	Незадовільна

ЛІПІДИ

Роль ліпідів в організмі

Ліпиди (від грецького *lipos* - жир) - складна суміш органічних сполук з близькими фізико-хімічними властивостями.

Ліпиди - практично нерозчинні у воді компоненти клітин, які можуть бути екстраговані з них неполярними органічними розчинниками (гексаном, бензином, етиловим і петролейним ефірами, хлороформом, бензолом). За хімічною будовою ліпиди є похідними жирних кислот, спиртів, альдегідів, побудованих за допомогою складного ефірного, простого ефірного,

фосфоефірного, глікозидного зв'язків, і до 2 % супутніх речовин, від яких залежить їх аромат, забарвлення і смакові особливості. Ліпіди поділяються на дві основні групи: прості і складні ліпіди.

До **простих нейтральних ліпідів** (що не містять атомів азоту, фосфору, сірки) відносять похідні вищих жирних кислот і спиртів: гліцероліпіди, віск, ефіри холестерину, гліколіпіди і інші з'єднання. Молекули **складних ліпідів** містять в своєму складі не тільки залишки високомолекулярних карбонових кислот, але і фосфорну або сірчану кислоти, азотні речовини, вуглеводи. Завдяки взаємодії з лугами ліпіди розподіляють на 2 групи.

Перша група – **ліпіди, що омилюються**, які гідролізуються лугами з утворенням солей жирних кислот, - мила і гліцерину. До цієї групи входять прості ліпіди, які побудовані з гліцерину і жирних кислот, і складні ліпіди, до складу яких входять складні ефірні залишки жирних кислот і спиртів із заміщеними групами.

Друга група - **ліпіди, що не омилюються**. Вони не містять жирнокислотних залишків, тому не піддаються гідролізу і не утворюють мила. До цієї групи входять стероїди, терпени, жиророзчинні пігменти, вітаміни і провітаміни, побудовані на основі ізопренових залишків.

Ліпіди також можуть бути класифіковані **відносно вмісту функціональних груп**, які виконують важливу роль в метаболізмі і визначають їх технологічні і товарознавчі властивості:

- а) **триацилгліцериди** - основні складові частини жирів і масел;
- б) **фосфоліпіди** - різноманітна, група складних ліпідів, структурним компонентом яких є фосфорна кислота. Вони представлені двома основними групами - фосфодіацилгліцеринами і сфінгомієлінами. Три найпоширеніших фосфоліпіди мають в своєму складі фосфорну кислоту- фосфатіділетаноламін, фосфатіділсерин, фосфатіділхолін (лецитин);
- в) **стероїди** представлені холестерином, гормональними стероїдами, вітаміном D.

Особливо багаті фосфоліпідами нервова і мозкова тканини тваринних організмів - до 30 % загальних ліпідів. Середній їх вміст в деяких рослинних культурах від 1,8 до 0,5: соя- 1,8; соняшник - 1,7; пшениця - 0,54; кукурудза - 0,89; просо - 0,83; гречана крупа - 0,93 %.

У окрему групу речовин, які об'єднуються поняттям ліпіди, слід віднести жиророзчинні вітаміни - А, D, Е, До - і провітаміни, серед яких понад усе поширені в природі каротиноїди.

У організмі людини жир знаходиться у двох видах: структурний (протоплазматичний) і резервний жир (жирові депо).

Структурний жир в клітках входить до складу особливих включень або складних, відносно міцних з'єднань з білками, які називаються ліпопротеїновими комплексами. Вони містяться в крові, беруть участь в побудові клітинних органел (ядер, рибосом, мітохондрій). Кількість протоплазматичного жиру підтримується в органах і тканинах на постійному рівні, який не змінюється навіть при голодуванні.

Резервний (запасний) жир нагромаджується в жирових депо: під шкірою (підшкірний жировий шар), в черевній порожнині (сальник), біля нирок (принирковий жир). Ступінь накопичення резервного жиру залежить від ряду причин: характеру живлення, рівня енерговитрат, віку, статі, конституційних особливостей організму, діяльності залоз внутрішньої секреції. Так, важка фізична робота, деякі захворювання, недостатнє живлення сприяють зменшенню кількості запасного жиру. Навпаки, надмірне живлення, гіподинамія, зниження функції статевих залоз, щитовидної залози приводять до збільшення кількості резервного жиру.

Він також утворює ліпопротеїнові комплекси, проте вони не стійкі, тому кількість їх швидко зменшується при голодуванні. В запасному жирі постійно відбувається синтез і розпад; він є джерелом оновлення внутрішньоклітинного структурного жиру.

Ліпідам в організмі властиві різноманітні функції. Вони є джерелами енергії: при окисненні в організмі 1 г жиру виділяється 9 ккал. Кількість води, що утворюється в організмі при повній деградації жирів, відносно велика. Так, при окисненні 100 г жиру виділяється 107 г ендогенної води, що має особливе значення в екстремальних умовах, наприклад, при недостатньому надходженні її ззовні.

Ліпіди виконують **структурно-пластичну роль**, оскільки входять до складу клітинних і позаклітинних мембран всіх тканин. Мембранні структури клітин, утворені двома шарами фосfolіпідів і білковим прошарком, містять ферменти, за участю яких забезпечується впорядкованість потоків метаболітів в клітини і з них.

