

Власенко В.В., Славов В.П., Шубенко О.І.

Біохімія м'яса



**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ І ПРОДОВОЛЬСТВА
УКРАЇНИ
ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Власенко В.В., Славов В.П., Шубенко О.І.

Біохімія м'яса

**Житомир
Вид-во ЖДУ ім. І. Франка
2013**

УДК: 637,5 : 577,1

ББК: 36,92 : 45

В: 58

Рецензенти:

Довгій Ю.Ю - доктор ветеринарних наук, професор, зав. кафедри Житомирського національного агроекологічного університету.

Кандиба В.М. - доктор с.- г. наук, професор, член кореспондент НААНУ, Харківська державна зооветеринарна академія.

Маменко О.М. - доктор с.- г. наук, професор, член кореспондент НААНУ, зав. кафедри Харківської державної зооветеринарної академії.

В: 58 Власенко В.В., Славов В.П., Шубенко О.І.

Біохімія м'яса: Навчальний посібник. – Житомир. – 2013.

Навчальний посібник підготовлений відповідно програми з дисципліни «Біохімія мяса і м'ясних продуктів» (2004 р.). У навчальному посібнику розкритий біохімічний склад білків, жирів, вуглеводів та інших складових мяса та м'ясопродуктів. Проаналізований вплив факторів зовнішнього і внутрішнього середовища на м'ясо. Показана зміна властивостей мяса під час зберігання та технологічної обробки.

Друкується за рішенням вченої ради Житомирського національного агроекологічного університету Протокол № 10 від «26» червня 2013 року для підготовки фахівців ОКР «Бакалавр» напряму 6.090102 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва у вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації.

З М І С Т

	Стр.
1. Вступ	4
Розділ 1. Хімія основних органічних речовин, які входять до складу організму	6
1.1. Хімічний склад організму	6
1.2. Хімічний склад білків	7
1.3. Хімічний склад жирів	13
1.4. Хімічний склад вуглеводів	19
1.5. Вода тканин організму	22
1.6. Мінеральні речовини	24
1.7. Вітаміни	26
1.8. Фізичні властивості м'яса	26
Розділ 2. Хімія м'яса	29
2.1. Склад і харчова цінність м'яса	29
2.1.1. Загальна характеристика м'яса	29
2.1.2. Білки м'яса	34
2.1.3. Жири м'яса	39
2.1.4. Вітаміни м'яса	40
2.1.5. Мінеральні речовини м'яса	40
2.2. Смакова характеристика м'яса і м'ясопродуктів	42
2.2.1. Екстрактивні речовини м'яса	42
2.2.2. Ніжність і соковитість м'яса	43
2.3. Вплив деяких факторів внутрішнього та зовнішнього середовища на якісні показники м'яса	44
2.4. Біохімічні процеси у м'ясі	51
2.4.1. Біохімічні процеси при дозріванні м'яса	51
2.4.2. Вади м'яса, які найчастіше виникають при зберіганні	61
2.4.2.1. Загальні причини виникнення вад м'яса	61
2.4.2.2. Загар м'яса	64
2.4.2.3. Ослизнення і кисле бродіння м'яса	65
2.4.2.4. Гниття м'яса	66
2.4.2.5. Пліснявіння, зміна запаху і смаку м'яса	71
2.4.2.6. Зміна забарвлення м'яса	73
2.5. Біохімічні і фізико-хімічні зміни у м'ясі при технологічній обробці	74
2.5.1. Теорія консервування м'яса холодом	74
2.5.2. Дефростація м'яса	79
2.5.3. Дія холоду на мікрофлору м'яса і м'ясопродуктів	81
2.6. Зміни у м'ясі при засолюванні	83
2.6.1. Загальна характеристика соління як одного із способів консервування та технологічної обробки м'яса	83
2.6.2. Хімізм консервуючої дії кухонної солі	87
2.6.3. Хімізм дії нітратів і нітритів у процесі соління	90

2.6.4. Біохімічні основи використання цукру при засолі м'яса	92
2.5.5. Біохімічні процеси, які забезпечують забарвлення м'яса і м'ясопродуктів	94
2.6.6. Фактори, що впливають на знебарвлення ковбасних виробів	96
2.6.7. Зв'язок між окисненням похідних міоглобіну і окиснення жирів	97
2.7. Біохімічні і фізико-хімічні основи копчення	97
2.7.1. Загальні положення	97
2.7.2. Механізм копчення	99
2.7.3. Консервуюча дія копчення	102
2.8. Консервування м'яса високими температурами	105
2.8.1. Варіння м'яса і м'ясопродуктів	105
2.8.2. Смажіння м'яса і м'ясопродуктів	108
2.8.3. Стерилізація м'яса і м'ясопродуктів	109
2.8.4. Нетрадиційні методи консервування м'яса і м'ясопродуктів	114
2.8.5. Бульйони, бульйонні кубики і гідролізати	117
Розділ 3. Хімія жирової тканини	122
3.1. Загальна будова жирової тканини та її значення	122
3.2. Хімічний склад жирової тканини	124
3.3. Біохімічні зміни при переробці жирової тканини	130
3.4. Порча жирів	132
Розділ 4. Біохімія сполучної тканини	144
4.1. Загальна характеристика	144
4.2. Білки і білкові речовини сполучної тканини	146
4.3. Мукополісахариди	149
4.4. Сировина для одержання желатину	150
Розділ 5. Біохімія яєць та яєчної продукції	152
5.1. Хімічний склад яєць	152
5.2. Будова і фізичні властивості яєць	153
5.3. Фізико-хімічні властивості яєчного білка	154
5.4. Фізико-хімічні властивості жовтка	156
5.5. Хімічний склад шкаралупи	158
Розділ 6. Морфологічний та хімічний склад риби	159
6.1. Загальна характеристика рибної сировини	159
6.2. Харчова та біологічна цінність риби	161
6.3. Зміни якості м'яса риби при зберіганні	163
6.4. Вади риби набуті при зберіганні і технологічній обробці	165

Вступ

В умовах конкуренції підприємств, які виробляють і переробляють продукцію тваринництва, мають загальну мету - утриматися на ринку збуту. Це можливо при виробництві високоякісних продуктів і низькій ціні на них. Вирішити дану проблему можна шляхом використання не лише сучасного обладнання, але і знань по «Загальній біохімії» і «Технічній біохімії», тобто «Біохімії м'яса і м'ясних продуктів» та технологічних особливостях виробництва «екологічно-чистої продукції».

Сучасний м'ясопереробний завод - це спеціалізоване підприємство, що випускає широкий асортимент м'ясопродуктів (ковбасних виробів, напівфабрикатів, фасованої продукції, тощо).

Тому постає потреба переорієнтування підготовки спеціалістів переробних підприємств на новий цикл переробки сировини, з використанням харчових продуктів, які мають низьку ціну (порівняно із м'ясом). У той же час, добавки або наповнювачі не повинні впливати на основну сировину, вступати із нею у реакцію, не псувати органолептичні показники, мати приємний смак або зовсім без нього, позитивно діяти на організм і бути нейтральними, не забруднювати навколишнє середовище. Використання таких речовин дасть змогу збільшити кількість товарної продукції і дозволить суттєво знизити собівартість всіх продуктів.

Знання технологічних закономірностей переробки м'яса і виробництва м'ясопродукції повинні спрямовуватись на біологічну повноцінність продукту з однієї сторони і безпеки його споживання – з другої. Крім того, продукт повинен мати відповідний товарний вигляд (органолептичні показники) і відносно низьку ціну.

Такий напрям вирішення проблем ставить перед вищою школою питання зміни підходів у підготовці майбутніх спеціалістів. У системі підготовки спеціаліста-технолога, дисципліні «Біохімія м'яса» допоможе майбутньому спеціалістові більш глибоко пізнати технологічні властивості основної і допоміжної сировини та їх впливу на навколишнє середовище і можливих дій на організм людини.

Вивчення дисципліни дає змогу студентові (майбутньому спеціалістові) поєднати здобуті теоретичні знання з практичними навичками при самостійному вирішенні низки технологічних питань і проблем.

Метою даної дисципліни є закріплення теоретичних знань, на основі пошуку інформативних даних та виконання розрахункових і описових розділів. При цьому крім теоретичних знань, студент набуває навичок практичного застосування їх у технологічному процесі м'ясопереробних підприємств, опановує методиками визначення якості сировини, добавок, наповнювачів і готової продукції.

У даному посібнику студенти мають змогу віднайти відповіді на питання пов'язані із зміною властивостей сировини при переробці, у процесі зберігання і взаємодії з іншими речовинами, впливу на них різних факторів зовнішнього і внутрішнього середовища.

Практичне застосування знань по «Біохімія м'яса» дає змогу:

навчитись, зрозуміти і оволодіти:

- перспективи основних напрямків розвитку галузі та ефективність застосування сучасних наповнювачів, добавок, ароматизаторів;

- умінню застосовувати набуті знання для розв'язання конкретних практичних завдань із проектування;

- умінню складати технологічні лінії із використанням обладнання для переробки різних добавок, наповнювачів тощо;

- оволодіти методикою техно-хімічного контролю на виробництві;

- умінню аналізувати технологічний процес переробки м'яса і ефективність виробництва різного асортименту м'ясної продукції;

- умінню проводити продуктові розрахунки.

Навчальний посібник допоможе студентам в опануванні основами технологічних процесів переробки продукції тваринництва.

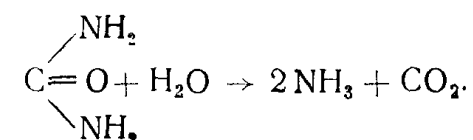
Розділ 1. Хімія основних органічних речовин, які входять до складу організму.

