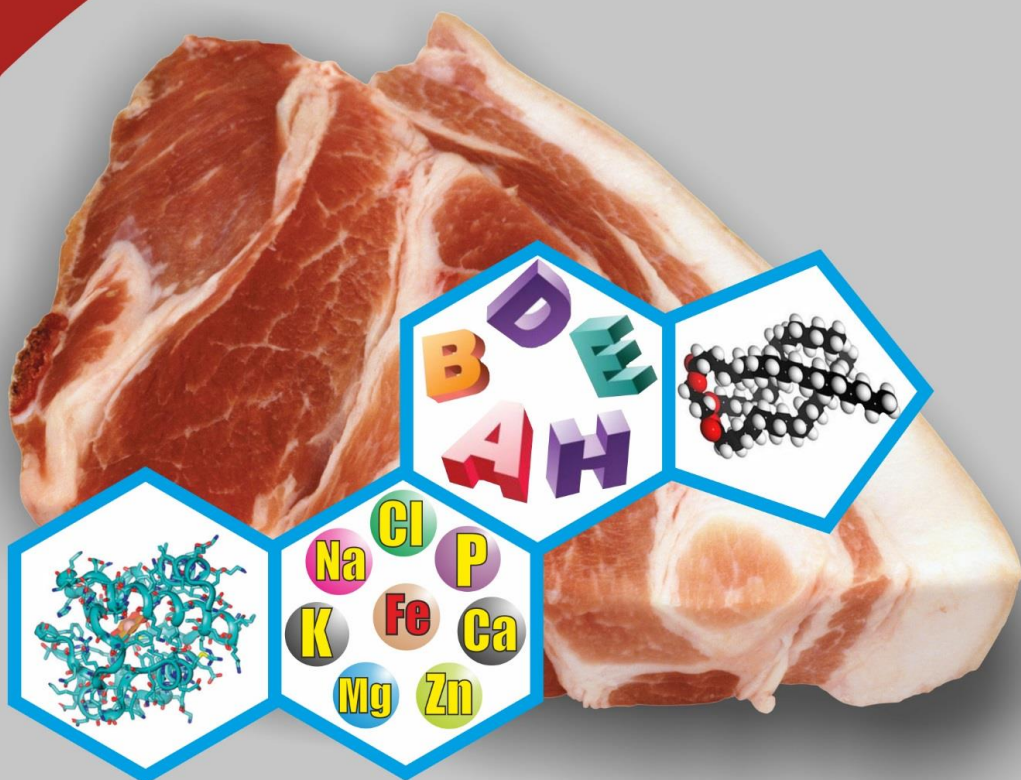


С.І. Цехмістренко, О.С. Цехмістренко

# Біохімія м'яса та м'ясопродуктів



**С.І. Цехмістренко, О.С. Цехмістренко**

**БІОХІМІЯ М'ЯСА  
ТА  
М'ЯСОПРОДУКТІВ**

*Затверджено  
Міністерством освіти, науки, молоді  
та спорту України*

**Навчальний посібник**

**Біла Церква  
2014**

УДК 637.5:577.1(075.8)

ББК 36.92:28.072

Ц 55

*Гриф надано Міністерством освіти, науки, молоді та спорту  
України (Лист від №1/11–5527 від 15.04.2014 р.)*

Рецензенти:

**Федорук Р.С.**, академік НААН, д-р вет. наук, професор (Інститут біології тварин НААН України)

**Данченко О.О.**, д-р с.-г. наук, професор (Таврійський державний агротехнологічний університет)

**Цехмістренко С.І.** Біохімія м'яса та м'ясопродуктів: Навч. посібник / С.І. Цехмістренко, О.С. Цехмістренко. – Біла Церква, 2014. – 192 с.

ISBN

Навчальний посібник складається із розділів, передбачених програмою дисципліни для студентів аграрних вишів.

У посібнику викладені фундаментальні питання з біохімії м'яса і м'ясопродуктів. Представлені будова та властивості головних компонентів м'яса, хімічний склад і метаболізм у м'язовій та жирових тканинах, проаналізовано фактори, що впливають на якість м'яса. Розглянуто біохімічні процеси у м'ясі, що проходять після забою тварин, а також за зберігання та технологічної обробки. У навчальний посібник включено розділ із впливу екологічного стану навколишнього середовища на якість м'ясопродуктів і біохімії субпродуктів та одержання біологічно-активних препаратів.

Рекомендовано для вищих аграрних навчальних закладів III–IV рівнів акредитації зі спеціальностей: "Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва", "Ветеринарна медицина".

ББК 36.92:28.072

ISBN

© С.І. Цехмістренко,  
О.С. Цехмістренко, 2014

## ВСТУП

Біохімія м'яса та м'ясопродуктів – наука про хімічний склад клітин, тканин та органів сільськогосподарських тварин та птиці, що використовуються для харчування, а також про хімічні та біохімічні перетворення в них, які відбуваються після забою тварин та за переробки продукції. Біохімічні перетворення в ізольованих органах і тканинах проходять на молекулярному рівні, тому можуть бути правильно зрозумілими у порівнянні з результатами, одержаними у ході вивчення прижиттєвих біохімічних процесів. У зв'язку з цим, даний розділ науки об'єднує функціональну та технічну біохімію.

В основі технологічних процесів під час виготовлення м'ясопродуктів лежать біохімічні, фізико-хімічні та морфологічні перетворення різних компонентів вихідної сировини. Вивчення морфологічної структури, фізичних, хімічних і біохімічних властивостей білків, ліпідів, вуглеводів та інших компонентів клітин, а також їх зміни за дії різних факторів є завданням цієї дисципліни. Поряд з цим важливе значення має вивчення властивостей і біологічної ролі у прижиттєвих та посмертних перетвореннях інших компонентів клітин, зокрема вітамінів, ферментів, гормонів, мінеральних й екстрактивних речовин, які формують органолептичні властивості м'яса.

Надзвичайно актуальним є вивчення факторів, які впливають на якість м'яса та зумовлюють його функціонально-технологічні властивості. Необхідно враховувати, що на якісні показники м'яса впливають різні чинники, основними з яких є: вік, стать, порода тварин і птиці, розміщення м'яса у туші, раціон та технологія відгодівлі, застосування кормових добавок, про- і пребіотиків, дія передзабійних факторів.

Процеси автолітичного розпаду, які проходять за різних способів обробки м'яса, значною мірою залежать від біохімічних процесів, що проходять після забою тварин.

Останнім часом велика увага приділяється питанням нешкідливої обробки м'яса та дослідженню біохімічних змін у ньому за зберігання і технологічних процесів, зокрема за теплової та холодової обробки, соління, копчення та сушіння, а також за використання прянощів і харчових добавок. Висновок про доцільність використання нового методу обробки м'яса та м'ясопродуктів може бути зроблений тільки внаслідок вивчення сутності біохімічних і хімічних перетворень, які відбуваються з компонентами тваринної сировини під час обробки.

В умовах інтенсивного ведення тваринництва необхідно враховувати вплив екологічного стану навколишнього середовища на якість м'ясопродуктів. Фахівці мають знати процеси, що відбуваються в організмі тварин і птиці за патологічних чинників: радіоактивного забруднення місцевості, отруєння, стресів з метою направленої дії на м'ясну продуктивність.

М'ясо являє собою комплекс різних тканин – м'язової, сполучної, жирової, кісткової та меншою мірою хрящової, нервової та крові. Серед продуктів забою харчову та технологічну цінність мають субпродукти й інші органи, які використовують для отримання різних біологічних препаратів, зокрема ферментів, гормонів, а також виробництва кормової та технічної сировини. Виготовлення із тваринної сировини високоякісних технічних продуктів можливо завдяки раціональному управлінню біохімічними та хімічними процесами.

Внаслідок ігнорування біохімічних принципів утримання та відгодівлі тварин і птиці замість нормального м'яса (NOR) одержують сировину категорії DFD (темне, фіброзне, сухе), або PSE (бліде, м'яке, ексудативне). Для оцінки харчових продуктів на безпечність біохімічні критерії були і залишаються найбільш надійними та об'єктивними.

## РОЗДІЛ 1. БУДОВА ТА ВЛАСТИВОСТІ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТІВ М'ЯСА

М'ясо – один з найголовніших продуктів харчування людини та м'ясоїдних тварин. М'ясом називають сукупність тканин, що входять до складу туші або частин туші, одержаних після забою свійських та їстівних диких тварин. М'ясо містить повноцінні білки, ліпіди, вуглеводи, мінеральні речовини, екстрактивні сполуки, вітаміни й інші речовини, які представлені в ньому в оптимальному якісному і кількісному співвідношенні та легко засвоюються організмом у процесі перетравлення у шлунково-кишковому тракті. Залежно від виду тварин м'ясо називають яловичиною, свининою, бараниною, козятиною, олениною, курятиною тощо. М'ясо включає м'язову, сполучну, кісткову і нервову тканини, жир, кровonosні та лімфатичні судини туші. Хімічний склад м'яса, його харчова цінність і технологічні властивості знаходяться у прямій залежності від співвідношення тканин, які входять до його складу. У свою чергу, на співвідношення тканин у м'ясі впливають вид, порода, стать, вік, вгодованість, характер відгодівлі тварин та ряд інших факторів.

Під час забою їстівних свійських і диких тварин, окрім м'яса, одержують жири, які є харчові й технічні. До харчових жирів відносять яловичий, свинячий і баранячий жири. Їх одержують від забійних тварин, знімаючи під час обробки туші жирову тканину. Технічні жири найчастіше одержують витоплюванням, екстрагуванням або пресуванням жировмісної сировини, не придатної для одержання харчового жиру.

Крім м'яса і жиру, за обробки туші одержують субпродукти – харчові та технічні. До харчових субпродуктів належать голова та її складові частини (язик, вуха, губи, мозок), кінцівки по зап'ястні й скакальні суглоби, м'ясо-кістковий хвіст, вим'я, шлунок, печінка, легені, серце, нирки, селезінка, діафрагма, трахея, гортань з глоткою, м'ясні обрізки. До технічних субпродуктів відносять статеві органи, роги, копита та інші частини туші, непридатні для

їжі чи годівлі тварин. Субпродукти забійної птиці – серце, легені, шлунок, печінка, шия, крила, ноги – називають потрухами.

М'ясо – система хімічних сполук різноманітної хімічної природи, що утворюються у результаті численних реакцій біосинтезу в мікроструктурах м'язової, сполучної, кісткової, хрящової, жирової і частково нервової тканин, що формують окремі скелетні м'язи та мускулатуру забійних тварин у цілому.

## 1.1. МОРФОЛОГІЧНИЙ СКЛАД І БУДОВА М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ

Морфологічною основою м'яса є м'язова тканина. Вона у середньому складає 40 % загальної маси тварин, 50–75 % маси туші. Розрізняють три типи м'язової тканини (рис. 1): поперечносмугасту (скелетні м'язи), серцеву (міокард) і гладеньку (м'язи внутрішніх органів – шлунка, кишок, матки тощо).



Рис. 1. Типи м'язових волокон: I – поперечносмугаста; II – серцева; III – гладенька: а – поперечний розріз; б – поздовжній розріз.

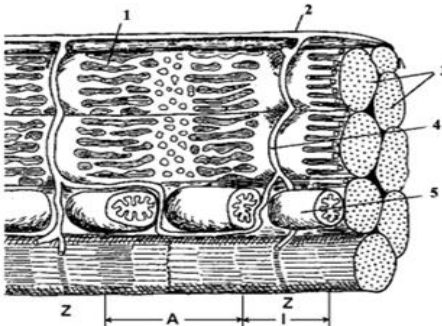


Рис. 2. Схема будови ділянки поперечносмугастого м'язового волокна: 1 – саркоплазматична сітка; 2 – сарколема; 3 – міофібрили; 4 – Т-трубки; 5 – мітохондрії.

Функціями м'язової тканини є скорочення і розслаблення м'язів. Функції серця, судин, переміщення корму в шлунково-кишковому тракті, дихання, статеві функції, підтримання стану тіла, виконання різних видів роботи – все зумовлюється роботою м'язів.

М'язове волокно – структурна і функціональна одиниця м'язової тканини (рис. 2).

М'язові волокна, з'єднуючись між собою, формують м'язові пучки, останні – індивідуальні м'язи (рис. 3).

Волокна поперечносмугастої і серцевої мускулатури – гігантські симпласти: їх діаметр – 10–100 мкм, довжина 10 см і більше. Гладенькі м'язові волокна – веретеноподібні клітини, діаметром 4–8 мкм і довжиною 50–250 мкм. Кожний індивідуальний м'яз зовні покритий сполучнотканинною оболонкою – перимізієм, який розділяє м'яз на пучки і у його середині переходить в ендомізії. Кожне м'язове волокно покрите сполучнотканинною оболонкою – сарколемою, що має каналці, які проникають у нього, утворюючи систему поперечних трубочок (Т-систему). Через останню у волокно надходять поживні речовини і виділяються продукти метаболізму. Під сарколемою розміщена саркоплазма, в якій знаходяться ядра симпласту та органіди волокна (мітохондрії, ендоплазматична сітка, рибосоми, лізосоми, міофібрили тощо). Саркоплазма становить 35–40 % маси м'язового волокна і є складною колоїдною системою.

Міофібрили – скорочувальний апарат м'язового волокна, м'язового пучка, м'язових пучків та окремого м'яза. Міофібрили розміщені у саркоплазмі рівномірно або у вигляді скупчень. Головною структурною одиницею міофібрили є протофібрила. Розрізняють два види протофібрил – товсті і тонкі. Товсті протофібрили складаються з білка міозину, їх діаметр – 10–15 нм, довжина – 1500 нм. Тонкі протофібрили побудовані в основному з білка актину, їх діаметр – 5–8 нм, довжина – 1000–1100 нм. Тонкі протофібрили прикріплюються до складного переплетення білкових ниток у міофібрилі – смужці Z. Ділянка міофібрили між двома смужками Z – саркомер.

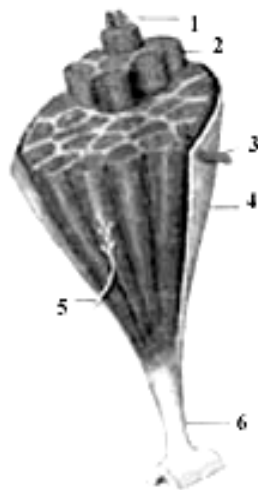


Рис. 3. Схема будови м'яза:  
1 – м'язове волокно;  
2 – м'язовий пучок;  
3 – кров'яна судина;  
4 – оболонка; 5 – нерв;  
6 – сухожилля.



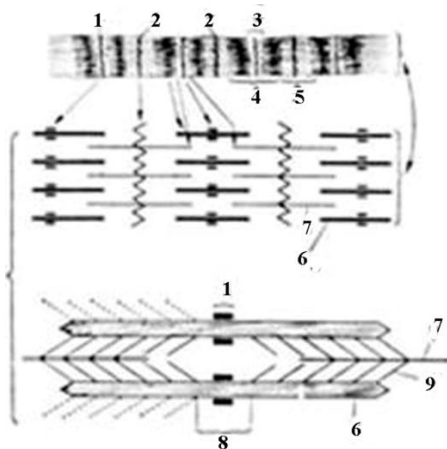


Рис. 4. Ультраструктура міофібрили:  
 1 – смуга М; 2 – смуга Z; 3 – диск Н;  
 4 – диск А; 5 – диск І; 6 – товста  
 протофібрила; 7 – тонка протофібрила;  
 8 – субдиск Н; 9 – містки.

Кожний саркомер складається з двох дисків – темного А (анізотропного) і світлого І (ізотропного).

Центральна смужка диску А, що не має протофібрил, є субдиском Н. У центрі субдиску Н є поперечна смуга М, утворена сплетінням коротких білкових М-ниток. Кожна міофібрила має декілька сотень таких саркомерів (рис. 4).

У гладеньких м'язових волокнах протофібрили не об'єднані у міофібрили і дифузно заповнюють всю саркоплазму.

## 1.2. МОРФОЛОГІЧНИЙ СКЛАД І БУДОВА СПОЛУЧНОЇ ТКАНИНИ

Сполучна тканина – обов'язкова складова частина м'яса. Від кількості і хімічної будови сполучної тканини залежать якісні показники м'яса, його харчова цінність і органолептичні властивості. Кількість сполучної тканини у тушах різних видів сільськогосподарських тварин і птиці коливається у широких межах – від 9,6 до 14 %. Питома вага сполучної тканини у м'ясі збільшується з віком і досягає максимальних розмірів у старих тварин і птиці. Різні ділянки туші містять неоднакову кількість сполучної тканини. Наприклад, у передній частині туші ВРХ у середньому міститься 13–25 % сполучної тканини від загальної маси м'яса, в задній частині – 9–13 %.

Сполучна тканина в організмі виконує ряд життєво важливих функцій – опорно-механічну, трофічну, захисну та ін. Залежно від морфологічного складу і властивостей міжклітинної речовини розрізняють власне сполучну, кісткову і хрящову тканини. Існують спеціалізовані види сполучної тканини: жирова, пігментна, ретику-

лярна. Власне сполучна тканина поділяється на неоформлену (наприклад, підшкірна клітковина) й оформлену (наприклад, сухожилля, фасції, зв'язки). Сполучна тканина складається з клітин (гістіоцитів, фіброцитів, тучних, плазматичних, лейкоцитів, ліпоцитів), волокон (колагенових, еластинових, ретикулярних) і певної кількості міжклітинної речовини (рис. 5).

Сполучна тканина представлена двома прошарками між окремими м'язами (перимізіями й ендомізіями), зв'язками, сухожиллями, фасціями, капсулами суглобів, стінками кровоносних і лімфатичних судин, пери- й ендоневріями периферійних нервів. У разі старіння тварин сполучна тканина м'язів ущільнюється, колагенові й еластинові волокна потовщуються, просочуються солями кальцію і м'ясо стає щільним та твердим. У некастрованих самців у м'ясі міститься більше сполучної тканини, ніж у самок і кастрованих тварин. Кількість сполучної тканини зростає у м'ясі за годівлі тварин неповноцінними раціонами, бідними на білки, амінокислоти та інші поживні речовини. Туші ВРХ вищої вгодованості містять 11,5 % сполучної тканини, середньої – 12,3 і нижчої – 14 %. Різні частини туші містять неоднакову кількість сполучної тканини. Зокрема, нижні частини кінцівок багаті сполучною тканиною, представленою сухожиллями, зв'язками та фасціями.

Частини туші тварин, розміщені в ділянці лопаток і таза, мають значно менше сполучної тканини, ніж нижні частини кінцівок та шия. Високий вміст сполучної тканини у м'ясі негативно впливає на його харчову цінність, оскільки у ній переважають неповноцінні білки типу колагену та еластину.

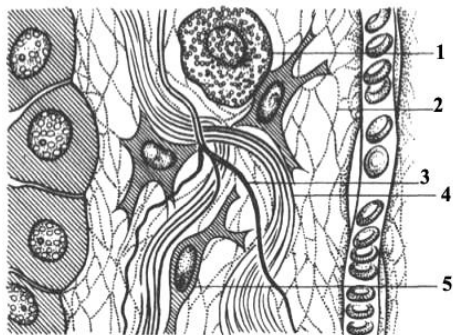


Рис. 5. Схема будови сполучної тканини:  
1 – тучна клітина; 2 – ретикулярні волокна;  
3 – еластичне волокно; 4 – колагенові  
волокна; 5 – фіброцит.

### 1.3. МОРФОЛОГІЧНИЙ СКЛАД І БУДОВА ЖИРОВОЇ ТКАНИНИ

Жирова тканина – різновид сполучної тканини, основа якої представлена жировими клітинами, фібробластами, фіброцитами, гістіоцитами і тучними клітинами, колагеновими, еластичними і ретикулярними волокнами. Основа жирової тканини – жирові клітини (рис. 6).

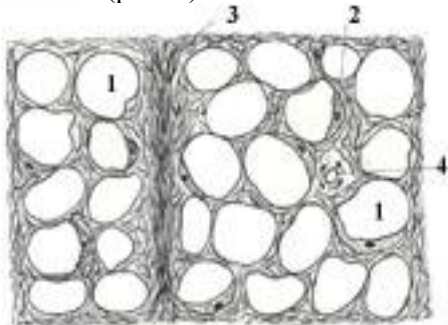


Рис. 6. Схема будови жирової тканини: 1 – жирові клітини (ліпоцити); 2 – ядро жирової клітини; 3 – волокна сполучної тканини; 4 – артерія.

Майже всю жирову клітину заповнює жирова крапля, оточена тоньким обідком цитоплазми з відтиснутим на периферію ядром. Жирова тканина відкладається між м'язовими пучками, формуючи “мармуровість” м'яса.

Головна маса жиру у тварин розміщена у підшкірній клітковині, сальнику, капсулах внутрішніх органів.

Кількість жиру в тушах коливається у широких діапазонах – від 2 до 40 %, іноді й більше. Наявність прошарків жирової тканини у м'ясі поліпшує його смакові якості. Кількість жиру у таких прошарках теж коливається – від кількох до десятків відсотків. Вона залежить від виду, породи, статі, фізіологічного стану, хімічного складу кормів і технології відгодівлі тварин. У м'язових волокнах виявляється до 1 % жиру, який називають протоплазматичним. За роботи м'язів і навіть за голодування він не витрачається, оскільки є зв'язаним з мікроструктурами саркоплазми. Вміст жиру між м'язовими пучками та окремими м'язами надає м'ясу ніжність. Надмірна кількість у м'ясі жиру зменшує його товарну цінність щодо кулінарних особливостей, тому кращим вважається м'ясо, що містить однакову кількість білків і нейтрального жиру.