Жири є **джерелами і розчинниками вітамінів** А, D, E, та сприяють їх засвоєнню. З харчовими жирами в організм поступає ряд біологічно активних речовин: фосфатиди, поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), стерини.

Ліпіди, що входять до складу нервових клітин і їх відростків, **забезпечують спрямованість потоків нервових сигналів**. З ліпідів утворюються деякі гормони (статеві, кора наднирників), а також вітамін D. Ліпіди шкіри і внутрішніх органів виконують **захисну** роль. В організмі людини і тварин ліпіди оберігають тіло від переохолодження, оскільки **перешкоджають віддачі тепла**, а також від механічного пошкодження (наприклад, нирки, розташовані за очеревиною). Ліпіди, що виділяються сальними залозами, **оберігають шкіру від висихання**, надають їй еластичності.

Окрім фізіологічної ролі деяким з них властиві технологічні властивості. Так, вітаміни групи А є поширеними жиророзчинними фарбниками жовто-рожево-червоного кольору. Здатність забарвлювати технологічні системи широко використовують у виробництві багатьох продуктів.

Якість і чистота жирів визначається фізичними і хімічними константами. До **фізичних констант** відносяться густина, температура плавлення і застигання, коефіцієнт рефракції (для рідких жирів); до **хімічних констант** відносяться: число омилення, йодне, кислотне числа і деякі інші показники.

Ліпіди широко поширені в природі і разом з білками і вуглеводами складають основну масу органічних речовин всіх живих організмів, будучи

обов'язковим компонентом кожної клітини. Вони є важливими компонентами харчової сировини, і харчових продуктів, багато в чому визначаючи їх харчову і біологічну повноцінність і смакові якості.

У рослинах ліпіди нагромаджуються, головним чином, в насінні і плодах.

У тварин і риб ліпіди концентруються в підшкірній, мозковій і нервовій тканинах, і навкруги внутрішніх органів (серце, нирки). Вміст ліпідів в тушці осетрів може досягати 20...25 %, оселедці - 10 %, в тушах наземних тварин: 33 % (свинина), 9,8 % (яловичина), 3,0 % (поросята). В молоці оленя - 17... 18 %, кози - 5,0 %, корови - 3,5...4,0 % ліпідів. Вміст ліпідів в окремих видах мікроорганізмів може досягати 60 %.

Вміст ліпідів в рослинах залежить від сорту, місця і умов їх зростання; у тварин - від вигляду, складу корму, умов змісту і т.д.

Багато фосфатидів міститься в тканинах мозку (3,5... 12 %), жовтках яєць (6,5... 12 %), легких, серці, нирках (5...6 %), бобах сої, насінні соняшнику, зародках пшениці. **Фосфатидіхоліни** використовуються організмом для синтезу ацетилхоліну - основного передавача нервових імпульсів в парасимпатичній нервовій системі.

В харчовій промисловості вони широко використовуються у виготовленні шоколаду, маргарину, а також як антиоксиданти. Синтезуються фосфатиди в організмі з низькомолекулярних і проміжних попередників.

Сфінголіпіди - складні органічні сполуки, що складаються з вищих жирних кислот, фосфорної кислоти, холіну і сфінгозину. Вони містяться в мембранах клітин рослин і тварин. Особливо багата ними нервова тканина. Знайдені сфінголіпіди у складі ліпідів крові. Мало їх міститься в жирових депо.

До **жироподібних речовин** відносяться **стерини** (стероли). Це нерозчинні у воді з'єднання. В тваринних жирах містяться **зоостеарини**, в рослинних - **фітостерини** (фітостероли).

Із **тваринних стеринів** найважливіше значення має **холестерин** (холестерин).

Він є структурним компонентом всіх клітин і тканин, бере участь в обміні жовчних кислот, ряду гормонів, вітаміну D₃ (частина якого утворюється в шкірі під впливом ультрафіолетового проміння з холестерину). Проте при підвищенні рівня холестерину в крові підвищується небезпека виникнення і розвитку атеросклерозу.

Основна частина холестерину (приблизно 70...80 %) в організмі утворюється в печінці, в стінці тонкої кишки і шкірі, а також в інших тканинах з жирних кислот, головним чином насичених, і вуглеводів (точніше, з продукту їх розпаду - оцтової кислоти). Частину холестерину людина одержує з їжею (0,3...0,6 г).

Таблиця 17. Вміст ліпідів в продуктах тваринного походження (в 100 г продукту)

