**ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В. Г. КОРОЛЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК ТА МЕНЕДЖМЕНТУ**

О. А. Куленко

# ХІМІЯ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК

Навчальний посібник
для студентів
факультету природничих наук та менеджменту

**Полтава – 2023**

УДК 66(075.8)
*Затверджено на засіданні Вченої ради Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка (Протокол №14 від 30 червня 2023 року)*

Укладач:
старший викладач кафедри хімії та методики викладання хімії Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка Куленко Олена Анатоліївна

РЕЦЕНЗЕНТИ:

кандидат хімічних наук, доцент, професор кафедри біотехнології та хімії Полтавського державного аграрного університету Крикунова Валентина Юхимівна.

кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та методики викладання хімії Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка Кузнецова Тетяна Юріївна

Куленко О. А.
Хімія харчових добавок : навчальний посібник. – Полтава: ПНПУ імені В.Г. Короленка, 2023. – 126 с.

Навчальний посібник містить матеріал для підготовки до лабораторних занять та самостійної роботи здобувачів освіти: теоретичні питання для самостійної підготовки студентів, методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з хімії харчових добавок, завдання для самостійної роботи контрольні питання та список рекомендованої літератури для підготовки.

© Куленко О.А., 2023
© Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка, 2023

**Зміст**

Вступ… ..... 6

Підготовка проб різних видів продукції тваринництва до аналізу..... 6

**Тема 1. Органолептична оцінка якості харчових продуктів** 10

Визначення здатності розрізняти основні види смаку (перевірка на «смаковий дальтонізм»)..... 10

Визначення індивідуального порогу смакової чутливості та порогу різниці інтенсивності смаку..... 12

Вивчення здатності визначати запахи..... 15

**Тема 2. Ліпіди**..... 18

Визначення показників якості жиру: показника заломлення та йодного числа рослинної олії..... 29

Вивчення показників якості жиру: пероксидне, кислотне, ефірне число та число омилення жиру ..... 32

**Тема 3. Вуглеводи**..... 37

Кількісне визначення глюкози за допомогою антроновогореактиву 48

Кількісне визначення фруктози ..... 49

Визначення глюкози у присутності фруктози..... 51

Визначення глюкози за допомогою реакції відновлення оксиду міді в геміоксид..... 52

Визначення концентрації лактози в молоці..... 55

Визначення вмісту вуглеводів методом тонкошаровоїхроматографії .. 56

Визначення кількості та якості сирої клейковини в пшениці ..... 58

**Тема 4. Білки**..... 61

Визначення харчової цінності продуктів..... 76

Визначення загального вмісту азоту по К'ельдалю (мікрометод) ..... 80

Спектрофотометричний метод визначення білка в харчовій сировині ..... 83

Швидкий метод кількісного визначення білків..... 85

Розділення альбумінів і глобулінів яєчного білка методом висолювання ..... 86

Вивчення перетравлювання білків ферментами травного тракту….88

**Тема 5. Вітаміни .....** 89
Дослідження відновних властивостей аскорбінової кислоти ..... 109
Кількісне визначення вітаміну С в рослинній сировині..... 111
Краплинний метод визначення катехінів в рослинній сировині ..... 113
Визначення сумарної кількості Р-вітамінних речовин в чаї ..... 114
Спектрофотометричний метод визначення вмісту вітаміну А (ретинолу) ..... 116
Визначення вмісту кальцію в харчових продуктах..... 118
Метод кількісного визначення вміст гемового заліза в харчовихдобавках з крові великої рогатої худоби..... 120
Перелік запитань до великого практикуму..... 123
Література..... 125
Правила техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії..... 126

# ВСТУП

Продукція рослинного та тваринного походження вітчизняного чи імпортного виробництва, яка надходить на ринок України має в своєму складі достатньо велику кількість харчових добавок та повинна відповідати чинним нормативно-правовим актам. Належний нагляд щодо показників якості та безпеки харчових добавок у продуктах у місцях їх виробництва 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 продуктів харчування тваринного походження, оскільки саме вони найчастіше є джерелом харчових отруєнь та поширення небезпечних інфекцій.

# ПІДГОТОВКАПРОБ 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 пробопідготовки 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*** - та проба, ШР 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 хв 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±5 °С і знову перемішують до отримання однорідної маси, а потім охолоджують його до температури 20±2 С.

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 відкривання тари, переносять у посуд і складають пробу для аналізу. Точкові проби вершкового масла, пластичних вершків у транспортній тарі відбирають щупом (якщо температура масла нижче Ю С , щуп нагрівають у воді при температурі 38±2 °С); у споживчій тарі - ножем з кожного брикету.

Об'єднану пробу масла поміщають у водяну баню температурою 30±2 °С. 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, вводячи його на глибину % довжини.

Проби молока і молочних продуктів для визначення фізико-хімічних показників готують так.

Проби молока, рідких залишків незбираного молока, вершків, сметани, кисломолочних напоїв, морозива перемішують шляхом пе-

ревертання 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±2 °С.

Проби кисломолочних напоїв і сметани, що мають густу консистенцію, а також проби продуктів з відстояним шаром вершків, нагрівають на водяній бані до температури 32±2 °С, після чого охолоджують до 20±2 °С.

Проби сиру, сиркової маси, плавлених сирів розтирають у ступці до отримання однорідної консистенції, попередньо видаливши за допомогою пінцета, шпателя або ложки з проб продукції з наповнювачами родзинки, горіхи, курагу і т. ін.

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 200 г. 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 200 г 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.

*Контрольні запитання*

1. Особливості пробопідготовки м'яса та м'ясопродуктів до хімічного аналізу.
2. Пробопідготовка молока та молочних продуктів до хімічного 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.**

### *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 NaCI 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 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. Методика розбавлення розчинів наведена у таблиці 1.

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

| **Вид смаку** | **Назва речовини, що взята для приготування основного розчину** | **Об'єм основного розчину (мл) для приготування 100 мл робочого розчину** | **Концентрація робочого розчину %** | **Кількість розчину (мл) для одного дегустатора** |
|---|---|---|---|---|
| солодкий | сахароза | 6,0 | 0,6 | 50 |
| солоний | натрій хлорид | 16,0 | 0,16 | 50 |
| кислий | лимонна кислота | 3,0 | 0,03 | 75 |
| гіркий | магній сульфат | 5,0 | 0,5 | 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 гіркого 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 язиці. 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.**

### *Методика виконання роботи*

### Визначення індивідуального порогу смакової чутливості

Приготувати чотири 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

Для визначення індивідуальної величини порогу смакової чутливості необхідно приготувати робочі розчини смакових речовин шляхом розбавлення відповідних основних розчинів згідно таблиці 2.

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

| **№ п/п** | **Концентрація робочих розчинів %** | | | | **Об'єм (в мл) основного розчину для приготування 100мл 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 |

Записати відповідно даному номеру концентрацію приготовлених робочих розчинів у зошиті.

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 порогової до величини вище порогової.

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 порогова концентрація:

для розчину сахарози – 0,4%

для розчину NaCl – 0,1%

для розчину лимонної кислоти – 0,02%

для розчину $MgSO_4$ – 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 порогову.

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.

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

| **Вид смаку** | **Назва розчину** | **Концентрація робочих розчинів, %** | | **Об'єм (мл) основного розчину для приготування 100 мл робочого розчину** | |
|---|---|---|---|---|---|
| солодкий | р-н сахарози | 0,5 | 0,75 | 5,0 | 7,5 |
| солоний | р-н NaCl | 0,15 | 0,25 | 15,0 | 25,0 |
| кислий | р-н лимонної кислоти | 0,018 | 0,026 | 1,8 | 2,6 |
| гіркий | р-н $MgSO_4$ | 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<br>2 | II 3<br>4 | III 5<br>6 | IV 7<br>8 | V 9<br>10 | VI 11<br>12 | VII 13<br>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.**

Розрізняють сім основних груп запахів, поєднання яких породжує всі існуючи відтінки: ***камфорний*** - (гексахлоретан), ***мускусний*** - (мускон), ***квітковий*** – (альфаамілпіридин), ***м'ятний*** (ментол), ***ефірний*** – (діетиловий ефір, $CCl_4$), ***гострий*** (мурашина кислота) та ***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 $1м^3$ повітря. Органи нюху більш чутливі ніж органи смаку. Наприклад запах ваніліну відчувається при його концентрації 0,0000002 $мг/м^3$.

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 визначені 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 проведені 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 відчуваються 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.

Приготувати основний розчин в якому масова частка оцтової кислоти складає 10%. Для цього 9,5мл льодяної оцтової кислоти розчинити дистильованою водою в колбі на 100 мл. 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 |
| $CH_3COOH$ | 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 |

Приготовленні розчини позначають умовними номерами.

Випробувач підходить до серії розчинів та розміщує їх в ряд від меншої концентрації, до більшої. Результати записати у табл. 6

Таблиця 6 Визначення порогів різниці інтенсивності запаху

| **Номер зразка записуються в порядку зростання інтенсивності запаху** |
|---|
| |

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

# ЛІПІДИ

## Роль ліпідів в організмі

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

Ліпіди - 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 ліпіди є похідними жирних кислот, спиртів, альдегідів, побудованих за допомогою складноефірного, 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 холестеролу, 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 гліцеролу. До цієї групи входять прості ліпіди, які побудовані з гліцеролу 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 гідролізують 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).

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 %.

в) ***стероїди*** представлені холестеролом, гормональними стероїдами, вітаміном D.

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 ліпопротєїновими 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 (прининрковий 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 ліпопротєїнові 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 окисленні в організмі 1 г жиру виділяється 9 ккал. Кількість води, що утворюється в організмі при повній деградації жирів, відносно велика. Так, при окисленні 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 фосфоліпідів і білковим прошарком, містять ферменти, за участю яких забезпечується впорядкованість потоків метаболітів в клітини і з них.

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

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. ***Фосфатиділхоліни*** 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 сфінгозіну. 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.

Таблиця 7. Вміст ліпідів в продуктах тваринного походження (в 100 г продукту)

| *Назва продукту* | *Сума ліпідів,г* | *Триацил гліцериди, г* | *Фосфоліпіди, г* | *Холестерол,г.* | *Жирні кислоти, г* | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | *Мононена сиченні* | *Полінена сичені* |
| 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 | 72,50 | 71,94 | 0,38 | 0,18 | 22,06 | 0,98 |
| Яловичина II категорії | 8,30 | 7,40 | 0,77 | 0,07 | 3,67 | 0,31 |
| Свинина м'ясна | 33,30 | 32,00 | 0,84 | 0,07 | 11,82 | 3,64 |
| Баранина I категор. | 16,30 | 15,30 | 0,88 | 0,07 | 7,98 | 0,49 |
| Печінка яловича | 3,70 | 0,90 | 2,50 | 0,27 | 1,28 | 0,84 |
| Курчата бройлери I категорії | 14,40 | 11,89 | 2,48 | 0,03 | 3,70 | 2,26 |
| Кури I категорії | 18,40 | 16,70 | 1,56 | 0,08 | 4,44 | 3,17 |
| Качки | 38,00 | 37,18 | 0,76 | 0,06 | 10,51 | 6,66 |
| Яйця курячі | 11,50 | 7,45 | 3,39 | 0,57 | 3,04 | 1,26 |
| Короп | 5,20 | 3,86 | 0,75 | 0,27 | 2,62 | 0,47 |
| Минтай | 0,90 | - | - | - | 0,17 | 0,32 |
| Кілька каспійська | 13,10 | - | - | - | 5,40 | 2,05 |
| Оселедець | 12,10 | 9,20 | 2,42 | 0,20 | 5,48 | 2,28 |

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

Із ***тваринних стеринів*** найважливіше значення має ***холестерин*** {холестерол}. 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 холестеролу). Проте при підвищенні рівня холестеролу в крові підвищується небезпека виникнення і розвитку атеросклерозу. Основна частина холестеролу (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 холестеролу людина одержує з їжею (0,3...0,6 г).

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 хіломікрони. Розвитку склерозу сприяють ЛПНП і ЛПОНП, оскільки під час проходження через судинну стінку вони легко руйнуються з виділенням холестеролу. В молодому здоровому організмі підтримується постійний рівень холестеролу завдяки функціям різних систем. Надмірне споживання вуглеводів і жирів збільшує синтез холестеролу. Здоровий організм регулює синтез холестеролу на такому рівні, який підтримує його вміст в сироватці крові у межах 4...6 ммоль/дм$^3$. Рівень холестеролу в сироватці крові залежить від статі, віку, стану живлення, фізичної активності і інших чинників. Синтез холестеролу в організмі залежить від процесу абсорбції його в тонкій кишці. Зростання кількості холестеролу в сироватці крові супроводжується розвитком атеросклерозу. Цьому сприяють, так звані чинники ризику, найважливішими з яких є неправильне живлення, порушення обміну ліпопротєїнів, куріння, низька фізична активність, споживання алкоголю, високий кров'яний тиск, ожиріння і тривала нервово-психічна напруга.

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

Багато холестеролу 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 холестеролу в крові знижується під впливом фосфатіділхоліну (лецитину), що запобігає накопиченню його в організмі, сприяє розщепленню і виведенню з організму. Значення в профілактиці атеросклерозу мають ПНЖК, фітостероли і харчові волокна. Останні адсорбують холестерол, гальмуючи його резорбцію в тонкій кишці. Позитивний вплив виконують харчові волокна на жировий обмін, і зокрема на обмін холестеролу, який пояснюється як утворенням жовчних кислот - кінцевого продукту обміну холестеролу (що сприяє зменшенню ендогенного синтезу холестеролу), так і пригнобленням резорбції холестеролу і жирів.

Вітаміни $B_6$, $B_{12}$, Р, РР і магній прискорює розщеплення холестеролу і виділення його з фекаліями (в з'єднанні з жовчними 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 ***хіломікрони***. Хіломікрони містять 1,5...2 % білка, 7... 10 % фосфоліпідів, 5...8 % холестерину і його ефірів, 75...80 % триацилгліцеридів. Після засвоєння живильних речовин вміст хіломікронів у крові значно збільшується. Далі відбувається поступове звільнення крові від хіломікронів. 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 (С18 - С30) 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 (піридоксина і тіаміну); стимулюють захисні механізми організму (підвищують стійкість до інфекційних захворювань і 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-ізомери 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 $B_6$. Тому вони одержали назву ессенціальних або ***незамінних кислот***. До складу поліненасиченних 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 ессенціальних поліненасиченних 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°С, 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 недостачі 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 А, D, Е, К. 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 ***токофероли***, 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 ессенціальних жирних кислот (КЕМ).