## 1.4. МОРФОЛОГІЧНИЙ СКЛАД І БУДОВА КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ

Кісткова тканина – спеціалізований вид сполучної тканини і складає 6–13 % загальної маси організму. Розрізняють компактну і губчасту кісткові тканини. Прикладом компактної кісткової тканини можуть бути діяфізи трубчастих кісток, губчастої – тканини епіфізів.

Кісткова тканина складається із клітин, компактної та губчастої кісткової тканини і міжклітинної речовини (рис. 7). Міжклітинна речовина, на відміну від інших видів сполучної тканини, має великий вміст мінеральних сполук, що надають кісткам міцності та стійкості. У сухій речовині кісток міститься у середньому 26–52 % органічних речовин і 40–74 % мінеральних. Хімічною основою органічних речовин є колаген і осейн, мінеральних – фосфати та карбонати кальцію (табл. 1).

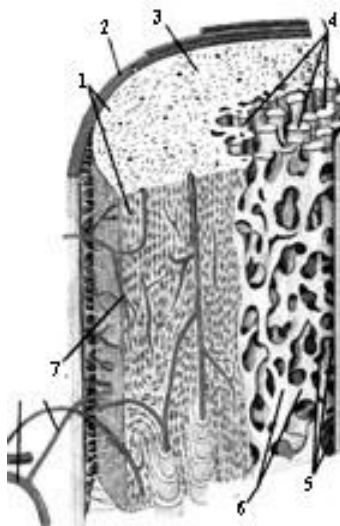


Рис. 7. Схема будови кісткової тканини: 1 – кісткові клітини; 2 – надкісниця; 3 – компактна кісткова тканина; 4 – губчаста кісткова тканина; 5 – кістково-мозкова порожнина; 6 – кісткові перекладки губчастої речовини; 7 – кров'яні судини.

Таблиця 1 – Вміст мінеральних солей у кістках тварин

Компонент	Вміст солі, % до мінеральної частини	
	ВРХ	баран
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	84,0	85,3
$\text{CaCO}_3$	10,2	9,5
$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$	3,0	2,2
$\text{CaF}_2$ та інші	2,8	3,0

Міжклітинна речовина має пластинчасту і волокнисту будову. За пластинчастої будови міжклітинна речовина у кістковій тканині розміщена у вигляді пластинок навколо кровонесних судин – остеонів (рис. 8).

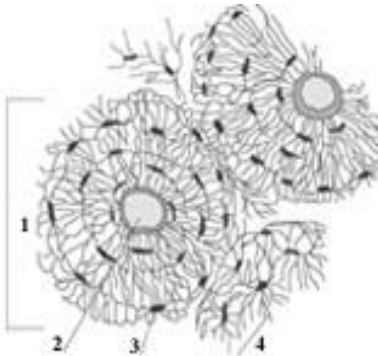


Рис. 8. Схема гістологічної будови кісткової тканини: 1 – остеон; 2 – судина; 3 – остеоцит; 4 – каналці.

Кожний остеон складається із 5 і більше пластинок. В остеоні волокна розташовані у певному напрямку. У волокнистій кістковій тканині осейнові волокна розміщені хаотично. Міжклітинна речовина і волокна виникають у результаті діяльності остеобластів – клітин, де синтезується основа кісткової тканини. Остеобласти у міру своєї життєдіяльності “замуровуються” в ній, перетворюючись на остеоцити. У кістковій тканині, крім них, функціонують

остеокласти, які здійснюють резорбцію кісткової тканини у випадках аліментарних порушень мінерального обміну.

Кісткова тканина містить значні кількості жиру і колагену (табл. 2). При цьому щільна речовина кісток містить більшу частину колагену, ніж губчаста.

Таблиця 2 – Масова частка хімічних речовин у кістках

Кістки	Масова частка у кістках, %				
	волога	жир	колаген	інші білки	мінеральні речовини
Хребет	30–41	12–30	10–15	4–8	20–30
Грудина	48–53	13–36	8–10	8–11	14–17
Тазова	24–30	22–24	12–15	4–5	30–33
Лопатка	19–20	14–15	16–17	3–4	44–45
Ребра	28–31	10–11	14–16	5–6	36–40
Трубчасті:					
– діяфізи	15–23	13–24	14–17	3–6	40–50
– епіфізи	17–32	18–33	11–16	3–5	28–36
Череп	40–47	6–9	11–14	6–9	24–29
Осейн кісток	63–68	0,05–3	25–30	1–3	2–5

Так, після виварювання кісток із губчастої частини одержують у середньому до 22 % нейтрального жиру і до 31 % колагену від загальної маси. З компактною кістковою тканиною трубчастих кісток виділяють відповідно 9,8 і 29,7 % цих речовин. Нейтральний жир у кістках переважно знаходиться у жовтому кістковому мозку.

## 1.5. МОРФОЛОГІЧНИЙ СКЛАД І БУДОВА ХРЯЦЦОВОЇ ТКАНИНИ

Хрящова тканина – різновидність сполучної тканини, яка виконує опорно-механічні функції. В ембріогенезі розвивається із мезенхіми. Входить до складу органів дихальної системи, суглобів, міжхребцевих дисків тощо. Хрящова тканина складається із клітин (хондробластів і хондроцитів), розміщених поодиноці або групами, та оточуючого їх проміжного середовища, яке складається з міжклітинної речовини, представлені волокнами (частіше колагеновими, рідше – еластичними) і основної аморфної речовини. Волокна побудовані з молекул певного різновиду колагену (тип II), типового для кісткової і хрящової тканин, а також із певної кількості еластину. Вони і формують сітчасту структуру навколо клітин. Основна речовина представлена поліаніонами, галактозаміногліканами і глікозаміногліканами (хондроїтинсульфатами, кератосульфатами, гіалуроною і сіаловими кислотами). Останні з білками (переважно колагеном, частково еластином) утворюють комплексні сполуки – протеоглікани.

У свіжій хрящовій тканині міститься близько 70–80 % води, 10–15 % органічних речовин і 4–7 % солей. У сухій речовині хрящової тканини від 50 до 70 % припадає на колаген. Власне хрящова тканина не містить кровоносних судин, а всі поживні речовини з навколишнього середовища (окістя) дифундують у хрящ. Механічні властивості хрящової тканини зумовлені специфікою морфологічного і хімічного складу проміжної речовини.

Розрізняють три види хрящової тканини: гіалінова, еластична і волокниста (рис. 9).

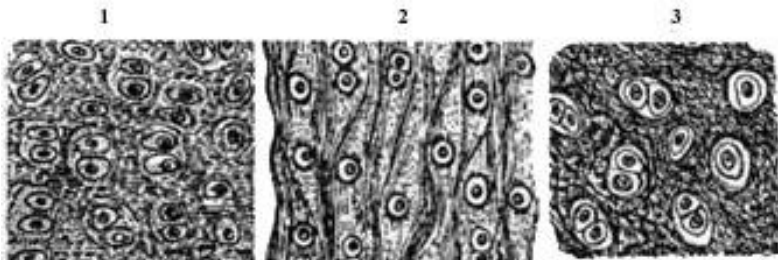


Рис. 9. Хрящова тканина: 1 – гіалінова; 2 – еластична; 3 – волокниста.

Гіаліновий хрящ найбільш поширений в організмі тварин. Такий хрящ має тверду консистенцію, пружний і напівпрозорий (склоподібний), містить багато води (до 65 % і більше). Клітини у хрящі мають різноманітну форму (округлу, трикутну або веретеноподібну), з добре вираженими ядрами, хондроплазмою, органоїдами. Із гіалінового хряща в ембріонів і плодів побудований скелет, із переходом організму до постнатального періоду онтогенезу на місці хряща розвивається кісткова тканина. У дорослих тварин гіаліновий хрящ зберігається на суглобових поверхнях кісток, ребер, трахеї, бронхах.

Еластична хрящова тканина складає тканинну основу ряду органів вушної раковини, ріжко- і клиноподібного хрящів гортані тощо. Еластичний хрящ має жовтуватий колір і менше прозорий, ніж гіаліновий. Він менше містить ліпідів, глікогену, хондроїтин-сульфатів, ніж гіаліновий. Утворюється з гіалінового хряща, проте на відміну від останнього не просочується солями кальцію.

Волокниста хрящова тканина знаходиться у міжхребцевих дисках, зустрічається у місцях переходу волокнистої тканини (наприклад, сухожилля) у гіаліновий хрящ, де обмежені рухи супроводжуються сильним натягнуттям.

Хрящі покриті окістям, за рахунок якого відбувається ріст і регенерація хрящової тканини. У хрящі немає кровоносних судин. Його живлення здійснюється шляхом дифузії речовин з окістя, куди підходять судини та їх кінцеві розгалуження (артеріальні капіляри), що транспортують необхідні поживні речовини і забирають продукти обміну (венули). У суглобових хрящах окістя відсутнє, а його функції виконує синовіальна рідина.

Хрящова тканина містить більше води і менше мінеральних речовин, ніж кісткова. Вона складається з 28–33 % сухої речовини, 17–20 % білкових речовин, 3–5 % жиру, 1,5–2,2 % мінеральних речовин.

## 1.6. МОРФОЛОГІЧНИЙ ТА ХІМІЧНИЙ СКЛАД КРОВІ

Кров є внутрішнім середовищем організму, що об'єднує між собою органи і тканини та виконує ряд функцій: дихальну, видільну, регуляторну, захисну тощо. Кров – однорідна густа рідина червоного кольору, яка складається із рідкої частини – плазми та формених елементів – еритроцитів, лейкоцитів і тромбоцитів (рис. 10). Основна частина формених елементів – еритроцити (до 99 %). Густина крові та її фракцій різна і складає в середньому для крові – 1050–1065 г/л, для плазми – 1020–1030, для формених елементів – 1080–1090 г/л. Ці властивості використовуються у технологічній практиці для розділення крові на фракції.

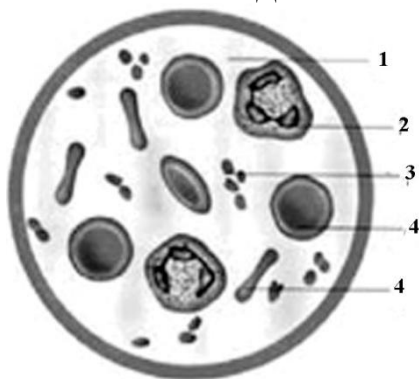


Рис. 10. Морфологічний склад крові:  
1 – плазма, 2 – лейкоцити,  
3 – тромбоцити, 4 – еритроцити.

Хімічний склад крові залежить від виду, віку, вгодованості, умов утримання тварин та інших факторів (табл. 3).

Таблиця 3 – Хімічний склад крові та її фракцій

Склад	Вміст, %		
	кров	плазма	формені елементи
Вода	79,0–82,0	91,0–92,0	59,0–63,0
Білок	16,4–18,9	6,8–7,3	30,3–32,7
Ліпіди	0,36–0,39	0,26–0,32	1,9–7,8
Інші органічні речовини	0,50–0,67	0,17–0,23	–
Мінеральні речовини	0,8–0,9	0,85–0,87	0,7–1,0

Основну масу білків крові складають альбуміни, глобуліни, фібриноген і гемоглобін. Білки плазми (альбуміни, глобуліни, фібриноген) – повноцінні, легкоперетравні білки. За вмістом білка кров практично не відрізняється від м'яса. Понад 80 % білкових речовин еритроцитів складає гемоглобін, який за будовою та властивостями близький до міоглобіну. В його молекулі є чотири субодиниці, кожна з яких містить поліпептидний ланцюг,



з'єднаний з гемом (рис. 11). У гемоглобіні немає ізолейцину, тому він є неповноцінним білком. Гемоглобін розчинний у воді, гідролізується пепсином і трипсином, може знаходитися у трьох формах: нативний гемоглобін (червоний), оксигемоглобін (яскраво червоний) та метгемоглобін (червоно-бурий).

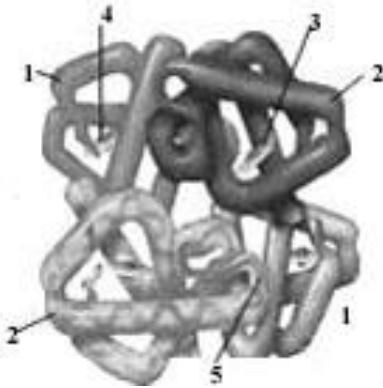


Рис. 11. Схема будови молекули гемоглобіну : 1 –  $\alpha$ -ланцюг, 2 –  $\beta$ -ланцюг, 3 – гем, 4 – Ферум, 5 – спіральна форма поліпептидної молекули.

взяття кров згортається (6–10 хв для ВРХ, 3–5 – для свиней, 4–8 хв для ДРХ, менше 1 хв для птиці). У технології переробки крові процес згортання є небажаним, оскільки це ускладнює її транспортування та переробку. Згортання крові зумовлене перетворенням розчинного білка плазми фібриногену в нерозчинний білок – фібрин. Це складний багаступінчастий процес, кінцевим етапом якого є утворення згустку із сітки ниток фібрину, заповненої форменими елементами та сироваткою. Утворенню згустку передують ряд перетворень ферментативної та неферментативної природи, пов'язаних із взаємодією багатьох компонентів крові. У процесі згортання крові беруть участь ферменти, білки, іони Кальцію, які об'єднуються у плазменні та тромбоцитарні фактори. Для гальмування чи уникнення згортання у процесі переробки крові використовують стабілізатори чи антикоагулянти.

Кров сільськогосподарських тварин є цінною сировиною для виробництва харчової, медичної, кормової та технічної продукції

Небілкові речовини крові різні за хімічним складом. Майже 75 % їх кількості становлять ліпіди. У крові міститься велика кількість біологічно активних речовин: ферменти, гормони, вітаміни. Досить різноманітний хімічний склад крові зумовлений її біологічними функціями. За температури 60 °С відбувається денатурація гемоглобіну, що супроводжується зміною кольору крові за рахунок утворення бурих гематинів.

Через декілька хвилин після

завдяки особливостям хімічного складу і властивостям. Білки плазми крові окрім високої харчової та біологічної цінності мають низку функціональних властивостей, зокрема високу емульгуючу та водозв'язувальну здатність.

Цільна кров та її фракції використовуються для виробництва кров'яних ковбас, зельців, консервів, паштетів, варених ковбас тощо. Із крові виготовляють гематоген, гематостимулін та інші препарати. Вона використовується для одержання харчового альбуміну, геле- та піноутворювачів.

## 1.7. МОРФОЛОГІЧНИЙ СКЛАД І БУДОВА ПОКРИВНИХ ТКАНИН

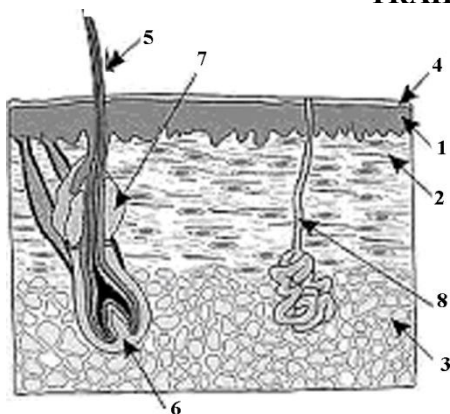


Рис. 12. Будова шкіряного покриву:  
1 – епідерміс; 2 – дерма; 3 – підшкірна клітковина; 4 – роговий шар; 5 – волосся; 6 – волосяний фолікул; 7 – сальна залоза; 8 – потова залоза.

Покривна тканина – шкіра – зовнішня оболонка тіла тварини, покрита у ссавців волоссям, у птахів – пір'ям. Шкіряний покрив виконує захисну функцію та є органом виділення. У шкірі є волосяні фолікули (цибулини), потові та сальні залози (рис. 12). До похідних покривних тканин відносять рогові утворення, волосся, шерсть, щетину, пір'я, пух, роги, копита, кігті тощо.

Власне шкіра складається із трьох шарів: зовнішнього – епідермісу (1–2 % товщини шкіри), середнього – дерми (понад 80 %) та нижнього – підшкірної клітковини (близько 15 %).

Епідерміс утворюється з епітеліальних клітин, які ороговівають на поверхні. Дерма – основна частина шкіри, що містить верхній сосочковий та нижній сітчастий шари. Сосочковий шар побудований із пухкої сполучної тканини, в якій локалізовані кровоносні судини та нервовий апарат. Сітчастий шар являє собою щільну сполучну тканину, побудовану із переплетених пучків колагенових волокон, серед яких містяться окремі еластичні

волокна. Решта простору заповнена безструктурною основною речовиною. Підшкірна клітковина об'єднує шкіру із фасціями та м'язами.

Кожний шар шкіри має особливий хімічний склад. Основою білкового складу дерми є колаген (33,2 % від маси шкіри), еластин (0,34 %), альбуміни і глобуліни (0,7 %) та мукоїди (0,16 %). Специфічним білком шкіри та її похідних є кератин, хімічний склад та властивості якого залежать від походження.

## 1.8. МОРФОЛОГІЧНИЙ СКЛАД І БУДОВА НЕРВОВОЇ ТКАНИНИ

Нервова тканина за біохімічними процесами, структурою та хімічним складом є найскладнішою і становить 2,0–2,5 % загальної маси організму. Їй належить провідна роль у регуляції процесів життєдіяльності та зв'язку організму із зовнішнім середовищем. Центральними органами нервової системи є головний мозок, розміщений у черепі, та спинний мозок, який знаходиться у хребцевому каналі (рис. 13). Структурною та функціональною одиницею нервової тканини є нейрон (рис. 14). Нейрони – найбільші клітини в організмі, їх об'єм – 10000–100000 нм<sup>3</sup>. В організмі людини міститься 10<sup>10</sup> нейронів, у корі великих півкуль – близько 14 млрд.

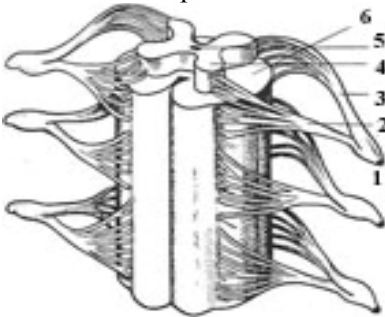


Рис. 13. Спинномозкові нерви:  
1 – загальний спинномозковий нерв;  
2 – передній корінець; 3 – задній корінець;  
4 – сіра мозкова речовина;  
5 – центральний спинномозковий канал;  
6 – біла мозкова речовина.

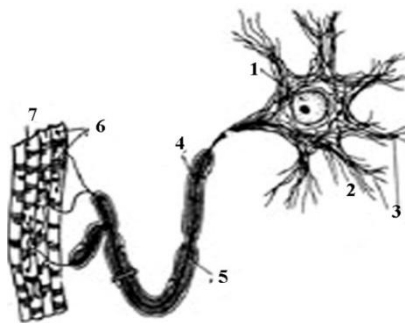


Рис. 14. Будова нейрону:  
1 – ядро з ядерцем; 2 – тіло нейрону;  
3 – дендрити; 4 – аксон; 5 – мієлінова оболонка; 6 – нервові закінчення;  
7 – м'язове волокно.

За переробки туш тварин використовують тканини головного та спинного мозку, оскільки периферійна нервова система не виділяється. Головний та спинний мозок є харчовим продуктом і сировиною для одержання біологічних препаратів.

Хімічний склад нервової тканини та її структурних елементів визначається значенням органа нервової системи в життєдіяльності організму, місцем тварини у філогенетичному ряді, віком та станом організму тощо. Нервова тканина ембріона містить у середньому 90 % води, дорослого організму – до 65 %. Найбільше води міститься у сірій речовині кори великих півкуль, найменше – у спинному мозку (табл. 4).

Таблиця 4 – Хімічний склад нервової тканини

Склад	Вміст, % (середні дані)		
	сіра речовина	біла речовина	спинний мозок
Вода	84	74	64
Сухий залишок	16	26	36
Склад, % до сухого залишку			
Білок	44	27	8–9
Ліпіди:	44	67	26–29
– холінфосфатиди	20	17	4–7
– етаноламінофосфатиди	6	13	5–9
– холестерол	6	17	4
– цереброзиди	6	17	6–7
Екстрактивні речовини	6	3	3–6
Мінеральні речовини	6	3	3–6

У нервовій тканині є від 5–7 до 16 індивідуальних білків, які представляють близько 100 різних розчинних білкових фракцій. Білки є прості (протеїни) та складні (протеїди). Протеїни представлені нейроальбумінами (до 90 % всіх білків), нейроглобулінами (до 5 %), гістонами та нейросклеропротеїдами (структурно-опорні білки). Протеїди нервової тканини об'єднують такі підгрупи: нуклеопротеїди, ліпопротеїди (містять фосфатиди та холестерол), протеоліпіди, фосфопротеїди, глікопротеїди (до 40 % вуглеводів). Нервова тканина багата на амінокислоти. Так, якщо у крові міститься в середньому 0,064 г/л амінокислот, то у тканинах мозку – 0,36 г/кг. Серед них особливе місце належить глютаміновій кислоті, яка за дії глютаматдегідрогенази дезамінується і перетворюється на  $\alpha$ -кетоглутарову кислоту:

Глутамінова кислота + НАД → Іміноглутарова кислота + НАД×Н<sub>2</sub>;  
Іміноглутарова кислота + НОН → α-Кетоглутарова кислота + NH<sub>3</sub>.