Назва продукту	Сума ліпідів, г	Триацил гліцериди, г	Фосфоліпід, г	Холестерол, г.	Жирні кислоти, г	
					Мононенасичені	Поліненасичені
Молоко коров'яче	3,50	3,40	0,03	0,01	1,08	0,09
Вершки 20 % - жирн.	20,0	19,30	0,15	0,08	6,07	0,09
Сметана 30%-жирн.	30,0	28,90	0,23	0,13	9,10	1,42
Сир жирний	18,0	17,30	0,17	0,06	5,28	1,03
Сир нежирний	0,60	0,50	0,05	0,04	-	-
Сир твердий голландський	27,30	24,00	1,15	0,52	6,50	0,70
Масло вершкове несолоне	82,50	81,93	0,38	0,19	26,79	0,91
Масло селянське Яловичина II категорії	72,50	71,94	0,38	0,18	22,06	0,98
Свинина м'ясна	8,30	7,40	0,77	0,07	3,67	0,31
Баранина I категорії	33,30	32,00	0,84	0,07	11,82	3,64
Печінка яловича	16,30	15,30	0,88	0,07	7,98	0,49
Курчата бройлери I категорії	3,70	0,90	2,50	0,27	1,28	0,84
Кури I категорії	14,40	11,89	2,48	0,03	3,70	2,26
Качки	18,40	16,70	1,56	0,08	4,44	3,17
Яйця курячі	38,00	37,18	0,76	0,06	10,51	6,66
Короп	11,50	7,45	3,39	0,57	3,04	1,26
Минтай	5,20	3,86	0,75	0,27	2,62	0,47
Кілька каспійська	0,90	-	-	-	0,17	0,32
Оселедець	13,10	-	-	-	5,40	2,05
	12,10	9,20	2,42	0,20	5,48	2,28

При взаємодії холестерину з глобулінами утворюються ліпопротеїни різного ступеню густини: ліпопротеїни високої густини (ЛПВГ) - «хороший

холестерин», ліпопротеїни низької густини (ЛПНП), ліпопротеїни дуже низької густини (ЛПОНП) - «поганий холестерин» і хиломікрони. Розвитку склерозу сприяють ЛПНП і ЛПОНП, оскільки під час проходження через судинну стінку вони легко руйнуються з виділенням холестерину. В молодому здоровому організмі підтримується постійний рівень холестерину завдяки функціям різних систем. Надмірне споживання вуглеводів і жирів збільшує синтез холестерину. Здоровий організм регулює синтез холестерину на такому рівні, який підтримує його вміст в сироватці крові у межах 4...6 ммоль/дм³. Рівень холестерину в сироватці крові залежить від статі, віку, стану живлення, фізичної активності і інших чинників.

Синтез холестерину в організмі залежить від процесу абсорбції його в тонкій кишці. Зростання кількості холестерину в сироватці крові супроводжується розвитком атеросклерозу. Цьому сприяють, так звані чинники ризику, найважливішими з яких є неправильне живлення, порушення обміну ліпопротеїнів, куріння, низька фізична активність, споживання алкоголю, високий кров'яний тиск, ожиріння і тривала нервово-психічна напруга.

Холестерин порівняно стійкий до термічної кулінарної обробки (руйнується лише близько 20% його початкової кількості). В харчових раціонах здорових людей міститься в середньому 0,5 г холестерину.

Багато холестерину в яєчних жовтках, мозку, інших субпродуктах, тваринних жирах, м'ясі (особливо жирному). Є він в жирних молочних продуктах.

Вміст холестерину в продуктах (в мг на 100г їстівної частини продукту): мозок - 2300, яєчний жовток -1480, цільне яйце - 570, ікра зерниста - більше 300, масло вершкове - 190, м'ясо тварин, домашнього птаха - близько 70, риба - 65, сирі - 90, сир жирний і вершки - 75, молоко - 14.

Встановлений тісний зв'язок між обміном стеролів і фосфоліпідів. Рівень холестерину в крові знижується під впливом фосфатиділхоліну (лецитину), що запобігає накопиченню його в організмі, сприяє розщепленню і виведенню з організму. Значення в профілактиці атеросклерозу мають ПНЖК, фітостериоли і харчові волокна. Останні адсорбують холестерин, гальмуючи його резорбцію в тонкій кишці. Позитивний вплив виконують харчові волокна на жировий обмін, і зокрема на обмін холестерину, який пояснюється як утворенням жовчних кислот - кінцевого продукту обміну холестерину (що сприяє зменшенню ендогенного синтезу холестерину), так і пригнобленням резорбції холестерину і жирів.

Вітаміни В₆, В₁₂, Р, РР і магній прискорює розщеплення холестерину і виділення його з фекаліями (в з'єднанні з жовчаними кислотами). Органічний йод, який міститься в продуктах моря (морська капуста, морська риба, м'ясо морських звірів) - є антисклеротичним чинником. Він стимулює синтез гормонів щитовидної залози і тим самим посилює окислення жирів.

Транспортною формою ліпідів є *хиломікрони*. Хиломікрони містять 1,5...2% білка, 7... 10% фосфоліпідів, 5...8% холестерину і його ефірів, 75...80% триацилгліцеридів. Після засвоєння живильних речовин вміст хиломікронів у крові значно збільшується. Далі відбувається поступове звільнення крові від

хиломікронів. Важливу роль в цьому процесі виконує печінка і жирова тканина, де відбувається гідроліз триацилгліцеридів.

Іншою важливою групою простих ліпідів є **віск**. Воском називають складні ефіри вищих одноосновних карбонових кислот (C18 - C30) і одноатомних (що містять одну групу ВІН) високомолекулярних (з 18-30 атомами вуглецю) спиртів.

Віск широко поширений в природі. В рослинах вони покривають тонким шаром листя, стебла, плоди, ягоди, оберігаючи їх від змочування водою, висихання, дії мікроорганізмів. Вміст воску в зерні і плодах невеликий. В оболонках насіння соняшнику міститься до 0,2 % воску від маси оболонки, в насінні сої - 0,01 %, рисі -0,05 %.