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

При отриманні продуктів харчування, як в промисловості, так і в домашніх умовах, в ході технологічного процесу ліпіди 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 ***окислюваність***, 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.

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4*

**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°С ($п^{20C}$), або шляхом перерахунку привести до 20°С (з підвищенням температури на 1°С 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°С, то його перераховують на 20°С за формулою:

$$п^{20°C} = п^{t} + ( t - 20 ) \cdot 0{,}00035$$ ,де

$п^{20°C}$ - показник заломлення при 20°С;

$n^t$ - показник заломлення при t досліду;

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

Час проведення визначення – 10 хвилин.

Порівняти отриманий результат зі стандартним значенням. Для світлої рослинної олії

$n^{20°C}$ = 1,4736 – 1,4762

В окисленій 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:

$$R\text{-}CH{=}CH\text{-}R + I_2 + H_2O \rightarrow R\text{-}CHJ\text{-}CHOH\text{-}R + HI$$

Обладнання і посуд: дві конічні колби (V=50мл), піпетки, бюретки

Реактиви: $I_2$ (1мг/л) спиртовий розчин, крохмаль 1%, тіосульфат натрію $Na_2S_2O_3$, (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 $Na_2S_2O_3$ до появи спочатку блідо-жовтого забарвлення, а потім додати 1мл розчину крохмалю і титрувати до зникнення синього забарвлення.

Йодне число розраховують за формулою:

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

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

а – наважка олії, г;

f – коефіцієнт поправки на титр розчину $Na_2S_2O_3$

Q – кількість $I_2$ (12,69мг), що еквівалентна 1 мл розчину $Na_2S_2O_3$

Зробити висновки до роботи.

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5*

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

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

Контрольні питання.

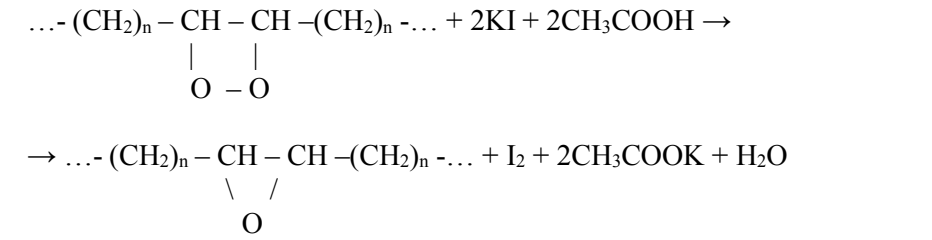
1. Які фізичні та хімічні константи визначають якість і чистоту жиру?
2. Що таке перекисне число жиру? На чому базується метод визначення цього показника якості?
3. Що таке кислотне число жиру? Що лежить в основі методу визначення цього показника якості?
4. Що таке ефірне число жиру? Як воно пов'язане 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, гідропероксидів. Ці показники можна виявити за допомогою встановлення пероксидного числа.

***Пероксидним числом*** називають кількість мілілітрів розчину тіосульфату натрію ($Na_2S_2O_3$), що необхідна для титрування вільного йоду, який виділяється при окислені калію йодиду (KI) пероксидною групою 1 г жиру.

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



Утворення йоду можливе також при окисленні KI 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 (0,005 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 $Na_2S_2O_3$, додаючи 10 крапель розчину крохмалю в якості індикатора.

Перекисне число розраховують за формулою:

$$ПЧ=( A-B) \cdot f,$$

де ( A-B) – різниця результатів титрування дослідного і контрольного зразків розчином $Na_2S_2O_3$( 0,005 моль/л ).

F – коефіцієнт поправки на титр розчину $Na_2S_2O_3$( 0,005 моль/л ).

## 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 КОН, необхідного для їх нейтралізації.

Кислотні числа деяких олій згідно з ГОСТ (мг-КОН) наведені в таблиці 8.

Таблиця 8. 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 |
| арахісо-ва | 0,4 | 0,4 | 1,5 | 2,25 | 6,0 | 1,5 | 2,25 | 6,0 |

***Ефірним числом*** називають кількість міліграм їдкого 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.

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), HCI (0,1 моль/л), диетиловий ефір.

Приготування реактивів.

Спирт нейтралізований 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:

$$КЧ = 5{,}611 \cdot V \cdot К / m ,$$ 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
К – 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 $H_2O$, 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 НС1 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:

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

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

f - коефіцієнт поправки на титр розчину НС1(0,5 моль/л);

28,05 - кількість КОН в міліграмах, еквівалентна 1 мл розчину КОН.
Зробити висновки до роботи.

## 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 $CO_2$ повітря при дії енергії сонячного проміння (фотосинтез). Кисень, що утворюється при цьому, виділяється в атмосферу, а з вуглецю синтезується ряд органічних речовин, зокрема крохмаль, який відкладається в корінні, плодах і інших частинах рослин. Вивільнення кисню в процесі фотосинтезу - єдине джерело його утворення в атмосфері.

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 в печінці. Так, глюкуронова кислота з'єднується з деякими токсичними речовинами, 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 утворюються при окисленні жирів в тканинах. Так, при порушенні обміну 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. Існують дані про тісний зв'язок вуглеводного обміну 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 біологічно активних речовин.

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 - піровиноградної кислоти. Доведено також, що для нормального протікання вуглеводного обміну в їжі повинна бути достатньою кількість вітамінів $B_2$, $B_6$ 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, розносяться 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 (мал. 1).

Вміст засвоєних вуглеводів в продуктах рослинного походження наведений в таблиці 9.

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 у винограді, черешні, вишні, малині, інших ягодах, а також в бджолиному меді (до 35 %). В організмі людини вона утворюється внаслідок гідролізу крохмалю, глікогену, сахарози, мальтози, лактози.

Таблиця 9 – Вміст вуглеводів в продуктах рослинного походження

| **Продукти** | **Вміст в 100 г продукту** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Глюкоза | Фруктоза | Сахароза | Крохмаль |
| 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 |
| 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 чорна | 1,5 | 4,2 | 1,0 | 0,6 |

***Фруктоза*** - найсолодша зі всіх моно- і дисахаридів. Якщо прийняти солодкість сахарози (цукор буряка або очерету) 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. В кавуні, дині, яблуці, груші, чорній смородині вміст фруктози переважає над глюкозою.

Багато фруктози міститься у винограді, яблуках, аґрусі, черешні, вишні, а також 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.

Найбільше значення серед олігосахаридів мають дисахариди.

***Дисахариди*** мають нескладну структуру, що обумовлює їх легке розщеплювання ферментами травного тракту. Всі вони розчиняються 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%).

Найбільша кількість цукру надходить в організм з кондитерськими виробами, варивом, мороженим, безалкогольними напоями і т.д. В солодких безалкогольних напоях концентрація цукру може доходити до 14 %. До білого хліба вищих сортів також додають певну кількість цукру. 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, зокрема, лактоза сприяє розвитку молочнокислих бактерій в кишках, які знижують активність гнильної 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. Міститься у великій кількості в солоді і солодових екстрактах. Під дією ферменту мальтози розщеплюється з виділенням двох молекул глюкози. У вільному стані мальтоза міститься в пророслих зернах ячменю (солоді), пшениці і в інших злаках, а також в помідорах і нектарі рослин.

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

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.

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 засвоєні (крохмаль, глікоген) і незасвоєні (целюлоза, геміцелюлоза і пектинові речовини).

Серед полісахаридів найбільше значення в харчуванні людини має крохмаль. 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. У такому вигляді він безпосередньо не засвоюється, а поступово піддається розщеплюванню. В ротовій порожнині під дією α-амілази він розщеплюється до декстринів і невеликої кількості мальтози. Мальтоза в 12-ти персній 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). В процесі дозрівання м'яса забійних тварин він розпадається.

Для позначення вуглеводів рослинного походження використовують термін ***«харчові волокна»***, які, є сумішшю різних полісахаридів і лігніну в поєднанні з речовиною оболонок рослинних клітин. Харчові волокна 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 і ін.).

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 висівок, 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 висівок, 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 холестерол, 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 геміцеллюлози 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 (pH 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 холестеролу 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*** - невуглецеві речовини клітинних оболонок, які складаються з полімерів ароматичних спиртів. Вони додають міцність оболонкам рослинних клітин і зменшують їх розщеплення ферментами. Продукти, які містять багато лігніну, погано перетравлюються.

У зв'язку з поширеністю «хвороб цивілізації» (надмірна маса тіла, цукровий діабет і ін.) розробка і використовування 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.

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

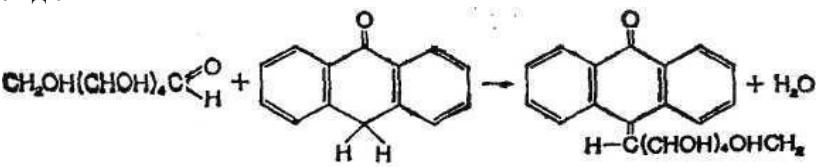
***Сахарин*** - найпоширеніший замінник цукру хімічної природи. У високих дозах викликає рак сечового міхура у експериментальних тварин.

## *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 представити у вигляді:




Визначаючи інтенсивність забарвлення на фотоелектроколориметрі 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 кожну пробірку вносять по 5 мл свіжоприготовленого антронового реактиву, кип'ятять 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).

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;

С - масова концентрація глюкози в стандартному розчині;

V - об'єм досліджуваної проби.

Цей метод може бути використаний для визначення масової концентрації глікогену. Проводять реакцію гідролізу і концентрацію глюкози в досліджуваній пробі з глікогеном розраховують так само, як і у випадку глюкози, але для визначення масової концентрації глікогену 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**: **кількісне визначення фруктози**

**Мета: визначити масову концентрацію фруктози**

Визначення фруктози засновано на реакції Селіванова. Швидкість утворення оксиметилфурфуролу 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 оксиметилфурфуролу 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: пробірки, фотоелектроколориметр, 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°С. 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:

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

де $E_1$ і $E_o$ - екстинкція досліджуваного і стандартного розчинів відповідно;

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

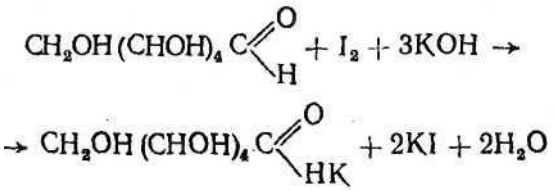
Цим методом можна визначити також масову концентрацію фосфорних ефірів фруктози - фруктозо-1,6-дифосфату і фруктозо-6-фосфату.

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8*

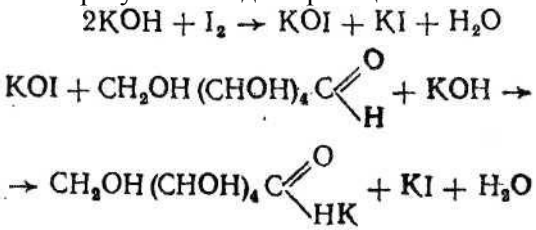
**Тема: визначення глюкози у присутності фруктози**

**Мета: визначити масову концентрацію глюкози у присутності фруктози**

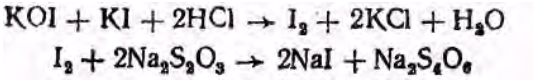
В основі цього методу лежить здатність молекулярного йоду в лужному середовищі окислювати тільки альдегідоспирти, не впливаючи на кетоспирти. Рівняння реакції для глюкози має вигляд



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 стадія



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 мл глюкози або інвертний цукор (5 г 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;

Vo - загальний об'єм проби;

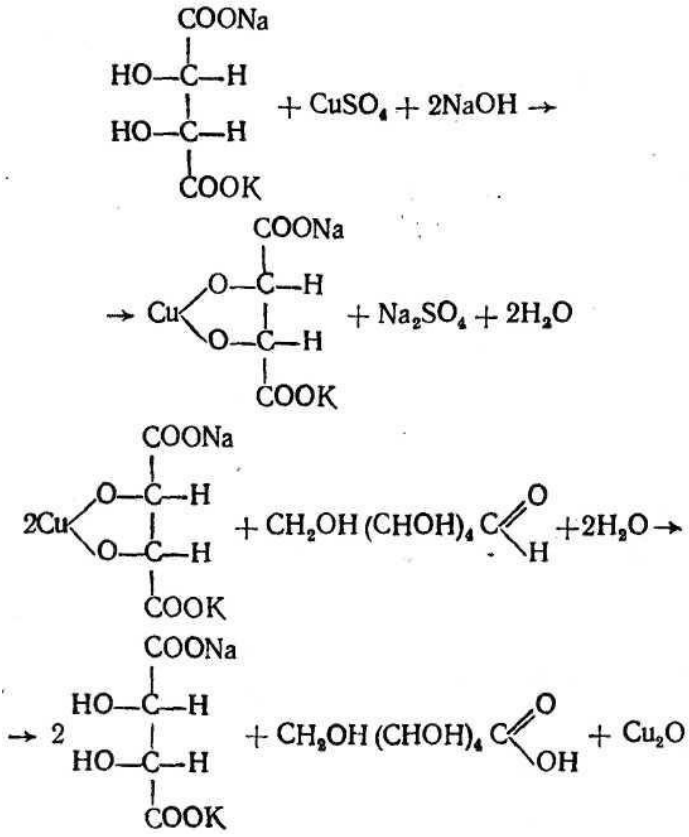
$V_1$ - об'єм досліджуваної суміші, узятої для аналізу.

**Тема: визначення глюкози за допомогою реакції відновлення оксиду міді в геміоксид**

**Мета: визначити масову концентрацію глюкози за допомогою реакції відновлення оксиду міді в геміоксид**

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 ($Cи_2O$), еквівалентну окисленій глюкозі, визначають йодометричним методом:

$$Cu_2O + I_2 \rightarrow CuO + CuI$$

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):

$$2\ Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow 2\ NaI + Na_2S_4O_6$$

Реактиви: 1. 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*

В дві колби поміщають по 5 мл реактиву Фелінга I і II. В одну з колб (проба) додають 10мл досліджуваного розчину глюкози, а в іншу (контроль) - 10 мл дистильованої води. Вміст обох колб нагрівають до кипіння, кип'ятять 5 хв, і 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 A і B - 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;

$V_o$ - загальний об'єм проби;

$V_1$ - об'єм досліджуваного розчину, узятого до аналізу.