α-Кетоглутарова кислота включається у цикл трикарбонових кислот, в якому виробляється енергія.

У нервовій тканині містяться ферменти (білки) всіх шести класів, які каталізують всі метаболічні процеси, сприйняття, аналіз та передачу нервових імпульсів.

У передачі нервового імпульсу та функціонуванні нервової тканини важливу роль відіграють нейромедіатори, основними з яких є ацетилхолін, кетахоламіни, серотонін, γ-аміномасляна кислота, гістамін, таурин, дофамін, гомоцистеїн та інші.

Нервова тканина бідна на вуглеводи, однак потребує їх у великій кількості. Основними вуглеводами є глюкоза (1–4 мкмоль/г тканини) та глікоген (2,5–4,5 мкмоль/г тканини). До 80 % глікогену зв'язано з білками та ліпідами, решта перебуває у вільному стані. Тут містяться проміжні продукти вуглеводного обміну – гексозо- і тріозофосфати, молочна, півовиноградна та інші кислоти.

Нервова тканина багата на ліпіди, частина з яких специфічна. Тут мало жирів. ВЖК, що входять до складу ліпідів, містять декілька подвійних зв'язків, зокрема, арахідонова (C<sub>19</sub>H<sub>31</sub>COOH) та клупанодонова (C<sub>21</sub>H<sub>31</sub>COOH) кислоти. У нервовій тканині виявлені специфічні кислоти: лігноцерінова (C<sub>23</sub>H<sub>47</sub>COOH) та церебронова (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>21</sub>CH(OH)COOH).

Нервові клітини не діляться, що свідчить про відсутність у них синтезу ДНК, проте вміст РНК порівняно з іншими тканинами високий. Цій тканині притаманний високий вміст циклічних нуклеотидів (цАМФ та цГМФ).

Тканини мозку, як джерело харчової сировини, характеризуються високою калорійністю завдяки значному вмісту ліпідів та незамінних амінокислот. Головний мозок після певної кулінарної обробки використовується безпосередньо в їжу, однак засвоюваність його незначна. Спинний мозок застосовують для виробництва дієтичних ліверних ковбас. Нервова тканина є цінним джерелом для виробництва лікарських препаратів і хімічних сполук для фармацевтичної промисловості.

## РОЗДІЛ 2. ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА МЕТАБОЛІЗМ У М'ЯЗОВІЙ ТКАНИНІ

М'ясо – один з найважливіших продуктів харчування людини і тварин, в якому є великий вміст повноцінних білків, ліпідів, вуглеводів, мінеральних речовин і вітамінів. М'ясо – це система хімічних сполук різноманітної хімічної природи, що утворюються у результаті численних реакцій біосинтезу в мікроструктурах м'язової, сполучної, кісткової, хрящової, жирової і частково нервової тканин, що формують окремі скелетні м'язи і мускулатуру забійних тварин у цілому.

Хімічний склад м'язів і харчова цінність м'яса залежать від багатьох факторів і, перш за все, виду, віку, вгодованості та способу утримання сільськогосподарських тварин (табл. 5).

Таблиця 5 – Вміст основних компонентів у м'язовій тканині

Компонент	Вміст, %
Вода	70–75
Органічні речовини, в т.ч.:	23–28
– білки	18–22
– азотовмісні екстрактивні речовини	1,0–1,7
– безазотисті екстрактивні речовини	0,7–1,4
– ліпіди	2,0–3,0
Неорганічні солі	1,0–1,5

Хімічний склад м'яса залежить від співвідношення тканин, які визначають його морфологічний склад (табл. 6).

Таблиця 6 – Морфологічний склад м'яса великої рогатої худоби, %

Тканина	Характеристика тварин			
	невідгодована	напіввідгодована	відгодована	жирна
М'язова	60,5	59,7	86,5	52,1
Жирова	3,3	10,2	16,1	23,0
Кісткова	21,9	17,0	15,7	15,1

М'язова тканина – важливий якісний і кількісний показник м'яса. Її кількість у м'ясі коливається від 50 до 70 % залежно від виду, породи, статі, віку і вгодованості тварини. У м'язовій

тканині, звільненої від сполучнотканинних і жирових прошарків, міститься: води – 72–75 %; білків 18–22; ліпідів 0,5–3,5; азотистих екстрактивних речовин 1–1,7; вуглеводів 0,7–1,4; мінеральних речовин 0,3–1,8 %. Вихід м'язової тканини у молодих тварин більший, ніж у старих. Це стосується і невідгодованих тварин, а також самців порівняно із самками. У дорослої ВРХ м'язова тканина у м'ясі складає 51–57 %; у телят – 51–61; в овець – 55–56; у свиней – до 44 %.

Сполучна тканина, що входить до складу м'яса, представлена сухожилками, фасціями, кровоносними і лімфатичними судинами, оболонками нервових стовбурів та пучків. Сполучна тканина складає 9,5–12,5 % маси туші. Частка сполучної тканини у м'ясі з віком збільшується. У старих тварин вона зумовлює жорсткість і твердість м'яса, особливо у тих частинах туші, де знаходяться м'язи, багаті на сухожилля. М'язи, для яких характерна інтенсивна робота (шиї, черева, кінцівок), мають більше сполучної тканини ніж ті, які несуть значне функціональне навантаження (спинні).

Жирова тканина – обов'язкова складова частина м'яса. Головна маса жирової тканини розміщена у підшкірній клітковині, частина – у вигляді прошарків між окремими м'язами і всередині них, формуючи “мармуровий” вигляд, від якого значною мірою залежать поживні та смакові властивості м'яса. Курдючні вівці жирову тканину відкладають у курдюках, верблюди – у горбах. У тушах ВРХ міститься 1,5–15 % жирової тканини, овець – 0,6–27, свиней – 12,5–40 %.

Кісткова тканина займає високу питому вагу в складі м'яса. Наприклад, у туші ВРХ уміст кісткової тканини коливається від 15,1 до 21,9 %, овець – від 18 до 27 %, свиней – від 5 до 13 %. Вміст жиру у різних кістках змінюється від 3 до 27 %, клейких речовин (осейну, колагену та інших) – від 10 до 32 %.

Туша, навіть добре знекровлена, має 0,8–1,2 % крові. У ній міститься певна кількість нервової тканини, представленої нервовими стовбурами, їх розгалуженнями, нервовими волокнами, вільними та інкапсульованими нервовими закінченнями.

## 2.1. ХІМІЯ ТА ОБМІН БІЛКІВ У М'ЯЗОВІЙ ТКАНИНІ

Білки м'яса прийнято розділяти за морфологічною ознакою клітин м'язових тканин тварин (рис. 15). Саркоплазматичні, міофібрилярні білки та білки сарколеми забезпечують функціональність травної системи в одержанні м'ясопродуктів. Ядерні білки самостійно технологічного значення не мають.



Рис. 15. Білки клітин м'язової тканини тварин.

**Білки міофібрил.** Білки міофібрил містять до 45 % всіх м'язових білків. До них належать: міозин, актин, актоміозин, тропоміозин та інші.

*Міозин* – білок міофібрил, становить близько 40 % маси всіх білків м'язової тканини і 54 % маси білків міофібрил. Він належить до групи простих білків підгрупи глобулінів, має молекулярну масу близько 480000. У молекулі міозину розрізняють дві частини – “головку” і “хвіст” (рис. 16). “Головка” містить АТФ-азу, за дії

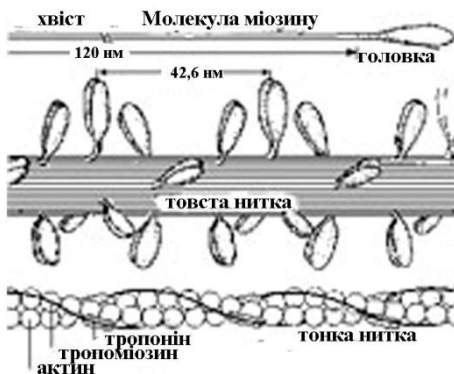
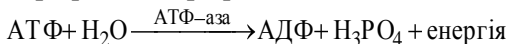


Рис. 16. Схематична будова товстої та тонкої ниток міозину.



якої хімічна енергія АТФ перетворюється на механічну енергію скорочення протофібрил і міофібрил.



У міофібрилах “хвости” молекул міозину зібрані в нитки, кожна з яких побудована з 13 амінокислотних залишків. Близько 30 % останніх – залишки моноамінодикарбонових кислот, що зумовлюють кислі властивості міозину і здатність його молекул зв’язувати катіони  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$ . Ізоелектрична точка білка за рН 5,4, температура денатурації – 45–50 °С. Міозин – повноцінний білок, характеризується високою здатністю до гелеутворення, емульгування та гідратації за рахунок наявності у молекулі великої кількості полярних груп. Очищений міозин, окрім АТФ-азної активності, має активність АМФ-аміногідролази. У міозині значний вміст лейцину, лізину та глютамінової кислоти (табл. 7).

Таблиця 7 – Амінокислотний склад білків м’язової тканини

Амінокислоти	Вміст амінокислот у білках, %				
	міозин	актин	міоген	тропоміозин	міоглобін
Лізин	11,92	7,6	9,54	15,7	15,5
Гістидин	2,41	2,9	4,21	0,85	8,5
Аргінін	7,36	6,6	6,33	7,8	2,2
Треонін	5,1	7,0	7,47	2,9	4,56
Лейцин	15,6	8,25	11,5	15,6	16,8
Ізолейцин	–	7,5	–	–	–
Серин	4,33	5,9	7,3	4,38	3,46
Пролін	1,9	5,1	5,71	1,3	3,94
Гліцин	1,9	5,0	5,61	0,4	5,85
Аланін	6,5	6,3	8,56	8,8	7,95
Валін	2,6	4,9	7,4	3,13	4,09
Метіонін	3,4	4,5	1,17	2,8	1,71
Тирозин	3,4	5,8	5,31	3,1	2,4
Фенілаланін	4,3	4,8	3,06	4,6	5,09
Триптофан	0,8	2,05	2,31	0,1	2,34
Цистин	1,4	1,34	1,12	0,76	0,03
Аргінін	7,36	6,6	6,33	7,8	2,2
Аспарагінова кислота	8,9	10,9	9,7	9,1	8,2
Глутамінова кислота	22,1	14,8	11,4	32,9	16,48

*Актин* – важливий білок м'язового волокна. Складає близько 14 % загальної кількості білків м'язів. Існує у глобулярній (G-актин) і фібрилярній (F-актин) формах (рис. 17).

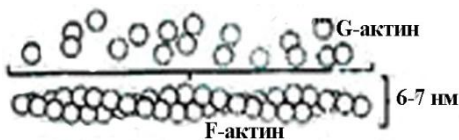


Рис. 17. Схема будови актину

Перехід G-актину у F-актин зумовлюється асоціацією декількох глобулярних молекул у ланцюг. Цей процес відбувається за наявності катіонів  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$  та супроводжується значною зміною фізико-хімічних властивостей білка (форма молекул, в'язкість, хімічна будова та активність молекул). Фібрилярна форма актину характеризується високою в'язкістю, глобулярна – більш рухлива. Молекулярна маса G-актину становить 46 тис., F-актину – 1,5 млн. Обидві форми можуть переходити одна в іншу. Кожна спіраль складається із 200–300 глобул G-актину. Ізоелектрична точка за рН 4,7, температура денатурації – 50–55 °С.

*Актоміозин* – головний скорочувальний білок м'язової тканини, утворений актином і міозином. Найбільш стійким є комплекс, коли на одну молекулу актину припадає три молекули міозину. Молекулярна маса білка у сільськогосподарських тварин і птиці становить 1,6–3,9 млн, у кроля – 5 млн. Актоміозин розчинний у розчинах солей високої концентрації. Білок денатурує за температури 42–48 °С. За утворення молекул актоміозину міозин приєднується своєю “головкою” до актину. Біологічною особливістю актоміозину є його здатність скорочуватися (стискуватися) за дії АТФ і наявності іонів Магнію й Кальцію. АТФ розщеплюється АТФ-азою до АДФ і неорганічного фосфату, при цьому хімічна енергія макроергічного зв'язку переходить у механічну. У процесі скорочення витісняється вода, зменшується об'єм частинок актоміозину, скорочуються протофібрили, міофібрили, м'язове волокно і м'яз. Після скорочення актоміозиновий комплекс розщеплюється до актину та міозину. Надалі у м'язове волокно з міжклітинної рідини надходять нові енергетичні сполуки, відновлюються запаси АТФ і процес повторюється.

*Тропоміозин* – глобулярний білок міофібрил, складає 4–11 % загальної кількості білків м'язів та близько 2 % білків міофібрил.

Молекулярна маса тропоміозину різних видів тварин становить 50–60 тис. Молекула тропоміозину утворена двома поліпептидними спіралями довжиною 40 нм. У складі молекули значна кількість залишків глутамінової кислоти, лізину та аланіну, проте відсутній триптофан, що робить цей білок неповноцінним. Тропоміозин за своїми хімічними властивостями нагадує міозин. Між актином і тропоміозином існує тісний структурний та функціональний зв'язок. Поблизу одного із кінців молекули тропоміозину приєднана глобулярна молекула тропоніну. Одна молекула тропоміозину прилягає до семи молекул актину, загальне число яких у нитці довжиною 1 мікрон становить 300–400.

*Тропонін* – глобулярний білок міофібрил, складає 1–2 % загальної маси білків міофібрил. Молекулярна маса – близько 80 тис. Молекула має сферичну форму і складається з 3 субодиниць. Білок виконує регуляторну функцію в АТФ-азній активності міозину. Тропонін і тропоміозин утворюють комплекс, який регулює взаємодію актину з міозином за участі катіонів  $Ca^{2+}$ .

**Білки саркоплазми.** Білки саркоплазми становлять майже 35 % всіх білків м'язової тканини. До них належать: міоген, міоглобін, глобулін Х і міоальбумін.

*Міоген* – гетерогенна фракція м'язових білків. Кількість його досягає 30 % всіх білків саркоплазми. Складається з двох білків – міогену А і міогену В. Перший з них має властивості ферменту альдолази, другий – ферментативно неактивний. Добре розчиняється у воді та розчинах солей. Молекулярна маса – 81–150 тис., ІЕТ – за рН 6,0–6,5, температура коагуляції – 55–66 °С.

*Міоглобін* – червоний дихальний пігмент м'язової тканини. Належить до хромопротеїдів, у структурі міститься небілковий компонент – гем (6 %). Молекула глобіну синтезується на рибосомах м'язового волокна, гем – переважно у клітинах кісткового мозку. Приєднання гема до глобіну відбувається після завершення біосинтезу молекули глобіну. Зв'язок між гемом і глобіном здійснюється через залишок амінокислоти гістидину, глобін і порфіринове ядро гему. Білок забезпечує дихання м'язів. Чим більше функціональне навантаження м'язів, тим більше в них міоглобіну, тому такі м'язи забарвлюються в інтенсивно червоний колір. У свійських тварин такими м'язами є червоні м'язи кінцівок,

у птахів – червоні грудні м'язи. Молекула міоглобіну складається з одного поліпептидного ланцюга, що містить 153 амінокислотних залишки. У наземних тварин міоглобін зв'язує близько 15 % кисню, що надходить до організму, у вигляді оксиміоглобіну, у морських тварин – до 50 % (наприклад, у тюленя 47 %). Молекулярна маса білка – 17 тис. За теплової обробки м'яса міоглобін денатурує, а гем перетворюється на гемахроми і гематин. Змінюється забарвлення м'яса – червоний колір переходить у сіро-коричневий. Для збереження червоного кольору м'яса до нього у певних дозах додають нітрити.

*Глобулін X* – гетерогенний білок, що залишається у саркоплазмі після виділення міогенної фракції, ферментативно активний. Складає близько 20 % загальної кількості білків м'язів. Молекулярна маса глобуліну X – 81–150 тис., ІЕТ – рН 6,0–6,6, температура коагуляції – 55–66 °С.

*Міоальбумін* – білок саркоплазми, близький за властивостями до альбумінів сироватки крові. На білок багаті м'язи ембріонів. Гладенька мускулатура містить високий вміст міоальбуміну. Молекулярна маса білка – 35000–70000, ІЕТ – рН 3,0–3,5, температура коагуляції – 45–47 °С.

**Білки сарколеми.** Частина білків, що синтезувались на рибосомах саркоплазматичного ретикулуму, з током внутрішньоклітинної рідини (гіялоплазми) надходять до периферії волокна, взаємодіють із ліпідами та утворюють поверхневу мембрану – сарколему. Ці білки після екстрагування сольовими розчинами залишаються у стромі, входячи в її білки. На поверхні сарколеми містяться сполучнотканинні волокна, які складаються із білків сполучної тканини (колагену, еластину та ретикуліну). У міжклітинному просторі знаходяться муцини, мукоїди та глікопротеїди, у процесі гідролізу яких утворюються простий білок і вуглеводна простетична група. Ці білки виконують захисні функції та полегшують тертя між м'язовими пучками.

**Білки м'язової стромі.** До цієї групи білків належать білки сарколеми, сполучнотканинних прошарків між м'язовими пучками та окремими м'язами, сполучнотканинні оболонки нервів, сухожилків і судин. Вони залишаються у м'ясі після екстрагування білків саркоплазми і міофібрил. Загальна кількість білків стромі

становить 15–20 % відносно всіх білків м'язів. Серед них розрізняють структурні та ферментативні білки. Структурні білки представлені колагеном, який називають *тропоколагеном* (рис. 18), *еласином* і *нейрокератином*. Серед ферментативних білків у стромі зустрічаються АТФ-аза, АХЕ, АМФ-аміногідролаза тощо.

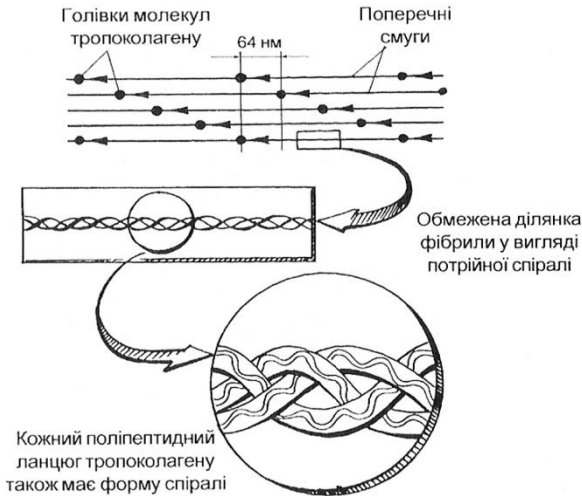


Рис. 18. Розміщення молекул тропоколагену в колагенових фібрилах. Молекула тропоколагену містить 4 поперечні смуги, які повторюються через кожні 64 нм.

У клітин, що синтезують колаген (фібробласти і фіброцити), добре виражений апарат біосинтезу білка – ендоплазматичний ретикулум з рибосомами (рис. 19).

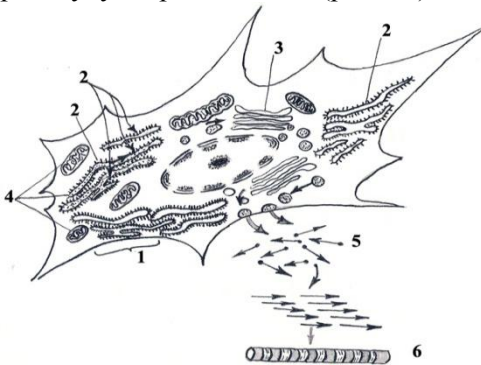


Рис. 19. Схема утворення колагенової фібрили у фіброциті: 1 – надходження у клітину амінокислот; 2 – ендоплазматична сітка; 3 – цистерни комплексу Гольджі; 4 – мітохондрії; 5 – колагеновий попередник тропоколаген (проколаген); 6 – фібрила колагену.

Клітини мають високий вміст РНК та повний набір ферментів, зокрема, синтетази і системи енергетичного забезпечення. У клітини з током крові шляхом дифузії та осмосу надходять необхідні для біосинтезу білків речовини (амінокислоти, жирні кислоти, аміак, моносахариди, складові частини простетичних груп, АТФ та її структурні аналоги, солі тощо). Частина цих речовин синтезується із продуктів проміжного обміну безпосередньо у клітинах (наприклад, замінні амінокислоти). З проліну і лізину утворюються оксипролін і оксилізін, які необхідні для синтезу колагену. Надалі на рибосомах клітин звичайним шляхом для білків утворюються поліпептидні ланцюги. Формується первинна структура майбутньої молекули колагену. Три таких ланцюги переплітаються, що призводить до формування спочатку молекули проколагену (тропоколагену) і надалі молекули колагену (рис. 20).