Біологічна цінність харчових ліпідів

Біологічна цінність жиру визначається:

- вмістом поліненасичених жирних кислот (ПНЖК);
- низькою температурою плавлення, тобто легкою засвоюваністю;
- вмістом жиророзчинних вітамінів;
- відсутністю продуктів окислення.

Біологічна роль ПНЖК вельми важлива: вони беруть участь як структурні елементи у фосфатидах, ліпопротеїнах клітинної мембрани; входять до складу сполучної тканини і оболонок нервових волокон; впливають на обмін холестерину, стимулюючи його окислення і виділення з організму, а також утворюють з ним ефіри, які не випадають з розчину; надають нормалізуючу дію на стінки кровоносних судин; беруть участь в обміні вітамінів групи В (піридоксину і тіаміну); стимулюють захисні механізми організму (підвищують стійкість до інфекційних захворювань, дії радіації і т.д.). З ПНЖК утворюються клітинні гормони простагландини. Ейкозапентанова і докозагексанова кислоти мають особливе значення для профілактики і лікування захворювань серцево-судинної системи. Ці функції виконують тільки цис-ізмери ненасичених жирних кислот.

Завдяки неміцних подвійних зв'язків між атомами вуглецю ненасичені жирні кислоти легко вступають в хімічні реакції. Шляхом гідрогенізації рослинних жирів в промисловості одержують маргарини. Лабільність подвійних зв'язків в ненасичених жирних кислотах є однією з причин накопичення в жирах продуктів окислення, що зумовлює їх псування.

Лінолева і ліноленова кислоти не синтезуються в організмі людини, арахідонова - синтезується з лінолевої кислоти за участю вітаміну В₆. Тому вони одержали назву есенціальних або **незамінних кислот**. До складу поліненасичених жирних кислот сімейства омі входять: **d-лінолева, ейкозапентанова, докозагексанова** кислоти. **Арахідонова** кислота в продуктах харчування міститься в незначній кількості, а в рослинних маслах її практично немає. В найбільшій кількості арахідонова кислота міститься в яйцях - 0,5 %, субпродуктах 0,2...0,3 %, мозку 0,5 %.

У даний час комплекс есенціальних поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) розглядають як чинник F, біологічне значення якого прирівнюється до вітамінів.

Одним з важливих показників біологічної цінності жирів є перетравлюваність, вона виражається кількістю триацилгліцеридів, що всмокталися в лімфу і кров. Більшість природних жирів в організмі людини характеризується високим коефіцієнтом перетравлювання. Всмоктуваність жиру залежить від складу жирних кислот. Засвоюваність жирів з температурою плавлення нижчою, ніж температура людського тіла, рівна 97 ... 98 %, якщо ж цей показник вищий 37°C, то засвоюваність жирів рівна 90 %. Жири з температурою плавлення 50...60 °- засвоюються тільки на 70...80 %.

При змішаному живленні засвоюється 96...98 % свинячого жиру, 93...98 % вершкового масла, 80...94 % яловичого жиру, 86...90 % соняшникової олії, 94...98 % маргарину. Виражену біологічну дію надає група жироподібних речовин (фосфоліпіди, холестерин, жиророзчинні вітаміни та ін.). Найбільшою біологічною активністю володіють такі фосфатиди (фосфотиділхоліни, фосфоліпіди), як лецитин, кефалін, сфінгомієлін. Не дивлячись на структурне різноманіття, молекули більшості фосфоліпідів (фосфатидів) побудовані за загальним принципом. В їх склад входять, з одного боку, гідрофобне, відміни низькою спорідненістю до води вуглеводневі залишки, з іншою - гідрофільні групи.

Завдяки вмісту гідрофобних і гідрофільних груп фосфатиди взаємодіють з жирами і водорозчинними сполуками. В комплексі з білками вони входять до складу нервової тканини, печінки, серцевого м'яза, статевих залоз, визначають ступінь проникності клітинних мембран для жиророзчинних речовин, беруть участь в активному транспорті складних речовин і окремих іонів в клітини і з них. Фосфоліпіди беруть участь в процесі згортання крові. Вони сприяють кращому використанню білка і жиру в тканинах, попереджають жирову інфільтрацію печінки. При недостатці цих ліпідів в їжі і речовин, необхідних для їх синтезу, в тканині печінки відкладається нейтральний жир, що порушує її функції. Фосфатиди, головним чином лецитин, виконують важливу роль в профілактиці атеросклерозу, оскільки запобігають накопиченню надмірних кількостей холестерину на внутрішній поверхні стінок судин, сприяють його розщеплюванню і виведенню з організму. Завдяки вказаним властивостям фосфатиди відносять до ліпотропних чинників. Ними особливо багаті нерафіновані рослинні масла.

Показником біологічної цінності жирів є також наявність в них вітамінів A, D, E, K. Вершкове масло, що містить ці вітаміни, не дивлячись на низький рівень ПНЖК, є продуктом високої біологічної цінності. Воно може бути замінено тільки риб'ячим жиром, оскільки в його склад також входить ретинол і кальциферол.

У рослинних маслах містяться *токоферолі*, в решті жирів вони практично відсутні. Отже, немає природного харчового жиру, який містив би всі незамінні ліпіди. Біологічна цінність жирової частини може бути забезпечена тільки відповідною сумішшю жирів.