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9*

**Тема: визначення концентрації лактози в молоці.**

**Мета: визначити кількісний вміст лактози в молоці**

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

$$C_{12}H_{22}O_{11} + I_2 + 2NaOH = C_{12}H_{22}O_{12} + 2NaI + H_2O$$

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 дистильованої 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;

Vo – загальний об'єм проби;

$V_1$ і $V_2$, - об'єми фільтрату і молока відповідно, узяті для досліджень.

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10*

**Тема: визначення вмісту вуглеводів методом тонкошарової хроматографії.**

**Мета: визначити кількісний вміст 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 - суміш бутанол - ацетон - вода (4:5:1). Висота шару розчинника - 1 см. Хроматографію проводять до проходження розчинником 10 см від лінії старту. Після цього хроматограму висушують і проявляють. При використовуванні 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:

$$\lg M = \lg M_{ст} + \left( \frac{\sqrt{S} - \sqrt{S_{ст}}}{\sqrt{S_р} - \sqrt{S}} \right) \lg P,$$

де $M_{СТ}$ - 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 № 10*

**Тема: визначення кількості сирої клейковини в пшениці.**

**Мета: визначити кількість та якість клейковини в пшениці.**

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

Залежно від місту клейковини в зерні прийнята наступна класифікація пшениці

| 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 |

Зерно сильної 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).

Метод визначення 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 25 г або більшу з таким розрахунком , щоб забезпечити вихід сирої клейковини не менше 4 г. 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 густим шовковим або капроновим 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: що не «відмивається ». Закінчивши відмивання клейковини її віджимають між долонями, які час від часу досуха витирають рушником.

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

Віджату клейковину зважують, ще раз промивають протягом 2…3 хв, знов віджимають 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 ± 2%.

Для замісу тесту, відмивання і визначення якості клейковини застосовують звичайну водопровідну воду, температура якої повинна бути 18 ± 2°С.

**Тема: визначення якості сирої клейковини.**

**Мета: визначити кількість та якість клейковини в пшениці.**

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 формують кульку і поміщають її на 15 хв в посудину з водою, температура якої повинна бути 18± 5°С. 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 4 г) збільшує наважку муки і заново відмиває 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 10

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

## 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 ***відтворювання*** живої матерії, входять до складу нуклеопротеїнів. 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 недостачі 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 значні кількості білка (> 15 %). 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 велику кількість білка (10-15 %). 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 (ессенціальні) амінокислоти*** не синтезуються в організмі, у зв'язку з чим необхідне їх надходження з їжею. До числа ессенціальних амінокислот відносять: метіонін, лізин, триптофан, фенілаланін, лейцин, ізолейцин, треонін, валін. До них зараховують також гістидін і аргінін, які не синтезуються в дитячому організмі.

Деякі автори пропонують до дефіцитних віднести також цистин і тирозін.
Основні джерела незамінних амінокислот наведені в таблиці 10.

Таблиця 11. Джерела незамінних амінокислот

| ***Амінокислота*** | ***Харчові джерела*** |
|---|---|
| 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 |

Кожна незамінна амінокислота виконує в організмі певну визначену функцію.

За відсутності валіну зменшується інтенсивність асиміляції, порушується координація рухів, підвищується шкірна чутливість (гіперестезія).

Відсутність ізолейцину і метіоніну приводить до негативного азотного балансу. Брак лейцину виявляється затримкою зростання і зменшенням маси тіла, наявністю дегенеративних змін в нирках і 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 лецитину, тобто ця амінокислота має ліпотропні 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.

Недостача навіть однієї незамінної амінокислоти погіршує використання інших. Білки високої біологічної цінності відрізняються збалансованістю амінокислот, хорошою засвоюваністю. До таких відносяться білки яєць і молока, м'яса і риби, виключаючи білки сполучної тканини (табл. 12)

Таблиця 12 Вміст білка і незамінних амінокислот в продуктах тваринного походження (на 100 г)

| | **Вміст** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Продукти** | Білок, | Валін, мг | Ізолюйцин,мг | Лейцин, мг | Лізин, мг | Метіонін,мг | Треонін, мг | Триптофан мг | Фенілланін, мг |
| 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 голланд-ський | 26,8 | 1414 | 1146 | 1780 | 1747 | 865 | 1067 | 788 | 1280 |
| Сир пошехонець | 26,0 | 1274 | 988 | 1957 | 1572 | 983 | 894 | 700 | 1195 |
| 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 | 15,6 | 820 | 754 | 1116 | 1235 | 356 | 688 | 198 | 611 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| категор. | | | | | | | | | |
| 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 І категор | 17,6 | 818 | 621 | 1260 | 1530 | 447 | 783 | 283 | 649 |
| Кури І 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 прісноводих 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. 12). 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 13. Вміст білка в продуктах рослинного походження

| **Продукт (в 100 г)** | **Вміст білка, г** | **Продукт (в 100 г)** | **Вмістбілка, г** |
|---|---|---|---|
| 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 грунтові | | Шипшина | 3,4 |

Разом з незамінними дуже важливим є достатнє надходження з їжею замінних амінокислот, оскільки при їх недостачі 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°С травлення протікає більш інтенсивно, але цього недостатньо для того, щоб довести страву до готовності. При нагріванні до 100°С, 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, що містяться в них, унаслідок руйнування ряду незамінних амінокислот. Наприклад, при високих температурах 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, незасвоювані організмом.

Не всі амінокислоти білків однаково реакційно-здатні при тепловій обробці. Найлегше вступає в реакцію меланоїдиноутворення лізин. Відносно нестійкі до теплових дій метіонін і цистин. Ці амінокислоти вельми чутливі до багатьох видів технологічної обробки. Якщо білок натурального молока практично не має дефіциту незамінних амінокислот, то білок сухого молока містить помітно менше метіоніну і цистину (83-85 % оптимального змісту).

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

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

У основних продуктах харчування (всі тварини, а також зернові і зернобобові продукти) 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-нітрозоаміни, 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. ФАО/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 амінокислотною 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 ессенціальних амінокислот близький до 100 %.

ФАО/ВОЗ запропонувала такий склад ідеального білка (в мг на 100 г 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 - лише 83-85 %. Це обумовлено 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 мають молоко з крупами, макаронами, хлібом, борошняні вироби з сиром, м'ясом, рибою. Меншою біологічною цінністю володіють такі вироби, як пиріжки з рисом, саго, картоплею.

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 в білці 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 55-60 г 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 (соя, шроти, макуха і ін.) (табл. 14), раціонального комбінування харчових продуктів з урахуванням їх взаємозбагачувальної здатності, шляхом додавання до суміші рослинних білків, рибної муки, відходів молочного виробництва і ін.

При використанні нетрадиційних джерел білка слід звертати увагу на:

- ♦ інтегральний склад продукту - загальний зміст 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 зміст нуклеїнових кислот;
- наявність супутніх токсичних (госипол, циклопропенова кислота - шрот з насіння бавовнику), канцерогенних (кунжутовий шрот - сезамол, сезамін) і демінералізуючих речовин (кунжутовий шрот - щавлева кислота).
- забруднення хімічними (пестициди, радіонукліди, важкі метали) і біологічними (бактерії і їх токсини, мікотоксини) контамінантами;
- наявність техногенних добавок ( консерванти і ін.).

За рубежем 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 14- Вміст білка в нетрадиційних джерелах (в 100 г)

| **Продукт** | **Вміст білка, г** | **Продукт** | **Вміст білка, г** |
|---|---|---|---|
| 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 №11*

**Тема: Визначення харчової цінності продуктів.**

**Мета заняття: освоїти методи визначення енергетичної, харчової і біологічної цінності продуктів; порівняти різні харчові продукти по цих показниках.**

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:

$$Е_ц = М_б \cdot 4 + М_ж \cdot 9 + М_в \cdot 4$$

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. 15).

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 15. Добова потреба організму в основних харчових речовинах

| **Харчові речовини** | **Денна потреба** | **Харчові речовини** | **Денна потреба** |
|---|---|---|---|
| Вода, г | 1750-2200 | Натрій | 4000 |
| Білки,г | 67 | Калій | 2500 |
| в т.ч. тваринні | 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 | |
| Лізин | 4000 | Аскорбінова кислота | 80 |

«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 16.

Таблиця 16. Визначення білкового і амінокислотного складу «Сирників із сиру і картоплі»

| | **Кількість амінокислот (мг) в:** | | | | | | | | Амі |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | но- |
| Назва | 120г | 35г | 8г | 25г | 5г | сиро- | готов | 1г | кис |

| | сиру нежирного | картоплі | яєць | борошна | жиру | винному наборі | овому білку | виробу | лотний скор |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Білок | 21,6 | 1,7 | 1,02 | 2,67 | 0 | 26,89 | 25,28 | | |
| Незамінні амінокислоти мг в т.ч. валін та ін . | 9,22<br>1,19 | 0,61<br>0,10 | 0,42<br>0,06 | 0,72<br>0,1 | 0<br>0 | 10,97<br>1,45 | 10,31<br>1,37 | 64 | 108 |

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:

$$\frac{18x120}{100} = 21,6\ (г).$$

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

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

$$21,6 + 1,7 + 1,0 + 2,67 = 26,89\ (г)$$

в готовій страві, з урахуванням відсотка збереження білків:

$$\frac{26,891 \times 94}{100} = 25,28\ (г).$$

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:

$$АС_{валина}=\frac{54}{50}\text{ x }100\%=108\%$$

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 №12*

**Тема: визначення загального вмісту азоту по К'ельдалю (мікрометод).**

**Мета заняття: визначити загальний вміст азоту в харчовій сировині і продуктах 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 сірчанокислий 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 сірчанокисла, калій сірчанокислий, натрій гідроксид (ω= 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 сірчанокислої міді і сірчанокислого 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.

Апарат для мікровизначення азоту складається з пароутворювача 1, запобіжної судини 3, колби К'ельдаля 5, краплепоглинача 11, холодильника 10 і приймача - конічної колби 12. Пароутворювачем служить звична плоскодонна колба, в яку наливають дистильовану воду, що підкислена сірчаною або фосфорною кислотою. Колбу-пароутворювач забезпечують запобіжною скляною трубкою 2, яка доходить до дна. Для рівномірного кипіння на дно колби кладуть декілька шматочків пемзи або скляних капілярів.

Малюнок 3 - 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, узятої 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 засмоктування 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, щозв'язалася з аміаком (мл);

Н - наважка продукту (г).

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №13*

**Тема: спектрофотометричний метод визначення білка в харчовій сировині.**

**Мета заняття: визначити вміст білка в харчовій продукції методом спектрофотометрії**

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 змісту 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 густину 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 (мал. 4).

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.

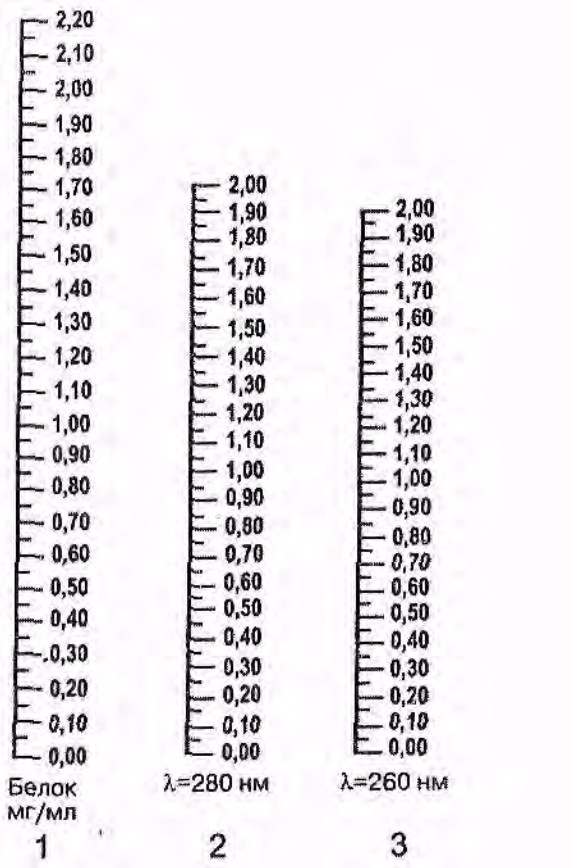



Рисунок 4 - Номограма для визначення концентрації білка

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14*

**Тема: швидкий метод кількісного визначення білків.**

**Мета: визначити кількісний вміст білків в харчовій сировині і продуктах.**

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 кожну 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:

$$У = 2,4542 + 3,6049 \cdot Х$$

де Х - показник шкали оптичної густини приладу.

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №15*

**Тема: розділення альбумінів і глобулінів яєчного білка методом висолювання.**

**Мета: розділити суміш альбумінів і глобулінів 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 $(NH_4)_2SO_4$, насичений р-н, $(NH_4)_2SO_4$ 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 16.

Таблиця 16- Результати досліджень розділення альбумінів іглобулінів

| **Назва білка** | **Ступінь насичення** | **Результат досліду** |
|---|---|---|
| | | |

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №16*

**Тема: вивчення перетравлювання білків ферментами травного тракту.**

**Мета: вивчити перетравлювання харчових білків ферментами травного тракту**.

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 протеїназ, 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: харчовий білок.

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

Реактиви: соляна кислота 5 М розчин, пепсин кристалічний (активність не менше ніж 2500од/мг білка), гідроксид натрію, 0,02 н розчин, бікарбонатний буфер (pH 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 pH 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 вирівняються.

Проби інкубують на водяній лазні при температурі 37°С 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°С 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, узятого 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 роблять по стандартному розчину сироваткового альбуміну, який містить в 1 мл 10 мг білка.

## ВІТАМІНИ

### Роль вітамінів в організмі

Вітаміни відносяться до групи незамінних нутрієнтів органічної природи, різноманітної будови, які необхідні для забезпечення обміну речовин. Вітаміни повинні постійно поступати з їжею, оскільки вони майже не синтезуються в організмі і лише деякі депонуються в тканинах. Потреба у вітамінах обчислюється в міліграмах і навіть в тисячних частках (мікрограмах).

Дефіцит якого-небудь вітаміну спочатку невідчутний. Порушення обміну речовин, що виникають на перших порах не виявляються в зовнішніх ознаках. Проте поступово ***гіповітамінози***, що розвиваються, надалі можуть привести до необоротних патологічних станів - ***авітамінозів***.

Наслідком недостатнього надходження вітамінів є зниження стійкості організму до дії ушкоджувальних чинників. У зв'язку з цим роль цих нутрієнтів особливо велика в умовах науково-технічного прогресу.