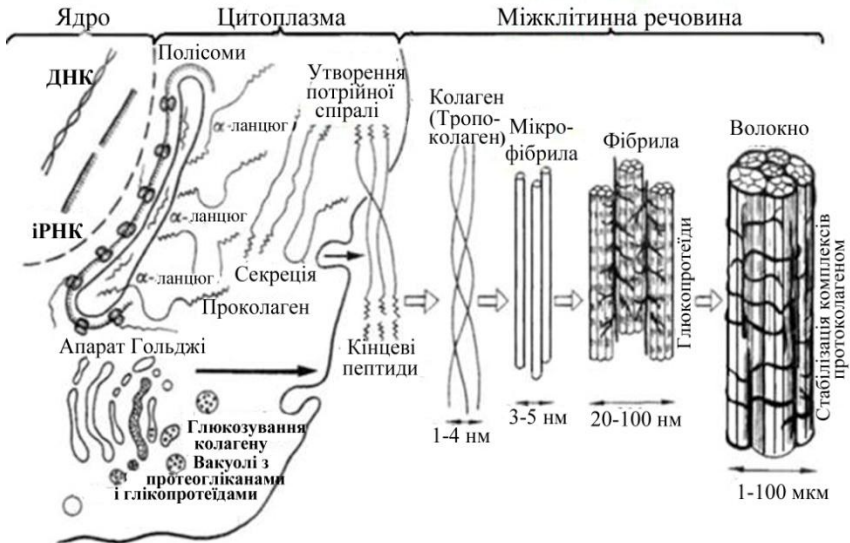


Рис. 20. Схема утворення колагену.

*Проколаген* – хімічно активний білок, який значно краще, ніж колаген розчиняється у воді. Перетворення проколагену на колаген відбувається за участі вітаміну С.

Молекули колагену через пори зовнішньої плазматичної мембрани виділяються у міжклітинний простір, де беруть участь у формуванні міжклітинної речовини і волокон сполучнотканинної стромы м'язів. Полімеризація таких молекул призводить до утворення довгих протофібрил довжиною 4–12 нм. Одночасно у фібробластах і фіброцитах синтезуються глікозаміноглікани, які виділяються у міжклітинний простір і формують міжклітинну речовину та її волокна. Ланцюги протофібрил водневими зв'язками з'єднуються між собою і за участі глікозаміногліканів утворюють пучки фібрил, які формують колагенові волокна.

*Колаген* – фібрилярний білок з довжиною 300 і шириною 1,5 нм. Молекула колагену складається з трьох  $\alpha$ -спіральних поліпептидних ланцюгів, закручених між собою, утворює третину білків тваринного організму, є головним компонентом сполучної тканини сухожилків, зв'язок, хрящів, кісток. Для молекули колагену характерна повторюваність фрагменту гліцил-проліл-оксипролін. За довготривалого кип'ятіння тканин і органів, багатих сполучною тканиною, утворюється клейка маса – желатин. У складі колагену понад 30 % амінокислотного складу становлять залишки гліцину, майже 20 % – проліну та оксипроліну (табл. 8).

Таблиця 8 – Амінокислотний склад колагену

Амінокислота	Вміст, %	Амінокислота	Вміст, %
Лізин	2,60	Аланін	10,93
Гістидин	0,42	Валін	2,02
Аргінін	4,45	Метіонін	0,61
Аспарагінова кислота	4,90	Ізолейцин	1,36
Треонін	1,87	Лейцин	2,66
Серин	3,87	Тирозин	0,52
Глутамінова кислота	7,19	Фенілаланін	1,31
Пролін	11,82	Оксипролін	9,21
Гліцин	33,50	Гідроксилізин	0,76

*Еластин* – опорний білок еластичних тканин, містить білкову основу зв'язок, сухожилків, оболонки судин. Порівняно з колагеном у молекулі еластину менша кількість залишків полярних амінокислот, гідрооксилізіну та оксипроліну, більше – залишків проліну, гліцину, лейцину та валіну. Молекула еластину не має залишків аланіну, аспарагінової кислоти, лізіну, гістидину, триптофану й цистину.

Еластин від інших білків відрізняється більш високим вмістом залишків гліцину, аланіну, валіну, проліну (до 70 %), наявністю залишків оксипроліну (у середньому 2 %). Еластин містить залишки похідних амінокислот – десмозину та ізодесмозину, які стабілізують структуру його молекули (вторинну і третинну), надаючи їй еластичність (рис. 21).

Після виходу проеластину з клітини його молекули мають вид глобул розміром 2,8 нм. Глобули з'єднуються в еластичні протофібрили товщиною 3,0–3,5 нм. Протофібрили просочуються глікозаміногліканами, що зумовлює формування мікрофібрил еластичного волокна. Відбувається обмежений протеоліз молекул проеластину, що призводить до зменшення молекулярної маси від 100 до 50–70 тис. За посттрансляційної перебудови між молекулами еластину утворюються поперечні зв'язки у результаті окиснювання бокових ланцюгів залишків лізину і конденсації альдегідних груп двох сусідніх молекул білка. Волокна стають більш стійкими і пружними.

Багато еластину містять стінки артерій (в аорті – 40–60 % від сухої маси), зв'язки (наприклад, вийна), еластичні хрящі (наприклад, надгортанник), пухка сполучна тканина тощо. Білок частково розщеплюється ферментом еластазою у тонкому відділі кишечника з утворенням розчинних у воді продуктів.

До ядерних білків відносять нуклеопротейди, кислий та залишковий білки. Ядра міоцитів містять нуклеопротейди, які становлять половину всіх ядерних білків. В їх молекулах ДНК зв'язана з низькомолекулярними білками – гістонами, які мають основний характер за рахунок наявності діаміномонокарбонових кислот (аргініну й лізину), а також відсутній триптофан. 30–45 % сухої речовини ядер становлять кислі білки, що розчинні у лугах,

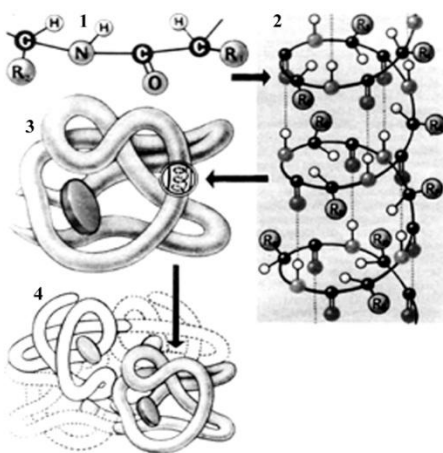


Рис. 21. Структура білкової молекули: 1 – первинна; 2 – вторинна; 3 – третинна; 4 – четвертинна.



ІЕТ для них за рН 5,0. Ці білки за властивостями нагадують глобуліни. На відміну від гістонів у молекулі кислого білка міститься триптофан (до 2,5 %). Після видалення нуклеопротейдів та кислого білка залишається драглеподібна маса – залишковий білок (до 10 %), який подібний до колагену.

### **Метаболізм білків**

Біосинтез білків відбувається в усіх тканинах і клітинах, що входять до складу м'язів. Його здійснюють спеціалізовані органоїди – рибосоми, які у клітинах знаходяться у вигляді скупчень гранулярної ендоплазматичної сітки. Кількість рибосом, що формують такі скупчення, різна – від 3 до 100 одиниць. Рибосоми об'єднуються у полісоми. Їх об'єднує своєрідна нитка, яку видно під електронним мікроскопом, – інформаційна РНК (іРНК). Прикладом полісомної системи може бути полісома м'язової тканини, що утворюється зі 60–100 рибосом і синтезує міозин, молекула якого складається з 1800 амінокислотних залишків. Кожна рибосома складається з двох субодиниць – великої і малої (рис. 22).

Абсолютна кількість білків м'яса синтезується в його м'язовій тканині. До окремих м'язів, пучків м'язових волокон і окремого м'язового волокна з током артеріальної крові через капілярну сітку надходять поживні речовини, які слугують основою для біосинтезу м'язових білків. Поживні речовини через пори мембран капілярів шляхом дифузії, осмосу та за участі білкових переносників проникають у міжклітинну рідину, а з неї через пори мембран клітин у цитоплазму (для м'язових волокон у саркоплазму).

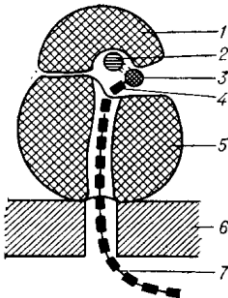


Рис. 22. Схема будови рибосоми, розміщеної на мембрані ендоплазматичної сітки:  
1 – мала субодиниця; 2 – іРНК; 3 – аміноацил-тРНК;  
4 – амінокислота; 5 – велика субодиниця; 6 – мембрана ендоплазматичної сітки; 7 – утворення поліпептидного ланцюга.

Певна кількість речовин, необхідних для біосинтезу білків, може утворюватися в самих клітинах з продуктів проміжного обміну – білків, вуглеводів, ліпідів, нуклеїнових кислот.

Біосинтез білків м'яса здійснюється через ряд стадій, типових для всіх живих організмів (рис. 23). Інформація

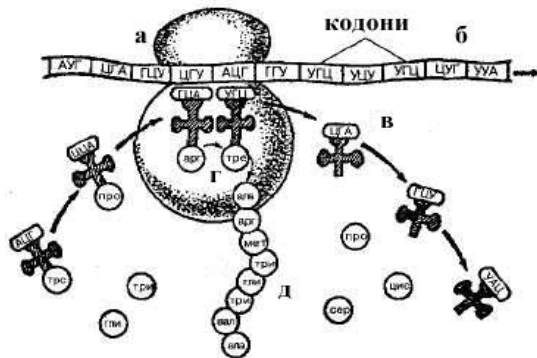


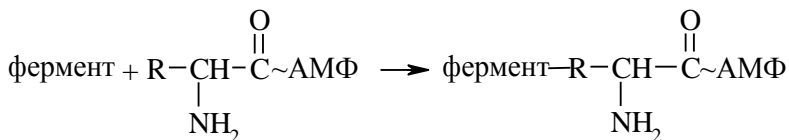
Рис. 23. Схема біосинтезу білка: а – рибосома; б – іРНК; в – тРНК; г – утворення пептидного зв'язку; д – подовження поліпептидного ланцюга.

про амінокислотний склад білків закована у молекулі ДНК.

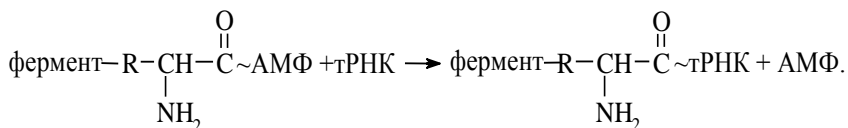
Переписування та передача спадкової інформації включає три етапи: реплікацію, транскрипцію й трансляцію.

Під час *реплікації* з однієї материнської молекули ДНК утворюються дві дочірні шляхом їх біосинтезу за принципом комплементарності. За *транскрипції* на молекулі ДНК синтезується іРНК, в якій через переписування від ДНК інформації наявне певне розміщення нуклеотидів, що на наступному етапі обумовить біосинтез білка. Інформація про специфічну будову білка записана у вигляді послідовності нуклеотидів у молекулі іРНК, переводиться з генетичного коду у певну послідовність амінокислотних залишків у молекулах синтезованих білків. Разом з іРНК синтезуються різні види транспортної (тРНК) і рибосомальної (рРНК) РНК. *Трансляція* здійснюється складним макромолекулярним комплексом. У ньому задіяні рибосоми, іРНК, тРНК, аміноацилсинтетази, білкові фактори початку (ініціації), нарощування (елонгації) і закінчення (термінації) поліпептидного ланцюга. Етап трансляції складається з ряду стадій.

**Активация амінокислот.** Кожна амінокислота, яка надійшла з міжклітинної рідини у результаті дифузії, осмосу або активного транспорту, взаємодіє зі своїм активуючим ферментом – аміноацилсинтетазою. Реакція активується катіонами  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ . Виникає комплекс – активована амінокислота-фермент:

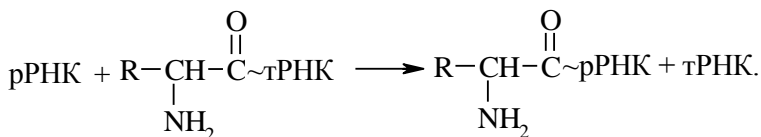


*Сполучення активованої амінокислоти з тРНК.* Активовані амінокислоти за дії відповідних аміноацил-РНК-синтетаз переносяться на тРНК:



*Транспортування комплексу активованої амінокислоти з тРНК до рибосом.* Активована амінокислота за дії специфічних ферментів (їх, як амінокислот, є не менше 20) транспортується з цитоплазми на рибосоми (завдяки енергії ГТФ).

*Зв'язування аміноацил-тРНК із комплексом іРНК-рибосома.* Аміноацил-тРНК, підійшовши до рибосоми, взаємодіє з іРНК. Кожна тРНК має ділянку з трьох нуклеотидів, до якої приєднується своїми трьома нуклеотидами за принципом комплементарності. Ця ділянка називається *антикодоном*, їй в іРНК відповідає триплет – кодон. Це призводить до того, що на поверхні рибосоми у вигляді аміноацил-тРНК концентруються амінокислоти у порядку, визначеному кодонами іРНК:



*Ініціація поліпептидного ланцюга.* Після приєднання двох амінокислот антикодонами до кодонів іРНК у вигляді аміноацил-тРНК створюються умови для синтезу першого пептидного зв'язку. Реакція каталізується пептидсинтетазами, активується катіонами і факторами ініціації білкової природи. Джерелом хімічної енергії для процесу є ГТФ, зв'язок виникає через СО-групи першої і NH<sub>2</sub>-групи другої аміноацил-тРНК (рис. 24).

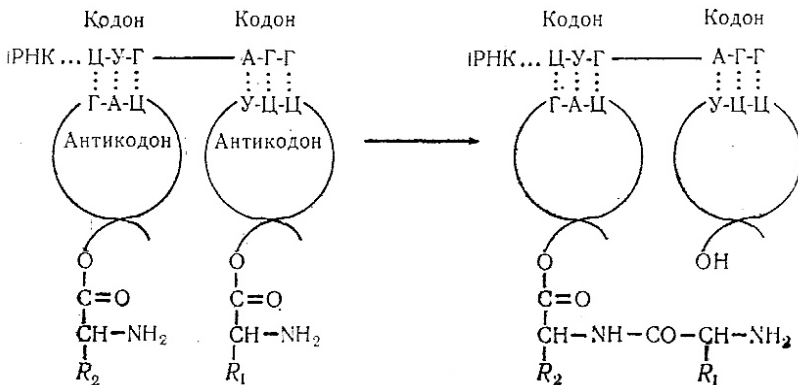


Рис. 24. Ініціація поліпептидного ланцюга.

*Елонгація поліпептидного ланцюга.* Ініціація формування поліпептидного ланцюга починається з N-кінця – у дипептиді зберігаються аміногрупи першої амінокислоти. Перша тРНК, з якою була принесена до комплексу іРНК-рибосома амінокислота, відщеплюється і повертається у гіялоплазму за черговою амінокислотою. Дипептид, зв'язаний з другою тРНК, взаємодіє з третьою аміноацил-тРНК. Утворюється трипептид, після чого друга тРНК “зіскакує” із рибосоми у гіялоплазму за черговою амінокислотою і т.д. Поліпептидний ланцюг подовжується (елонгується) у ході послідовного приєднання нових амінокислотних залишків. Рибосома поступово рухається по іРНК, перетворюючи закодовану в останній інформацію в чітко організований поліпептидний ланцюг. Створюється первинна структура білкової молекули.

*Термінація поліпептидного ланцюга.* Рибосома, на поверхні якої синтезується поліпептидний ланцюг, досягає кінця молекули іРНК і “зіскакує” з нього. До протилежного кінця молекули іРНК за місцем першої рибосоми приєднується нова рибосома, здійснюючи біосинтез чергової молекули поліпептиду. Синтезований поліпептидний ланцюг відходить від полісоми в гіялоплазму. Процес каталізується фактором звільнення.

У гіялоплазмі з поліпептидних ланцюгів утворюються відповідні прості і складні (в останньому випадку до поліпептидного ланцюга приєднуються відповідні простетичні групи) білки з характерною для них структурною організацією

молекул. Надалі для деяких білків проходить посттрансляційна перебудова молекул. У м'язовому волокні відбувається розділення синтезованих білків на білки саркоплазми, міофібрил і сарколеми.

## 2.2. ХІМІЯ ТА ОБМІН ЛІПІДІВ У М'ЯЗОВІЙ ТКАНИНІ

Вміст ліпідів у тушах сільськогосподарських тварин і птиці коливається від 2 до 40 %, а у м'ясі – від 0,5 до 38 %. Ліпідами є нейтральні жири, діольні ліпіди, стерини, стериди, фосфатиди та інші сполуки естерної природи. Серед ліпідів м'яса переважають *нейтральні жири*, утворені залишком триатомного спирту гліцеролу та вищими жирними кислотами.

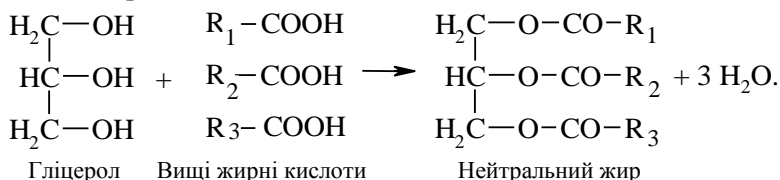
Вміст жирів змінюється у широких межах і залежить від виду, статі, породи, віку, раціону, умов утримання та функціонального стану тварин і птиці. Вони містяться у сполучнотканинній стромі між окремими м'язовими пучками і волокнами та відіграють роль резервного жиру (табл. 9).

Таблиця 9 – Вміст ліпідів у м'ясі тварин

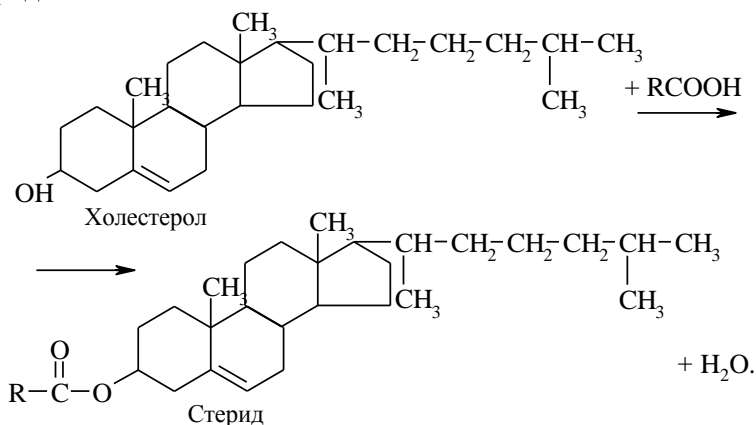
Показник	Вміст, %			
	М'ясо ВРХ		М'ясо свиней	
	м'язова тканина	жирова тканина	м'язова тканина	жирова тканина
Загальні ліпіди	2,5	85	3,5	91
Тригліцероли	1,7	83,5	2,8	89,6
Фосфоліпіди	0,70	1,40	0,64	1,23
Холестерол	0,06	0,10	0,06	0,09
Жирні кислоти (сума)	2,29	81,03	3,18	86,73
Насичені кислоти, у т.ч.:	1,11	37,78	1,23	33,34
– міристинова (C <sub>14:0</sub> )	0,06	3,00	0,05	1,21
– пентадеканова (C <sub>15:0</sub> )	0,01	0,57	0,01	0,05
– пальмітинова (C <sub>16:0</sub> )	0,65	22,1	0,79	20,64
– маргарінова (C <sub>17:0</sub> )	0,02	1,54	0,01	0,33
– стеаринова (C <sub>18:0</sub> )	0,37	10,5	0,37	11,00
Мононенасичені кислоти, у т.ч.:	1,05	40,57	1,63	41,98
– міристоленова (C <sub>14:1</sub> )	0,02	1,46	сліди	0,03
– пальмітолеїнова (C <sub>16:1</sub> )	0,08	5,19	0,12	3,12
– олеїнова (C <sub>18:1</sub> )	0,89	33,6	1,45	38,7
Поліненасичені кислоти, у т.ч.:	0,13	2,68	0,32	10,41
– лінолева (C <sub>18:2</sub> )	0,09	1,95	0,24	9,45
– ліноленова (C <sub>18:3</sub> )	0,02	0,73	0,035	0,61
– арахідонова (C <sub>18:4</sub> )	0,02	сліди	0,035	0,35

У складі ліпідів м'яса переважають залишки вищих жирних кислот нормальної будови з парним числом атомів Карбону. Залишки олеїнової кислоти складають значну частину всіх ненасичених кислот м'яса. Виявлені відмінності між вмістом карбонових кислот у м'язовій та жировій тканинах, а також між м'ясом різних тварин.