Серед *жиророзчинних пігментів* - речовин, що визначають забарвлення масел жирів, - найбільш поширені *каротиноїди і хлорофіли*. В бавовняному насінні, листі, стеблах міститься пігмент *госипол*. Госипол і продукти його перетворення забарвлюють бавовняні масла в темно-жовтий або коричневий колір. Госипол, що міститься в насінні, листі, стеблах бавовнику - токсична речовина.

Каротиноїди - це рослинні червоно-жовті пігменти, що визначають забарвлення ряду жирів, а також овочів і фруктів, яєчного жовтка і багатьох інших продуктів. Серед них необхідно наголосити на В-каротині.

Крім фарбувальних властивостей, окремі каротиноїди володіють провітамінними властивостями, оскільки в живому організмі, вони перетворюються на вітамін А. Другою групою природних жиророзчинних пігментів, що додають зелене забарвлення маслам і жирам, а також багатьом овочам (цибуля, салат, кріп і т.д.), є *хлорофіли*.

Здатність жирних кислот, що входять до складу ліпідів, якнайповніше забезпечувати синтез структурних компонентів клітинних мембран характеризують за допомогою спеціального коефіцієнта, що відображає співвідношення кількості арахідонової кислоти, яка є головним представником поліненасичених жирних кислот з 20 і 22 атомами вуглецю, і інших жирних кислот. Цей коефіцієнт одержав назву коефіцієнта ефективності метаболізації есенціальних жирних кислот (КЕМ).

За сучасними уявленнями, найбільш доцільно використовувати в їжу жири, що мають збалансований склад, а не споживати жиrowі продукти різного складу протягом доби.

При отриманні продуктів харчування, як в промисловості, так і в домашніх умовах, в ході технологічного процесу ліпідні початкової сировини (зерно і крупа, м'ясо і молоко, жири і масла, плоди і овочі і ін.) зазнають різноманітні перетворення; значні зміни відбуваються і в ліпідному комплексі продуктів, що зберігаються. Все це позначається на їх складі, а отже, на харчовій і біологічній ефективності готових продуктів. Якість і чистота жиру визначається фізичними і хімічними константами.

Найважливішою властивістю жирів є їх здатність до *окиснення*, залежна від складу жирних кислот. Найбільш легко окислюються жири деяких морських риб, найважче - жири з високим змістом насичених жирних кислот (сало). Це пов'язано з накопиченням продуктів окислення жирів: перекисів, гідропероксидів, епоксидів, альдегідів, кетонів і ін.

При зберіганні жирної риби або риб'ячого жиру з'являється неприємний згірклий запах. Змінюється і колір продуктів, що окислювалися, наприклад, вершкове масло темніє, сало при тривалому зберіганні жовтіє.

Окиснення жирів залежить від багатьох чинників, зокрема від *температури* (чим вище температура, тим швидше йде окислення), *наявності кисню, слідів металів*. Тому зберігати жири в мідній, залізній або оцинкованій тарі не можна. Процес окислення, що почався, з часом посилюється, і припинити його в звичайних умовах неможливо.

Полімерні продукти окислення жирів володіють токсичною дією. Їх граничний вміст в жирах, за даними Інституту живлення РАМН, не повинен перевищувати 1 %. Тому не можна допускати тривале зберігання жирних продуктів або тривале нагрівання їх (наприклад, при смаженні).

Рослинні масла рекомендується використовувати для салатів, підігрівання (короткотривалого) або смаження.

При тепловій обробці харчових продуктів в жирах відбуваються різні хімічні процеси. Інтенсивніше протікають гідролітичні процеси, зумовлені дією на жир води, високої температури і кисню повітря з утворенням кінцевого продукту - гліцерину і вільних жирних кислот. Одночасно відбувається термічний розпад самих жирних кислот (піроліз) з утворенням різноманітних сполук, зокрема альдегідів.

Для смаження у фритюрі (в киплячому шарі масла) доцільно використовувати такі тваринні жири, як сало, а також спеціальні види кулінарного жиру, зокрема «Білоруський», «Український» і ін. Повторне, багатократне використання одного і того ж масла для смаження, навіть з додаванням свіжого масла, не рекомендується. При смаженні продуктів витоплюється деяка кількість жиру, відбувається частковий термічний розпад, а також частковий гідроліз жирів. Крім того, частина жиру розбризкується і випаровується з частинками води.

Помічено, що продукти розпаду і гідролізу жирів знижують температуру його димоутворення. Тому, у міру смаження масло все більше «чадить». Масло, що довго нагрівається, стає темним і трохи гірчить (в результаті утворення акролеїну).

При вариві частина жиру переходить в бульйон і збирається (до 90 % і більше) на поверхні. Деяка кількість жиру при вариві гідролізується і в частково гідролізованому вигляді знаходиться в бульйоні. Продукти гідролізу жирів додають бульйону неприємний «сальний» присмак. Тому в кулінарній практиці жир звичайно знімають і використовують для приготування других страв.

При смаженні продукту на жирі, відбувається часткове вбирання в нього жиру. Оскільки він вбирається поверхнею продукту і на невелику глибину, кількість ввібраного жиру залежить від розмірів шматків продукту: чим він менше, тим за інших рівних умов вбирається більше жиру. Ступінь вбирання залежить і від жирності продукту: чим менш жирний продукт, тим більше жиру вбирається. При смаженні жирної риби і м'яса доданий жир може взагалі не вбиратися.