1.1. Хімічний склад організму

Навколишній живий світ складається із клітин, які утворюють органи і тканини. Елементи, що входять до складу організму науковці ділять на три групи. В першу - входять кисень, водень і азот, вони становлять 98% всього складу. У другу групу речовин входять ті, що містяться в десятих і сотих долях відсотків, вони дістали назву макроелементів (K, S, P, Cl, Mg, Na, Ca, Fe). У цілому вони складають близько 1,9%. До третьої групи відносяться всі інші елементи, які утримуються в організмі менше 0,01% і називаються мікроелементами. Частина із цих елементів приймає участь у будові органічних речовин, інша – яка значно менша, знаходиться у вигляді неорганічних речовин.

Органічні сполуки, які входять до складу організму дуже різнобічні, до них відносяться білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди, ліпіди тощо. Вони здатні утворювати надмолекулярні комплекси, наприклад ліпопротеїди, які являють собою комплекси ліпідів і білків, тому їх ще називають макромолекулами, із них будуються клітини, і вони утворюють клітинні органели – ядра, мітохондрії і ін..

При взаємодії атомів може виникати хімічний зв'язок який приводить до утворення молекули, іона. Хімічний зв'язок виникає завдяки взаємодії електричних полів, які створюються електронами і ядрами атомів, які приймають участь в утворенні молекули. Найпростішою органічною сполукою є сечовина, яка при взаємодії з водою реагує за наступною схемою:



Сечовина Аміак \longleftrightarrow Вуглекислий газ

Хімічний зв'язок, який здійснюється за рахунок утворення загальних електронних пар, називається *ковалентним*. Якщо зв'язок утворюється між однаковими атомами (H_2 , N_2 , Cl_2 і ін..) або «половинками» симетричних молекул ($\text{CH}_3 - \text{CH}_3$), тоді загальна електронна хмаринка не схилена ні до одного із атомів в силу їх *повного сходства*. У таких випадках зв'язок називають *істинно ковалентним* або *неполярним*. Якщо електронна хмаринка притягується до них із неоднаковою силою і може зміщуватися до одного із них внаслідок один атом набуває *надлишковий від'ємний заряд* O^- , а на іншому – *надлишок позитивного заряду* O^+ . Така модель називається *поляризованою*. Чим більша електровід'ємність атома, тим сильніше він притягує електронну пару, тим більший поляризований зв'язок.

Електростатичний (іонний) зв'язок являє собою крайній випадок полярного зв'язку, коли загальна електронна пара переходить у повне володіння одного із атомів, який перетворюється у від'ємно заряджений іон – **аніон**, а атом «партнер» - у позитивно заряджений **катіон**. Такий зв'язок характерний для більшості солей лужних і лужно-земельних металів.

Водневий зв'язок – один із видів електростатичного зв'язку. Якщо з воднем зв'язані атоми і мають високу електровід'ємність, тоді поляризація виникаючих зв'язків настільки сильна, що протон – ядро атома водню – стає майже «голим». Свій електронний дефіцит він намагається поповнити за рахунок молекул, які розташовані по сусідству. Ця взаємодія має електростатичний характер. Так виникає водневий зв'язок, який характерний для води, спирту, карбонових кислот. Водневі зв'язки приводять до утворення агрегатів із двох, вісьми і навіть дванадцяти молекул.

Ангідридні зв'язки – утворюються при з'єднанні двох молекул з одночасним виділенням молекули води. При цьому від однієї молекули відщеплюється гідроксильна група – ОН, а від іншої – атом водню.

Фосфорно-ефірні зв'язки утворюються при відщепленні водню від фосфорної кислоти і –ОН від спиртової групи цукру.

Коли молекули води взаємодіють з молекулами, або частинами речовини сильніше, ніж між собою, то такі речовини називаються – *гідрофільними* і за звичай легко розчиняються у воді. До них належать речовини з іонним типом зв'язку, а також полярні сполуки (цукри, прості спирти, альдегіди, кетони, тощо.).

У випадку коли взаємодія між молекулами води більша ніж взаємне тяжіння між молекулами води і частинками речовини, то речовини називаються - *гідрофобними* і вони за звичай у воді не розчиняються.

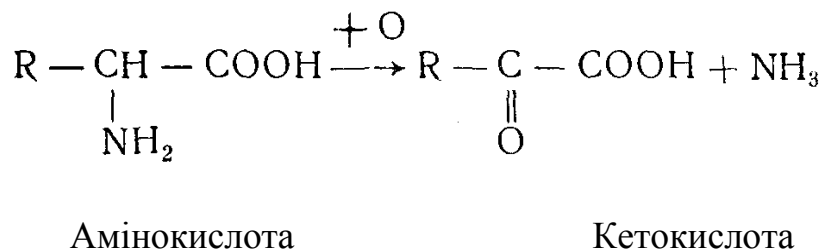
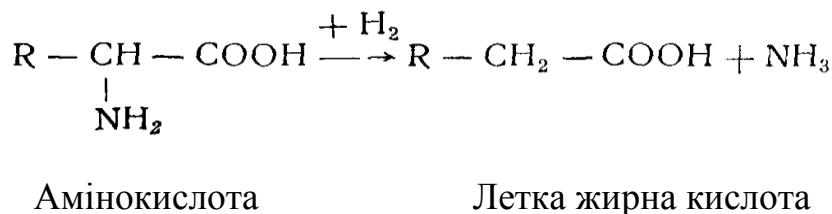
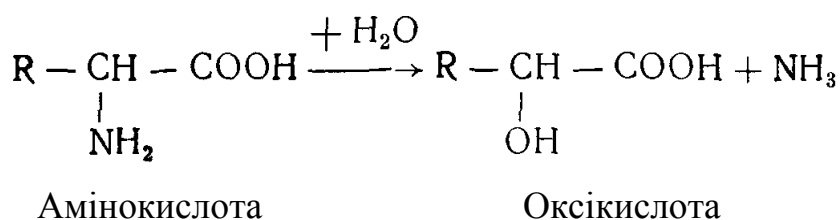
Сполуки, які містять як сильно гідрофільні так і сильно гідрофобні групи називаються *дифільними*. Самими розповсюдженими дифільними біомолекулами є жирні кислоти і ліпоїди. Вода легко диспергує дифільні речовини. При цьому утворюються агрегати молекул – міцели, в яких від'ємно заряджені карбоксильні групи повернуті до водяної фази, а неполярні нерозчинні вуглецеві ланцюги сховані в середині міцелярної структури. Молекули води начебто «видавлюють» неполярні частини із розчину, а останні намагаються відійти від доторкання з водою, зібратися разом. Таким чином між сусідніми вуглецевими структурами всередині міцел виникають додаткові сили притяжіння, що зумовлені нековалентними взаємодіями.

1.2.Хімічний склад білків

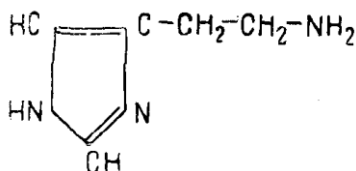
Загальна будова білків. Серед органічних сполук, які входять до складу живих організмів, на першому місці по значенню і кількості стоять білки. Елементарний склад білків (в %) наступний: вуглець 50 – 54,4; водень 6,5 – 7,3; кисень 21,3 – 23,5; азот 15 -17; сірка 0,3 – 2,5.

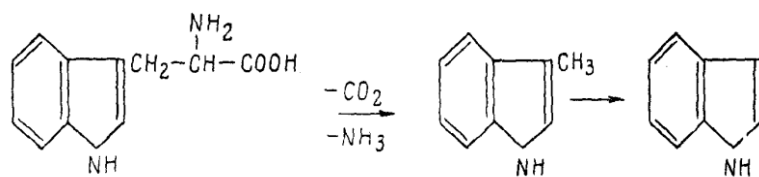
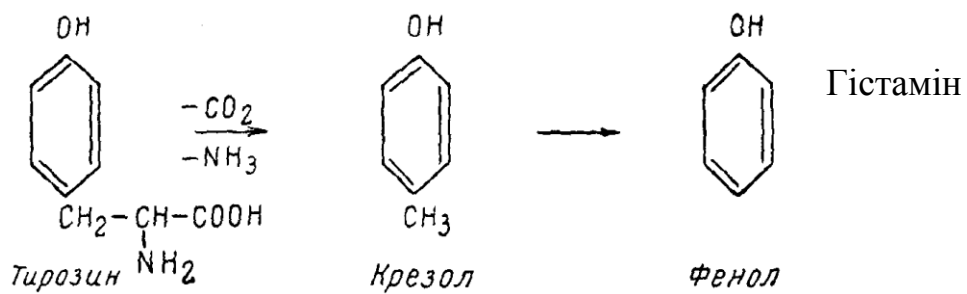
Білки — високомолекулярні комплексні органічні сполуки, які складаються з вуглецю, водню, кисню, азоту, сірки, інколи і фосфору. Всі ці елементи входять у структурні частинки білку — амінокислоти, які зв'язані між собою пептидним зв'язком. До складу природних білків входить 20 амінокислот у різних співвідношеннях. Амінокислоти являють собою органічні кислоти, у яких водень замінений аміногрупою $-\text{NH}_2$. Щоб у назві амінокислот можна було указувати положення NH_2 – групи по відношенню до карбоксильної, атоми вуглецю у молекулі амінокислоти позначають буквами грецького алфавіту.

Всі 20 амінокислот, виявлені у складі природних білків містять аміногрупу $-\text{NH}_2$ і карбоксильну групу $-\text{COOH}$, але відрізняються своїми боковими ланцюгами, які називаються радикалами $-\text{R}$. Амінокислоти під дією факторів зовнішнього середовища, як показано нижче, можуть гідролізуватися, або цей процес ще називається дезамінуванням.



Різні амінокислоти мають у своєму складі різні радикали. У одних – вуглецеві ланцюги, у інших – кільця. Кільце або цикл може складатися із атомів вуглецю (гомоцикл), або до нього можуть входити і атоми інших елементів – P, O, N, S (гетероцикли). До складу радикалів амінокислот може входити і різні функціональні групи: $-\text{OH}$; $-\text{SH}$; $-\text{HN}_2$; $-\text{COOH}$ і ін.