Розрізняють первинний (екзогенний) і вторинний (ендогенний) гіповітаміноз.

***Первинний гіповітаміноз*** обумовлений низьким вмістом вітамінів в харчових продуктах. Такі стани можуть розвиватися в результаті незбалансованого харчування переважно рафінованими продуктами, недостатнього споживання рослинної їжі, використання способів кулінарної обробки або консервантів, що руйнують вітаміни. Інактивація цих нутрієнтів відбувається і в процесі зберігання при дії кисню.

На вміст вітамінів в стравах негативно впливає їх розігрівання. Багато нутрієнтів руйнується в лужному або кислому середовищі, при освітленні ультрафіолетовим промінням.

***Вторинний гіповітаміноз*** розвивається унаслідок порушення функцій органів травної системи, під впливом інфекційних агентів, захворювань печінки, вживання деяких лікувальних засобів. Так, пониження кислотності шлункового соку є причиною руйнування деяких вітамінів, що поступають в шлунок. Порушення процесів всмоктування в тонкому кишечнику супроводжується недостатнім надходженням вітамінів в кров. Деякі ліки, наприклад ацетилсаліцилова кислота, посилюють виведення вітамінів з організму з сечею.

У порівняно окремих випадках можуть розвиватися гіпервітамінози. Вони пов'язані з прийомом жиророзчинних вітамінів в дозах, що істотно перевищують фізіологічні норми (наприклад, при

передозуванні вітамінів А і D, які застосовують у дітей для профілактики рахіту і порушень зростання). Потреба у вітамінах залежить від віку, статі, характеру трудової діяльності, кліматичного поясу, стану здоров'я.

## Класифікація вітамінів

У групі вітамінів розрізняють ***власне вітаміни***, тобто речовини, у відсутності яких розвиваються специфічні авітамінози і ***вітаміноподібні речовини***, ступінь незамінності яких не є цілком доведений. Проте вони впливають на процеси обміну речовин, особливо в екстремальних умовах.

Вітаміни ділять на дві групи: водорозчинні і жиророзчинні. Нижче наведена сучасна класифікація вітамінів (табл. 17).

У ряді продуктів містяться ***провітаміни***, тобто сполуки, із яких в організмі утворюються вітаміни. До них відносяться каротини, що розщеплюються у ряді тканин з утворенням ретинолу (вітамін А), деякі стероли (ергостерол, 7-дегідрохолестерол та ін.), які перетворюються на вітамін D під впливом ультрафіолетових променів.

У звичайних харчових раціонах, до складу яких входять продукти тваринного і рослинного походження, найбільш дефіцитними, частіше всього зимою і ранньою весною, є вітаміни С, $B_1$, $B_2$ і А, оскільки вони можуть руйнуватися в процесі зберігання. Крім того, має значення зміна асортименту продуктів (плодів, овочів, ягід), який в ці сезони стає менш різноманітним. Причиною гіповітамінозу $D_3$, є світлове голодування, оскільки взимку ультрафіолетове проміння не досягає поверхні землі.

Таблиця 17 - Класифікація вітамінів

| **Водорозчинні вітаміни** | **Жиророзчинні вітаміни** | **Вітаміноподібні сполуки** |
|---|---|---|
| Аскорбінова кислота (вітамін С) | | Карнітин (вітамін $B_7$) |
| Тіамін (вітамін $B_1$) | Ретинол (вітамін А) | Біофлавоноїди (вітамін Р) |
| Рибофлавін | Кальциферол | Пангамова кислота |

| | | |
|---|---|---|
| (вітамін $B_2$) | (вітамін D) | (вітамін $B_{15}$) |
| Ніацин (нікотинова кислота, вітамін РР) | Токофероли (вітамін Е) | Параамінобензойна кислота (вітамін $H_1$) |
| Піридоксин (вітамін $B_6$) | Філлохінони (вітамін К) | Оротова кислота (вітамін $B_{13}$) |
| Ціанкобаламін (вітамін $B_{12}$) | | Холін (вітамін $B_4$) |
| Фолацин (фолієва кислота) | | Інозит (вітамін $B_8$) |
| Пантотенова кислота (вітамін $B_3$) | | Метилметіонін-сульфоній (вітамін U) |
| Біотин (вітамін Н) | | Ліпоєва кислота |

Деякі вітаміни (пантотенова, ліпоєва, фолієва кислоти, біотин, токофероли та ін.) широко поширені в продуктах харчування, тому здорова людина не відчуває в них потреби. Мікрофлора, що міститься в товстому кишечнику, синтезує невеликі кількості ряду вітамінів (філохінон, фолієва кислота, піридоксин), які може використовувати організм людини. При зміні складу мікрофлори, який зумовлений незбалансованим харчуванням, різними захворюваннями товстого кишечника або прийомом ліків, що пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів, розвивається відповідний гіповітаміноз.

Частковий біосинтез ніацину здійснюється в тканинах організму людини з триптофану за участю піридоксину.

Всім вітамінам властива ***захисна роль*** в організмі проти різних ушкоджувальних чинників. Механізм їх участі в цих процесах специфічний для кожного вітаміну.

## Коротка характеристика вітамінів

### Водорозчинні вітаміни

***Аскорбінова кислота (вітамін С, антицинготний)***

*Роль в організмі*. Аскорбінова кислота бере участь в багатьох процесах обміну речовин тому, що є компонентом окислювально-відновних систем, необхідна для гідроксилювання проліну;

оксипролін, що утворюється, використовується для синтезу структур сполучної тканини. Тому при недостатку аскорбінової кислоти розрихляються ясна і стінки капілярів, з'являються крововиливи, випадають зуби, тобто розвивається характерна картина цинги. Цей вітамін сприяє окисленню холестерину, бере участь в утворенні ряду гормонів, проявляє виражений позитивний вплив на багато ланок імунної системи організму, протидіє утворенню надлишку вільних окислювальних радикалів. Таким чином, аскорбінова кислота необхідна для забезпечення оптимального життєзабезпечення організму.

*Властивості*. Вітамін С руйнується киснем повітря; цей процес прискорюється при нагріванні, а також при дії ферментів (аскорбатоксидази, поліфенолоксидаз і ін.), що вивільняються в результаті порушення цілісності клітини, тобто в процесі нарізування, шинкування, подрібненні багатьох рослинних продуктів - джерел вітаміну С

Для зменшення втрат аскорбінової кислоти капусту перед шинкуванням доцільно недовго бланширувати на пару; при цьому інактивується аскорбатоксидаза. Окислювальні ферменти стають неактивними при додаванні кислот. Так, якщо при приготуванні салату до капусти додати лимонну або оцтову кислоти, то при її подрібненні вітамін С збережеться. Соняшникова олія або інший жир оберігає вітамін С від контакту з киснем повітря.

Аскорбінова кислота, яка є розчинною у воді, переходить із продуктів у відвар, який необхідно використовувати в їжу тому, що він містить і інші важливі нутрієнти. Так, наприклад, у відвар з капусти, крім аскорбінової кислоти, переходять вітаміни групи В, вітамін U (противиразковий чинник) -, мінеральні солі. З метою збереження вітаміну С квашену капусту не слід залишати на довгий час після витягання з-під пресу і не можна її промивати з метою видалення надмірної кислоти.

Продукти, що містять вітамін С, при вариві слід занурювати в киплячу воду, оскільки в ній менше кисню, ніж в холодній. Це прискорює термін доведення страви до готовності; варити їх слід в посуді з щільно закритою кришкою.

Зберігання готових страв спричиняє руйнування вітаміну С. Повторний підігрів сприяє значному зменшенню вмісту аскорбінової кислоти в стравах, оскільки при першій тепловій обробці руйнуються природні захисні речовини, що містяться з сирих продуктах. Після

кулінарної обробки залишається приблизно 1/3 початкової кількості вітаміну С. Суттєве значення для заощадження аскорбінової кислоти в рослині має попередження їх в'янення. Рекомендується зберігати листові овочі в холодильнику на решітці у посудині, в якій налита вода.

*Потреба.* Добова потреба у вітаміні С для дорослих людей складає в середньому 50... 100 міліграм.

*Недостатність.* В нашій країні авітаміноз С практично не зустрічається, але стан гіповітамінозу спостерігається особливо зимою і ранньою весною, що зумовлене низьким вмістом аскорбінової кислоти в продуктах в ці сезони року. Ранні ознаки гіповітамінозу С - кровоточивість ясен, зменшення опірності організму до ушкоджувальних дій, підвищена стомлюваність, пониження працездатності. Тривалий дефіцит (3...6 мес) в харчуванні вітаміну С приводить до розвитку цинги (скорбуту). Основними ознаками цинги є розхитування і випадання зубів, крововиливу під шкірою, зменшення маси тіла, випадання волосся, зниження загальної опірності організму.

*Джерела*. Аскорбінова кислота міститься в зелених частинах рослин (кріп, петрушка, салат, селера, цибуля та ін.), овочах (перець, капуста, картопля, томати та ін.), ягодах (чорна смородина, аґрус, горобина, обліпиха, шипшина), цитрусових, інших фруктах, а також в печінці і нирках.

Цінні резерви вітаміну С можуть заготовлюватися у вигляді чорної смородини, протертої з цукром, пастеризованих ягід без цукру, шипшини, висушеної в бережливих умовах.

При виготовленні відвару із шипшини треба повніше витягувати з нього вітаміни. Це досягається продавлюванням після 10... 15-хвилинного кип'ятіння ягід через сито, так щоб м'якоть і шкірка шипшини потрапили у відвар. Він буде каламутним, але багатим вітамінами С, Р, групи В і ß-каротином.

## Вітаміни групи В

Більшість вітамінів цієї групи міститься у зовнішніх частинах зернових, в печінці, дріжджах, яєчному жовтку. Багато хто з них є коферментами. Майже всі вітаміни групи В володіють ліпотропною дією тобто посилюють окислення жирів, перешкоджають

накопиченню холестерину в тканинах, покращують функції печінки. Багато вітамінів цієї групи посилюють дію один одного.

***Тіамін (вітамін $B_1$, антиневритний)***

*Роль в організмі*. Тіамін є складовою частиною ферментів, що беруть участь в обміні вуглеводів, жирів, білків і води. Він необхідний для утворення ацетилхоліну, отже, для діяльності парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи і регульованих нею функцій органів і систем (серця, шлунково-кишкового тракту та ін.).

*Властивості*. Тіамін руйнується в лужному середовищі, наприклад при додаванні в тісто соди або вуглекислого амонію.

*Потреба*. Добова потреба в тіаміні складає для дорослих 1,4...2,4 міліграм. Вона залежить від складу харчового раціону. При збільшенні вмісту вуглеводів, білків або жирів потреба в цьому вітаміні підвищується. Дози тіаміну потрібно збільшувати також при зростанні фізичного і психічного навантаження, підвищенні або пониженні температури зовнішнього середовища.

*Недостатність*. Дефіцит вітаміну $B_1$ є одним з найбільш поширенх гіповітамінозів у економічно розвинених країнах. Це обумовлено збільшенням споживання рафінованих продуктів (хлібобулочних виробів з муки вищих сортів), які бідні тіаміном, і в той же час підвищенням потреби організму в ньому, оскільки вони багаті вуглеводами. Недостатність тіаміну може виникнути при рясному потовиділенні в умовах підвищеної температури навколишнього середовища, дії виробничих ушкоджувальних чинників, великому фізичному навантаженні і нервово-психічній напрузі. Ранньою ознакою $B_1$-гіповітамінозу є: підвищена нервова збудливість, дратівливість, порушення сну, зниження пам'яті, концентрації уваги, працездатності. З'являються болі в ногах, в литкових м'язах, швидка стомлюваність при ходьбі, «повзання мурашок» на шкірі, знижується апетит, з'являються проноси, що чергуються із запорами, зменшується маса тіла, погіршуються функції серцево-судинної системи, печінки і інших органів.

*Джерела*. Тіамін міститься в житньому і пшеничному хлібі з муки грубого помолу, висівках, крупах, не обчищених від периферичної частини зерна (гречана, вівсяна), бобів, а також у волоських горіхах. Більшість овочів і плодів бідна тіаміном, за

винятком овочевих бобів (зелений горошок). З тваринних продуктів вітаміном $B_1$ багаті субпродукти (печінка, нирки), свинина.

У процесі кулінарної обробки частина вітаміну $B_1$ може руйнуватися. Цьому сприяє нейтральне і слабколужне середовище.

***Рибофлавін (вітамін $B_2$, антисеборейний)***

У зв'язку з тим, що вперше вітамін $B_2$ був виявлений в молоці, його називають ще *лактофлавіном.*

*Роль в організмі*. Вітамін $B_2$ є коферментом ферментів, що каталізують транспорт електронів в окислювально-відновних реакціях тваринного і рослинного світу. Рибофлавін виявляє специфічну дію на функції слизистих оболонок травного тракту, особливо ротової порожнини і язика. Цей вітамін необхідний для забезпечення кольорового зору, процесів кровотворення і ряду інших фізіологічних функцій.

*Властивості*. Вітамін $B_2$ руйнується в лужному середовищі (при вживанні соди в кулінарії), а також під впливом ультрафіолетового проміння, при в'яненні листових овочів.

*Потреба*. Добова потреба у вітаміні $B_2$ складає для дорослої людини 1,5...3,0 мг. Вона підвищується у осіб, робота яких пов'язана з рясним потовиділенням, напругою зору, за наявності виробничих агентів, що надають ушкоджувальну дію на печінку і кров.

*Недостатність*. Дефіцит вітаміну $B_2$ може виникнути при тривалому харчуванні рослинними продуктами, особливо рафінованими, порушенні всмоктуванні, підвищеному виведенні його з організму,. Ознакою гіпорибофлавінозу є запалення слизистої оболонки ротової порожнини (з'являються незаживаючі тріщини в кутках рота), а також язика, кон'юнктиви очей, порушення зору. При дефіциті вітаміну $B_2$ розвивається також недокрів'я, ураження шкіри і слизистих оболонок. Найчастіше гіпорибофлавінозний стан спостерігається в кінці зими у зв'язку з обмеженням споживання зелені і молока.

*Джерела*. Цінними джерелами вітаміну $B_2$ є молоко, сири і інші молочні продукти, а також яйця, печінка, нирки, боби, гречана крупа. Оскільки ультрафіолетове проміння руйнує вітамін $B_2$, молоко слід зберігати в темноті.

При кулінарній обробці джерел рибофлавіну вміст його зменшується на 15...20 %; шкідливий повторне нагрівання страв.