Певна кількість жирів синтезується у саркоплазмі й цитоплазмі клітин сполучнотканинної строми з окремих складових частин за дії ферментів класу синтетаз. Сумарно ці процеси можна узагальнити реакцією:



*Стерини і стериди* входять до фракції ліпідів, яка не омилюється. Вміст стеринів і стеридів у м'ясі становить 0,03–0,25 %. Вони виконують структурну функцію, входять до складу мембран м'язових волокон і клітин строми. Похідними стеринів є ряд стероїдних гормонів (статеві та кори наднирників), жовчні кислоти, вітамінів групи D. Важливе значення має холестерол, який є похідним циклопентанпергідрофенантрону. Утворення молекул стеридів:



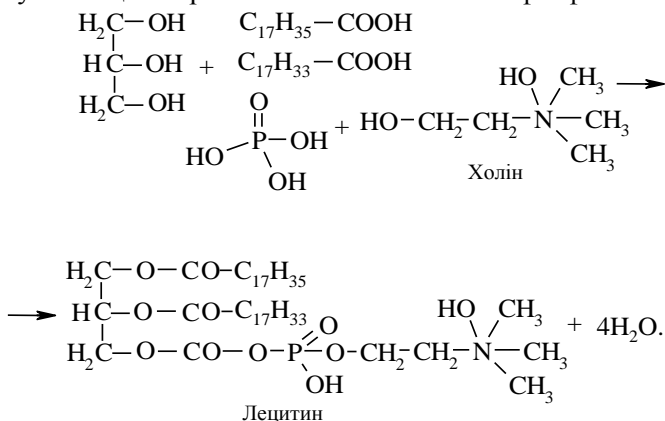
Холестерол утримує певну кількість води, з білками утворює комплексні сполуки. Вміст холестеролу у м'ясних продуктах різний (табл. 10).

Таблиця 10 – Вміст холестеролу у м'ясних продуктах

Вид продукту	Вміст, мг/100 г	Вид продукту	Вміст, мг/100 г
Яловичина	80	Субпродукти ялові:	
Телятина	110	– печінка	270
Свинина	70	– нирки	300
Баранина	70	– серце	140
М'ясо кролика	40	– язик	50
Жир	100–110	Субпродукти свинячі:	
Кури	80	– мозок	2000
Бройлери	30	– печінка	130
Гуси	110	– нирки	200
Індики	210	– серце	120
Качки	50	– язик	50

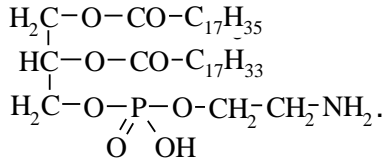
Проте холестерол є різний: його поділяють на ліпопротеїди високої щільності (ЛВЩ) та ліпопротеїди низької щільності (ЛНЩ). Розвитку атеросклеротичних бляшок сприяють ЛНЩ, ЛВЩ усувають склеротинізацію.

Кількість *фосфатидів* у м'ясі відносно стабільна – 0,5–1,0 %. Вони входять до складу клітинних мембран і беруть участь у скороченні м'язів. Із фосфатидів у м'ясі найбільша кількість лецитину та кефаліну. Лецитин містить у молекулі окрім залишку гліцеролу та вищих карбонових кислот холін та фосфат:



Червоні м'язи, які здатні до тривалого напруження, містять більше фосфатидів і холестеролу, аніж білі. Кількість фосфатидів більша у м'язах тварин на вигульовому утриманні та тренуваних.

Кефалінова фракція становить основу тканин головного мозку (66 %), печінки (51 %), міокарда (30 %). Кефаліни з білками утворюють ліпопротеїдні комплекси. Багато їх міститься у мітохондріях. Кефаліни відрізняються від лецитину тим, що замість холіну приєднаний етаноламін (коламін):



Кефалін

За походженням ліпіди м'язів поділяються на дві групи: ліпіди, які надходять у "готовому вигляді", та синтезовані у м'язовій тканині за рахунок складових частин, що надходять із током крові й утворених з продуктів проміжного обміну. Ліпіди, що надходять у "готовому вигляді", утворюються через ресинтез у слизовій оболонці тонкої кишки компонентів ліпідів корму. Ці ліпіди потрапляють у систему кровообігу і з током крові надходять у жирові депо (підшкірну клітковину, сальник, капсули внутрішніх органів тощо), сполучнотканинні прошарки м'язової тканини та формують "мармуровість" м'яса.

Ресинтезовані ліпіди транспортуються кров'ю і лімфою у вигляді хіломікронів (рис. 25), ліпопротеїдів і вільних кислот. Хіломікрони добре розчинні у плазмі і тканинній рідині, покриті білковими оболонками та містять ресинтезовані ліпіди (нейтральні жири, стерини, стериди, фосфатиди тощо), жирні кислоти, іноді й



Рис. 25. Схема будови хіломікрону.



жиророзчинні вітаміни. З током крові та міжтканинної рідини вони надходять до м'язових волокон і клітин строми, розщеплюються ліпопротеїд-ліпазою на дрібні складові частинки, які через пори зовнішніх плазматичних мембран клітин і саркоплазми проникають у цитоплазму і саркоплазму, де використовуються для різних потреб. Частина ліпідів надходить у “готовому вигляді”  $\alpha$ - та  $\beta$ -ліпопротеїдів і вільних жирних кислот. У цих процесах беруть участь клітини крові. Зокрема, еритроцити переносять молекули фосфатидів і холестеролу, лейкоцити – нейтральні жири і фосфогліцероли.

### **2.3. ХІМІЯ ТА ОБМІН ВУГЛЕВОДІВ У М'ЯЗОВІЙ ТКАНИНІ**

Вуглеводи – важлива складова частина всіх тканин м'яса, які представлені моносахаридами (простими вуглеводами) і полісахаридами (складними вуглеводами). Із моносахаридів у складі м'яса переважає глюкоза, наявна певна кількість галактози та незначні кількості інших моносахаридів. Телятина містить 0,37–0,45 % моносахаридів, яловичина – 0,26–0,77, свинина 0,12–0,20 %.

Полісахариди м'яса представлені гомо- та гетерополісахаридами. Головним гомополісахаридом м'яса є глікоген, кількість якого змінюється у широких межах (0,2–4 %). Багато глікогену знаходиться у м'язах собак (близько 3–4 % на сиру масу), у ВРХ – близько 0,3–0,68 %. М'язи людини містять 0,4–0,7 % глікогену. Його кількість зростає під впливом тренування і досягає 1,5–3 %. Працюючі м'язи містять у середньому до 3,6 % глікогену від загальної маси. Глікоген легко використовується для діяльності м'язової тканини та за нетривалої фізичної роботи (0,5–1 хв) вміст його різко зменшується.

Гетерополісахариди м'яса представлені в основному глікозаміногліканами. Вони разом з білками (колагеном та еластином) складають хімічну основу сполучної тканини та її різних видів. Кількість сполучної тканини у м'ясі ВРХ коливається від 9,6 до 14,0 %. Гетерополісахариди утворюють біокомплексні сполуки тканин м'яса – протеоглікани. Головними глікозаміногліканами сполучнотканинної строми м'яса є гіалуронова кислота, хондроїтинсульфати А, В і С, гепарин, дерматинсульфати. Залежно від виду сполучної тканини, в ній

можуть переважати різні глікозаміноглікани (наприклад, хімічною основою хрящів є хондроїтинсульфати). Глікозаміноглікани беруть участь у формуванні міжклітинної речовини, що складається з основної речовини та волокон (колагенових, еластичних, ретикулярних). Основна речовина заповнює міжклітинний та міжволокновий простір і складає близько 20 % загальної маси тваринного організму.

Головним вуглеводом м'язової тканини є резервний полісахарид глікоген, за рахунок розщеплення молекул якого організм значною мірою задовольняє енергетичні потреби.

*Глікоген* – білий аморфний порошок, добре розчинний у теплій воді, здатний до опалесценції та повертає площину поляризованого світла на  $+198^\circ$ . З йодом утворює червоне забарвлення. Під час гідролізу глікоген розщеплюється до цілого ряду проміжних продуктів – декстринів, мальтози й остаточно – до молекул глюкози. Молекула глікогену відрізняється від інших полісахаридів вираженою “гіллястістю”, де глікозидні залишки з'єднані між собою за типом 1,4 (більшість), 1,6 і частково 1,3 (рис. 26).

Кількість залишків глюкози у молекулі глікогену досягає 6–24 тис., молекулярна маса 1–4 млн. Глікоген відкладається майже в усіх органах і тканинах. У клітинах, зокрема у саркоплазмі м'язового волокна, розрізняють “стабільний” глікоген, зв'язаний з ультраструктурами цитоплазми, вміст якого змінюється відносно мало, і “лабільний” глікоген, який клітина легко використовує як енергетичний матеріал у разі потреби.



Рис. 26. Схема будови глікогену.

Глікоген знаходиться як у вільному стані, так і у складі комплексних сполук з білками та ліпідами. Кількість глікогену у м'язах, печінці та в інших органах і тканинах залежить від характеру живлення організму, інтенсивності функціонального навантаження тварин взагалі, перед забоем зокрема та через інші причини. За недостатньої годівлі, а тим більше за голодування, вміст глікогену у м'ясі та інших органах різко зменшується. М'язи, що виконують значне функціональне навантаження, особливо у

тренуваних тварин, а також тих, які знаходяться на вигульному утриманні, містять більше глікогену. У разі захворювання, що називається глікогеновою хворобою, кількість глікогену у м'ясі та печінці зростає, що призводить до збільшення розмірів і маси органів, багатих на глікоген.

### **Метаболізм вуглеводів**

Глікоген у клітинах відкладається у вигляді зерен та глибок. За достатнього вуглеводного харчування вміст глікогену у печінці становить 15–20 % загальної сухої маси, у м'язах – 0,2–2 %. Біосинтез глікогену в м'язовій тканині відбувається за рахунок глюкози крові (*глікогенез*), вміст якої у різних видів тварин різний (табл. 11), та інших сполук (*гліконеогенез*) – аміно-, кето-, оксикислот і низькомолекулярних жирних кислот.

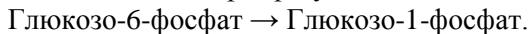
Таблиця 11 – Вміст глюкози у крові сільськогосподарських тварин і птиці

Вид тварин	Глюкоза, ммоль/л	Вид тварин	Глюкоза, ммоль/л
Вівця	2,22–3,61	Курка	7,21–14,43
Коза	2,22–3,61	Індичка	7,21–11,65
Корова	2,22–6,11	Качка	6,32–10,45
Свиня	2,22–13,87	Гуска	6,28–10,84
Кролик	4,44–6,32	Кінь	0,33–6,11

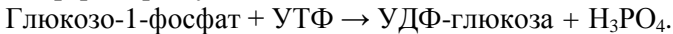
Біосинтез глікогену у м'язовій тканині із глюкози проходить за дії ферменту гексокінази:



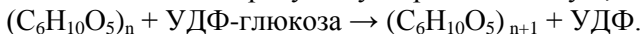
Потім глюкозо-6-фосфат за дії ферменту фосфоглюкомутази таутомеризується до глюкозо-1-фосфату:



Глюкозо-1-фосфат за дії ферменту глюкозо-1-фосфат-уридилтрансферази реагує з УТФ:



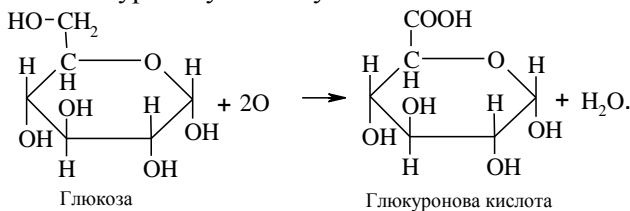
УДФ-глюкоза за дії ферменту глікогенсинтетази переноситься на частинку молекули глікогену (“затравку”), збільшуючи її на один глікозидний залишок за рахунок утворення зв'язку 1,4:



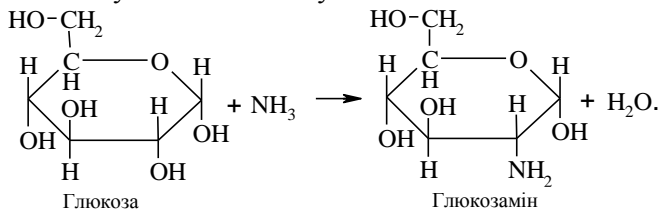
УДФ фосфорилується за рахунок АТФ, перетворюється на УТД і вступає у реакцію з новими молекулами глюкозо-1-фосфату, подовжуючи молекулу глікогену. В утворенні зв'язків 1,6 у

молекулі бере участь фермент  $\alpha$ -глюкан-розгалужувальна глікозилтрансфераза (фермент розгалуження). Для подовження ланцюга молекули глікогену на один мономер витрачається один макроергічний зв'язок ( $\sim$ ), що акумулює у собі 32–40 кДж енергії. В окремих випадках молекула глікогену може синтезуватися на поліпептидному ланцюзі білка – ініціатора біосинтезу глікогену. Іноді молекула глікогену утворюється без затрати енергії за дії ферменту фосфорилази. Під час роботи м'язів під дією ферменту фосфорилази з глікогену спочатку утворюється глюкозо-6-фосфат, потім через ряд хімічних реакцій анаеробного глікогенолізу утворюється молочна або піровиноградна кислота, а хімічна енергія акумулюється у вигляді АТФ.

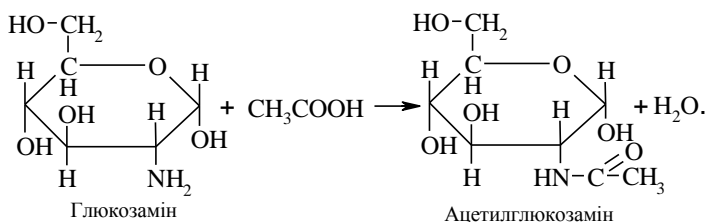
*Біосинтез глікозаміногліканів.* Глікозаміноглікани складають хімічну основу сполучнотканинної строми м'язів, а також основної речовини і волокон власне сполучної тканини, кісток, хрящів, сухожиль, фасцій, суглобів та інших сполучнотканинних утворень, що входять до складу м'яса. Сировиною, з якої синтезуються молекули глікозаміногліканів, є глюкоза, ацетил-КоА, АТФ та її структурні аналоги, сполуки Сульфуру, амінокислоти, амідн тощо. Частина цих сполук синтезується у самій клітині з продуктів проміжного обміну білків, ліпідів і вуглеводів. Синтез глікозаміногліканів проходить поступово через ряд сполук за дії ферментів, що належать до шести класів. Зокрема, глюкоза за окиснення перетворюється на глюкуронову кислоту:



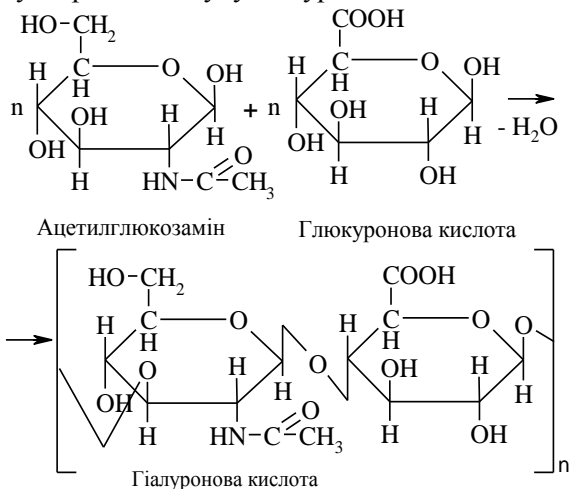
Частина молекул глюкози амінується:



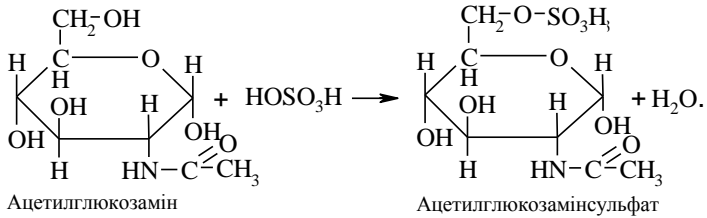
У разі реакції глюкозаміну з активованою ацетатною кислотою (ацетил-КоА) утворюється ацетилглюкозамін:



З молекул глюкоуронової кислоти та ацетилглюкозаміну надалі утворюється димер  $\alpha$ -глюкуронідо-N-ацетилглюкозамін, який після полімеризації утворює молекулу гіалуронової кислоти:



У складі багатьох глікозаміногліканів є похідні галактози – галактозамін, ацетилгалактозамін, галактуронова кислота. Галактоза утворюється з глюкози у сполучнотканинних клітинах за дії відповідних ізомераз. Галактоза, як і глюкоза, перетворюється на галактозамін, ацетилгалактозамін і галактуронову кислоту, з яких складаються молекули відповідних глікозаміногліканів. За біосинтезу сульфатованих глікозаміногліканів (хондроїтинсульфатів А, В і С, гепарину, дерматансульфатів) у молекули ацетил-глюкозаміну й ацетилгалактозаміну сульфат включається за допомогою ферменту 3-фосфоаденозин-5-фосфосульфатази:



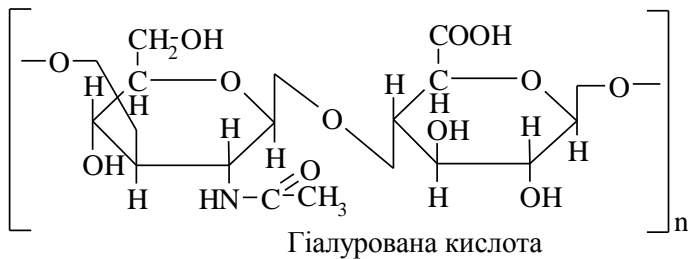
З одержаних фрагментів, як і у випадку гіалуронової кислоти, у каналцях комплексу Гольджи клітин синтезуються відповідні глікозаміноглікани.

Після синтезу глікозаміноглікани по каналцях комплексу Гольджи переміщуються в гіалоплазму, потім через пори зовнішньої плазматичної мембрани виділяються в міжклітинне середовище, формуючи основну проміжну речовину і відповідні сполучнотканинні волокна. Їх молекули ковалентно зв'язуються з молекулами білків (наприклад, колагену, еластину, осейну), утворюючи складні комплексні сполуки – *протеоглікани*.

Частка глікозамінів у молекулах протеогліканів досягає 95 %. *Протеоглікани* – полівалентні аніони, здатні зв'язувати катіони. Для них характерні великі розміри молекул, які переплітаються між собою і займають у міжклітинному середовищі великий простір, комірки якого заповнені водою. Виникає драглеподібне середовище, в якому розміщені клітини, волокна, кровоносні й лімфатичні судини, нервові стовбури і закінчення.

Глікозаміноглікани відрізняються між собою за хімічною будовою молекул і фізико-хімічними властивостями.

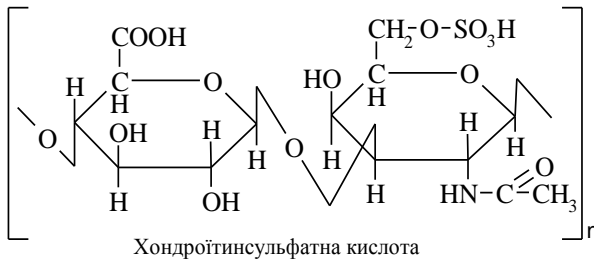
*Гіалуронова кислота* – полісахарид, молекула якого побудована із залишків глюкуронової й оцтової кислот та глюкозаміну:



У молекулі глікозаміноглікану залишки глюкозаміну складають 35–43 %. Молекулярна маса коливається від 200 тис. до декількох

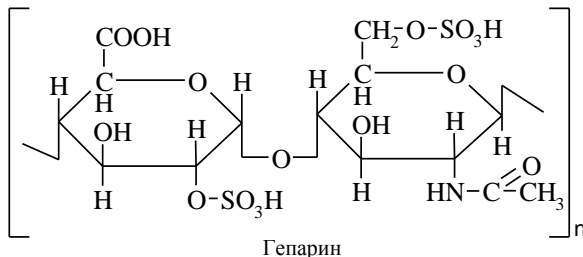
млн. У вигляді сполук з білками (протеогліканів) гіалуронова кислота входить до складу різних видів сполучної тканини. Молекула вуглеводу має велику поверхню, на якій розміщено багато активних груп (перш за все, карбоксильних), що зумовлює різноманітність фізико-хімічних властивостей. Вона здатна зв'язувати велику масу води, утворюючи клейкувату і в'язку сполуку, що сприяє затриманню м'ясом води та різних іонів (переважно катіонів). Велика гідрофільність вуглеводу є однією з важливих причин напруги тканин. Для кислоти характерний високий ступінь метаболізму – період напіврозпаду її молекули складає дві доби. Обмін гіалуронової кислоти порушується за ряду патологічних станів – ревматизму, мікседеми, артеріальних інфекцій, колагенозів тощо

*Хондроїтинсульфатна кислота* – глікозаміноглікан, молекула якого утворюється у результаті полімеризації фрагменту, що складається із залишків N-ацетилгалактозаміносультату і глюкуронової кислоти, з'єднаних між собою  $\beta$ -1,3- та  $\beta$ -1,4-глікозидними зв'язками.



Хондроїтинсульфатна кислота – компонент сполучної тканини м'яса. Особливо багато у хрящах, звідки її одержують. У тканинах виявлено три форми хондроїтинсульфатної кислоти – А, В і С, які з'єднуються із різними білками, набувають відповідних біологічних властивостей. Молекулярна маса кислоти становить 40–50 тис., а в комплексі з колагеном – 40–50 млн. Вона бере участь у процесах проникнення в клітини поживних речовин, виходу з них продуктів обміну, в імунологічних реакціях та інших проявах життєдіяльності. Період напіврозпаду молекули кислоти в основній речовині шкіри – 8, хряща – 16 діб.