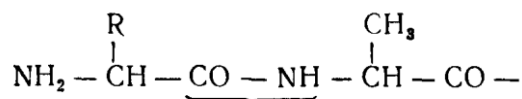
Всі амінокислоти є амфотерними електролітами, так як при їх дисоціації у розчин надходять іони $-NH_3^+$ і $-COO^-$; Коли амінокислоти мають рівну кількість амінних і карбоксильних груп, тоді їх водяні розчини мають нейтральну реакцію. Якщо при співвідношенні названих іонів білкова молекула одержує сумарний негативний заряд з перевагами COO^- їх розчини мають властивості слабих кислот і несуть сумарний від'ємний заряд. Розчини несуть сумарний позитивний заряд і мають властивості лугів коли в них переважають іони $-NH_3^+$. Перші при пропусканні струму через розчин такого білка будуть рухатися до **анода**, другі – до **катода**.

Якщо сумарний заряд білкової частинки рівний нулю – такий стан білків називається – **ізоелектричним**, тобто білки електронейтральні. Величина рН середовища, при якому білки знаходяться в ізоелектричному стані, називається **ізоелектричною точкою**, вона різна для кожного білку, наприклад:

- Фібріноген – 8,0;
- Гемоглобін - 6,7;
- Желатин - 4,9;
- Сироваточний альбумін - 4,88;
- Казеїн - 4,7;
- Міозин - 4,6 – 5,2;
- Муцин - 2,7.

Структура і властивості білків. В 1898 році засновник російської біохімії А.Я. Данилевський передбачив, що амінокислоти у білку

з'єднуються між собою при допомозі пептидного зв'язку, який утворюється аміногрупою однією амінокислоти і карбоксильною – другої. Схема такого зв'язку показана нижче:



Із двох амінокислот утворюється дипептид (димер), із трьох – трипептид (тример), із великої кількості амінокислот поліпептид (полімер). Схема такого зв'язку показана нижче:

Природний білок являє собою поліпептид, тобто їх ланцюг складається із декількох десятків або сотень амінокислотних ланок. Причому білкова молекула може складатися із однієї або декількох поліпептидних ланцюгів, з'єднаних між собою.

На початку і в кінці поліпептидного ланцюга знаходяться вільні α -аміно і α -карбоксильні групи. Це пояснюється тим, що кінцеві групи розділені великою відстанню і електростатична дія між ними послаблена. Наявність пептидного зв'язку встановлюється за допомогою біуретової реакції (сечовина – називається біурет), який утворюється при нагріванні сечовини до 180°C . При додаванні до лужного розчину любого білку, сульфату міді, з'являється характерне фіолетове або червоно-фіолетове забарвлення, яке зумовлюється утворенням комплексних сполук міді з пептидною групуванням.

Слід пам'ятати, що кожний тип білка має свій особливий характерний лише йому, набір амінокислот і їх кількість. У кожному білку амінокислоти з'єднані між собою у строго зафіксованій послідовності при допомозі пептидних зв'язків.

Специфічна для кожного білка послідовність амінокислот називається *первинною структурою*.

Під вторинною структурою – мають на увазі ту чи іншу конфігурацію характерну для одного або декількох поліпептидних ланцюгів, що входять до складу білкової молекули.

Третинна структура – це конфігурація, яку приймає в розчинах закручений в спіраль поліпептидний ланцюг.

Білки, які мають молекулярну масу понад 50000, складаються із декількох поліпептидних ланцюгів і мають однакову або близьку первинну, вторинну і третинну структури - називаються *олігомірними білками*. Характерний спосіб розміщення у просторі окремих поліпептидних ланцюгів (субодиниць) *олігомірного білку* називають четвертичною структурою.

Білкова молекула любого типу у нативному стані має характерну для неї конформацію у залежності від якої білки діляться на два класи: глобулярний – має щільно звернуті поліпептидні ланцюги у вигляді кулі; фібрилярні – пептидні ланцюги молекул білків у вигляді ниточок.

Білкові речовини зустрічаються в організмі тварин у різних станах: рідкими (білки молока, плазми крові і ін..), твердими (білки волосся, рогів

шкіри і ін..) і напіврідкими м'язи тощо). Білки мають різну розчинність. Одні розчиняються у дистильованій воді, інші – у слабких сольових розчинах, треті – у спирті. Деякі не розчиняються взагалі – креатин, еластин, колаген, шкіра і тощо.

Білки здатні до набухання – це залежить від багатьох факторів (рН розчину, введення солей, температури і ін.). Мінімальне набухання спостерігається в ізоелектричній точці і підсилюється при здвиганні у кислу або лужну сторону. Вплив дії температури на набухання білків яскраво проявляється в желатині. В холодній воді він лише набухає, а в теплій – розчиняється. Набухання має велике практичне значення в природі і техніці. Набухання лежить в основі одержання клею і желатину, а також при кожевенному виробництві.

Розчинення білків не завжди супроводжується їх набуханням, воно характерне для фібрилярних білків, а глобулярні – розчиняються без набухання. При збільшенні концентрації білка у розчині, вірогідність зустрічі білкових частинок між собою зростає, що сприяє агрегації частинок, яка дістала назву коагуляції білка.

У розчині всі молекули білка заряджені, внаслідок цього вони відштовхуються. В *ізоелектричній* точці білки не несуть електричного заряду, тому вони не відштовхуються, а злипаються і утворюють великі агрегати, які не здатні утримуватися у розчині і випадають в осад. Розчинність білків в ізоелектричній точці найменша. Тобто, щоб викликати коагуляцію білка необхідно зняти із нього електричний заряд (перевести його в ізоелектричний стан). На цьому оснований метод виділення білків із розчину шляхом додавання нейтральних солей у високих концентраціях, який називається *висолюванням*.

Порушення нативної структури білка, яка супроводжується втратою характерних для нього властивостей без зміни молекулярної маси, називається *денатурацією*. Ступінь денатурації білка залежить від інтенсивності дії на нього різних факторів: чим інтенсивніше дія тим більше рветься велика кількість зв'язків, тим глибше денатурація. Білки сильно відрізняються один від одного за легкістю денатурації.

Класифікація білків. В бокових радикалах амінокислотних залишків поліпептидного ланцюга містяться різні функціональні групи: амінні, карбоксильні, гідроксильні, сульфгідрильні і ін.. Внаслідок цього, білки дають реакції властиві кислотам, лугам, спиртам і ін.. Для білків характерний гідроліз (розкладання складної речовини на більш просту із приєднанням води по місцю розриву зв'язку). У залежності від каталізатора розрізняють кислотний, лужний і ферментативний гідроліз.

Білки розділяють на *прості* і *складні*. **Прості** – складаються лише із амінокислот, а **складні** – крім амінокислот містять інші білкові речовини, які дістали назву **простетичних груп** (вуглеводи, ліпіди, нуклеїнові кислоти і ін.). Різні функціональні групи (амінні, карбоксильні, гідроксильні, сульфгідрильні тощо) містяться у бокових радикалах амінокислотних залишків поліпептидного ланцюга. Внаслідок цього, білки дають реакції

властиві кислотам, лугам, спиртам тощо. При гідролізі простого білка кінцевими продуктами є лише амінокислоти. Гідроліз проходить за схемою: білок → високомолекулярні пептиди → низькомолекулярні пептиди → дипептиди → амінокислоти. Метод хроматографії з великою точністю визначає якісний і кількісний вміст окремих амінокислот.

Прості білки-протеїни. Їх класифікація базується на розчинності у воді і інших розчинниках, здатності висолюватися при різних концентраціях солей, а також враховуються особливості будови білка і їх ролі в організмі. Протеїни діляться на: альбуміни, глобуліни, протаміни, гістони, склеропротеїни, глютеліни і проламіни.

Альбуміни – знаходяться в усіх клітинах тварин і рослин. Вони розчинні у воді, розчинах нейтральних солей малих концентрацій, у слабких кислотах і лугах, висолюються при повному насиченні водного розчину нейтральними солями.

Глобуліни – широко зустрічаються в організмі тварин. Вони не розчинні у воді, але розчиняються у розчинах нейтральних солей середньої концентрації (5 – 10%). Ці білки гірше розчиняються, але легше висолюються ніж альбуміни.

Протаміни і гістони – до них входить обмежена кількість амінокислот і відсутні або містяться у малій кількості сірковмісні амінокислоти.

Склеропротеїни – білки опорних тканин: кісток, хрящів, сухожилля, волосся, шерсті і копит. До них відноситься колаген, кератин, еластин і ін.. Вони не розчинні у воді, сольових розчинах, розведених кислотах і лугах.

Глютеліни і проламіни – рослинні білки, які утворюють клейковину. Вони погано розчиняються у воді, але добре розчиняються у спирті.

Складні білки – протеїди класифікуються виходячи із хімічної природи їх простетичних груп і діляться на нуклеопротеїди, хромопротеїди, ліпопротеїди, глікопротеїди, фосфопротеїди, металопротеїди.

Нуклеопротеїди – простетичною групою в них є дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК), та рибонуклеїнова кислота (РНК). Ці білки несуть спадкову інформацію, приймають участь у біосинтезі білків та синтетичних процесах.

Хромопротеїди – простетична група у них являє собою забарвлені сполуки небілкового походження, наприклад: гем, вітамін В₁₂, похідні каротину і ін.. До хромопротеїдів, з простетичною групою **гем**, «гемо протеїдів» - відносяться гемоглобін, міоглобін, цитохроми, каталаза і ін., вони приймають участь в окисно-відновних процесах.

Ліпопротеїди – їх простетична група представлена ліпідами. Вони відіграють важливу роль в утворенні структурних компонентів клітини і особливо у формуванні різних мембран – клітинних, мітохондрій і ін.. Особливо багато ліпопротеїдів міститься у нервовій тканині.

Глікопротеїди – до складу простетичної групи входять вуглеводи і їх похідні. В організмі вони як правило несуть опорну та захисну функції,

містяться у всіх тканинах організму і мають загальну назву **муцини і мукоїди**.