***Нікотинова кислота (ніацин, вітамін РР)***

Властивостями вітаміну РР володіє нікотинова кислота, та її амід, у вигляді якого вона міститься в природних джерелах.

*Роль в організмі*. Цей вітамін входить до складу ферментів, що беруть участь в окислювально-відновних реакціях, які забезпечують дихання клітин. Він виявляає регулюючий вплив на органи травлення, забезпечує нормальний обмін речовин в шкірі, покращує функції печінки (знешкоджуючу і глікогеноуворюючу). Ніацин виявляє специфічний вплив на психічну діяльність, позитивно впливає на обмін холестеролу і утворення еритроцитів.

*Властивості*. Вітамін РР стійкий до зовнішніх дій: світла, кисню.

*Потреба*. Добова потреба у вітаміні РР складає 15...25 мг, вона зростає при важкій фізичній роботі, напруженій нервово-психічній діяльності, роботі з речовинами, що виявляють ушкоджувальну дію на функції печінки, а також при захворюваннях серцево-судинної системи, шлунково-кишкового тракту, системи крові.

*Недостатність*. Дефіцит вітаміну РР розвивається при живленні кукурудзою, білки якої бідні триптофаном; з нього в організмі утворюється ніацин. Наслідками недостатності ніацину є розлади психічної діяльності, функції травного тракту, шкіри, серцево-судинної системи. Крайня форма недостатності приводить до захворювання пелагрою (від італ. pellagra - жорстка шкіра).

*Джерела*. Ніацином багаті такі продукти тваринного походження, як печінка, яловичина, свинина. Молоко ж і молочні продукти бідні вітаміном РР, проте вони багаті триптофаном. Серед рослинних продуктів основними джерелами ніацину є хлібобулочні вироби, боби, крупи. Містять вітамін РР картопля, морква і деякі інші коренеплоди.

Нікотинова кислота добре зберігається при зберіганні і тепловій обробці.

***Піридоксин (вітамін $B_6$, адермін)***

*Роль в організмі*. Піридоксин входить до складу ферментів, що каталізують обмін амінокислот і інших речовин в тканинах. Він необхідний для нормальної функції нервової системи, печінки, органів кровотворення, шкіри.

*Властивості.* Піридоксин стійкий до дії кисню повітря, нагріванню, проте втрачає активність на світлі.

*Потреба*. За звичайних умов добова потреба у вітаміні $B_6$ для дорослої людини складає в середньому 2...3 мг. Вона підвищується при важкому фізичному навантаженні, нервово-психічній напрузі, роботі з радіоактивними речовинами і отрутохімікатами, при ряду захворювань, лікуванні антибіотиками, а також в умовах Крайньої Півночі.

*Недостатність*. При $B_6$-гіповітаминозів спостерігається дратівливість, нудота, зниження апетиту. Шкіра обличчя та волосяної частини голови стає сухою, лущиться. Іноді з'являються тріщини на губах і язви в кутках рота, розвивається запалення язика, кон'юнктивіти.

*Джерела.* Піридоксин широко поширений в природі і надходить в організм з продуктами як тваринного, так і рослинного походження. Найбагатшими джерелами вітаміну $B_6$ є м'ясо, риба, субпродукти (особливо печінка і нирки), яєчні жовтки, а також горох, крупи (гречана, перлова, ячмінна), висівки, картопля.

У більшості овочів, фруктів і молоці мало міститься вітаміну $B_6$. При смаженні і копченні 50 % вітаміну $B_6$ руйнується. Невелика частина піридоксину синтезується в організмі здорової людини мікрофлорою товстого кишечника.

***Ціанкобаламін (Вітамін $B_{12}$ Антианемійний)***

*Роль в організмі.* Вітамін $B_{12}$ має значення для кровотворення в кістковому мозку, володіє ліпотропною дією, сприяє біосинтезу холіну, лецитину; бере участь в утворенні нуклеїнових кислот. Ціанкобаламін необхідний для процесів метилювання, благотворно впливає на центральну і периферичну нервову систему.

*Властивості*. Вітамін $B_{12}$ руйнується при тривалій дії світлового проміння.

*Потреба.* Добова потреба дорослої людини у вітаміні $B_{12}$ складає 2...5 мкг; вона зростає при недокрів'ї, при підвищеному споживанні білків, особливо тваринного походження.

*Недостатність.* Дефіцит вітаміну $B_{12}$ розвивається при виключенні з раціону джерел тваринних білків або пониженні секреції шлункового соку, який містить білкову фракцію (внутрішній чинник Касла), яка утворює з ціанкобаламіном комплекс, у складі якого цей вітамін засвоюється організмом. При недостатності

ціанкобаламіну в раціоні розвивається *злоякісне недокрів'я*, порушуються також функції нервової і інших систем.

*Джерела*. Вітамін $B_{12}$ міститься виключно в продуктах тваринного походження. Найбільш багаті ним печінка, нирки; він міститься в яєчних жовтках і деяких кисломолочних продуктах, де утворюється мікрофлорою.

***Фолієва кислота (Фолацин)***

*Роль в організмі*. Цей вітамін бере участь в кровотворенні, процесах метилювання, в синтезі нуклеїнових кислот і холіну, покращує функціональний стан печінки і підвищує стійкість організму до різних хімічних речовин.

У організмі людини фолієва кислота перетворюється на фолінову кислоту, яка є активною формою цього вітаміну; її утворення здійснюється за участю аскорбінової кислоти. Для біологічної дії фолієвої кислоти необхідний вітамін $B_{12}$.

*Властивості*. Фолієва кислота стійка до кисню повітря, високої температури, руйнується при тривалій дії світлового проміння.

*Потреба*. Добова потреба у фолієвій кислоті складає для дорослих в середньому 200 мкг. Вона зростає при дефіциті білка в раціоні, важкій фізичній роботі, захворюваннях травної системи, недокрів'ї.

*Недостатність*. Дефіцит фолацину виявляється головним чином в порушеннях функцій органів кровотворення, травної системи, печінки, зниженні захисних сил організму, перебігу вагітності.

*Джерела*. Основним джерелом фолієвої кислоти є овочі: салат, капуста, петрушка, томати, морква, буряк. Цим вітаміном багаті також печінка, нирки, яєчний жовток, сирий. Деяка кількість фолієвої кислоти синтезується мікроорганізмами в товстому кишечнику.

***Біотин (вітамін Н)***

*Роль в організмі*. Біотин необхідний для нормальної функції шкіри, нервової системи; він бере участь в обміні жирних кислот і стеринів.

*Властивості*. Біотин стійкий до кисню повітря, руйнується при дії лугів.

*Потреба.* Добова потреба в біотині дорослої людини складає в середньому 150 мкг.

*Недостатність*. Дефіцит біотину в організмі може наступити при захворюваннях кишечника, зниженні функції шлункових залоз, а також в результаті тривалого вживання антибіотиків і сульфаніламідів, пригноблюючих діяльність кишкової мікрофлори, яка синтезує цей вітамін. Споживання великих кількостей сирих яєчних білків, що містять авідин, може привести до недостачі біотину унаслідок його взаємодії з авідином з утворенням сполуки, що незасвоюється.

Гіповітаміноз біотину виявляється спочатку лущенням шкіри, а потім її запаленням на руках, ногах, обличчі. Пізніше з'являються млявість, сонливість, нудота, втрата апетиту, набряклість язика, болі в м'язах, недокрів'я.

*Джерела*. Біотин міститься у всіх харчових продуктах, особливо багато його в субпродуктах (печінка, серце, нирки), дріжджах, бобах, цвітній капусті, грибах, яєчному жовтку, горіхах. У здорової людини, яка харчування збалансоване , частина потреби в біотині задовольняється тією його кількістю, яка всмоктується з товстого кишечника, де біотин синтезується мікроорганізмами.

***Пантотеновая кислота (вітамін $B_3$)***

*Роль в організмі*. Пантотеновая кислота входить до складу ферментів, що каталізують перетворення в організмі вуглеводів, білків, жирів. Вона бере участь в синтезі ацетилхоліну, надає регулююче вплив на функції нервової системи, залоз внутрішньої секреції, рухову активність кишечника, сприяє знешкодженню промислових отрут, що потрапили в організм.

Властивості. Пантотенова кислота стійка до дії світлового проміння, кисню повітря, стабільна в нейтральному середовищі, але швидко руйнується в гарячих, кислих і лужних розчинах.

*Потреба*. Добова потреба в пантотеновій кислоті для дорослої людини складає 5... 10 мг. Вона збільшується при важкій фізичній праці, при високому вмісті білка в харчовому раціоні.

Недостатність. При дефіциті пантотенової кислоти спостерігається млявість, сонливість, апатія, втрата чутливості пальців рук і ніг, потім з'являються пекучі болі в ногах.

*Джерела.* Пантотеновая кислота міститься у всіх харчових продуктах. Дуже багатими джерелами цієї кислоти є печінка тварин,

м'ясо, риба, яйця, зернові культури, боби, цвітна капуста. В молочних продуктах, фруктах і деяких овочах пантотенової кислоти мало. Частина її синтезується мікрофлорою товстого кишечника.

## Жиророзчинні вітаміни

***Ретинол вітамін А, антиксерофтальмічнй, антиінфекційний, вітамін росту)***

*Роль в організмі*. Ретинол називають вітаміном росту, оскільки він необхідний для забезпечення процесів зростання і розвитку людини, формування скелету. Ретинол бере участь в біосинтезі глікопротеїнів, що входять до складу слизистих оболонок і інших бар'єрних тканин, тому він необхідний для нормальної функції слизистих оболонок очей, дихальної, травної систем і сечовивідних шляхів. Альдегідна форма вітаміну А входить до складу зорового пурпуру, забезпечуючи адаптацію очей до різної освітленості середовища.

*Властивості*. Ретинол руйнується при освітленні ультрафіолетовим промінням, під впливом кисню повітря, а також за наявності в жирах продуктів окислення жирних кислот.

*Потреба.* Добова потреба у вітаміні А (різні форми) для дорослої людини складає 1,5...2,5 мг; вона може задовольнятися за рахунок β-каротину, який перетворюється на ретинол в стінці тонкого кишечника і печінки. Добова потреба в β-каротині в 2 рази вища, ніж у вітаміні А. Потреба у вітаміні А зростає при роботі, пов'язаній з напругою органу зору (водії всіх видів транспорту, при роботі з комп'ютером і т.п.), з хімічними речовинами, пилом, які подразнюють слизову оболонку очей, верхні дихальні шляхи і шкіру.

*Недостатність.* В результаті дефіциту ретинолу в харчуванні уповільнюється зростання, порушується здатність зорового апарату адаптуватися до різного ступеня освітленості середовища («куряча сліпота»), відбувається ороговіння слизистих оболонок дихальних шляхів, шкіри, рогівки очей. В цих тканинах з'являються тріщини, в результаті відбувається їх інфікування, розвивається запалення.

*Джерела*. Ретинол міститься тільки в продуктах тваринного походження - печінці тріски, ікрі осетрових риб, вершковому маслі, твердих сирах. В меншій кількості ретинол міститься в сметані, вершках, жирному сирі і жирній рибі. Джерелом β-каротину є овочі помаранчевого кольору, ягоди, фрукти. Багаті (β-каротином морква,

особливо червона (в ній міститься β-каротину в 9 разів більше, ніж в жовтій), садова горобина, перець червоний, зелень петрушки, абрикоси, гарбуз, зелений горошок, черешня, смородина, β-каротин краще засвоюється з рослинних продуктів після кулінарної обробки (відварювання, подрібнення), ніж з сирих. В деяких продуктах тваринного походження також є β-каротин, наприклад у вершковому маслі (особливо весною і влітку), яєчному жовтку. При правильній кулінарній обробці (без доступу кисню повітря) зберігається приблизно 70 % вітаміну А.

**Кальциферол (вітаміни$D_2$, $D_3$, антирахітичний чинник)**

*Роль в організмі*. Кальциферол регулює обмін кальцію і фосфору, забезпечує всмоктування цих елементів в тонкому кишечнику, а також реабсорбцію фосфору в ниркових канальцях і перенесення кальцію з крові в кісткову тканину, тобто бере участь в її формуванні.

*Властивості.* Кальциферол стійкий до дії високої температури, не руйнується при кулінарній обробці.

*Потреба.* Добова потреба у вітаміні D складає для дорослих 2,5 мкг. Вона підвищується при малій сонячній інсоляції (взимку), а також при роботі під землею (шахтарі, метробудівці). Це пов'язано із зниженням перетворення у вітамін $D_3$ 7-дегидрохолестеріна, що міститься в шкірі, яке відбувається під впливом ультрафіолетового проміння.

*Недостатність.* Тривала відсутність кальциферолу в раціоні у дітей приводить до розвитку рахіту. Основні симптоми цього захворювання пов'язані з порушенням нормального процесу кісткоутворення. Розвивається остеомаляція - розм'якшення кісток. Під тяжкістю тіла ноги деформуються, придбавають О- або Х-подібну форму. На кістково-хрящовій межі ребер спостерігаться потовщення («рахітичні вузли»). Грудна клітка деформується («курячі груди»). Для дітей з явними ознаками рахіту характерна нестійкість до інфекцій, млявість, знижений тонус м'язів, зокрема живота. Підвищене газоутворення сприяє збільшенню його об'єму.

При тривалому дефіциті кальциферолу у дорослих розвивається остеопороз- розрідження кісткової тканини: кістки стають крихкими унаслідок вимивання з них солей Са і Р., що відклалися. Як результат - часті переломи, які поволі заживають. Розвивається карієс зубів. Ранніми ознаками D-вітамінної

недостатності є дратівливість, поганий сон, пітливість, втрата апетиту.

*Джерела.* Вітамін D міститься в основному в продуктах тваринного походження - печінці, молочних жирах, жирі з печінки тріски, ікрі риб.

**Токофероли (вітамін Е, антистерильний, вітамін розмноження)**

*Роль в організмі*. Токофероли беруть участь в процесах тканинного дихання; вони є ефективними антиоксидантами, що оберігають організм від утворення надмірної кількості вільних окислювальних радикалів; підвищують стійкість мембран еритроцитів. Оскільки статеві залози дуже чутливі до їх дії, характерним наслідком Е-авітамінозу є порушення функції розмноження. Вітамін Е необхідний для підтримки нормальних процесів обміну речовин в скелетних м'язах, м'язу серця, а також в печінці і нервовій системі.

*Властивості*. Біологічною активністю володіють декілька близьких по структурі сполук. Вони стійкі до нагрівання, але руйнуються під впливом ультрафіолетового проміння.