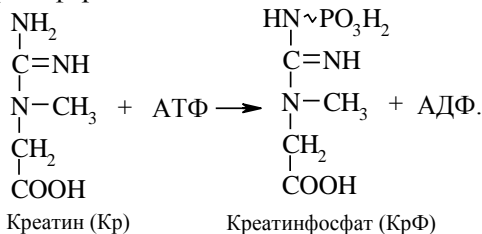
*Гепарин* – глікозаміноглікан, який побудовано із залишків молекул  $\alpha$ -глюкозаміну, глюкуронової, ацетатної та сульфатної кислот:



Гепарин – білий кристалічний порошок (молекулярна маса – 15–20 тис.), добре розчинний у воді, нестійкий до нагрівання. Багато гепарину в тканинах печінки (до 100 мг на 1 кг маси), дещо менше – у м’язах, легенях, щитоподібній залозі. Натрієву сіль гепарину використовують як антикоагулянт для переливання крові та лікування тромбозів.

## 2.4. ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ М’ЯЗОВОЇ РОБОТИ

Для м’язової роботи (скорочення та розслаблення) джерелом енергії є АТФ. У стані спокою м’язи містять близько 5 мкмоль АТФ на 1 г тканини та 15–40 мкмоль іншої високоенергетичної сполуки – креатинфосфату. Креатинфосфат утворюється за взаємодії креатину та АТФ за дії ферменту АТФ-креатинфосфотрансфери:



Під час роботи м’язів фосфат і макроергічний зв’язок КрФ за дії фосфофери переносяться на АДФ, що призводить до утворення АТФ, необхідної для скорочення м’язів (рис. 27).



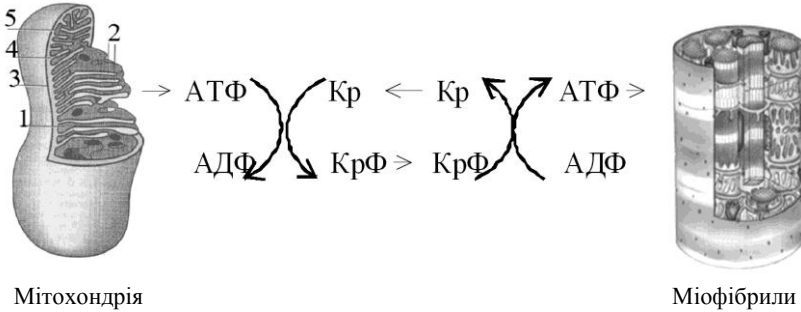


Рис. 27. Схема креатинкіназного механізму перенесення енергії всередині клітини та будова мітохондрії: 1 – матрикс; 2 – кристи; 3 – зовнішня мембрана; 4 – міжмембранний простір; 5 – внутрішня мембрана.

За переходу від стану спокою до максимальної активності потреба в АТФ зростає у 20–200 разів. Проте запасу АТФ вистачає лише на декілька секунд інтенсивної роботи скелетних м'язів. Ресинтез АТФ у працюючих м'язах забезпечується, залежно від умов, окисним або субстратним фосфорилуванням (рис. 28).

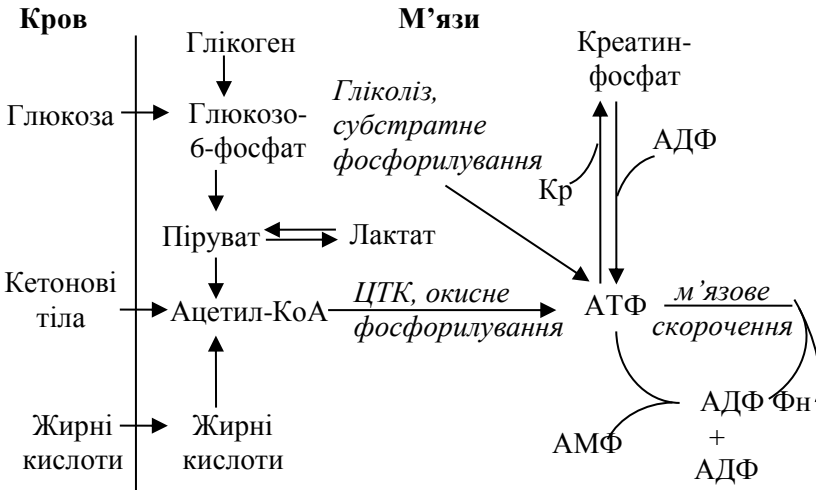


Рис. 28. Джерела АТФ у м'язі.

За легкого та помірного функціонального навантаження скелетні м'язи одержують енергію за рахунок окисного

фосфорилювання, тобто за рахунок аеробного окиснення таких субстратів, як глюкоза, вільні жирні кислоти і кетонів тіла. За тривалої м'язової роботи збільшується використання жирів, які мобілізуються із жирових депо. Максимальні фізичні навантаження супроводжуються недостатньою доставкою кисню до м'язів, що активує анаеробний гліколіз та викликає збільшення вмісту молочної кислоти. Посилення гліколізу ініціюється збільшенням рівня АМФ, який є активатором фосфофруктокінази – основного регуляторного ферменту гліколізу:



При цьому знижується рН та підвищується температура внаслідок виділення тепла, що знижує ефективність обміну речовин.

Молочна кислота дифундує у кров, потрапляє у серцевий м'яз, печінку й аеробним шляхом за участі лактатдегідрогенази перетворюється на піровиноградну кислоту. Через глюконеогенез частина молочної кислоти метаболізується у глюкозу, яка виходить у кров і потрапляє у м'язи, де використовується для відновлення запасів глікогену.

У процесі скорочення м'яза, коли потреба у кисні зростає і його внутрішньоклітинний парціальний тиск падає,  $\text{O}_2$  від'єднується від оксиміоглобіну і використовується для тканинного дихання у мітохондріях. Для червоних м'язових волокон характерне аеробне окиснення субстратів, а для білих – анаеробний розпад глікогену і глюкози.

В аеробних умовах вуглеводи окиснюються повністю до  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ . Піровиноградна кислота, яка утворюється в анаеробних умовах, окиснюється до ацетил-КоА і  $\text{CO}_2$ . Надалі двовуглецеві ацетильні групи (з ацетил-КоА) окиснюються до  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$  у ході циклічної послідовності реакцій, які називаються циклом трикарбонових кислот Кребса та реакцій тканинного дихання (рис. 29).

У процесі окиснення глюкози до  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$  вивільнюється значно більше енергії, ніж за гліколізу (максимально 38 моль АТФ на 1 моль глюкози проти 2 моль АТФ за анаеробного гліколізу). АТФ утворюється головним чином окисним фосфорилюванням, поєднаним із тканинним диханням.

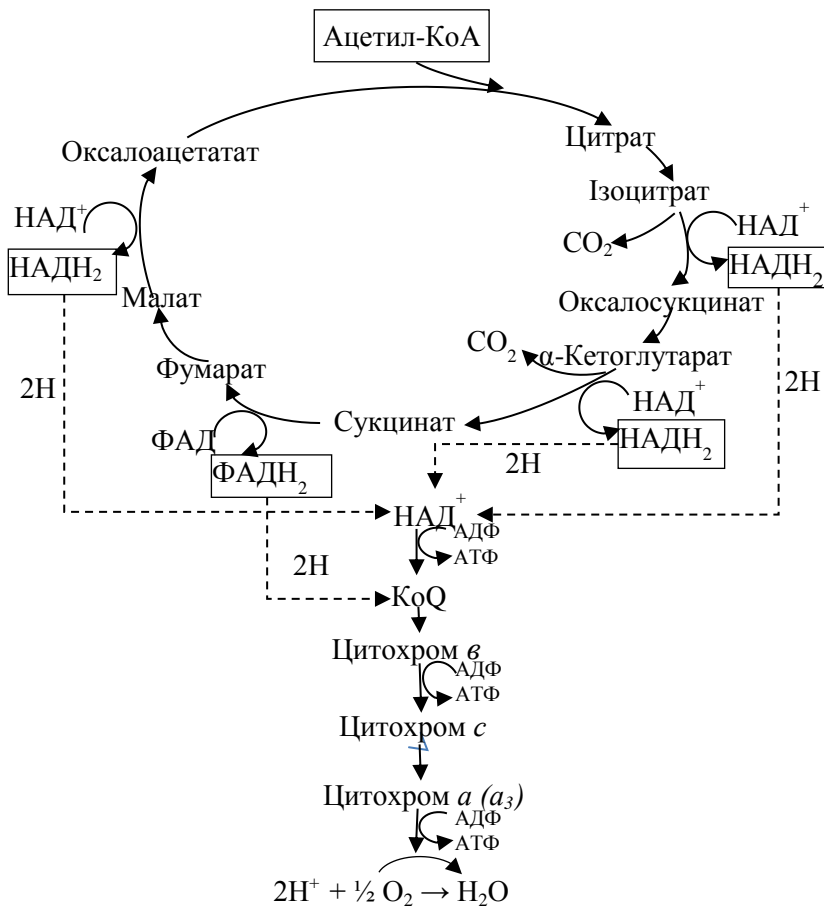


Рис. 29. Цикл трикарбонових кислот Кребса та тканинного дихання.

## 2.5. МІНЕРАЛЬНІ РЕЧОВИНИ

Мінеральні речовини надходять у тканини м'язів з током крові у вигляді іонів, солей, кислот і основ. У м'ясі різних видів сільськогосподарських тварин міститься 0,7–1,7 % мінеральних сполук. Із катіонів у м'язах є Калій, Натрій, Кальцій, Магній, у невеликих кількостях Купрум, Манган, Цинк. З аніонів найбільше залишків фосфатної кислоти, менше – хлоридної та інших кислот. Вміст мінеральних речовин у м'ясі залежить від його виду (табл. 12).

Таблиця 12 – Вміст мінеральних елементів у м'ясі

Компоненти	Яловичина	Свинина	Баранина	Кролятина	Курятина
Макроелементи, мг/100 г продукту:					
Калій	355	316	329	335	325
Кальцій	10,2	8,0	9,8	12,5	9,0
Магній	22,0	27,0	25,1	25,0	28,0
Натрій	73	64,8	101	57,0	88
Сульфур	230	220	165	225	180
Фосфор	188	170	168	190	200
Хлор	59	48,6	83,6	79,5	82
Мікроелементи, мкг/100 г продукту:					
Ферум	2900	1940	2090	3300	1200
Йод	7,2	6,6	2,2	5,0	–
Кобальт	7,0	8,0	6,0	16,2	13,0
Манган	35,0	28,5	35,0	13,0	12,0
Купрум	182	96	238	130	68
Молібден	11,6	13,0	9,0	4,5	6,7
Нікель	6,8	12,3	5,5	–	–
Фтор	63,0	69,3	120	73	76
Хром	8,2	13,5	8,7	8,5	7,5
Цинк	3240	2070	2820	2310	2128

Іони, що знаходяться у м'язовій тканині, відіграють важливе значення у підтримці сталості реакції середовища, осмосу та осмотичного тиску, у регулюванні специфічних функцій тваринного організму. Зокрема, іони Натрію підвищують збудливість, іони Калію й Магнію беруть участь у процесах скорочення і розслаблення м'язів.

Ряд двовалентних катіонів мають пряме відношення до процесів біосинтезу та функціонування багатьох білків м'язової тканини. Зокрема, 60 % всього Кальцію м'язів зв'язано з актином, 35 – з міозином, 3 % – з білками строми. Калій у м'язах переважно сконцентрований у саркоплазмі та всередині клітин, Натрій – у позаклітинному середовищі. Такий розподіл двох катіонів підтримується енергією клітинного дихання та гліколізу. Це створює натрій-калієвий насос, якому належить важлива роль у скороченні м'язів і в обміні речовин у м'язових волокнах.

Ферум, в основному, входить до складу гемоглобіну (80 %), а також міоглобіну, цитохрому та різних ферментів. Нестача його в кормах спричинює анемію.

Особливе значення у структурі та функціонуванні м'язової тканини належить Фосфору. Цей елемент входить до складу нуклеїнових кислот, АТФ, фосфатидів, креатинфосфату, гексозофосфатних кислот тощо. Вміст фосфорних сполук за перерахунку на Фосфор складає 0,22–0,25 %. Значна кількість (80 %) фосфатних сполук розчинна у воді та екстрагується із подрібненої маси м'яса після осаджування м'язових білків (наприклад, розчином трихлороцтової кислоти). У м'ясі залишаються нерозчинні у воді сполуки – фосфатиди і нуклеїнові кислоти.

Манган і Купрум впливають на процеси кровотворення. Нестача Купруму призводить до ендозоотичної атаксії (параліч задніх кінцівок), порушення росту шерсті, депігментації.

Цинк входить до складу карбоангідрази та деяких інших ферментів. Він активізує каротиназу, що сприяє перетворенню каротину на вітамін А.

Важливу роль в організмі відіграє Кобальт, який у складі вітаміну B<sub>12</sub> впливає на процеси кровотворення. Co<sup>2+</sup> за наявності Cu<sup>2+</sup> і Fe<sup>3+</sup> сприяє утворенню ретикулоцитів та їх перетворенню на зрілі еритроцити. Також цей елемент впливає на процеси біосинтезу білків та метаболізм жирів і вуглеводів у тканинах.

Важливе значення для організму тварин мають Йод, який входить до складу гормонів щитоподібної залози – тироксину та трийодтироніну. Фтор – необхідний компонент метаболізму кісткової тканини.

## 2.6. ВІТАМІНИ

**Вітаміни** (лат. *vita* – життя) – група низькомолекулярних органічних речовин різноманітної хімічної природи, необхідних для існування тварин і людини у мізерних кількостях порівняно з головними продуктами харчування (білками, ліпідами, вуглеводами, мінеральними речовинами та водою).

Відсутність вітамінів у кормах або порушення процесів їх засвоєння призводить до виникнення комплексу патологічних порушень обміну речовин і навіть до загибелі – *авітамінозів*,

нестача в організмі – до *гіповітамінозів*. Це негативно відбивається на більшості реакцій обміну речовин, викликає сповільнення процесів росту і розвитку організмів, зменшення продуктивності та стійкості організму до захворювань інфекційними і неінфекційними хворобами.

Відомо близько 40 вітамінів і вітаміноподібних сполук. Їх поділяють на дві групи – жиро- та водорозчинні вітаміни і вітаміноподібні сполуки. У складі м'яса представлені всі відомі вітаміни і провітаміни, необхідні для нормального розвитку, росту і діяльності організму. Абсолютна більшість вітамінів і провітамінів до організму надходить із кормом, частково – синтезується у шлунково-кишковому тракті (у полігастричних – у передшлунках, у моногастричних тварин – у кишечнику) деякими видами мікроорганізмів. Концентрація вітамінів у м'ясі залежить від вмісту їх у раціоні, фізіологічного стану та виду тварин, сезону року тощо. Провітаміни – попередники вітамінів, що містяться у складі кормів. Такими провітамінами є каротини ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) – для утворення вітаміну А, ергостерин і 7-дегідрохолестерол – для вітаміну D тощо.

Водорозчинні вітаміни м'яса представлені вітамінами групи В, Н, С і Р та вітаміноподібними речовинами – інозит, вітаміни В<sub>13</sub>, В<sub>15</sub>, U, В<sub>т</sub>, холін, п-амінобензойна кислота (ПАМК). Кількість вітамінів у м'ясі та субпродуктах змінюється у широких межах (табл. 13).

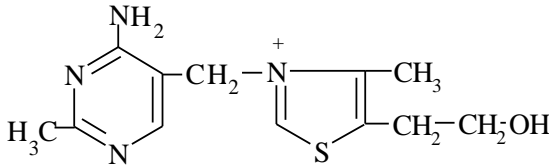
Таблиця 13 – Середній вміст вітамінів у м'ясних продуктах

Вітамін	Вміст вітамінів, мг/100 г				
	яловичина	баранина	свинина	телятина	печінка ялова
А	0,01	–	–	0,01	15
В <sub>1</sub>	0,1	0,17	0,93	0,025	0,4
В <sub>2</sub>	0,17	0,15	0,16	0,25	3
В <sub>3</sub>	0,6	1	1,25	1,45	6,3
В <sub>6</sub>	0,4	0,3	0,61	0,42	0,73
РР	4,22	5,8	2,7	6,21	17,5
Біотин	3	–	1,5	–	–
ПАБК	0,06	–	0,08	–	0,26
Холін	80	–	–	110	0,35
Фоліева кислота	0,1	–	–	–	0,35
В <sub>12</sub>	0,004	0,002	0,008	0,004	0,015

Більшість водорозчинних вітамінів – складові частини ферментів (коферменти і простетичні групи), беруть активну

участь у багатьох реакціях обміну всіх живих організмів. Вони розчиняються у воді, частково в етанолі, термолабільні, не стійкі до зміни рН, не можуть депонуватися у тканинах.

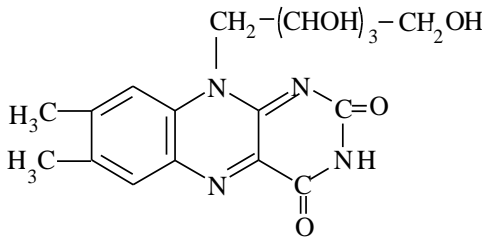
*Вітамін В<sub>1</sub>* (тіамін або аневрін) – попереджує захворювання тварин і людей на хворобу “бері-бері” та поліневрит, що супроводжується порушенням діяльності серця, травного тракту, м’язів та інших органів.



Вітамін В<sub>1</sub>

Вітамін бере участь у вуглеводно-енергетичному обміні, входить до складу ферментів, які каталізують декарбоксилювання пірвіноградної кислоти. За рН 3 тіамін витримує нагрівання до 120 °С без втрати активності, за рН 7 руйнується на 80 %. За соління втрати вітаміну становлять до 20 %. Руйнуванню тіаміну сприяє дія вологи, формальдегіду та сульфідів.

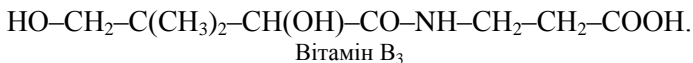
*Вітамін В<sub>2</sub>* (рибофлавін) – складова частина окисно-відновних флавінових ферментів, зокрема флавінаденіндинуклеотиду (ФАД), а також може знаходитися у вільному стані.



Вітамін В<sub>2</sub>

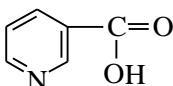
Вітамін В<sub>2</sub> запобігає захворюванням тварин дерматитами, кератитами, анемією, зменшенню приростів тощо. На вітамін багаті м’ясні продукти, особливо його багато у печінці, нирках, серці. За вмістом рибофлавіну з м’ясними продуктами може зрівнятися лише жовток курячого яйця. Після кулінарної та технологічної обробки втрати вітамінів незначні.

*Вітамін В<sub>3</sub>* (пантотенова кислота) – захищає організм від захворювання специфічним дерматитом:

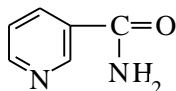


Пантотенова кислота входить до складу коензиму А, який відіграє важливу роль у синтезі жирних кислот, функціонуванні циклу трикарбонових кислот тощо. Для дріжджів та молочнокислих бактерій вітамін В<sub>3</sub> – фактор росту. Значна кількість пантотенової кислоти міститься у м'ясі, нирках, серці.

*Вітамін РР* (В<sub>5</sub>, антипеларгічний, нікотинава кислота і нікотинамід).



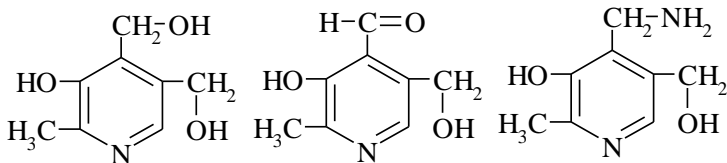
Нікотинава кислота



Амід нікотинавої кислоти

Вітамін В<sub>5</sub> є складовою частиною близько 100 оксидоредуктаз, які здійснюють біологічне окиснення. Він є коферментом багатьох ферментів, входить до складу НАД і НАДФ. М'ясо характеризується незначним вмістом вітаміну В<sub>5</sub>, проте його білки багаті на триптофан, який в організмі тварин і людей метаболізується до нікотинавої кислоти. Вітамін В<sub>5</sub> стійкий до дії температури, окисників, дії світла та автоклавування.