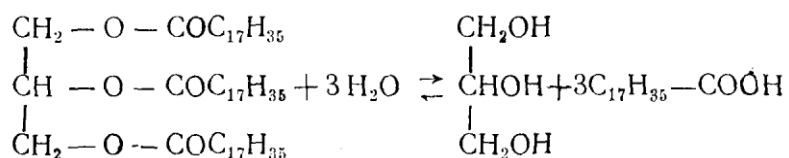
Фосфопротеїди – у простетичній групі міститься фосфорна кислота. Біологічне значення цих білків полягає у поставці для організму амінокислот і фосфорної кислоти. Особливо це важливо для молодих організмів при формуванні у них скелету.

Металопротеїди – простетичною групою служать метали (залізо, мідь і ін.), які зв'язані безпосередньо з білковою частиною. Вони не можуть бути виділені із білка без порушення його структури. До металопротеїдів відносяться гемоглобін, тірозіноксидаза в якій міститься мідь, алкогольдегідрогеназа де міститься цинк, білок феритін, з вмістом 20% заліза тощо.

1.3. Загальний хімічний склад та властивості жирів

Жири - це складні ефіри трьох атомного спирту гліцерину і жирних кислот, які часто називають гліцеридами. При гідролізі жири розпадаються на гліцерин і жирні кислоти. В складі природних жирів знайдено декілька десятків різних жирних кислот, більша частина із них належить вищим жирним монокарбоновим кислотам, у яких число атомів вуглецю у молекулі становить 16 і більше одиниць. Низькомолекулярні кислоти у меншій мірі приймають участь в утворенні жирів. Вищі жирні кислоти, що знайдені у складі гліцеридів, розділяються на дві групи: насиченого і ненасиченого рядів. В останньому вуглецевий ланцюжок містить один або декілька подвійних зв'язків. До складу жиру входять жирні кислоти, які містять парну кількість вуглецевих атомів у вуглецевому ланцюгу.

Основну масу природних жирів складають тригліцериди, сполуки в яких жирні кислоти взаємодіють із трьома гідроксильними групами трьохатомного спирту гліцерину. Їх можна представити у вигляді наступних формул:



Тригліцерид

Гліцерин Жирна кислота

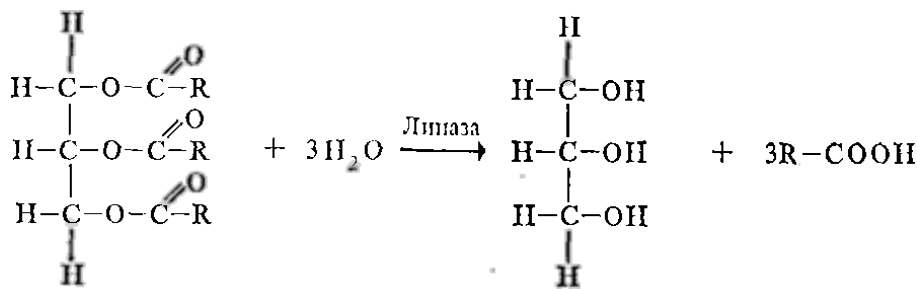
Якщо до всіх гідроксильних груп приєднані однакові залишки жирних кислот, то вони називаються простими тригліцеридами, або гомогліцеридами. Тригліцериди, які містять залишки різних жирних кислот називаються змішаними або гетерогліцеридами.

Фізико-хімічні властивості жирів. До таких належать: температура плавлення жирів - яка залежить від властивостей жирних кислот, що входять до їх складу; жири добре розчиняються в неводних розчинниках (спирті,

бензині, хлороформі і ін.); гідрофобний характер жирів; всі жири погано розчинні у воді і при певних умовах із водою утворюють нестійкі емульсії.

Процес утворення жирових емульсій є одним із важливих процесів при виготовленні ковбасних виробів. В жировому виробництві процес утворення емульсій приводить до збільшення вологості жиру, а також сприяє втратам жиру із бульйоном. Для порушення водно-жирових емульсій використовують деемульгатори (наприклад кислоти) і дестабілізатори (наприклад кухонна сіль). При кип'ятінні з кислотами або основами жири гідролізуються.

Гідроліз у жирах відбувається під час дії ліпаз на тригліцериди при підвищеній температурі з виділенням вільних жирних кислот. Він може також здійснюватися під дією ферментів, лугів тощо:



Тригліцерид

Гліцерин

Жирні кислоти

Омилення, або лужний гідроліз, відбувається внаслідок дії на жир водних розчинів лугів. Реакцію омилення лугом можна записати так:



Солі лужних металів і жирні кислоти з великою молекулярною масою називають милами. Реакція солі лужних металів і жирних кислот з великою молекулярною масою називається "омилення", застосовується в промисловості для виробництва мила.

Окислення (осалювання) відбувається у результаті перетворення рідких ненасичених жирних кислот на тверді насичені. Цей процес здійснюється під дією сонячних променів, підвищеної температури або каталізаторів, внаслідок чого у місці подвійних зв'язків приєднується кисень, водень або галогени. Зокрема, молочний жир при осалюванні змінює колір (відбувається знебарвлення каротиноїдів), набуває неприємних запаху і смаку (утворюються пероксиди, гідро- і двоховновні кислоти).

Згіркнення жиру характеризується неприємним специфічним запахом, інколи гірким смаком. Воно відбувається під дією різних факторів, насамперед кисню повітря, а також ферментів, мікроорганізмів, важких

металів тощо. При цьому утворюються пероксиди, гідропероксиди, альдегіди і кетони.

Полімеризація жиру виникає під час розривання подвійних зв'язків і приєднання двох молекул гліцеридів, які мають залишки ненасичених жирних кислот, внаслідок чого поверхня молочного жиру при тривалому зберіганні темніє.

Визначення якостей молочного жиру ґрунтується на його хімічних властивостях. При цьому найважливішими є такі: кількість летких, розчинних у воді жирних кислот, або число Рейхерта Мейселя; число омилення; кількість ненасичених жирних кислот, або йодне число.

Число Рейхерта-Мейселя показує, вміст у жиру летких розчинних у воді карбонових кислот (масляної і капронової). Воно виражає кількість мілілітрів 0,1 н. розчину лугу витрачено на нейтралізацію летких, розчинних у воді жирних кислот, які одержано при відгонці 5 г жиру. Для молочного жиру воно дорівнює 20-35, в середньому 24 - 25., для інших жирів — близько 1.

Число Поленске — характеризує наявність у 5 г жиру низькомолекулярних летких нерозчинних у воді жирних кислот (каприлової, капронової та частково лауринової).

Число омилення означає, скільки міліграмів їдкого калію (KOH) потрібно для омилення і нейтралізації вільних кислот, які містяться в 1 г жиру. Для молочного жиру воно становить 224-235, для інших жирів — 185-200 мг.

Йодне число показує, скільки грамів йоду витрачається на насичення ненасичених жирних кислот, що містяться в 100 г жиру. Величина йодного числа має велике значення для характеристики складу та властивостей жиру і має велику різницю для різних жирів.

Нижче наведена величина йодного числа для найпоширеніших жирів, г:

Молочний жир	25 – 27;	Кінський жир	71 – 86;
Баранячий	31 – 46;	Льняна олія	175 – 192;
Яловичий	32 – 47;	Соняшникова олія	127 – 136;
Свинячий	46 – 66;		

Від співвідношення кислот у складі тригліцеридів жиру залежать технологічні, фізичні та органолептичні властивості тваринних жирів, а також їх стійкість під час зберігання. Наприклад, йодне число молочного жиру може коливатися від 24 до 46, при середньому значенні 32-34. Така величина йодного числа молочного жиру може бути показником його натуральності. Рослинні жири, як правило, мають йодне число, що дорівнює 75-180, а свинячий жир — 46-64 (Г. С. Ініхов, 1956). Йодне число змінюється залежно від виду згодованих кормів, породи, сезонних факторів та індивідуальних особливостей тварин.

Температура плавлення — це температура, при якій жир переходить з твердого стану у рідкий. Чітко вираженої температури переходу із твердого

стану в рідкій не існує, але по температурі плавлення можливо відрізнити тваринні жири різного походження. Температура плавлення жиру буде тим нижча, чим більше в його складі ненасичених жирних кислот, особливо стеаринової. Температура плавлення деяких жирів: баранячий 44 – 45°C; жир коров'ячого молока 28–30°C; яловичий 40–50°C; гусячий 26–34 °C; свинячий 28–40°C; кінський 30–43°C.

Температура застигання і густина жиру. Температура, при якій розплавлений жир стає твердим називається температурою застигання. Вона також без чітко виражених меж і нижча на 4–10°C від температури плавлення. Наприклад, для молочного жиру температура застигання коливається у межах 17-21°C. Температуру застигання жирів важко визначити, адже вони є сумішшю багатьох компонентів, тому визначають температуру застигання кислот, яку називають **титром жиру**.

Під **густиною** розуміють відношення маси речовини до її об'єму. За одиницю маси приймають 1 мл дистильованої води при 4°C. Густину молочного жиру визначають при 100°C, а потім перераховують на температуру 20°C. У 1979 р. З. Х. Диланян запропонував спосіб визначення густини жиру при 20 °C. Густину визначають ареометром, враховуючи зміну густини **одинхлорбензолу** при розчиненні у ньому певної наважки жиру. При 100 °C густина молочного жиру становить 0,863-0,869 г/см³, а при 20 °C — 0,918-0,925 г/см³.

Жироподібні речовини. У жирах знаходиться деяка кількість жироподібних речовин — ліпоїдів. До них належать фосфатиди і стерини (сліди).