*Потреба*. Добова потреба в токоферолі для дорослих людей складає 12... 15 мг. Вона підвищується при важкій фізичній роботі, у спортсменів, в умовах недостачі кисню.

*Недостатність*. Дефіцит токоферолу в харчуванні може виникнути при тривалій відсутності в харчовому раціоні рослинних масел. Для Е-гіповітамінозу характерна м'язова слабкість, порушення статевої функції і периферичного кровообігу, руйнування еритроцитів.

*Джерела*. Багатим джерелом вітаміну Е є рослинні масла (соняшникове, соєве, кукурудзяне, бавовняне), зелене листя овочів, яєчні жовтки.

**Філохінон (вітамін К, антигеморогічний)**

*Роль в організмі*. Вітамін К бере участь в синтезі протромбіну і ряду сполук, необхідних для згортання крові. Активністю вітаміну К володіють і деякі інші похідні нафтохінону.

*Властивості.* Вітамін К стійкий до нагрівання, руйнується під впливом світла, нестійкий в лужному середовищі.

*Потреба*. Добова потреба у вітаміні К у дорослих складає 0,2...0,3 мг.

*Недостатність*. Основною ознакою дефіциту вітаміну К в їжі є кровоточивість. Вона розвивається при порушенні протромбіноутворюючої функції печінки, при утрудненні відтоку жовчі, при прийомі ліків, що пригнічують життєдіяльність нормальної мікрофлори товстого кишечника.

*Джерела.* Багатими джерелами вітаміну К є листові овочі, кольорова і білокачанна капуста, томати, картопля, печінка.
У здорових людей вітамін К синтезується мікрофлорою кишечника.

## Вітаміноподібні речовини

До цієї групи відносяться біофлавоноїди, холін, інозит, ліпоєва, оротова, параамінобензойна кислоти і ін.

### Холін (вітамін $B_4$)

*Роль в організмі*. Холін бере участь в обміні жирів, необхідний для біосинтезу лецитину, попереджає жирове переродження печінки, тобто відноситься до ліпотропних речовин. З холіну утворюється медіатор нервової системи - ацетилхолін.

*Властивості.* Холін - сильна основа, добре розчинна у воді.

*Потреба*. Добова потреба в холіні у дорослих складає 250...600 мг. Вона зростає при важкій фізичній праці, в умовах підвищеної температури повітря («гарячий» цех, спекотний клімат). Достатній вміст в раціоні білків, багатих метіоніном, вітаміну $B_{12}$, і фолієвої кислоти, зменшує потребу організму в холіні, оскільки ці нутрієнти забезпечують його біосинтез в організмі.

*Недостатність*. Найхарактернішим симптомом холінової недостатності є жирове переродження печінки, що приводить до порушення її функцій (депонування глікогену, синтез протромбіну, знешкодження токсичних речовин та ін.), а в подальшому - до загибелі частини клітин - розвитку цирозу. При недостачі холіну порушуються також функції нирок і підвищується кров'яний тиск.

*Джерела.* Холін міститься в печінці, нирках, м'ясі, рибі, яєчному жовтку, вівсяній крупі, сметані, вершках, жирному сирі, вівсяній крупі, капусті.

### Інозит (вітамін $B_8$)

*Роль в організмі*. Інозит виконує важливу роль в обміні речовин в нервовій тканині, нормалізує її функції, володіє

ліпотропною дією, стимулює рухову активність травного тракту, сприяє зменшенню кількості холестеролу в крові.

*Властивості*. Інозит добре розчинний у воді, але під впливом теплової обробки продуктів руйнується 50 % початкової кількості. В зернових продуктах інозит утворює з фосфорною кислотою сполуку, що незасвоюється - фітин; теплова обробка, активуючи фітазу, що міститься в рослинах, сприяє частковому розщеплюванню фітину.

*Потреба.* Дорослій людині на добу необхідно споживати 1,0... 1,5 г інозиту.

*Джерела*. Інозит міститься в м'ясі, серці, яйцях, зернових продуктах, зеленому горосі, цитрусових, капусті і інших рослинних продуктах.

**Оротова кислота (вітамін $B_{13}$)**

*Роль в організмі*. Оротова кислота позитивно впливає на синтез білків, процеси росту, покращує функції печінки.

*Потреба* не встановлена. З лікувальною метою при деяких захворюваннях крові і печінки призначають по 1,5...3,0 г/доб.

**Біофлавоноїди (вітамін Р)**

*Роль в організмі*. Вітамін Р включає групу біологічно активних речовин (рутини, цитрин, катехіни), яким властива здатність підвищувати міцність стінок капілярів, завдяки чому зменшується їх проникність. Речовини з Р-вітамінною дією беруть участь в тканинному диханні, економлять витрачання в тканинах аскорбінової кислоти.

*Потреба*. Добова потреба у вітаміні Р у дорослих складає 35...50 мг. Вона підвищується в умовах дії деяких виробничих отрут.

*Недостатність*. Р-гіповітаміноз, як правило, поєднується із С-вітамінною недостатністю. Розвивається крихкість стінок дрібних судин, виникають точкові крововиливи, болі в ногах при ходьбі, швидка стомлюваність, знижена стійкість до дії ушкоджувальних чинників.

*Джерела*. Вітамін Р міститься в зеленому горосі, апельсинах, чорній смородині, лимонах, плодах шипшини, перці, чорноплідній горобині, малині, суниці, зеленому чаї.

**Метилметіонін сульфоній (вітамін U, Противиразковий чинник).**

*Роль в організмі*. Завдяки наявності лабільних метильних груп вітамін U володіє ліпотропною дією; аналогічно холіну, він попереджає утворення виразок слизистої оболонки шлунку і стимулює їх загоєння; надає позитивну дію на функції слизових оболонок інших органів.

*Властивості*. Вітамін U руйнується при тепловій обробці тим більше, чим вона триваліша.

*Потреба* у вітаміні U не встановлена.

*Джерела*. Вітаміном U багаті соки з сирих плодів і овочів (особливо капуста).

**Пангамова кислота (вітамін $B_{15}$)**

*Роль в організмі*. Вітамін $B_{15}$ володіє ліпотропною дією завдяки наявності рухомих метильних груп; сприяє поліпшенню тканинного дихання, особливо в умовах недостачі кисню.

*Потреба* не встановлена.

*Джерела*. Пангамовою кислотою багаті ядра кісточок абрикос, персиків, інших плодів, а також печінка.

**L-Карнітин (вітамін $B_7$)**

*Роль в організмі*. Карнітин необхідний для перенесення жирних кислот з цитоплазми в мітохондрії, де відбувається вивільнення з них енергії.

При недостачі карнітину невикористані жирні кислоти нагромаджуються в цитоплазмі і виникає дефіцит енергії, який найбільш відчутний для м'язів серця і скелетної мускулатури.

*Властивості.* Карнітин утворюється з метіоніну і лізину за участю заліза та вітаміну С, тобто з незамінних харчових речовин, що поступають ззовні.

*Потреба.* Потреба в карнітині для здорової людини не встановлена; вона підвищується при порушенні ліпідного обміну, виснаженні, ряду захворювань, зокрема щитовидної залози (тиреотоксикоз).

*Джерела.* Карнітин міститься в основному в продуктах тваринного походження: печінка, м'ясо, молоко.

Решта вітаміноподібних речовин міститься в переважній більшості харчових продуктів, у зв'язку з чим здорова людина не відчуває недостачі в цих сполуках.

**Шляхи забезпечення харчових раціонів дефіцитними вітамінами**

У природі практично немає жодного продукту, в якому знаходилися б всі вітаміни в кількості, достатній для задоволення в них потреб організму дорослих людей і дітей. Тому необхідна максимальна різноманітність меню: разом з продуктами тваринного походження, зерновими, повинні бути овочі і плоди, зокрема в сирому вигляді.

Для збереження вітамінів в харчових продуктах, підданих кулінарній обробці або зберіганню, необхідно дотримувати наступні вимоги:

зберігати продукти в темному і прохолодному місці;

не проводити первинну обробку харчових продуктів під впливом яскравого світла;

мити харчові продукти в цілому вигляді або великим шматком і нарізувати їх безпосередньо перед приготуванням їжі; не залишати їх у воді на тривалий час;

не зливати воду, в якій замочували боби або крупи, а використовувати її при їх вариві;

підготовлені овочі відразу піддавати обробці теплою водою. При необхідності, зберігати почищені овочів в прохолодному місці не більше ніж 3...5 годин;

для варива овочі і плоди поміщати в киплячу воду;

суворо дотримувати часу теплової обробки, не допускаючи перегріву;

щільно закривати посуд, в якому проводиться теплова обробка;

звести до мінімуму перемішування їжі при нагріванні;

ширше застосовувати ті види кулінарної обробки, котрі не вимагають тривалого нагрівання; овочі і картоплю краще варити в шкірці, на пару або в цілому вигляді;

необхідною складовою частиною щоденного раціону повинні бути сирі овочі, фрукти, ягоди. Різати овочі, змішувати їх і заправляти майонезом, олією або сметаною тільки перед вживанням.

квашені і солоні овочі берегти під вантажем, покритими розсолом. Не промивати квашену капусту, оскільки при цьому втрачається більше 50 % вітаміну С;

використовувати овочеві відвари для приготування супів і соусів;

зберігати гарячі готові овочеві страви не більш 1 г; термін їх реалізації повинен бути мінімальним;

для овочевих відварів, соусів, підлив і супів доцільно використовувати деякі відходи овочів, багатих вітамінами, мінеральними та смаковими речовинами, наприклад качани капусти, бадилля петрушки і раннього буряка, стебла кропу;

для підвищення вітамінної цінності споживання в раціон доцільно включати напої з сухих плодів шипшини, пшеничних висівок.

При оцінці вмісту вітамінів в раціонах слід врахувати втрати їх в процесі кулінарної обробки продуктів (табл. 18).

Таблиця 18. Втрати вітамінів при кулінарній обробці харчових продуктів, % до початкового вмісту (за даними Інституту харчування РАМН)

| | **Вітаміни** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Кулінарна обробка | A | β-каротин | $B_1$ | $B_2$ | PP | C |
| **Приготування перших страв** | | | | | | |
| борщі, розсольники супи овочеві | | 0 | 10 | 10 | 10 | 30 |
| **Приготування других страв і гарнірів з овочів** | | | | | | |
| відварювання овочів в шкірці | 0 | 0 | 0-20 | 0-10 | 5-20 | 15-25 |
| вариво на пару | - | - | 10 | 10 | 10 | 30 |
| вариво обчищених, різаних овочів | - | 5 | 15-30 | 15 | 20-35 | 30 |
| смаження | - | 5 | 15-20 | 13 | 5-18 | 50-65 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| приготування овочевих котлет | - | 10 | 25-30 | 20-30 | 25 | 85-100 |
| капуста відварна, тушкована | - | - | 26-37 | 26-33 | 22-29 | 50-68 |
| припускання капусти | - | - | 22 | 10 | 13 | 33 |
| **Приготування каші** | | | | | | |
| в'язких каш | - | - | 26 | 20 | 9 | - |
| розсипчастих каш без зливу води | - | - | 30 | 22 | 16 | - |
| розсипчастих каш із зливом води | - | - | 43 | 34 | 22 | - |

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №17*

**Тема: дослідження відновних властивостей аскорбінової кислоти**

**Мета: дослідити відновні властивості аскорбінової кислоти.**

**Реакція з метиленовою синю**

Аскорбінова кислота на світлі відновлює метиленову синь до безбарвної сполуки (лейкоформу), окислюючись в дегідроаскорбінову кислоту.

Об'єкт дослідження: сік картоплі або капусти.

Обладнання і посуд: пробірки, тертка з неіржавіючої сталі, марля.

Реактиви: метиленова синь 0,01 %, натрій вуглекислий 5 %

### *Методика виконання роботи*

Бульбу картоплі або частину качана капусти натирають на терці з неіржавіючої сталі. Розтерту масу відтискають через марлю, складену в два шари.

До 1 мл свіжовитисненого соку картоплі або капусти додають 1...2 краплі розчину метиленової сині і 2...3 краплі розчину соди. Пробірку злегка підігрівають. Спостерігають обезбарвлення синього забарвлення.

**Реакція з 2,6-діхлофеноліндофенолом**

Аскорбінова кислота окислюється 2,6-дихлорфеноліндофенолом в дегідроаскорбіновую кислоту, а сам реактив відновлюється при цьому до безбарвної сполуки (лейкоформу).

Об'єкт дослідження: сік капусти або картоплі.

Обладнання і посуд: пробірки, бюретки.

Реактиви: 2,6-дихлорфеноліндофенол натрієва сіль 0,001 н, хлоридна кислота 2 %.

***Методика виконання роботи***

У пробірку наливають 1 мл соку капусти або картоплі, додають 3...4 краплі 2 % розчину соляної кислоти і по краплях додають розчин 2,6-дихлорфеноліндофенолу. Реактив знебарвлюватиметься до тих пір, поки вся аскорбінова кислота не окислиться в дегідроаскорбінову, після чого перша ж крапля розчину зафарбує рідину в рожевий колір, оскільки 2,6-дихлорфеноліндофенол вже не відновлюється.

**Реакція з залізосинеродистим калієм гексаціанофератом (III)**

Аскорбінова кислота, окислюючись, відновлює калій гексаціаноферат (III) $K_3[Fe(CN)_6]$ до калію гексаціаноферату (II) $K_4[Fe(CN)_6]$, який з іоном тривалентного заліза утворює в кислому середовищі берлінську блакить $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$

Об'єкт дослідження: сік капусти або картоплі.

Обладнання і посуд: пробірки, крапельниці.

Реактиви: 5 % калій гексаціаноферат (III), 5 % їдкий калій, 10 % соляна кислота, 1 % хлорне залізо.

### *Методика виконання роботи*

До 1 мл соку капусти або картоплі додають 2 краплі розчину їдкого калію, стільки ж розчину калій гексаціаноферату (III)і струшують пробірку, після чого додають 6...8 крапель 10 % розчину соляної кислоти і 1...2 краплі розчину хлорного заліза. Випадає синій або зеленувато-синій осад берлінської блакиті, що свідчить про наявність аскорбінової кислоти.

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №18*

**Тема: кількісне визначення вітаміну С в рослинній сировині.**

**Мета: вивчити вміст аскорбінової кислоти в рослинній сировині.**

Визначення вмісту вітаміну С базується на здатності аскорбінової кислоти до окислення в дегідроаскорбінову, 2,6-дихлорфеноліндофенол, окисляючи аскорбінову кислоту, відновлюється до безбарвної сполуки (лейкоформу).