Для запобігання згіркнення жирів або продуктів, які містять жири, до них додають антиоксиданти, які затримують процес окислення. Найактивнішим антиоксидантом є вітамін Е. Зберігання жирів у в темноті, на холоді або в умовах вакууму також затримує їх окислення.

Тема. Визначення показників якості жиру: показника заломлення та йодного числа рослинної олії

Мета: визначити чистоту, ненасиченість і стерильність окислення жирів за показниками заломлення та знаходженням йодного числа жиру

Контрольні запитання

1. Роль ліпідів в організмі людини.
2. Хімічна структура і класифікація жиру.
3. Фізичні та хімічні константи якості жиру.
4. Біологічна цінність харчових ліпідів.
5. Середні норми жирів у добовому раціоні.

Визначення показника заломлення рослинної олії

Показник заломлення характеризує чистоту, ненасиченість, ступінь окислення жирів. Цей показник зростає при наявності оксигруп, збільшені молекулярної маси і кількості ненасичених жирних кислот, що входять до складу жиру.

Визначити показник заломлення рослинної олії при температурі 20°C ($n^{20^\circ\text{C}}$), або шляхом перерахунку привести до 20°C (з підвищенням температури на 1°C густина знижується в середньому на 0,000387).

Обладнання і посуд: рефрактометр РЛУ або РФ-22, лійка, конічна колба, скляна паличка, фільтри.

Об'єкти дослідження: нерафінована рослина олія

Методика виконання роботи

Добре перемішати пробу і профільтрувати її через складчатий фільтр. Нанести на призму рефрактометра 2-3 краплі олії, встановивши певну температуру, по закінченню 5 хвилин відрахувати з точністю до 0,0002 показник заломлення.

Якщо показник заломлення визначається при температурі вищій, чи нижчій ніж 20°C, то його перераховують на 20°C за формулою:

$$n^{20^\circ\text{C}} = n^t + (t - 20) \cdot 0,00035$$
 де

$n^{20^\circ\text{C}}$ - показник заломлення при 20°C;

n^t - показник заломлення при t досліді;

0,00035 – коефіцієнт для показника заломлення при зміні температури на 1°C.

Час проведення визначення – 10 хвилин.

Порівняти отриманий результат зі стандартним значенням. Для світлої рослинної олії

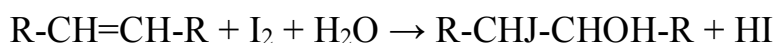
$$n^{20^{\circ}\text{C}} = 1,4736 - 1,4762$$

В окисненій олії показник заломлення вищий, ніж у світлій внаслідок збільшення молекулярної маси (за рахунок приєднання кисню, оксигруп і т.д).

Визначення йодного числа жиру

Йодним числом називається кількість грамів йоду, яка прореагувала зі 100г жиру. Йодне число вказує на вміст ненасичених жирних кислот в жирі.

Визначення йодного числа базується на реакції приєднання йоду за місцем подвійного зв'язку, яка описується рівнянням:



Обладнання і посуд: дві конічні колби ($V=50\text{мл}$), піпетки, бюретки

Реактиви: I_2 (1 г/л) спиртовий розчин, крохмаль 1%, тіосульфат натрію $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, (0,05моль/ л)

Методика виконання роботи

В першу колбу (дослідна проба) помістити наважку олії масою 0,1 – 0,2 г, в другу колбу (контрольна проба) – 0,1- 0,2 г води.

В кожну колбу додати по 10 мл спиртового розчину йоду та перемішати. Через 15 хвилин вміст колб профільтрувати. Після цього про титрувати проби розчином $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ до появи спочатку блідо-жовтого забарвлення, а потім додати 1мл розчину крохмалю і титрувати до зникнення синього забарвлення.

Йодне число розраховують за формулою:

$$\text{ЙЧ} = (\text{B-A}) \cdot f \cdot \text{Q} \cdot 100/\text{a} \cdot 1000,$$

де (B-A) – різниця результатів титрування дослідного і контрольного зразка розчином тіосульфату натрію, мг;

a – наважка олії, г;

f – коефіцієнт поправки на титр розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Q – кількість I_2 (12,69мг), що еквівалентна 1 мл розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Зробити висновки до роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 12

Тема. Вивчення показників якості жиру: пероксидне, кислотне, ефірне число та число омилення жиру

Мета: визначити пероксидне, кислотне, ефірне число та число омилення жиру

Контрольні запитання

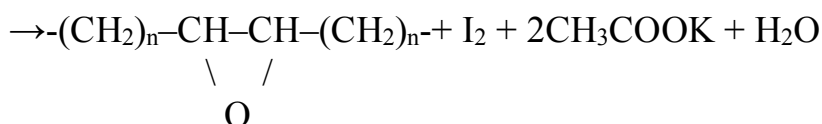
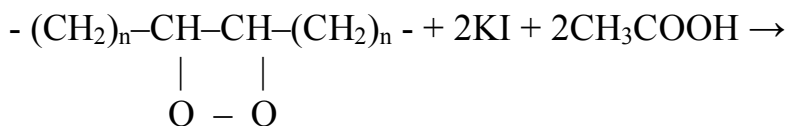
1. Які фізичні та хімічні константи визначають якість і чистоту жиру?
2. Що таке перекисне число жиру? На чому базується метод визначення цього показника якості?
3. Що таке кислотне число жиру? Що лежить в основі методу визначення цього показника якості?
4. Що таке ефірне число жиру? Як воно пов'язане з кислотним числом? Метод визначення ефірного числа.
5. Що таке число омилення жиру? На чому базується метод визначення цього показника якості?