Фосфатиди. До складу фосфатидів входять гліцерин, дві жирні кислоти і фосфорна кислота з холіном або аміноетиловим ефіром. Якщо третій залишок гліцерину заміщений фосфорною кислотою з холіном, то утворюється лецитин, а якщо, наприклад з коламіном, то кефалін. Основними кислотами у фосфатидах є олеїнова, стеаринова і пальмітинова. Фосфатиди беруть участь в утворенні молока як попередник молочного жиру. Вони є добрими емульгаторами і утворюють стійку емульсію жиру. Наприклад у молоці, при збиванні вершків на масло більша частина фосфатидів переходить у сколотини і приблизно вдвічі менше — у масло.

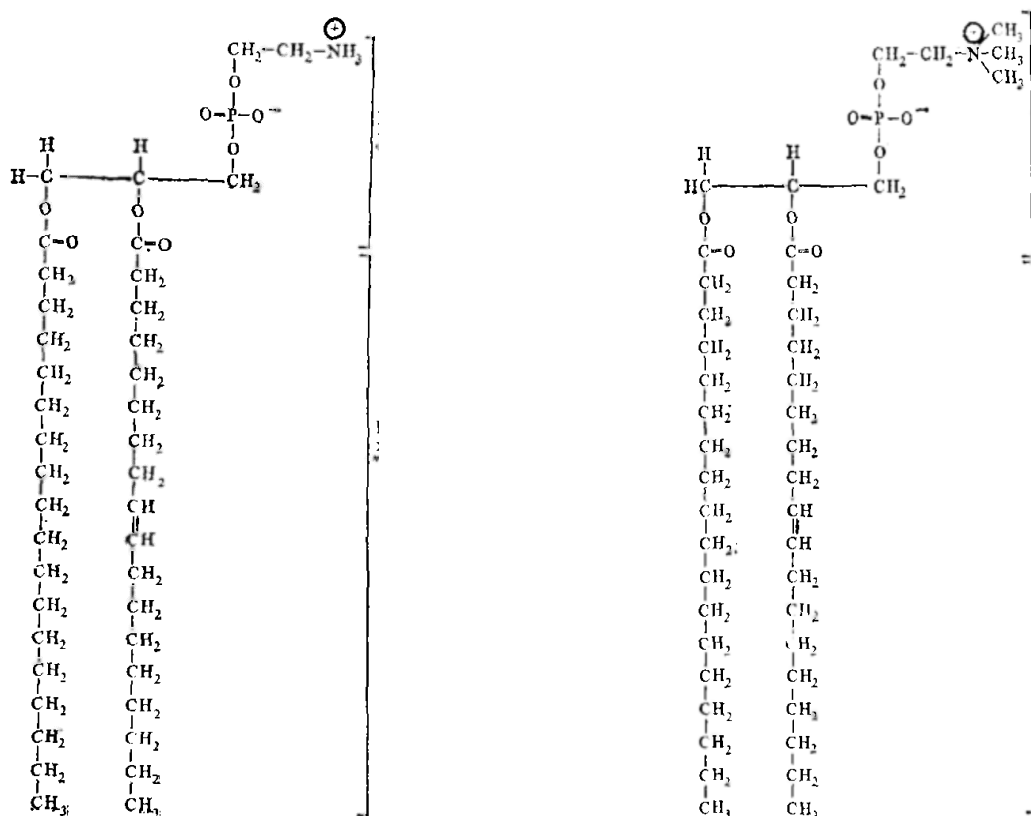
Лецитин — складний ефір гліцерину, жирних кислот і фосфорної кислоти у сполучі з азотовмісною речовиною — холіновим залишком. У чистому вигляді це біла воскоподібна речовина, яка швидко темніє на повітрі у зв'язку з окисленням насичених жирних кислот. Лецитин має емульгуючі властивості, сприяє стабілізації жирової емульсії у молоці, входить до складу оболонки жирових кульок, виявляє бактерицидні властивості. Залежно від концентрації його емульсія здатна затримувати розвиток різних бактерій.

Кефалін - відрізняється від лецитину тим, що фосфорна кислота зв'язує не холін, а аміноспирт — коламін. Крім того, до його складу входять стеаринова й олеїнова кислоти.

За властивостями кефалін на відміну від лецитину важко розчиняється у спирті і впливає на біохімічні процеси в організмі. Кефалін є

антагоністом лецитину і бере участь у регулюванні клітинного обміну. Подібний за властивостями і ергостерин. Особливе його значення полягає у тому, що під дією сонячного або ультрафіолетового випромінювання він посилює D-вітамінну активність.

Показник заломлення характеризує здатність жиру заломлювати промінь світла, який проходить через нього. Чим більше у складі жиру ненасичених і високомолекулярних жирних кислот, тим вище показник його заломлення. Показник заломлення можна перерахувати в так зване **число рефракції**. Для молочного жиру воно становить 40 – 45, для яловичого – 45 – 50, свинячого – 49 – 52. Числа жирів знаходяться у певній залежності між собою, зміна одного числа викликає зміну іншого.



Ліпоїди – жироподібні речовини, до них відносяться: фосфоліпіди, гліколіпіди, стерини, стериди, воски. Значення ліпоїдів для організму велике, так як вони входять до складу біологічних мембран, які є у кожній клітині організму. Вони є складовими нервової тканини, а також приймають участь у транспортуванні ліпідів, діленні клітин, а також є антиоксидантами.

Фосфоліпіди – це дифільні сполуки які складаються із залишків жирних кислот – неполярних вуглецевих ланцюгів, - гідрофобна частина молекули, тобто не розчинна у воді. Інша частина молекули, що складається із гліцерину, фосфорної кислоти і спиртового компоненту, здатна до іонізації і легко розчиняється у воді – вона гідрофільна. Таким чином, молекули всіх фосфоліпідів складаються із полярної «голови» і двох неполярних вуглецевих «хвостів». Тому їх ще називають полярними ліпідами на відміну

від тригліцеридів, які є неполярними ліпідами. Для прикладу формули наведені нижче:

Полярні ліпіди можуть розтікатися на поверхні водного розчину у вигляді молекулярного шару. При цьому вуглецеві «хвости» молекул повернуті в сторону відносно гідрофобного повітряного середовища, а гідрофільні «голови» направлені в сторону водяного середовища, рис. 1.3.1.

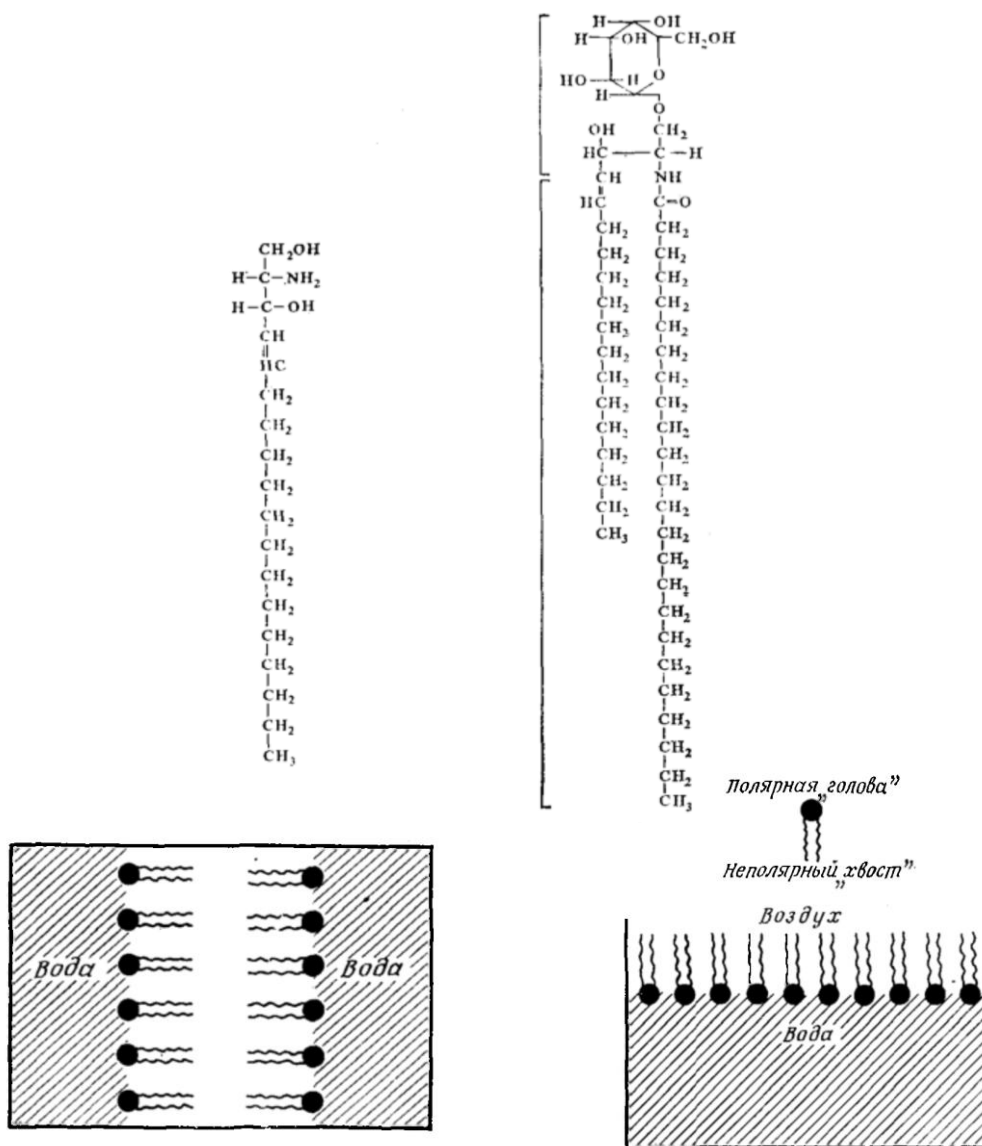


Рис. 1.3.1. Мономолекулярний шар полярних ліпідів на поверхні розподілу вода-повітря

Рис.1.3.2. Бімолекулярний шар полярних ліпідів

Полярні ліпіди легко і довільно утворюють не лише мономолекулярні, але і бімолекулярні шари, особливо у тих випадках, коли вони служать плівкою, розподіляючи водний розчин на дві частини. В такому подвійному шарі вуглецеві «хвости» повернуті всередину і утворюють безперервну вуглецеву фазу, а гідрофільні «голови» направлені з двох сторін зовні і проникають у водну фазу, рис. 1.3.2.