*Вітамін В<sub>6</sub>* об'єднує три сполуки – піродоксол, піродоксаль, піродоксамін:



Піродоксол

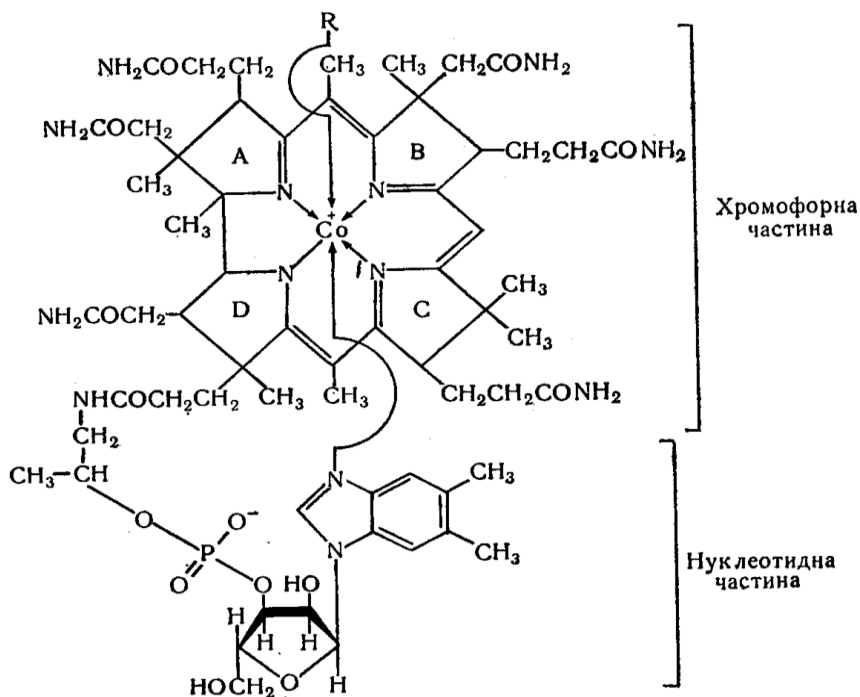
Піродоксаль

Піродоксамін

Вітамін у вигляді коферментів (фосфатів) входить до складу багатьох ферментів, які беруть участь в обміні амінокислот у клітинах, зокрема у дезамінуванні, переамінуванні, декарбоксілуванні тощо. Вітамін В<sub>6</sub> захищає організм від захворювання пелагрою. Тривала термічна обробка м'ясопродуктів може призвести до значних втрат вітаміну.



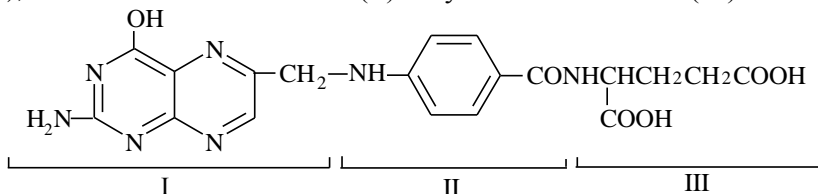
*Вітамін B<sub>12</sub>* (ціанокобаламін) попереджує організм від захворювання специфічною злоякісною анемією. У жуйних він бере участь у метаболізмі пропіонової кислоти, синтезі нуклеїнових кислот тощо.



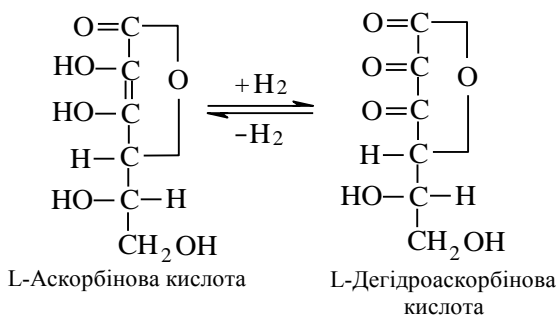
Вітамін B<sub>12</sub> у значній кількості міститься у печінці, дещо менше у нирках, селезінці, мозку, підшлунковій залозі та серці. Слабкі розчини кислот і лугів різко знижують його активність. За перебування продукту в автоклаві (121 °C, 15 хв) вміст вітаміну практично не змінюється, проте він здатний зворотно відновлюватися та окиснюватися.

*Вітамін B<sub>c</sub>* (фолієва кислота, фолацин) – фактор росту для мікроорганізмів. За нестачі в кормах фолієвої кислоти у тварин припиняється ріст, розвиток і знижується рівень продуктивності. Фолієва кислота та вітамін B<sub>12</sub> зв'язані із захисним білком. Нестача вітаміну B<sub>c</sub> та інших факторів росту (ніацину, пантотенової кислоти та біотину) може спричинювати анемію.

Молекула вітаміну складається із залишків похідного птеридину (I), *p*-амінобензойної кислоти (II) і глутаминової кислоти (III):

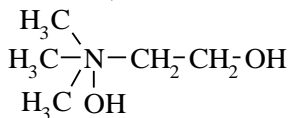


*Вітамін С* (антицинговий, аскорбінова кислота) бере участь у багатьох реакціях обміну, є донором та акцептором протонів та електронів:



Окиснення аскорбінової кислоти у дегідроаскорбінову активізується за участі металів (Cu, Fe), світла, повітря, а також за нагрівання. Вміст вітаміну С у м'ясі незначний, залежить від індивідуальних особливостей тварини, здебільшого знижується влітку. З метою зменшення витрат вітаміну С технологічну обробку продуктів краще проводити у кислому середовищі.

*Холін* – речовина, за відсутності якої виникає ожиріння печінки. Холін попереджає надлишкове відкладання нейтральних жирів та сприяє синтезу фосфатидів. Особливо багато холіну міститься в яєчному жовтку, мозку та печінці.

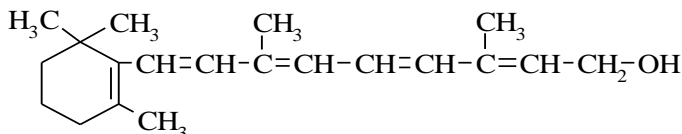


Холін

Жиророзчинні вітаміни представлені вітамінами А, D, Е, К, F і Q. Вони не розчиняються у воді, розчинні в органічних розчинниках,

термостабільні, стійкі до зміни рН середовища, здатні депонуватися у тканинах тваринного організму, частіше за все виконують пластичні функції, беруть участь у формуванні структури і функцій біомембран клітин. У м'ясі містяться жиророзчинні вітаміни в активній та неактивній формах (у вигляді провітамінів).

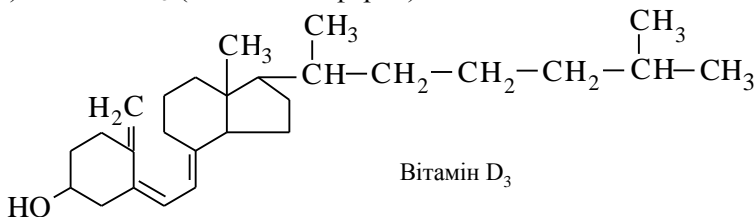
*Вітамін А* (ретинол, вітамін росту або антиксерофтальмічний):



Вітамін А<sub>1</sub>

У формі ретиналю вітамін входить до складу зорового пігменту родопсину, який забезпечує сприйняття світла. Ретинілфосфат бере участь у перенесенні залишків цукрів за біосинтезу глікопротеїдів. Найбільша кількість вітаміну А у м'ясі тварин спостерігається влітку та восени, коли тварини споживають зелений корм, багатий провітаміном. Значним вмістом вітаміну А відрізняється яловича печінка. Ретинол руйнується за дії ультрафіолетового опромінення, проте термічна обробка продукту практично не впливає на його кількість.

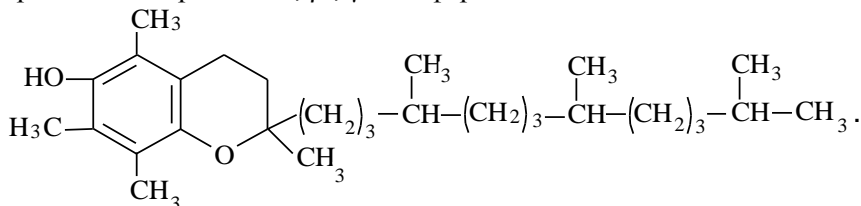
*Вітамін D* (кальциферолі) – група сполук, що проявляють антирахітичні властивості, забезпечують в організмі повноцінне скостеніння. Найбільше значення мають вітамін D<sub>2</sub> (ергокальциферол) і вітамін D<sub>3</sub> (холекальциферол):



Вітамін D<sub>3</sub>

Нестача вітаміну D порушує фосфорно-кальцієвий обмін, сприяє накопиченню у кістках солей Кальцію. Вітамін D<sub>3</sub> утворюється в організмі тварин і людини із 7-дегідрохолестеролу за ультрафіолетового опромінення. Кількість його у м'ясних продуктах незначна, проте у печінці в 3–4 рази більша, ніж у м'язах.

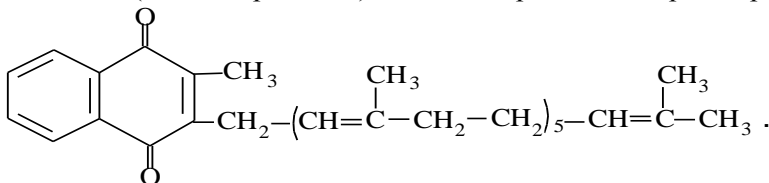
*Вітамін Е* (антистерильний, токоферол) попереджує безпліддя тварин і людини, гальмує вільнорадикальне окиснення ліпідів клітинних та інтрацелюлярних мембран. Вітамін представлений трьома вітамерами –  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -токоферолами:



Вітамін Е

Нестача вітаміну Е зумовлює ураження м'язової та нервової тканин. Найбільше токоферолу міститься у печінці та нирках (50 мг/100 г), менше у м'язах (6 мг/100 г). Вітаміни Е та А посилюють дію один одного (синергісти). Токоферол – стійка сполука, тривала термічна обробка практично не руйнує вітамін.

*Вітамін К* (антигеморагічний) – захищає організм від крововтрат.



Вітамін К<sub>2</sub>

У разі гіпо- та авітамінозів у тварин спостерігаються геморагічні діатези, крововиливи, знижується процес згортання крові та зменшення кількості протромбіну. Він складається із двох природних форм – вітаміну К<sub>1</sub> (філохінон) та К<sub>2</sub> (фарнохінон).

Вітамін може синтезуватися мікрофлорою кишечника. Жиророзчинні вітаміни переважно не можуть синтезуватися в організмі тварин і людини, а повинні надходити з кормом чи їжею.

За механізмом дії вітаміни є коферментами складних ферментів, входять до складу біомембран, виконують певні регуляторні функції на рівні окремих клітинних структур та цілого організму.

## 2.7. ЕКСТРАКТИВНІ РЕЧОВИНИ М'ЯСА

Екстрактивними речовинами м'яса вважаються такі сполуки, які розчиняються у воді та екстрагуються у вигляді водних розчинів. До них належать азотовмісні та безазотисті органічні речовини і мінеральні солі. Азотовмісні екстрактивні речовини мають різне походження. Значна кількість їх надходить у тканини м'язів із током крові (амінокислоти, пептиди, пуринові та піримідинові сполуки, креатин), частина є продуктами обміну (аміак, креатинфосфат, креатинін, АТФ, АДФ, АМФ та їх структурні аналоги). З усіх азотистих екстрактивних речовин за кількістю у м'ясі перше місце займає креатин (табл. 14).

Таблиця 14 – Вміст окремих азотистих екстрактивних речовин у м'ясі сільськогосподарських тварин і птиці

Компонент	Вміст, %	Компонент	Вміст, %
Креатин + креатинфосфат	0,20–0,50	Карнітин	0,02–0,05
Глутамінова кислота	0,030–0,40	Карнозин	0,10–0,250
Інозинова кислота	0,01–0,02	Ансерин	0,09–0,200
Вільні амінокислоти	0,1–0,7	Холін	0,08–0,09
Глутамін	0,040–0,045	Сечовина	0,002–0,2

Креатин знаходиться у вільному стані та у вигляді креатинфосфату. Скелетні м'язи містять значно більше креатину, ніж міокард. Його вміст залежить від виду тварин (табл. 15).

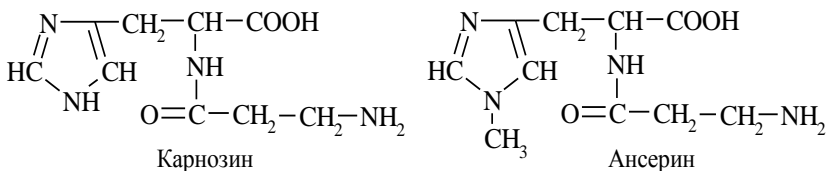
Таблиця 15 – Середній вміст креатину у поперечносмугастих м'язах

Вид тварин	Вміст креатину, %	Вид тварин	Вміст креатину, %
Морська свинка	0,36	Коні	0,34
Білі шурі	0,47	ВРХ	0,42
Кролики	0,52	Качки, гуси	0,41
Вівці	0,32	Голуби	0,45
Свині	0,40	Люди	0,39

Поперечносмугаста м'язова тканина здатна утримувати креатин у своїх структурах, а за надмірної кількості – виділяти креатин і креатинін із сечею.

*Карнозин та ансерин* – головні азотовмісні сполуки карнозинової фракції м'яса. Свіже м'ясо різних видів тварин і птиці містить 0,2–0,3 % карнозину, кількість якого різко зменшується за м'язової дистрофії та атрофії. Молекула карнозину – дипептид, утворений гістидином і  $\beta$ -аланіном.

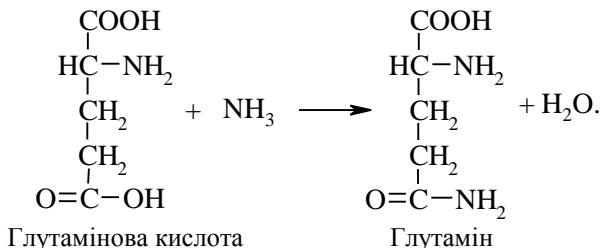
М'ясо містить 0,09–0,15 % ансерину, особливо багато його у білому м'ясі птиці:



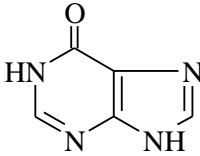
*Карнітин* – обов'язкова складова частина м'яса (0,02–0,5 % його сирій маси). Бере участь в утворенні м'язовою тканиною хімічної енергії (окиснювальному фосфорилюванні) у вигляді КрФ, АТФ та їх структурних аналогів:



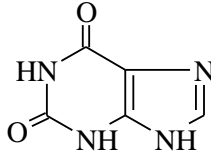
Серед інших азотистих екстрактивних речовин м'яса значне місце посідають глутамінова кислота і глутамін. Вміст їх у свіжому м'ясі досягає 150–200 мг на 100 г, що становить близько 75 % всіх амінокислот та амідів м'язів. Завдяки утворенню глутаміну у м'язовій тканині знешкоджується аміак, що утворюється у результаті роботи м'язів за дезамінування амінокислот:



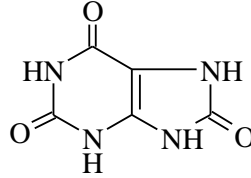
У м'ясі виявлений незначний вміст сечовини (15–20 мг на 100 г сирій маси). У таких кількостях вона міститься у більшості тканин тваринного організму і не є специфічною речовиною для м'язової тканини. У м'ясі знаходяться також інші азотовмісні екстрактивні речовини – АТФ та її структурні аналоги, продукти метаболізму (ксантин, гіпоксантин, сечова кислота тощо).



Гіпоксантин



Ксантин



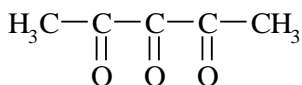
Сечова кислота

Безазотисті екстрактивні речовини представлені вуглеводами, серед яких значне місце належить глікогену (0,2–4 %), глюкозі (0,12–0,77 %), продуктам їх обміну, зокрема молочній кислоті (0,03–0,04 %), гексозофосфорним і тріозофосфорним естерам, пірро-виноградній кислоті та іншим сполукам.

## 2.8. РЕЧОВИНИ, ЩО ФОРМУЮТЬ ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ М'ЯСА

Головними органолептичними показниками м'яса є колір, аромат і смак. *Колір* свіжого м'яса на 90 % залежить від вмісту міоглобіну та оксимиоглобіну, на 10 % – від гемоглобіну й оксигемоглобіну. Червоне забарвлення свіжого м'яса на глибині до 4 см обумовлюється наявністю в ньому оксигемоглобіну. На більшій глибині м'ясо дещо темніше, що зумовлено наявністю у ньому міоглобіну. За тривалого зберігання м'ясо стає темнішим, а причиною потемніння є перетворення міоглобіну у метміоглобін, особливо на поверхні. Швидкість зміни кольору м'яса під час зберігання зумовлена рядом причин: парціальним тиском кисню, величиною рН, бактеріальною забрудненістю. Зі зменшенням парціального тиску швидкість переходу міоглобіну у метміоглобін зростає. Зі збільшенням у м'ясі концентрації водневих іонів зменшується його водневий показник (рН) і зростає швидкість утворення у м'ясі метміоглобіну. За значної бактеріальної забрудненості спостерігається швидке перетворення міоглобіну у метміоглобін, що призводить до різкої зміни кольору м'яса від червоного з різними відтінками до темно-червоного. За наявності в м'ясі бактерій, що у процесі життєдіяльності виділяють сірководень, м'ясо забарвлюється в зелений колір, з міоглобіну утворюється сульфоміоглобін, що робить м'ясо непридатним для їжі.

В утворенні *аромату і смаку* м'яса беруть участь багато різних речовин, більшість з яких знаходяться у мізерних кількостях і належать до низькомолекулярних екстрактивних сполук. До них, у першу чергу, належить діацетилкетон, що утворюється за окиснення жирних кислот м'яса, продуктів гідролізу нейтральних жирів та інших ліпідів.



Діацетилкетон

Діацетилкетон, одержаний синтетичними способами, використовується у виробництві маргарину, кремів, деяких сортів масла і консервів. Він утворюється за шинкового засолу і є однією з причин приємного запаху та смаку продукту навіть у разі розбавлення однієї частини речовини на 40 млн частин води.

Кислий смак м'яса залежить від наявності в ньому молочної, ортофосфорної та піровиноградної кислот. Солоний смак зумовлений вмістом натрієвих і калієвих солей цих кислот і хлоридів (NaCl, KCl). Гіркий присмак м'ясо має у разі надлишку деяких вільних амінокислот, азотовмісних екстрактивних речовин (креатину, карнозину, ансерину, креатинфосфату, глутаміну). Солодкий смак м'яса, особливо свіжого, залежить від вмісту в ньому глікогену, гексоз, пентоз, деяких тріоз і продуктів їх реакцій із фосфатною кислотою.

Відомо, що окрім речовин, зазначених вище, у формуванні аромату і смаку м'яса беруть участь сірковмісні та азотовмісні низькомолекулярні сполуки, більшість яких є леткими. Особливе місце займають монокарбоніві леткі жирні кислоти, що утворюються за гідролізу нейтральних жирів.

Ароматичні речовини м'яса високоспецифічні, термолабільні, легко розпадаються за дії високих температур, кисню повітря, сонячного опромінення.



### РОЗДІЛ 3. БІОХІМІЯ ЖИРОВОЇ ТКАНИНИ

*Жирова тканина* – обов’язкова складова частина організму сільськогосподарських тварин і птиці. Головна маса жирової тканини розміщена у підшкірній клітковині, частина – у вигляді прошарків між окремими м’язами і всередині м’язів, формуючи їх “мармуровість”, частина – внутрішній жир, основа якого розміщена в ділянці брижі та нирок (брижовий і нирковий жир). У туші ВРХ у середньому міститься від 1,5 до 15 % жирової тканини від загальної маси, овець – від 0,6 до 27 %, свиней – від 12,5 до 40 %.

Розвиток у тварин підшкірної жирової тканини є показником їх вгодованості. Кількість різних видів жирової тканини (підшкірної, міжм’язової, внутрішньом’язової, брижової і ниркової) залежить від виду тварин, віку, статі, годівлі, вгодованості, породи тощо.

Жирова тканина складається з ліпоцитів (жирових клітин), сполучнотканинних волокон (колагенових, еластичних і ретикулярних), кровеносних і лімфатичних судин, нервових закінчень, сполучнотканинних клітин (фіброцитів, гістіоцитів, лейкоцитів і лаброцитів). Цитоплазма ліпоцитів дуже мала (у вигляді невеликого обідка), ядро витиснуто на периферію клітин. Цитоплазма містить одну або декілька великих крапель жиру. Ліпоцит має великий розмір – близько 120 мкм. Жирова крапля ліпоциту складається з нейтрального жиру з домішками жирних кислот і холестеролу. Жир ліпоциту містить невелику кількість пігментів жовтого кольору – ліпохромів. У жировій клітині виявляють незначну кількість глікогену.

Бура жирова тканина, яка розміщена переважно навколо життєво важливих органів, складається з адипоцитів. Бурий колір тканини зумовлений наявністю великої кількості цитохромів, флавінів, гемоглобіну. Ця тканина виконує важливі функції в адаптації організмів тварин, особливо новонароджених, до складних умов зовнішнього середовища, зокрема до низьких температур. Тепло, що утворюється у результаті метаболізму

бурої жирової тканини, має велике значення для ссавців, що дозволяє їх організму підтримувати постійну температуру тіла.

### 3.1. ХІМІЧНИЙ СКЛАД І ФІЗИКО-ХІМІЧНІ КОНСТАНТИ ЖИРОВОЇ ТКАНИНИ

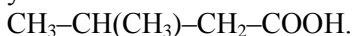
Хімічний склад жирової тканини залежить від багатьох факторів і, перш за все, від місця розміщення її в організмі (табл. 16).