Визначення пероксидного числа в прогірклому жирі

Одним із методів визначення якості жиру є вивчення вмісту продуктів окислення жиру: пероксидів, гідрпероксидів. Ці показники можна виявити за допомогою встановлення пероксидного числа.

Пероксидним числом називають кількість мілілітрів розчину тіосульфату натрію ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), що необхідна для титрування вільного йоду, який виділяється при окисленні калію йодиду (КІ) пероксидною групою 1 г жиру.

Метод оснований на взаємодії пероксидних груп жиру з КІ в кислому середовищі.



Утворення йоду можливе також при окисненні КІ киснем повітря, тому необхідно проводити контрольні проби.

Об'єкт дослідження : рослинна олія

Обладнання та посуд: дві конічні колби на 150 мл, піпетки, бюретки

Реактиви: насичений розчин KI, хлороформ (х.ч.), тіосульфат натрію (0,05 моль/л), крохмаль 1% розчин, льодяна оцтова кислота.

Методика виконання роботи

В першу колбу (дослідний зразок) поміщають наважку жиру 1г, в другу (контрольний зразок) – 1мл води. Після цього в обидві колби додають по 5 мл льодяної оцтової кислоти, 6 мл хлороформу та 1 мл свіжоприготовленого насиченого розчину KI. Після цього колби струшують протягом 5 хвилин і титрують розчином $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, додаючи 10 крапель розчину крохмалю в якості індикатора.

Перекисне число розраховують за формулою:

$$\text{ПЧ} = \frac{(A-B) \cdot f}{m \cdot 1000} \quad (1/2 \text{ O моль/кг})$$

де (A-B) – різниця результатів титрування дослідного і контрольного зразків розчином $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0,05 моль/л),

f – коефіцієнт поправки на титр розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (0,05 моль/л),

m – наважка олії, г.

Визначення кислотного і ефірного числа жиру

Кислотність олії характеризує вміст в ній вільних жирних кислот та інших речовин, що титруються лугом у перерахунку на олеїнову кислоту (ГОСТ- 18848-73).

Кислотне число показує вміст в 1г жиру вільних жирних кислот та інших речовин, що титруються лугом, виражене в міліграмах KOH, необхідного для їх нейтралізації. Кислотні числа деяких олій згідно з ГОСТ (мг-KOH) наведені в таблиці 18.

Ефірним числом називають кількість міліграм їдкою калію, необхідне для нейтралізації всіх жирних кислот, що утворюються при омиленні триацилгліцеролів (тригліцеридів), що містяться в 1 г жиру. Це число визначають як різницю між числом омилення даного жиру і його кислотним числом.

Кислотне число є одним з показників торгового сорту жиру, так як воно зростає в результаті окислення та гідролітичного розпаду нейтральної молекули тригліцериду до вільних жирних кислот.

За кількістю вільних жирних кислот, що містяться в олії, можна визначити її свіжість, так як в природних жирах їх мало.

Таблиця 18. Кислотні числа деяких олій згідно з ГОСТ

Назва олії	Вид і гатунок олії							
	Рафіноване		Гідратоване			Нерафіноване		
	дезодоро- ване	недезодо- роване	вищий	I	II	вищий	I	II
соняш- никова	0,4	0,4	1,5	2,25	6,0	1,5	2,25	6,0
кукуру- дзяна	0,4	0,4	-	-	-	5,0	Сортів не має	
соєва	0,3	-	-	1,0	1,5	-	2,0	4,0
льняна	0,7	-	-	-	-	-	2,5	5,0
гірчична	-	-	-	-	-	1,5	2,3	6,0
арахісова	0,4	0,4	1,5	2,25	6,0	1,5	2,25	6,0

При неправильному зберіганні жиру кількість вільних жирних кислот збільшується. Подальше їх окиснення призводить до появи дефектів смаку і запаху, а при більш глибоких процесах – до непридатності жиру для харчового використання.

Основою методу визначення кислотного числа є титрування вільних жирних кислот в ефірно-спиртовій суміші жиру водним розчином лугу.

Об'єкт дослідження: рослинна олія

Обладнання та посуд: колби місткістю 150 мл., піпетки, бюретки.

Реактиви: спирт нейтралізований по фенолфталеїну, 1% спиртовий розчин фенолфталеїну, КОН (0,1 моль/л), НСІ (0,1 моль/л), диетиловий ефір.

Приготування спирту нейтралізованого по фенолфталеїну, готують наступним чином: 2 частини диетилового ефіру та 1 частину етилового спирту змішують і нейтралізують 0,1 н розчином КОН в присутності фенолфталеїну (5 крапель фенолфталеїну на 50 мл суміші). Нейтралізацію проводять до ледь помітного забарвлення суміші.