Гліколіпіди –це складні сполуки ліпідів і вуглеводів, найчастіше із останніх до складу гліколіпідів входить галактоза або її похідні. Гліколіпіди є складовою мозкової і нервової тканин, тому іноді вони називаються *цереброзидами*.

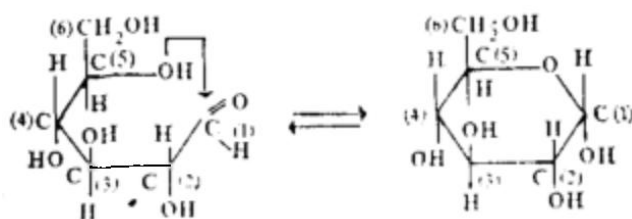
Стерини – циклічні спирти, похідні циклопентанпергідрофенантрена. Вони складаються із чотирьох сконденсованих кілець. Три кільця шестичленні і одне – п'ятичленне. До їх належить холестерин - найбільш поширена речовина, а також різні види стеридів.

Воски – складні ефіри вищих жирних кислот і високомолекулярних одноатомних спиртів і виконують захисну функцію (змазку).

1.4.Хімічний склад вуглеводів

Вуглеводи широко розповсюджені у природі і особливо у рослинному світі, де вони у перерахунку на суху речовину складають до 70 – 80%, а в тваринному організмі їх лише 2%. *Вуглеводи* – органічні речовини до складу яких входять вуглець, кисень і водень. По своїй будові вуглеводи є сполуками із змішаними функціями і являють собою багатоатомні альдегідо- або кетонспирти із загальною формулою $(\text{C}_n\text{H}_2\text{O})_x$, а також похідні цих сполук.

Наряду з відкритим ланцюгом моносахаридів існують молекули циклічної будови, які утворюються за рахунок внутрімолярних рухів. Вуглецевий ланцюг внаслідок поворотів атомів відносно хімічних зв'язків може мати не лише витягнуту, але і зігнуту форми. При цьому карбоксильна група $\text{C}=\text{O}$ може близько підійти до $\text{C}(5)$ і в наслідок перегрупування між атомами устанавлюється хімічний зв'язок. Циклічна формула, яка наведена нижче, показує не лише порядок з'єднання атомів, але і їх просторове розміщення.



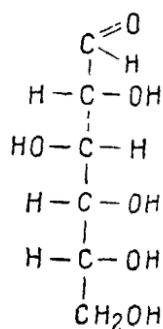
Класифікація вуглеводів. Вони діляться на моносахариди, олігосахариди і полісахариди.

До *моносахаридів* відноситься група простих вуглеводів з різною кількістю вуглецевих атомів (3,4,5,6 і більше). В залежності від кількості вуглецевих атомів розрізняють – трєози (три атоми вуглецю), тетрази – чотири атоми, пентози - п'ять атомів, гексози – шість атомів і так далі.

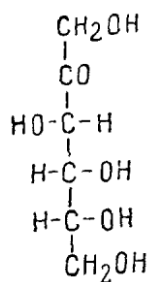
Із тріоз в організмі тварин мають велике значення гліцериновий альдегід і діоксіацетон, які приймають участь в процесі обміну речовин у виді ефірів із фосфорною кислотою.

Пентози у живому організмі представлені рибозою і дезоксирибозою, вони входять до складу ДНК і РНК і є складовими частинами різних ферментів. Із гексоз найбільше значення мають глюкоза, фруктоза і галактоза.

Глюкоза – є альдегідоспиртом, фруктоза – кето спирт. При окисленні шостого атома вуглецю гексоз утворюються *гексуранові кислоти*, які виконують різні функції в тому числі і захисну (нейтралізують ядовиті речовини).

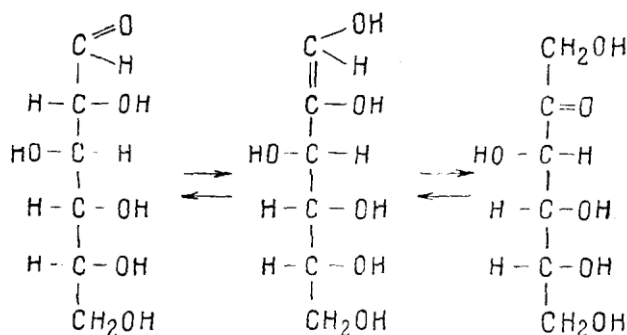


Глюкоза



Фруктоза

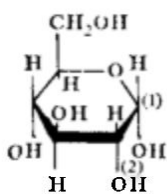
Глюкоза і фруктоза при дії слабких лугів можуть перетворюватися одна в іншу. Якщо до розчину глюкози або фруктози додати небагато лугу, то у розчині виявляються обидва цукри. Перетворення одного моносахариду в інший проходить через енольну формулу.



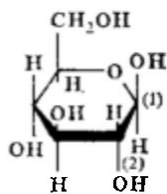
Енольна форма Фруктоза

При заміні OH-групи у другого атома вуглецю у гексоз на аміногрупу –NH₂ утворюють аміноцукри, які входять до складу багатьох полісахаридів.

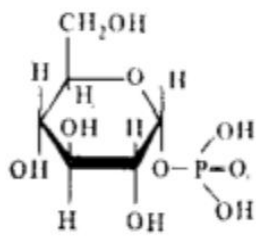
Наряду з відкритим ланцюгом моноцукрів, які утворюються за рахунок внутріполярних переміщень, існують молекули циклічної будови.



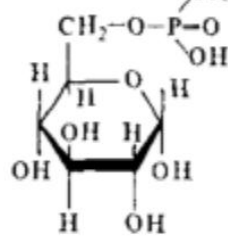
α-Глюкоза



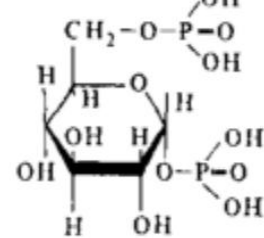
β-Глюкоза



Глюкозо-1-фосфат



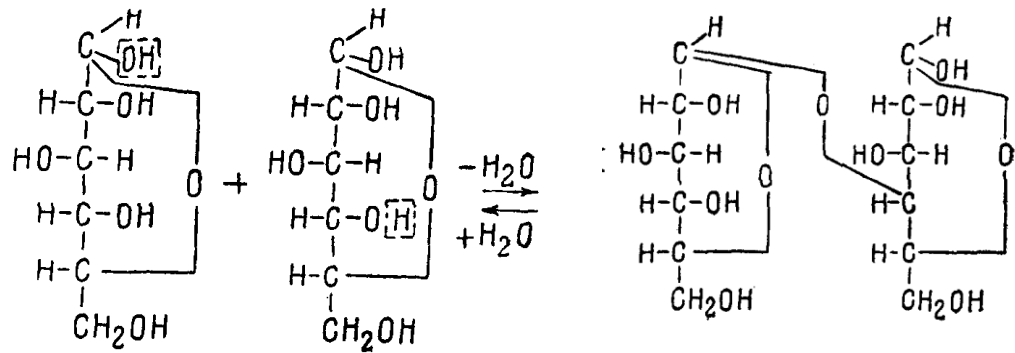
Глюкозо-6-фосфат



Глюкозо-1,6-дифосфат

Дисахариди. Емпірична формула дисахаридів $C_{12}H_{22}O_{11}$. Із дисахаридів найбільше цікавими є: *мальтоза, сахароза, лактоза*.

Мальтоза – солодовий цукор, який складається із двох залишків глюкози:



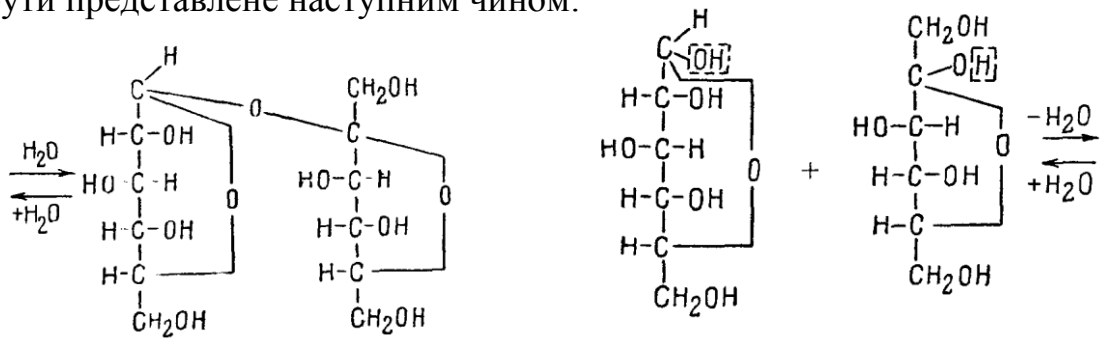
Глюкоза

Глюкоза

Мальтоза

Мальтоза розчеплюється ферментом *мальтозою*, має відновлюючі властивості, так як один напівацетатний гідроксил вільний, а другий використовується на утворення кисневого містка між залишками молекул глюкози. Дисахариди, мають вільні напівацетальні гідроксильні, у водних розчинах частково переходять в альдегідну форму, чим і пояснюється наявність у них відновлюючі властивостей.

Сахароза- (тросниковий або буряковий цукор) складається із залишків різних моносахаридів – глюкози і фруктози. Утворення сахарози може бути представлено наступним чином:



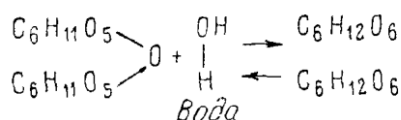
Глюкоза

Фруктоза

Сахароза

Лактоза – (молочний цукор) складається із залишка глюкози і залишка галактози. Подібно до мальтози він має відновлюючі функції і розчеплюється ферментом *лактазою*.