Розчин натрієвої солі 2,6-дихлорфеноліндофенол (реактив Тільманса) в нейтральному і лужному середовищі має синє забарвленням, в кислому середовищі приймає рожеве забарвлення.

Кількість аскорбінової кислоти визначають шляхом титрування. При цьому необхідно виконувати вимоги:

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

б) кількість титранту - розчину натрієвої солі 2,6-дихлорфеноліндофенолу, повинно бути витрачено не менше 1 мл і не більше 2 мл;

в) час титрування повинен складати не більше 2 хвилин;

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

Об'єкт дослідження: аскорбінова кислота кристалічна.

Обладнання і посуд: мікробюретки місткістю 15 мл, піпетки Мора місткістю 5 і 10 мл, мірні колби місткістю 100, 200 і 1000 мл, конічні колби місткістю 50-100 мл, фарфорові чашки з товкачем, лійки.

Реактиви: 1 % соляна кислота, 1 % щавлева кислота, 2 % сірчана кислота, йодний калій кристалічний, 1 % крохмаль, 0,001 н розчин йодноватокислого калію, натрієва сіль 2,6-дихлорфеноліндофенол, 0,001 н.

### *Методика виконання роботи*

Вітамін С визначають окремо в рідкій і щільній частині продукту, а потім, якщо необхідно, результати сполучають.

У рідкому продукті відбирають 1... 10 мл рідини в конічну колбу (50... 100 мл), додають 1 мл 1 % розчину соляної кислоти і така ж кількість дистильованої води, так, щоб загальний об'єм титруючої рідини склав 15 мл. Вміст перемішують і титрують з мікробюретки 0,001 н розчином натрієвої солі 2,6-дихлорфеноліндофенола до появи слабо-рожевого кольору.

При титруванні необхідно також встановити поправку на «холостий дослід», тобто визначити, яка кількість індикатора необхідне для окислення речовин, що містяться в суміші, 1...2 мл 1 % розчину соляної кислоти і 12... 14 мл дистильованої води. Титрувати таку суміш слід до появи рожевого фарбування. Знайдену таким чином поправку віднімають з кількості мл індикатора, що пішов на титрування досліджуваного розчину.

Наважку (5...20 г) в ступці зразу ж заливають 20 мл 1 % розчину соляної кислоти і швидко розтирають до утворення однорідної кашкоподібної маси. Для полегшення процесу розтирання можна додати трохи добре промитого і прожареного піску.

Розтерту гомогенну масу за допомогою лійки і скляної палички переносять в мірну колбу на 100 мл. Ступку і товкач кілька разів обполіскують 1 % розчином щавлевої кислоти, який вливають в ту ж мірну колбу. Вміст колби доводять до мітки 1 % щавлевою кислотою. Колбу закривають пробкою, ретельно струшують протягом 1...2 хв і залишають на 8... 10 хв, після чого її вміст фільтрують через сухий паперовий фільтр або центрифугують.

Суміш соляної і щавлевої кислот не тільки витягує з тканин аскорбінову кислоту, але і підвищує її стійкість до витяжки.

У 2...3 конічні колби на 50... 100 мл піпеткою вносять по 10 мл фільтрату, який титрують з мікробюретки розчином 2,6-діхлорфеноліндофенола до появи рожевого забарвлення, що

утримується протягом 0,5... 1 хв. Паралельно проводять не менше двох-трьох титрувань.

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

Вміст вітаміну С (в міліграмах на 100 г рослинного матеріалу) розраховують за формулою:

$$X = \frac{K \cdot (a - д) \cdot в \cdot 0{,}088 \cdot 100}{C \cdot g},$$

де а- кількість розчину натрієвої солі 2,6-дихлор-феноліндофенолу, витраченого на титрування, мл;

д- кількість розчину натрієвої солі 2,6-діхлор-феноліндофенола, яка пішла на титрування при визначенні поправки, мл;

в - об'єм або вага, яку одержують при додаванні до наважки екстрагуючої рідини (1 % соляної кислоти);

0,088 - кількість вітаміну С, яка відповідає 1 мл 0,001 н розчину 2,6-дихлорфеноліндофенолу, міліграм;

С - кількість екстракту, витраченого на титрування, мл;

g - наважка, г;

К - поправка на титр розчину натрієвої солі 2,6-дихлорфеноліндофенолу, (0,9871).

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №19*

**Тема: краплинний метод визначення катехінів в рослинній сировині.**

**Мета: вивчити вміст біофлавоноїдів в рослинній сировині**

Катехіни, взаємодіючи з солянокислим розчином ваніліну, утворюють сполуки, забарвлені в рожевий або червоний колір. Використовуючи вказану реакцію, можна дуже швидко визначити приблизний вміст катехінів в яблуках або грушах.

Об'єкт дослідження: яблука і груші.

Обладнання і посуд: хроматографічний папір, прес, графітовий олівець.
Реактиви: солянокислий розчин ваніліну, сірчистокислий натрій, 1 %

### *Методика виконання роботи*

Шматки хроматографічного паперу (10 х 10) просочують 1% розчином сірчистокислого натрію і висушують. Через всю товщу м'якоті плодів вирізують півмісяцеві скибочки, що доходять до насінних камер. З скибочок віджимають сік (між двома алюмінієвими пластинками або ж на пресі). Краплю соку наносять на хроматографічний папір і місце нанесення нумерують графітним олівцем (на один шматок папери наносять 8... 10 зразків соку). Папір висушують на повітрі (висушування можна прискорити кімнатним вентилятором або феном). Висушений папір обприскують солянокислим розчином ваніліну. Залежно від вмісту катехінів в плодах, місця нанесення крапель на папір приймають рожеве, світло-червоне або червоне забарвлення.

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 20*

**Тема: визначення сумарної кількості Р-вітамінних речовин в чаї**

**Мета: визначити сумарну кількість Р-вітамінних речовин в чаї**

У листі рослини вітамін Р в основному представлений катехінами та їх похідними (чайним таніном). В сумі катехінів чайного листу майже 9/10 складають L-епікатехін, епікатехінгаллат, епігаллокатехін і епігаллокатехінгаллат.

У основу методу кількісного визначення вітаміну Р в чаї покладена здатність безбарвних катехінів окислюватися марганцевокислим калієм з утворенням забарвлених сполук.

Об'єкт дослідження: чай чорний або зелений.

Обладнання і посуд: конічні колби місткістю 200 мл, фарфорові чашки, бюретки, повітряний холодильник.
Реактиви: марганцевокислий калій 0,1 н, розчин індігокарміну.

### *Методика виконання роботи*

Наважку чаю (0,5...0,6 г) переносять в конічну колбу, заливають 200 мл киплячої води, колбу закривають корком з повітряним холодильником і продовжують кип'ятіння протягом 5 хв., після чого охолоджують. Вимірюють загальний об'єм водного екстракту.

У велику фарфорову чашку наливають 500 мл дистильованої води, 25 мл розчину індігокарміну і 10 мл водного екстракту з листя чаю (піпеткою). Розчин в чашці, забарвлений в синій колір, титрують 0,1 н розчином марганцевокислого калію до появи жовтого забарвлення. Розчин марганцевокислого калію додають невеликими порціями, весь час перемішуючи рідину в чашці скляною паличкою. Одночасно проводять контрольний дослід: в чашку наливають 500 мл дистильованої води, 25 мл розчину індігокарміну і титрують 0,1 н розчином перманганату.
Сумарний вміст речовин Р-вітамінної дії в чаї Х% обчислюють за формулою :

$$X = \frac{(a - b) \cdot K \cdot 0{,}0064 \cdot v_1 \cdot 100}{d \cdot v_2},$$

де a - кількість 0,1 н розчини $KMnO_4$ (мл), витрачена на титрування досліджуваного розчину;

b - кількість 0,1 н розчини $KMnO_4$ (мл), витрачена на титрування контрольного досліду;

К- поправка на титр 0,1 н розчини марганцевокислого калію;

0,0064 - кількість чайного таніну (г), що окислюється 1 мл 0,1 н розчину $KMnO_4$;

$V_1$ - об'єм водного екстракту з листя чаю (мл);
$V_2$ - кількість водного екстракту (мл), узята для титрування;
d - наважка чаю (г).

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 21*

**Тема: спектрофотометричний метод визначення вмісту вітаміну А (ретинолу).**

**Мета заняття: визначити вміст ретинолу у риб'ячому жирі**

Об'єкт дослідження: риб'ячий жир тріскoвий (медичний).

Обладнання і посуд: спектрофотометр СФ-4, СФ-4 А або СФ-8, ділильні воронки, колби конічні місткістю 100 мл, колби для відгонки, баня водяна, фільтри.

Реактиви: 50 % натрію гідроксид, етиловий спирт, 95 %, що не містить альдегідів.

Для перевірки на альдегіди до 10 мл спирту додають 10 мл води, 1 мл 2 % розчину азотнокислого срібла і (по краплях) розчин аміаку до розчинення осаду, що утворюється. Суміш ставлять в темне місце на 12 годин. Вона повинна залишатися безбарвною і прозорою. 3. Етиловий спирт абсолютний, 99,8 % (за об'ємом);

Для його отримання до 95 % спирту-ректифікату додають негашене вапно в такій кількості, щоб шматки його виступали над поверхнею рідини в колбі. З'єднують колбу із зворотним холодильником, забезпеченим хлоркальцієвою трубкою з негашеним вапном і обережно нагрівають на водяній бані при температурі не вище 75°С протягом години і потім залишають стояти на дві доби. Через дві доби відганяють спирт в колбу Бунзена, яку щільно з'єднують з холодильником. Відвідну трубку колби сполучають з хлоркальцієвою трубкою. Концентрація такого спирту складає близько 99,5 %. Для повнішого видалення вологи, до 99,5 % спирту додають твердий гідроксид натрію або калію гідроксид (10 г на 1 л) і переганяють, відкидаючи початкову і кінцеву фракції.

4.Сірчанокислий натрій, (прожарений) зберігають в посудині з притертим корком.

5. Диетиловий ефір.

### *Методика виконання роботи*

У конічній колбі місткістю 100 мл зважують на аналітичних терезах близько 1 г жиру, додають 30 мл етилового спирту, що не містить альдегідів, і 3 мл 50 % розчину калію гідроксиду. Колбу приєднують до зворотного холодильника і ставлять на 30 хв в гарячу (85...90 °С). водяну баню Після омилення колбу охолоджують, додають 50 мл води і вміст переносять в ділильну лійку.

Фракцію, що не омилюється три рази екстрагують диетиловим ефіром, беручи перший раз 50 мл, а другий і третій - по 30 мл. Всі ефірні витяжки зливають в іншу ділильну лійку і кілька разів промивають водою до повного видалення залишків лугу (проба з фенолфталеїном). Для зневоднення до промитої ефірної витяжки додають 8 г прожареного сірчанокислого натрію і ставлять на 30 хв в темне місце, час від часу струшуючи, після чого фільтрують через сухий паперовий фільтр в колбу для перегонки. Сірчанокислий натрій на фільтрі кілька разів промивають диетиловим ефіром (беручи кожного разу по 10 мл), який фільтрують в ту ж колбу. Ефір відганяють на водяній бані при температурі 40...42°С.

Після відгонки ефіру залишок, що неомилюється розчиняють в абсолютному етиловому спирті до отримання розчину, що містить в 1 мл 8 МЕ вітаміну А (при приготуванні розчину враховують, що в 1 г невітамінізованого риб'ячого жиру повинно міститися не менше 350 МЕ вітаміну А; вітамінізований риб'ячий жир містить в 1 г 1000 МЕ ретинолу). Вимірюють оптичну густину розчину на спектрофотометрі в кюветі з товщиною шару 1 см при довжинах хвиль 311, 324,5 і 334 нм.

Вміст вітаміну А в міжнародних одиницях (МЕ) Х в 1 г жиру обчислюють за формулою:

$$X = \frac{D_{испр.} \cdot V}{Q \cdot 100} \times 1850,$$

где $D_{испр.} = D_{324,5} - 2,912\ D_{311} - 4,088\ D_{334}$;

$D_{324,5}$ – оптическая плотность раствора при длине волны 324,5 нм;

$D_{311}$, $D_{334}$ – то же при длинах волн 311 и 334 нм;

V – разведение, мл;

Q – навеска жира, г;

1850 – коэффициент перевода в международные единицы, МЕ.

*Примечание.* Одна международная единица витамина А равна 0,3 мкг.

## МІНЕРАЛЬНІ РЕЧОВИНИ

### *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 21*

**Тема визначення вмісту кальцію в харчових продуктах.**

**Мета: визначити вміст кальцію в харчових продуктах.**

Кальцій та його сполуки - постійні компоненти мінеральних речовин м'яса і м'ясопродуктів. Вміст кальцію і його сполук залежать від тканинного складу м'яса. При цьому понад 98 % його загального вмісту доводиться на частку кісткової тканини. Кальцій визначають після сухого або мокрого обвуглювання комплексонометричним титруванням з використанням трилону Б і методом, заснованим на осадженні кальцію оксалатом амонію.

У лужному середовищі трилон Б (динатрієва сіль етилен-діамінтетраоцтової кислоти) утворює з іонами кальцію стійкі комплекси за рахунок наявності в своєму складі двох вільних карбоксильних груп.

При титруванні лужних розчинів, що містять іони кальцію, розчином трилону Б кінець титрування встановлюють за допомогою металохромних індикаторів (мурексид, флуорексон і ін.) Вказані індикатори утворюють комплекси з іонами кальцію. Утворення комплексу (або його розпад) супроводжується зміною забарвлення

індикаторів. Додавання до проби трилону Б приводить до витіснення індикатора з комплексу і зміни забарвлення розчину.

Метод заснований на мінералізації органічних ве-niecfB, розчиненні мінералізату в соляній кислоті з подальшим об'ємним визначенням кальцію титруванням трилоном Б в лужному середовищі у присутності металоіндикатора.

Об'єкт дослідження:сировина і продукти.

Обладнання і посуд: тигель, електрична піч, муфельна піч, мірна колба на 50 мл, піпетки на 5 мл, індикаторний папір, конічна колба на 100 мл, крапельниці, бюретка.

Реактиви: азотна кислота концентрована, хлоридна кислота 25 %, натрію гідроксид 2 М, трилон Б 0,01М, мурексид, кальцію нітрат 0,01М.