Методика виконання роботи

В конічну колбу місткістю 100-150 мл зважують 3-5 г олії (з точністю до 0,01 г), додають 50 мл нейтралізованої суміші спирту та ефіру. Щоб прискорити розчинення суміш можна підігріти. Розчин масла при постійному ретельному перемішуванні швидко титрують 0,1 н водним розчином КОН до блідо-рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30 сек.

Кислотне число жиру (КЧ) в мл КОН розраховують за формулою:

$$\text{КЧ} = 5,611 \cdot V \cdot K / m, \quad \text{де}$$

5,611 – кількість мг КОН, що міститься в 1мл 0,1н розчину лугу,
V – об'єм 0,1 н розчину КОН, витраченого на титрування, мл
K – поправка до титру КОН для перерахунку на точну концентрацію лугу,
m - маса наважки, г.

Кінцевим результатом є середнє арифметичне трьох визначень. Розходження між паралельними визначеннями повинно бути не більше 0,1 мг для сирих олій, та 0,06 мг для рафінованих.

Визначення числа омилення жиру

Числом омилення жиру називається кількість міліграмів їдкого калію, необхідне для нейтралізації всіх вільних жирних кислот та тих, що входять до складу триацилгліцеролів, що містяться в 1 г жиру.

Об'єкт дослідження: жир (соняшникова олія).

Обладнання і посуд: колби на 100-150 мл., зворотний холодильник, водяна баня, піпетки, бюретки.

Реактиви: 0,1 % розчин фенолфталеїну, НС1 0,5 моль/л, спиртовий розчин КОН 0,5 моль/л.

Приготування спиртового розчину КОН 0,5 моль/л: 30 г КОН розчинити в 50-60 мл Н₂О, доливають 95°спирт до 1 л, залишають на добу. Прозорий розчин зливають і зберігають в посуді з темного скла.

Методика виконання роботи

В першу колбу (досліджувана проба) поміщають 2 г жиру, в іншу (контрольна проба) - 0,5 мл води. В обидві колби додають по 30 мл спиртового розчину КОН і кип'ятять із зворотним холодильником на водяній бані протягом 60 хвилин до повного омилення гліцеридів та нейтралізації

вільних жирних кислот, періодично перемішують вміст колб. Після цього в обидві колби додають по 10 крапель розчину фенолфталеїну і титрують ще теплі колби, розчином HCl до зникнення рожевого забарвлення (нейтральна реакція).

Примітка: свіжий жир набуває світло-жовтого, старий жир – червоно-бурого забарвлення.

Кількість КОН (міліграм) або число омилення (ЧО), що витрачено на нейтралізацію вільних жирних кислот в 1 г жиру, визначається за формулою:

$$\text{ЧО} = (B-A) \cdot f \cdot 28,05/m$$

де (B-A) - різниця результатів титрування контрольного і дослідного зразків розчином соляної кислоти, мл;

f - коефіцієнт поправки на титр розчину HCl(0,5 моль/л);

28,05 - кількість КОН в міліграмах, еквівалентна 1 мл розчину КОН.

Зробити висновки до роботи.

ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Павлоцкая Л.Ф. Пищевая, биологическая ценность и безопасность сырья и продуктов его переработки / Павлоцкая Л.Ф., Дуденко И.В., Евлаш В.В.– К.: ИНКОС, 2007. – 287 с.
2. Дубініна А.А.Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення/ Дубініна А.А., Малюк Л.П., Селютіна Г. А. – К.: Вища освіта, 2007. –375 с
3. Парамонова Т.Н. Экспрес-методы оценки качества продовольственных товаров / Парамонова Т.Н. – М : Экономика, 1988. – 108 с.
4. Максимец В.П. Контроль качества напитков / Максимец В.П.– М.: Экономика, 1988. – 93 с.
5. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. – М.: Колос, 2004. – 571 с.
6. Нечаев А.П. Пищевая химия / Нечаев А.П., Траубенберг С.В., Кочеткова А.А. – С-П.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
7. Сухарева О.Ю. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з курсу «Аналіз природних об'єктів і продуктів харчування» / Сухарева О.Ю., Базель Я.Р., Сухарев С.М.– Ужгород. Національний університет, 2002. –100с.
8. Павлоцька Л.Ф. Основи фізіології,гігієни харчування та безпеки харчових продуктів/ Павлоцька Л.Ф,Дуденко Н.В., Димитрієвич Л.Р. –Суми:Університетська книга,2007. – 441с.
9. Харчова хімія / [Дуленко Л.В., Горяйнова Ю.А., Полякова А.В. та ін.]. – К. : Кондор, 2012. – 248 с.

Додаткова

1. Поздняковський В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров / Поздняковський В.М. – Новосибирск.: Новосибирский университет, 2009. – 448 с.
2. Пономарьов П.Х. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини / П.Х. Пономарьов , І.В. Сирохман – К.: Лібра, 1999. – 272с.
3. Хоменко В.И. Гигиена получения и ветсанконтроль молока по государственному стандарту / Хоменко В.И. – К.: Урожай, 2000.- 400с.

4. **Донченко Л.В., Надтыка В.Д. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания./ Л.В. Донченко , В.Д. Надтыка .- М.: Пищевая промышленность, 2001. – 352с.**
5. **Окорокова Ю.И. Еремин Ю.Н. Гигиена питания / Ю.И.Окорокова , Ю.Н. Еремин.- М.: Медицина, 2000.- 230 с.**