Дисахариди можуть розчеплюватися на моносахариди не лише ферментним шляхом, але і при кип'ятінні з мінеральними кислотами.



Дисахарид

Моносахарид

Олігосахариди – містять від 2-х до 10-ти моносахаридних одиниць. Для організму тварини та людини найбільш важливими є дисахариди мальтоза, сахароза, лактоза, целобіоза. Емпірична формула дисахаридів $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Полісахариди – це високомолекулярні сполуки які діляться на гомо- і гетерополісахариди. *Гомополісахариди* - являють собою ланцюги моносахаридів одного виду, які з'єднані між собою глікозидними зв'язками. До них відноситься крохмаль, глюкоза, клітковина, глікоген. Емпірична формула цих сполук $(C_6H_{10}O_5)_x$.

Гетерополісахариди – до них перш за все в організмі тварин відносяться мукополісахариди, які в своєму складі крім вуглеводів і їх похідних мають інші речовини, наприклад: азотисті основи, органічні кислоти і ін..

1.5. Вода тканин організму

Усі фізіологічні процеси в організмі — травлення, дихання, обмін речовин, окисно-відновні реакції, різні виділення та інші відбуваються за участю води, тобто вона виконує основну транспортну роль, як для переносу поживних речовин, пластичного матеріалу, так і виведенню продуктів розпаду.

1.5.1. Вміст води в окремих тканинах організму (за А.І. Месхі, 1984)

Органи і тканини	Вміст води, %	Органи і тканини	Вміст води, %
Кров цільна	75 - 82	Кісткова тканина	20 - 25
Плазма крові	92	Хрящова тканина	40 - 70
Слюна	99,4	Головний мозок	77 - 79
Піт	98,8	Шкіра	70
Шлунковий сік	99,5	Печінка	70 - 73
Сеча	95 - 97	Легені	80,8
М'язова тканина	70 - 75	Нирки	77
Жирова тканина	6 - 10		

Для нормального перебігу життєвих процесів в організмі ссавців і людини, які в перший період після народження вживають переважно молоко, вміст води в ньому має велике значення. Вміст води в органах, тканинах і біологічних рідинах забійних тварин показано у таблиці 1.5.1.

Воду у тканинах розрізняють: вільну, зв'язану, кристалізаційну та воду набухання. Крім кристалізаційної, всі види води, мають важливе значення для переробної промисловості. Більша частина води у м'ясі (96-97 %) знаходиться у вільному стані.

Вільна вода у технології м'яса має першочергове значення, оскільки багато фізико-хімічних і мікробіологічних процесів зв'язані із її наявністю. Вона є розчинником органічних і неорганічних складових м'яса (лактози, мінеральних елементів, кислот, ароматичних речовин тощо.). Як розчинник вільна вода приймає участь у всіх біохімічних процесах, при виробництві м'ясних продуктів. Її легко можна видалити. Так, при нагріванні до 100 °С і вище вона переходить у пароподібний стан. На цьому ґрунтується консервування м'яса та м'ясних продуктів після їх висушування. Вологу можна видаляти і шляхом заморожування, тобто вітрифікація об'єкту.

У невеликій кількості (2,5-3,5 %) у м'ясі міститься *зв'язана*, або *адсорбційна вода*, яка недоступна для мікроорганізмів, тому її вміст у сухих продуктах не створює умов для їх розвитку. Зв'язують воду більшість білкових речовин, фосфатиди і полісахариди. Д. Ллойд пояснює здатність цих речовин зв'язувати воду наявністю у них гідрофільних груп — амінних, амідних, карбоксильних, гідроксильних. На практиці, для видалення вільної води, або переведення її у зв'язану додають вологозв'язуючі компоненти (цукор, солі, багатоатомні спирти, тощо).

Згідно класифікації П.А. Ребіндера зв'язана вода ділиться на три групи: *вода хімічного, фізико-хімічного і механічного зв'язку*. Форми зв'язку відрізняються природою і величиною енергії (міцності) зв'язку.

Найбільш міцним зв'язком є *хімічний зв'язок* води у хімічних сполуках і кристалогідратах, який важко порушується при нагріванні. Наприклад, із кристалогідратів молочного цукру її можна видалити при нагріванні гідратної форми цукру до температури 125 – 130⁰ С.

Фізико-хімічний зв'язок води характеризується середньою міцністю, вона утворюється внаслідок притягування диполів води полярними групами молекул білків (фосфоліпідів, олігосахаридів тощо.). При адсорбуванні води диполі розміщуються декількома шарами навколо гідрофільних центрів молекул білку, утворюючи так звану гідратну (водну) оболонку. Від інтенсивності і міцності гідратної оболонки залежить стабільність молекул готового сухого продукту.

Перший (мономолекулярний) шар оболонки складають орієнтовані нерухомі молекули води і він зв'язаний з білком найбільш міцно, наступний (дифузний) шар – з меншою енергією зв'язку.

Воду першого шару називають *зв'язаною водою*, або вологою *мономолекулярної адсорбції*; воду інших шарів – *водою полі молекулярної адсорбції*, властивості якої ближче до властивостей вільної води.

По кількості вологи мономолекулярної адсорбції за звичай судять про гідрофільність білків (або інших компонентів) харчових продуктів. Але як точно визначення її неможливе, під «гідрофільністю білків» частіше розуміють їх здатність зв'язувати всю воду, тобто вологу моно- і полімолекулярної адсорбції.

Зв'язана вода за своїми властивостями значно відрізняється від вільної води. Вона не замерзає при низьких температурах (-40⁰С), не розчиняє електроліти, густина її в двоє перевищує цей показник вільної води,

не видаляється із продукту при висушуванні, недоступна для мікроорганізмів і ін..

Для росту мікроорганізмів велике значення має активність води. Під «активністю води» - розуміють відношення тиску пари над даним продуктом до тиску пари над чистою водою при одній і тій же температурі. Мінімальне значення активності води 0,8 – 0,9, яке необхідне для росту більшості мікроорганізмів, для дріжджів і мікроскопічних грибів ця величина становить 0,6 – 0,9. Слід зазначити, що вода механічного зв'язку промаює властивості вільної води.

В консервованих продуктах практично вся вода зв'язана з іншими компонентами і відрізняється лише формою зв'язку. В капілярно-пористих продуктах (сухе молоко, сир, казеїн) волога заповнює макро- і мікрокапіляри, а також утримується поверхнею продукту (волога змочування). Така волога дуже слабо зв'язана з продуктом і легко видаляється при заморожуванні або нагріванні.

Кристалізаційна вода — особлива форма зв'язаної води, причому в компонентах молока майже не зустрічається, за винятком молочного цукру, який кристалізується з однією молекулою води ($C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$).

Вода набування - знаходиться в ліофільних колоїдах, від наявності якої залежить консистенція багатьох продуктів — в'ялених і сухих м'ясопродуктів, кислого сиру, кисломолочних продуктів, морозива тощо.

1.6. Мінеральні речовини

У живих організмах виявлено близько 70 хімічних елементів, із них 47 міститься в їхніх тканинах і клітинах постійно. Ці біогенні хімічні елементи утворюють неорганічні і органічні речовини. Неорганічні - становлять 71,5% загальної маси організму тварин. Основою неорганічних речовин є вода (65,9%), мінеральні сполуки (5,6%), решту становлять основи і кислоти.

Найбільше мінеральних речовин (від 48 до 74% до загальної кількості) міститься у кістках та хрящах (2 – 10%). У тканинах і клітинах організму тварин мінеральні речовини можуть бути у вільному і зв'язаному станах. Так, у кістках, хрящах і дентині вони знаходяться у вигляді міцних нерозчинних відкладень, які являють собою солі вугільної, ортофосфорної та інших кислот. В окремих біологічних рідинах (молоці, крові, лімфі, травних соках) багато із них міститься у вільному стані або у вигляді окремих іонів. Частина таких елементів входить до складу біоорганічних сполук. Зокрема, залізо – складова частина гемоглобіну, фосфор – необхідний хімічний елемент для нуклеїнових кислот, багатьох білків, фосфатидів, фосфорних ефірів, вуглеводів, макроергів (АТФ, АДФ) тощо. Частина мінеральних речовин входить до складу ферментів таких як каталази і трансферини. Сірка є компонентом коензиму А, глутатіону, цистеїну, цистину і т.д. Йод - входить до складу молекул гормонів щитовидної залози тощо.

Мінеральні речовини виконують ряд життєво важливих функцій: матеріал із якого будуються кістки, біологічні мембрани, приймають участь у регулюванні фізико-хімічних процесів живого організму, насамперед осмосу і осмотичного тиску, приймають участь у створенні буферних систем і ін...

З наявністю заряду неорганічного іона пов'язані фізико-хімічні властивості колоїдів організму: гідратація, в'язкість, розчинність, здатність до набрякання тощо. Окремі катіони, наприклад кальцію, магнію, марганцю, цинку, є активаторами або паралізаторами ферментів. Деякі метали входять до складу вітамінів, гормонів і інших сполук.

В організмі існує локальність у депонуванні і відкладанні мінеральних речовин у тканинах і органах, таблиця 1.6.1.

1.6.1. Вміст деяких мінеральних елементів, мг на 100 г сирової тканини (за Ф.Я. Беренштейном)

Орган або тканина	K	Na	Ca	Mg	Cl	P
М'язи	360	72	7	23	66	220
Серце	250	185	10	17	135	270
Легені	150	250	17	7	260	120
Мозок	330	170	12	16	150	380
Печінка	215	190	12	22	160	210
Еритроцити	460	80	-	5	190	60
Нирки	175	175	20	21	220	140
Сироватка крові	20	335	10	2	370	15
Кісткова тканина	61	180	11000	105	190	5050
Зубна емаль	50	250	36000	400	300	17000

В нормальних умовах вміст різних солей постійний і всяке відхилення від норми приводить до серйозних наслідків, а іноді і до смерті організму. Мінеральні речовини, які знаходяться у вільному стані, у певній мірі впливають на стан колоїдів тканин. Від присутності у тканинах солей у певній мірі залежить розчинність багатьох внутріклітинних білкових речовин. Солі впливають на в'язкість і набухання розчинів.