### *Методика виконання роботи*

Наважку досліджуваного продукту (3...5г з точністю до 0,0001г) поміщають в тигель, пробу заздалегідь обвуглюють, нагріваючи її на електричній плиті. Після обвуглювання тигель поміщають в муфельну піч і вміст спалюють при поступовому підвищенні температури до 450.. .500ºС до постійної маси. Потім тигель з білим попелом поміщають на киплячу водяну баню і для розчинення попелу вносять 5 мл 25 % розчину соляної кислоти. Одержаний розчин фільтрують через беззольний фільтр в мірну колбу місткістю 50 мл. Тигель і фільтр 2...3 рази промивають двічі перегнаною дистильованою водою, приєднуючи промивні води до фільтрату. Вміст колби доводять до мітки дистильованою водою.

Аліквотну частину розчину попелу (2...5 мл) поміщають в конічну колбу місткістю 100 мл і нейтралізують по індикаторному паперу «конго», додаючи по краплях 2 М розчин гідроксиду натрію до рожевого забарвлення. Потім в колбу вносять на кінчику шпателя індикатор мурексид, додають 2 мл 2 М розчину гідроксиду натрію і титрують розчином трилону Б до переходу забарвлення індикатора з рожевого у фіолетове.

Для уточнення концентрації розчину трилону Б проводять контрольне титрування з використанням 0,01 М розчину нітрату кальцію, приготовленого з фіксаналу. З цією метою в конічну колбу на 100 мл відбирають 10 мл 0,01 М розчину нітрату кальцію і нейтралізують його по індикаторному паперу «конго» додаючи по краплях 2 М розчин гідроксиду натрію і титрують трилоном Б до переходу рожевого забарвлення у фіолетове.

Поправковий коефіцієнт до розчину трилону Б розраховують за формулою:

$$К = V_1/V_2$$

де: К - поправковий коефіцієнт до розчину трилону

Б;$V_1$ - об'єм 0,01 М розчину нітрату кальцію, мл;

$V_2$- об'єм 0,01М розчинутрилону Б, витрачений на титрування, мл.

Вміст кальцію визначають за формулою:

$$X = 0{,}0004 \cdot К \cdot V_1 \cdot 50 \cdot 100/m_o \cdot V_2$$

де: X - вміст кальцію, %;

0,0004 - кількість кальцію, еквівалентна 1 мл 0,01 М трилону Б, г;

К - поправковий коефіцієнт до розчину трилону Б;

$V_1$ - об'єм розчину трилону Б, витрачений на титрування, мл;

50 - загальний об'єм досліджуваного розчину, мл;

$m_0$- наважка продукту, г;

$V_2$ - об'єм розчину, узятий для титрування, мл.

## *ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 21*

**Тема метод кількісного визначення вміст гемового заліза в харчових добавках з крові великої рогатої худоби.**

**Мета: визначення вмісту гемового заліза в харчових продуктах.**

Залізо - життєво важливий для людини елемент, входить до складу гемоглобіну, міоглобіну, виконує першорядну роль в багатьох біохімічних реакціях, забезпечує скріплення і вивільнення кисню. Найпоширенішою причиною виникнення дефіциту заліза є недостатній вміст його в раціоні - основному джерелі заліза. Оптимальним фізіологічним способом вирішення проблеми профілактики недостачі заліза є широке упровадження збагачених цим елементом продуктів підвищеної біологічної цінності, що особливо містять гемове залізо, оскільки саме ця форма заліза найбільш фізіологічна і виявляє якнайменшу несприятливу дію у зв'язку з неможливістю передозування.

У основу методу кількісного визначення вмісту гемового заліза в багатокомпонентних харчових системах, був встановлений гемоглобінціанідним методом за допомогою стандартного набору «Гемоглобін-Агат».

Гемоглобін крові при взаємодії з калію гексаціанофератом (III) - (червона кров'яна сіль) окислюється в метгемоглобін, створюючи з ацетонціангідрином геміглобінціанід (ціанметгемоглобін), оптична густина якого при 540 нм пропорційна концентрації гемоглобіну в зразку крові.

Об'єкт дослідження: сировина і харчові продукти, що містять гемове залізо.

Обладнання і посуд: спектрофотометр СФ-46, колба мірна - 1000 $см^3$, піпетки на 0,01...0,02 мл, пробірки, штатив для пробірок.

Реактиви: трансформуючий реактив (калій гексаціанофератом (III) 200 міліграм, натрій двовуглекислий 1,0 г, АЦГ (ацетонціангидрин) 0,5 мл - 3 ампули, калібрувальний розчин гемоглобіну 120 г/л, 2 мл

Приготування трансформуючого реактиву (1 $дм^3$). Загальна кількість однієї ампули з ацетонціангідрином і одного фіксаналу з сумішшю калій гексаціанофератом (III) тригідрат з гідрокарбонатом натрію кількісно переносять в мірну колбу і доводять дистильованою водою до мітки. Вміст обережно перемішують, уникаючи утворення сильної піни. Розчин жовтуватого кольору, прозорий.

Розчин стабільний при зберіганні в посуді з темного скла при кімнатній температурі протягом декількох місяців. При появі осаду або при знебарвленні розчин непридатний до використання.

Стандартний розчин гемоглобін ціаніду є стерильним прозорим розчином оранжево-червонуватого кольору. Забарвлення розчину залежить від вмісту гемоглобінціаніду. Концентрація гемоглобінціаніду. в розчині знаходиться в діапазоні 0,6...1,0 г/дм3, що відповідає при розведенні крові в 251 разів концентрації гемоглобін ціаніду в крові 150,6...251,0 г/дм$^3$.

### *Методика виконання роботи*

Визначення оптичної густини калібрувального і досліджуваного розчинів проводиться на спектрофотометрі СФ-46 при 750 і 540 нм. Всі вимірювання проводяться на одній ширині щілини, бажано мінімальною. Як проба порівняння використовується трансформуючий реактив.

Для приготування калібрувального розчину до 5 мл трансформуючого розчину додати 0,02 мл розчини гемоглобіну.

Для приготування досліджуваного розчину до 5 мл трансформуючого розчину додати 0,1 мл розчину порошку.

Концентрація гемового заліза розраховується за формулою:

$$C = \frac{(E_{540}-E_{750})\text{опытного раствора}}{(E_{540}-E_{750})\text{калибровочного раствора}} \times 1.35\ (\text{г/кг}).$$

## ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ДО ЗАЛІКУ

1. Використання органолептичного контролю якості харчових продуктів.
2. Умови проведення органолептичного контролю.
3. Основні групи запахів.
4. Від чого залежить інтенсивність запаху?.
5. Що таке поріг відчуття запаху?
6. Умови проведення органолептичного контролю за запахом харчових продуктів.
7. Методика визначення індивідуального порогу смакової чутливості.
8. Особливості визначення порогу різниці інтенсивності смаку.
9. Класифікація білків.
10. Методи виділення білків.
11. Методи фракціонування білків.
12. Явище денатурації білків.
13. Які амінокислоти, що входять в склад білків, мають відчутне поглинання в ультрафіолетовій частині спектру.
14. Що таке номограма Адамса?
15. Класифікація вуглеводів.
16. Харчова цінність вуглеводів.
17. Які якісні реакції на вуглеводи відомі і які властивості вуглеводів лежать в основі цих реакцій?
18. Який метод використовується для визначення лактози в молоці?
19. Яка властивість альдегідної групи лактози лежить в основі методу визначення вмісту лактози в молоці?
20. На якій властивості фруктози засновано метод її визначення?
21. Який фізичний метод використовується для визначення кількісного вмісту фруктози?
22. Які види клейковини розрізняють?
23. Класифікація пшениці за вмістом клейковини.
24. Які фізичні властивості клейковини складають її якість?
25. Який прилад використовують для визначення якості клейковини?
26. Роль ліпідів в організмі.
27. Хімічна структура і класифікація жирів.
28. Фізичні і хімічні константи якості жиру.
29. Біологічна цінність харчових ліпідів.
30. Які фізичні та хімічні константи визначають якість і чистоту жиру?

31. Що таке «перекисне число» жиру? На чому базується метод визначення цього показника якості?
32. Що таке «кислотне число» жиру? На чому оснований метод визначення цього показника якості?
33. Що таке «число омилення» жиру? На чому оснований метод визначення цього показника якості?
34. Що таке «ефірне число» жиру? Як воно пов'язане з кислотним числом? Метод визначення ефірного числа.
35. Класифікація вітамінів
36. Характеристика аскорбінової кислоти (вітаміну С):
    а) роль в організмі;
    б) властивості;
    в) джерела вітаміну С
    г) недостатність вітаміну С
37. Характеристика катехінів, рутину, цитрину.
38. Добова потреба в біофлавоноїдах (вітамін Р).
39. Джерела Р-вітамінних речовин.
40. Недостатність Р-вітамінних речовин.
41. Роль вітаміну $A_1$ в організмі.
42. Властивості вітаміну $A_1$.
43. Джерела вітаміну $A_1$.
44. Добова потреба в вітаміні $A_1$.
45. Недостатність вітаміну $A_1$.
46. Роль в організмі вітамінів групи D і Е.
47. Властивості вітаміну $A_1$.
48. Джерела вітамінів D і Е.
49. Добова потреба в вітамінів D і Е.
50. Недостатність вітаміну D і Е.
51. Роль мінеральних речовин в організмі.
52. Причини порушення обміну мінеральних речовин.
53. Значення окремих мінеральних елементів і сполук:
    а) кальцію і магнію;
    б) калію і натрію;
    в) фтору і хлору;
    г) заліза, міді, йоду;
    д) нітратів та нітритів.

## ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Дубініна А.А., Малюк Л.П., Селютіна Г. А. та інші. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення. – К. 2007. –375 с.
2. Сухарева О.Ю., Базель Я.Р., Сухарев С.М. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з курсу «Аналіз природних об'єктів і продуктів харчування». – Ужгород. Національний університет, 2002. – 100с.
3. Пономарьов П.Х., Сирохман І.В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини. – К.: Лібра, 1999. – 272с.

### Додаткова

1. Постанова КМ України від 10.01.2002р. № 14 ― Про затвердження Міжгалузевої комплексної програми ―Здоров'я нації на 2002 – 2011 роки‖.
2. Перелік продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні. Наказ №28 Державного комітету з питань технічного регулювання та споживчої політики від 01.02.2005р.
3. ГОСТ 29301 - 92. Продукти м'ясні. Методи визначення крохмалю. Ветеринарно-санітарна експертиза харчових продуктів в Україні. Нормативні документи: Довідник у 3т. 2000 — Т. 2. — С. 232 — 237.
4. ГОСТ 30364.0 - 97. Продукти яєчні. Методи відбору проб та органолептичного аналізу. Ветеринарно-санітарна експертиза харчових продуктів в Україні. Нормативні документи: Довідник у 3 т. 2000 — Т. 2. — С. 126-130.
5. ГОСТ 30364.1 - 97. Продукти яєчні. Методи фізико - хімічного контролю. Ветеринарно-санітарна експертиза харчових продуктів в Україні. Нормативні документи: Довідник у 3 т. 2000 - Т. 2. - С. 130 - 143.
6. ГОСТ 5867 - 90. Молоко і молочні продукти. Метод визначення жиру. Ветеринарно-санітарна експертиза харчових продуктів в Україні. Нормативні документи: Довіднику 3 т.2000 —Т.3.-С. 51 -61.
7. ГОСТ 9793 — 74. Продукти м'ясні. Методи визначення вологи. Ветеринарно-санітарна експертиза харчових продуктів в Україні. Нормативні документи: Довідник у 3 т. 2000 - Т. 2. - С. 218 -221.
8. ГОСТ 9794 — 74. Продукти м'ясні. Методи визначення вмісту

загального фосфору. Ветеринарно-санітарна експертиза харчових продуктів в Україні. Нормативні документи: Довідник у 3 т. 2000 — Т. 2. -С. 221-226.
9. Куленко О.А. Функціонально-технологічні властивості харчових барвників / О.А. Куленко // XV Менделєєвські читання : зб. наук. праць Всеукр. наук.-практ. конф. : м. Полтава, 2 березня 2022 р. : – Полтава, 2022. – С. 34 – 38.
10. Стрижак С.В., Куленко О.А. Біологічний вплив вітаміну С на організм людини / С.В. Стрижак, О.А. Куленко // Актуальні задачі хімії: дослідження і перспективи : зб. наук. праць V Всеукр. наукової конф., м. Житомир 15 квітня 2021 р., Житомир, 2021. – С. 223 – 224.
11. Куленко О.А. Біологічний вплив вітаміну D на організм людини / О.А. Куленко // Харківський природничий форум : зб. наук. праць V Міжнарод. конф. молодих учених : м. Харків, 19 – 20 травня 2022 р. : – Харків, 2022. – С. 259 – 262. Секція «Хімія та біохімія». https://drive.google.com/drive/folders/1R6nBAP1O eMTEBIh8O5rpG6xSEx2 _0vx?usp=sharing

## ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

1. Хімічні реактиви та виконання більшості лабораторних робіт (розчини кислот, лугів та ін.) у разі недотримання вимог техніки безпеки можуть нанести шкоду як самому виконавцю, як і оточуючим. Щоб уникнути цього, потрібно виконувати нижче наведені правила.
2. Приступати до виконання лабораторного завдання можна тільки після детального вивчення та усвідомлення теоретичної частини.
3. Не дозволяється виконувати процедури, які неописані в роботі.
4. Роботи виконувати у спеціальному одязі (халат, шапочка), на своєму робочому місці або під витяжною шафою, у випадку використання токсичних, ароматичних або вогненебезпечних речовин.
5. З усіх незрозумілих питань звертатися за порадою до викладача.
6. У лабораторії заборонено приймати їжу, пити воду, палити та бешкетувати.
7. Забороняється куштувати речовини на смак.
8. При роботі із скляними піпетками необхідно користуватись спеціальними гумовими "грушами".
9. При роботі на центрифугах слід пам'ятати про врівноваженняпробірок.
10. Дотримуватись правил роботи та безпеки при роботі з електро-приладами.
11. При роботі з кислотами, лугами, металічною ртуттю слід пам'ятати,що речовини слід знешкоджувати і не викидати у каналізаційні труби.
12. У разі нещасного випадку слід негайно повідомити викладача та скористатися аптечкою першої допомоги.
13. Після завершення дослідів необхідно привести робоче місце, прилади та посуд у належний стан.
14. Прослідкувати щоб були вимкнені прилади, світло, вода.