1.7.Вітаміни

Вітаміни – група низькомолекулярних органічних речовин різної хімічної природи. Вони необхідні для існування живого організму у дуже малій кількості порівнюючи із продуктами харчування. Вітаміни можна назвати каталізаторами, які забезпечують проходження всіх життєво важливих процесів у організмі. Значення вітамінів для організму вперше довів М.І. Лунін (1853 – 1937) в експериментах на двох групах білих мишей. Досліди М.І. Луніна незабаром підтвердив К.А. Сосін.

Людина і тварина одержують вітаміни із рослинною їжею або через продукти тваринного походження: молоко, м'ясо, яйця. Відсутність вітамінів

у харчових продуктах або порушення процесів їх засвоєння призводить до **авітамінозів**, недостатнє надходження в організм – **гіповітамінозі**, надлишок у харчових продуктах – приводить до **гіпервітамінозів**.

У наш час науці відомо понад 30 вітамінів. У міру відкриття їх називали буквами латинського алфавіту. У подальшому буквенні позначення довелося розширити, поскільки виявилися нові індивідуальні речовини близького, аналогічного або нового біологічного значення, наприклад існує ціла група вітамінів групи В. У наш час використовують буквенні тривіальні та хімічні найменування IUPAC окремих вітамінів.

Існує кілька класифікацій вітамінів. Основна із них фізична і хімічна. Згідно *фізичної класифікації* усі вітаміни за ознакою розчинності у жирах або воді поділяють на дві групи: жиророзчинні і водорозчинні. Ця класифікація є загальною призначеною. *Хімічна класифікація* базується на характері будови молекул: вітаміни аліфатичного ряду, вітаміни аліциклічного ряду, вітаміни ароматичного ряду, вітаміни гетероциклічного ряду.

Деякі вітаміни присутні у харчових продуктах і тканинах організму у вигляді декількох форм, які відмінні за будовою і властивостями. Деякі речовини є попередниками вітамінів і їх часто називають провітамінами. В організмі провітаміни перетворюються у вітаміни.

Жиророзчинні вітаміни не розчиняються у воді, але розчиняються в органічних розчинниках, термостабільні, стійкі проти зміни рН середовища, можуть відкладатися у тканинах тваринного організму, найчастіше виконують пластичні функції – беруть участь у структурі і функціях клітинних мембран, формуванні росту та розвитку ембріонів (вітамін Е), утворенні і регенерації кісткової (вітамінів D), та епітеліальної (вітамін А) тканин, у зсіданні крові (вітамінів К). До жиророзчинних належать вітаміни А, D, Е, К, F та УХ.

Водорозчинні вітаміни не розчиняються у жирах та багатьох органічних розчинниках, але добре розчиняються у воді, термолабільні, нестійкі проти зміни рН, не можуть депонуватися у тканинах. Багато із них є складовими частинами ферментів і безпосередніми учасниками більшості реакцій обміну речовин у всіх живих організмах. До групи названих вітамінів належать вітаміни групи В, біотин (Н), С, Р.

До вітаміноподібних речовин належить: інозит, холін, U (S – *метилметіонінсульфонійхлорид*), ПАБК,

1.8. Фізичні властивості м'яса

Теплофізичні властивості м'яса (теплопровідність, теплоємність і температуропровідність) визначають характер та швидкість перебігу теплових процесів, які застосовуються при одержанні продуктів з новим якісним показником. Більшість м'ясопродуктів за нормальних умов класифікують як колоїдні капілярно-пористі тіла.

Складна будова, наявність фазових переходів, а також біологічний характер походження роблять визначення теплофізичних і волого-обмінних

характеристик дуже складними і здебільшого досить наближеними процесами.

Теплопровідність м'яса залежить не лише від його стану, але і від напрямку теплового потоку відносно поздовжньої осі м'язових волокон. У напрямку паралельному волокнам, теплопровідність м'язової тканини становить близько 0,88 теплопровідності у напрямку перпендикулярному до волокон. Коефіцієнт теплопровідності м'язової тканини пісної яловичини становить 0,5 Вт/(м К).

Ж. Фур'є встановив закон теплопровідності і поклав в основу лінійний зв'язок між тепловим потоком і температурним градієнтом.

$$\bar{g} = -\lambda \Delta \Theta,$$

де: \bar{g} – тепловий потік, Вт;
 λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м К);
 $\Delta \Theta$ – градієнт температур, К/м.

Теплоінерційні властивості продукту характеризуються коефіцієнтом температуропровідності, м²/с:

$$a = \lambda / C p,$$

де: C – питома теплоємність, Дж/(кгК);
 p – густина продукту, кг/м³.

Коефіцієнт температуропровідності практично не залежить від вологості продукту, при умові якщо вона більша за гігроскопічну, якщо ж нижча – вологість значно впливає на теплоємність.

Аналогічно теплопровідності, де перенесення теплоти відбувається від більш нагрітого до менш нагрітого тіла, маса також переноситься за наявності різниці потенціалу перенесення речовини. Рівняння перенесення речовини має такий вигляд:

$$\bar{q}_m = \bar{\lambda}_m \Delta \Theta_m,$$

де: \bar{q}_m – вектор густини потоку вологи, кг/м²;

$\bar{\lambda}_m$ = коефіцієнт вологопровідності, кг/м³ од. потенціалу;
 $\Delta \Theta_m$ = градієнт потенціалу речовини, од. потенціалу/м.

У залежності від виду перенесення градієнт потенціалу речовини пропорційний градієнту тиску пари або градієнту капілярного потенціалу, або градієнту осмотичного тиску. Коефіцієнт потенціалопровідності, або коефіцієнт дифузії вологи, визначають за формулою:

$$a_m = \bar{\lambda}_m / (C_m p),$$

Теплофізичні показники м'яса залежать від вмісту вологи та жиру. Зведені дані теплофізичних властивостей м'яса наведено в таблиці 1.8.1.

1.8.1. Теплофізичні властивості м'яса і деяких м'ясопродуктів
(за Клименко)

Вид м'яса	W ₁ , %	Ж, %	ρ , кг/м ³	C Дж/(кгК)	λ Вт/(м К)	$a \cdot 10^8$, м ² /с
Яловичина: вищий сорт	-	-	1062	3517	0,455	12,3
1-й сорт	-	-	1087	3601	0,49	12,5
Філе пісне	75	0,9	1158	3517	0,50	12,6
Свинина напівжирна	-	-	1030	3056	0,33	10,6
Ніжки пісні	72	6,1	1158	3475	0,50	13,0
Курятина	-	-	1030	3307	0,41	12,0
М'ясо курчат	69 - 75	-	1070	3559	0,415	10,9
Індиче м'ясо	-	-	1070	3517	0,519	13,8
Ковбаса любительська (варена)	-	-	1012	3770	0,46	12,5
Сосіски молочні	70,6	15,4	1030	3900	0,48	12,4

Підвищення вологості зумовлює характерні зміни теплофізичних властивостей не лише м'яса, а й продуктів його переробки.

Електрофізичні властивості м'яса. М'ясо можна розглядати як двофазну систему. Одна із фаз – міжклітинна тканина, яка зображується напівпро-відником з переважними діелектричними властивостями. Слід зазначити, що ця фаза дуже стійка в живому організмі і мінлива в мертвому. Друга фаза – внутріклітинна речовина, що є електролітом.

Електрофізичні властивості відображають структурно-механічні і біохімічні зміни у м'ясі. Структурно-механічні характеристики є функцією багатьох факторів, серед яких важливе значення мають вологість і ступінь подрібнення продукту. Ці самі показники впливають і на електрофізичні характеристики. Закономірно, але у меншій мірі на електрофізичні властивості впливає зміна стану тканин у наслідок біохімічних процесів. Насправді, якщо розглядати клітини у живому організмі певною мірою електроізолюваними одна від одної (наприклад, оболонка еритроцита має діелектричну сталу, яка дорівнює 2), можна вважати, що після забою тварин діелектричні властивості клітинних оболонок порушуються, а в наслідок деструкції тканин – утворюються низькомолекулярні речовини, які «згладжують» емнісний ефект.

Електропровідність клітинних утворень незначно впливає на загальну електропровідність системи (всього 2 – 4 %). Безпосередньо через клітину проходить невеликий струм. Визначені дані питомої електропровідності для подрібненого м'яса і м'ясного соку, який отримали

пресуванням м'яса під тиском $203 \cdot 10^5$ Па, вказують на їх подібність як за абсолютним значенням, так і за температурою, таблиця 1.8.2.

1.8.2. Питома електропровідність м'яса (за Й.О. Рогов та ін., 1988)

Температура	Питома електропровідність $Z \cdot 10^2$, См/см	
	Подрібненої яловичини	М'ясного соку
25	0,62	0,65
30	0,65	0,69
35	0,68	0,74
40	0,72	0,77
45	0,75	0,80

Подібна картина спостерігається при вимірюванні електропровідності крові. Електропровідність крові залежить від вмісту води:

Вміст води, %	86,6	82,5 – 78,9	76,3	72,5	70,2	66,6
Електропровідність крові, $Z \cdot 10^2$, См/см	0,17	0,28 – 0,36	0,25	0,41	0,38	0,32

Питання для самоконтролю

1. Які хімічні елементи входять до складу живого організму їх вміст та основні функції?
2. Будова та хімічний склад білків і їх властивості.
3. Будова та хімічний склад жирів і їх властивості.
4. Будова та хімічний склад вуглеводів і їх властивості.
5. Вода як складова живого організму та її роль у складі органів і тканин.
6. Мінеральні речовини та їх роль у живому організмі.
7. Вітаміни м'яса.
8. Фізичні властивості м'яса.
9. Які фізичні властивості м'яса використовують при переробці?