Таблиця 16 – Хімічний склад жирової тканини свиней залежно від розміщення її в організмі

Компонент	Вміст компонентів, %		
	навколонирикова тканина	сальник	шпик (сало)
Волога	2,61	6,84	7,15
Білки	0,34	1,56	1,70
Жир	97,0	91,60	91,15

Хімічною основою жирової тканини є нейтральні жири, які є сумішшю тригліцеролів, утворених триатомним спиртом гліцеролом і вищими жирними кислотами (ВЖК). ВЖК у жирах представлені насиченими, ненасиченими і циклічними кислотами, а також оксикислотами. Насичені карбонові кислоти найчастіше мають парне число атомів вуглецю, зокрема масляна ( $C_3H_7COOH$ ), капронова ( $C_5H_{11}COOH$ ), лауринова ( $C_{11}H_{23}COOH$ ), міристинова ( $C_{13}H_{27}COOH$ ), пальмітинова ( $C_{15}H_{31}COOH$ ), стеаринова ( $C_{17}H_{35}COOH$ ) тощо.

Кислоти з непарним числом атомів Карбону мають розгалужену структуру:



Ізовалеріанова кислота

Ненасичені жирні кислоти мають 1–4 подвійні зв'язки:

олеїнова –  $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$ ;

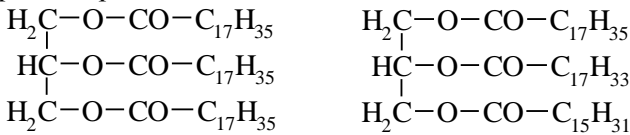
лінолева –  $CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH_2(CH_2)_7COOH$ ;

ліноленова –  $CH_3CH_3CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$ ;

арахідонова –  $CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_3COOH$ .

У складі жирів виявлені залишки циклічних кислот (хаульмугрової  $C_{17}H_{29}COOH$ ) та оксикислот: церебронової  $CH_3-(CH_2)_{21}-CH(OH)-COOH$  й оксинервонової  $CH_3-(CH_2)_3-CH=CH-(CH_2)_{12}-CH(OH)-COOH$ .

Тригліцероли бувають простими і складними. До складу простого тригліцеролу входять залишки однієї ВЖК, складного – двох або трьох жирних кислот:



Тристеарин

Стеариноолеїнопальмітин

Тваринний жир – суміш складних тригліцеролів. Так, свинячий жир складається з 8 різних тригліцеролів, з яких прості тригліцероли (триолеїн і трипальмітин) складають лише 4 %. Тваринні жири (окрім вершкового масла) називаються *салами* та мають тверду консистенцію.

В організмі сільськогосподарських тварин нейтральні жири в основному концентруються у підшкірній клітковині (до 50 %), м'ясі (до 37 %), у сальнику, сполучнотканинних капсулах нирок, печінці та інших органах.

В організмі тварин жири виконують ряд життєво важливих функцій, є джерелом хімічної енергії. Так, за тканинного окиснення з 1 г жиру утворюється 38,87 кДж енергії (1 г вуглеводів – 17,97; білків – 17,38 кДж). Жири – джерело ендогенної води: у разі окиснення 100 г жирів у тканинах утворюється 107,1 г води, що важливо для тварин південних широт (наприклад верблюдів) і тих, які впадають у зимову сплячку (білі ведмеді, ховрашки). Жири – розчинники та депо ряду органічних речовин, особливо вітамінів А, Е, К, D, F і Q. Вони беруть участь у терморегуляції, мають низьку теплоємність, захищають організм від механічних пошкоджень (як складової частини капсул органів), зумовлюють еластичність шкіри.

Жири печінки тріскових риб – важливе промислове джерело вітамінів А і D. Технічні жири є сировиною для хімічної, легкої, парфумерної промисловості та інших галузей, їх застосовують для виробництва миючих засобів, піноутворювачів тощо.

Якість жирів характеризується фізичними і хімічними константами. До *фізичних констант* належать: густина, температура плавлення і застигання, коефіцієнт рефракції (для

рідких жирів). *Хімічними константами* жирів є число омилення, Рейхарда-Мейсля, йодне, кислотне число тощо (табл. 17).

Таблиця 17 – **Фізичні та хімічні константи жирів**

Константи	Вид жиру			
	яловичий	свинячий	баранячий	молочний
В'язкість за 60 °С / за 40 °С	3,6 / –	3,56 / –	3,6 / –	– / 4,6
Густина за 15 °С, г/см <sup>3</sup>	0,937–0,953	0,915–0,923	0,937–0,961	0,920–0,944
Температура плавлення, °С	42–52	36–48	44–55	28–36
Температура застигання, °С	34–38	26–32	32–45	18–23
Коефіцієнт заломлення світла (за 40 °С)	1,456–1,451	1,457–1,461	1,456–1,458	1,453–1,457
Число рефракції	46–49	44,8–53	46–48,5	42–45
Число омилення	190–200	193–200	192–206	212–247
Число Рейхарда-Мейсля	0,2–0,6	0,3–0,9	0,1–0,7	20–37
Йодне число	32–47	45–56	31–48	25–45
Кислотне число	0,1–0,6	0,3–0,9	0,1–0,2	
Пероксидне число, % Йоду	0,02	0,08	0,08	0,02
Вміст води, %	0,2–0,3	0,25–0,3	0,2–0,3	0,9–1,0
Калорійність, ккал/100 г	950,5	950,9	944,9	912,0
Засвоєння, %	80–94	96–98	80–90	93–98,5

*Число омилення* показує кількість мг гідроксиду калію (KOH), яку потрібно затратити на нейтралізацію жирних кислот, що утворились за омилення 1 г жиру.

*Число Рейхарда-Мейсля* показує кількість 0,1 н. розчину гідроксиду натрію (NaOH), яка необхідна для нейтралізації летких жирних кислот (масляної, капронової, каприлової), що утворились за гідролізу 5 г жиру та відігналися з водяною парою.

*Йодне число* характеризує наявність у складі жиру ненасичених жирних кислот (у вигляді кислотних залишків у молекулах жиру) і визначається кількістю грамів йоду, що приєднує 100 г жиру.

*Пероксидне число* виражають кількістю Йоду у %, яка прореагувала за певних умов з наявними в жирі пероксидною чи гідрпероксидною групою.

### **3.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯКИХ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТВАРИННИХ ЖИРІВ**

З усіх тваринних жирів найбільше значення для харчування людини, годівлі тварин і технологічних потреб мають три жири – яловичий, свинячий і баранячий (табл. 18). Загальний вихід

ліпідних сполук із жирової тканини у середньому складає 96 % (без фракції вільних жирних кислот).

Таблиця 18 – Ліпідний склад жирової тканини різних видів сільськогосподарських тварин

Компоненти	Вміст речовин, мг/г ліпідів		
	яловичий	свинячий	баранячий
Тригліцероли	642,5	726,4	673,8
Фосфоліпіди	289,8	210,5	267,2
Холестерол	25,1	15,4	20,3
Естери холестеролу	1,6	1,8	1,7
Загальний вміст ліпідів, % у м'язовій тканині	1,93	2,78	2,98

Жири різних видів тварин містять залишки насичених та ненасичених карбонових кислот, проте найбільшу частку складає олеїнова кислота (табл. 19).

Таблиця 19 – Вміст вищих карбонових кислот у жирах

Кислоти	Вміст у жирі, %		
	яловичий	свинячий	баранячий
Пальмітинова	27–29	25–32	25–27
Стеаринова	24–29	8–16	25–31
Олеїнова	43–44	34–44	36–43
Лінолева	2–5	3–8	3–4,5
Ліноленова	0,2–0,6	0,8	
Міристинова	2,0–2,5	До 1	2,0–4,6

*Яловичий жир* одержують методом його витоплювання паром із сала-сирцю, де його вміст становить 88–90 %. Розрізняють жир підшкірний та із внутрішніх органів. Яловичий жир має світло-жовте забарвлення, слабкий запах і майже без смаку. Таке сало, окрім харчових цілей, використовується у техніці для виробництва стеарину та олеїну за пресовим методом.

*Свинячий жир-сирець* поділяють на підшкірний, який називається шпиком або салом, і внутрішній, який одержують із внутрішніх органів тварин. Після витоплювання він перетворюється на смалець. Чистого жиру у салі-сирці міститься від 90 до 98 %. Вміст внутрішнього жиру-сирцю складає 12–13 % від загальної маси тіла тварин, а кількість шпику-сирцю залежно від вгодованості змінюється від 5 до 40 %.

У порівнянні з іншими жирами свиняче сало має меншу температуру плавлення. Йому притаманний білий колір та м'язоподібна консистенція. Свиняче сало використовують в основному з харчовою метою у натуральному або переетерифікованому вигляді, у техніці – для виробництва різних сортів туалетного мила.

*Баранячий жир* отримують витоплюванням жиру-сирцю із туш овець. Вміст жиру-сирцю до маси тіла тварин складає 5,5–11,5 %. Високий вміст жиру-сирця є типовим для овець курдючних порід. Вміст чистого жиру в жировій тканині коливається у межах 88–97 %. Баранячий жир відрізняється від яловичого сала більш високою температурою плавлення і застигання за рахунок меншої кількості залишків олеїнової кислоти. За зовнішніми ознаками він теж відрізняється від яловичого сала – біліший (майже білий), твердіший і має виражений специфічний запах.

Жир використовується у виробництві туалетного мила. Температуру топлення баранячого жиру можна знизити до 36–38 °С реакціями переетерифікації. Такий жир використовують для харчових цілей.

### 3.3. ОБМІН ЛІПІДІВ

Нейтральні жири – хімічна основа жирової тканини і всіх ліпідів тваринного організму. Обмін ліпідів – складова частина загального обміну речовин. Він складається з чотирьох етапів: перетравлювання, всмоктування, проміжного і кінцевого обміну.

У ротовій порожнині корми, що містять ліпіди, механічно подрібнюються, змочуються слиною і перетворюються на харчову грудку. Перетравлювання частково починається у шлунку, де за дії ліпази добре емульговані жири (наприклад, молока) розщеплюються до гліцеролу і жирних кислот. У молодих тварин тут розщеплюється до 10 % жирів раціону, у дорослих – 3–5 %. Головним місцем перетравлювання нейтральних жирів є тонкий відділ кишечника. Розщеплення відбувається під впливом жовчі (емульгує жири), соку підшлункової залози і кишкового соку (ліполітичні ферменти),  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$  та деяких білків. Під впливом цих факторів з молекул нейтрального жиру утворюються гліцерол і жирні кислоти (більшість з них – ВЖК), стеридів – ВЖК

і холестерол, з фосфатидів – спирти (гліцерол, інозит, сфінгозин), ВЖК, фосфорна кислота, азотні основи тощо.

Продукти перетравлювання нейтральних жирів і молекул інших ліпідів всмоктуються ворсинками тонкого відділу кишечника. У тварин 10 % нейтрального жиру всмоктується у вигляді тригліцеролів (сильно емульговані частинки), 10 % – у вигляді моно- і дигліцеролів, 80 % – кінцевих продуктів гідролізу. Гліцерол всмоктується у чистому вигляді, жирні кислоти і холестерол – у вигляді розчинних у воді комплексів з жовчаними кислотами – холеїнових кислот.

Особливістю проміжного обміну жирів та ліпідів порівняно з обміном інших речовин є те, що зразу після всмоктування у клітинах епітелію ворсинок відбувається їх ресинтез, який характерний для кожного виду сільськогосподарських тварин чи птиці. Матеріалом для ресинтезу слугують складові частини ліпідів корму, що утворились перед всмоктуванням. Після всмоктування холеїнові кислоти розщеплюються на жовчні кислоти, ВЖК і холестерол. За дії відповідних синтетаз у базальних мембранах епітеліоцитів утворюються молекули ліпідів, які надходять у кровоносне русло брижі ворсинок і воротну вену. У тканинах печінки відбуваються подальші зміни молекул ресинтезованих ліпідів відповідно до потреб тваринного організму. Надалі ліпіди через систему печінкової вени транспортуються у велике коло кровообігу, де їх вміст становить 0,9 %. Вони представлені хіломікронами, ліпопротеїдними комплексами, вільними жирними кислотами. У такому вигляді ліпіди надходять в органи і тканини, після чого використовуються для енергетичних, пластичних і метаболічних потреб організму.

Значна кількість нейтрального жиру резервується у жировій тканині, зокрема під шкірою, у сальнику, навколо нирок і в інших частинах організму (зокрема, у сполучнотканинних капсулах). Нейтральні жири у сполучнотканинній стромі м'язів формують “мармуровість” м'яса. Певна кількість жирів утворюється за рахунок біосинтезу із проміжних продуктів обміну вуглеводів, білків, нуклеїнових кислот та інших сполук. Хімічний склад резервних жирів визначається складом корму. Зокрема, за годування тварин макухою у складі жирів переважають залишки ненасичених вищих жирних кислот. За відгодівлі свиней впродовж

3-х місяців за рахунок вуглеводів може синтезуватися до 22 кг жиру. Зв'язувальною ланкою переходу вуглеводів у жири і навпаки є піруват й ацетил-КоА. З них залежно від потреб організму синтезуються інші ліпіди. Гліцерол може утворюватися відновленням 3-фосфогліцеринового альдегіду або фосфодіоксиацетону (продуктів анаеробного гліколізу або глікогенолізу). З пірвіноградної кислоти утворюється ацетил-КоА, а з нього – вищі жирні кислоти. За вмісту у клітинах гліцеролу і ВЖК за дії синтетаз утворюються молекули різних тригліцеролів. Вважається, що кожний жир перед тим, як використовуватися тканинами і клітинами, має обов'язково побувати у жировому депо. За необхідності ліпіди з депо надходять у плазму крові, відповідні органи, тканини і клітини, де і використовуються для різноманітних потреб. Вихід жирів з депо регулюється нервовою та гуморальною системами.

Головними кінцевими продуктами ліпідного обміну є вуглекислий газ і вода. Вони виділяються легеньми, нирками, товстим відділом кишечника, потовими залозами. Вода виділяється переважно у складі сечі і поту, частково – у складі калу і видихуваного повітря. Головним органом виділення вуглекислого газу є легені.



## РОЗДІЛ 4. ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ М'ЯСА

### 4.1. ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ М'ЯСА

Для м'яса характерні властивості, що відтворюють його якість і харчову цінність. Харчова цінність – кількісне співвідношення поживних речовин у продукті та сумарна енергетична цінність, органолептичні характеристики виробу та здатність речовин перетравлюватися та засвоюватися організмом (рис. 30).

*Вихід м'яса* – процентне співвідношення маси м'яса (без жиру-сирцю і субпродуктів) до маси тіла тварини (перед постановкою на передзабійну витримку). Зокрема, для яловичини вищої вгодованості вихід м'яса складає 47–53 %, середньої вгодованості – 44–48, свинини без шкури – 56,1–64,5, баранини – 40,9–42,0 %.

*Колір м'яса* залежить від вмісту в ньому міоглобіну, жирової тканини (вона надає йому “мармурового” вигляду) та інших факторів. Тут відзначаються вид, стать, порода, вгодованість, напрямок господарського використання тварин та інтенсивність біохімічних процесів, що протікають у м'ясі після забою (стадії заляккання, дозрівання, автолізу та гниття).

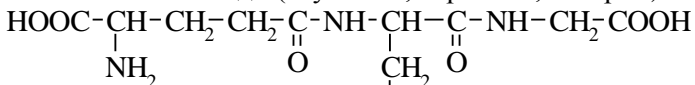


Рис. 30. Показники харчової цінності продукту.

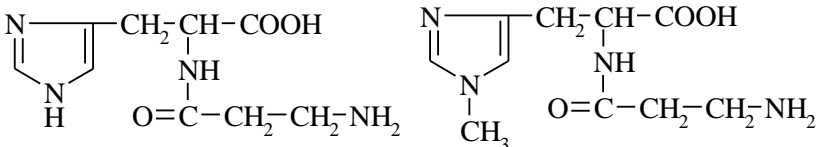
М'ясо має блідо-рожевий колір у телят, блідо-червоний – у молодняку ВРХ, яскраво-червоний – у корів і дорослих бичків-кастратів, темно-червоний – у некастрованих старих бугаїв (часто з синюшним відтінком). М'ясо, одержане від баранів і старих овець, має темно-червоний колір, молодих і дорослих овець – світло-червоний, ягнят – рожевий. М'ясо добре відгодованих поросят найчастіше блідо-рожеве чи рожево-червоне. М'ясо добре вгодованих свиней має блідо-червоний і блідо-сірий колір. Темно-червоне забарвлення м'яса з синім відтінком виникає за недостатнього знекровлення туші. М'ясо тварин, що утримувались на вигулах, більш червоне, ніж тих, що знаходились на стійловому утриманні. Колір тваринних жирів залежить від наявності каротиноїдів, що зумовлюють виникнення жовтого кольору.

Колір м'яса обумовлює його привабливість і залежить від наявності міоглобіну та його похідних. Інтенсивний яскраво-червоний колір пояснюється оксигемоглобіном, темно-червоний – міоглобіном. Крім того, у м'ясі є сполуки, які мають червоне (гемпігменти, вітамін В<sub>12</sub>) та жовте (флавінові ферменти) забарвлення.

*Запах м'яса* дорослих тварин – специфічний для кожного виду. Неприємно пахне м'ясо некастрованих самців, зокрема кнурів, баранів і цапів. Причиною такого запаху є наявність капронової (С<sub>5</sub>Н<sub>11</sub>СООН), каприлової (С<sub>7</sub>Н<sub>15</sub>СООН) і капринової (С<sub>9</sub>Н<sub>19</sub>СООН) кислот та деяких інших сполук. Попередниками смаку та аромату є вуглеводи, амінокислоти, азотовмісні екстрактивні речовини, органічні кислоти та пептиди (глутатіон, карнозин, ансерин):



Глутатіон



Карнозин

Ансерин

За недоброякісного зберігання м'яса (різноманітного забруднення, високих температур тощо) у ньому розвивається

гнильна мікрофлора, з'являється гнильний запах (причиною найчастіше є утворення з амінокислот лізину й орнітину трупних отрут – амінів кадаверину і путресцину). У м'язовій тканині накопичуються проміжні продукти обміну (молочна, піровиноградна, мурашина, ацетатна, масляна, кетоглутарова, щавлево-ацетатна кислоти), які спричиняють виникнення “букету” запахів та смаку. Сірковмісні сполуки (меркаптани, тіоспирти, тіоестери) містяться у м'ясі в незначних кількостях, проте суттєво впливають на аромат.

За термічної обробки екстрактивність цих речовин значно збільшується, а смак і запах стають виразнішими.

*Консистенція м'яса*, перш за все, визначається його тканинним складом, видом, породою забійних тварин, статтю і часом, що пройшов з моменту забою, умовами зберігання м'яса й іншими факторами. М'ясо молодяку ВРХ – ніжне і зернисте, корів м'ясних порід – тонкозернисте з вираженою “мармуровістю”, молочних порід – щільне і грубозернисте, бугаїв і некастрованих бичків – грубозернисте, без “мармуровості”. Консистенція м'яса свиней найчастіше м'яка і ніжна, пружна в ділянці кінцівок, тонко-й грубозерниста, з добре вираженою “мармуровістю”. Охолоджене м'ясо має пружну консистенцію. Несвіже м'ясо і м'ясо у стадії гниття – непружне, у разі надавлювання ямка майже не зникає.

*Ніжність та соковитість м'яса* є важливою властивістю, що визначає його харчову цінність. Вона визначається місцем взяття відрубу, породи, статі, віку тварини. На ніжність та соковитість м'яса впливають тривалість, температура зберігання та методи технологічної обробки.

Окремі хімічні речовини, які формують фізико-хімічні властивості та харчову цінність м'яса, різноманітні за хімічною природою, кількісним складом і значенням.

*Водозв'язувальна здатність м'яса* зумовлює здатність м'яса утримувати певну кількість вологи, що впливає на його властивості та консистенцію.

М'ясо різних видів сільськогосподарських тварин і птиці містить значну кількість води, що перебуває у вільному та зв'язаному станах. У скелетних м'язах теплокровних тварин 75–80 % води та 20–25 % сухого залишку. Вміст води у м'язах втомлених тварин значно збільшується і досягає 80–83 %. Головна маса води у м'ясі

знаходиться у вільному стані (більше 90 % всієї води м'яса). Зв'язана вода складає у середньому 4 % всієї води м'яса.

Вода входить до складу сольватних оболонок білкових міцел (рис. 31). Зв'язок між міцелами білків і молекулами води здійснюється у результаті взаємодії полярних білкових груп ( $-\text{COOH}$  та  $-\text{NH}_2$ ) з диполями води. Деяка частина води входить до складу порожнинних структур клітин і симпластів тканин м'яса (імобілізована), певна кількість сполучена із неорганічними іонами (гідратована).

За певних умов (розморожування, нагрівання, в'ялення) змінюється співвідношення між різними формами води, що впливає на кількість відокремленого м'ясного соку та на його технологічні властивості.

Кількість приєднаної води у тонкоподрібненій сировині зумовлена концентрацією гідрофільних центрів білків, що, у свою чергу, залежить: від природи протеїнів та їх вмісту; рН середовища; ступеня взаємодії різних білків між собою у процесі посмертних змін актиміозинового комплексу, що супроводжується блокуванням полярних груп; наявністю нейтральних солей, зокрема кухонної, що підвищує розчинність актину і міозину, перешкоджає їх комплексоутворенню; температури середовища та ступеня подрібнення м'язової тканини.

Характеристика м'ясопродуктів складається із комплексу фізичних властивостей, тому окремі параметри не відображають характер змін навіть у найпростішому процесі. Важливе значення має виявлення взаємозв'язку та взаємовпливу на перший погляд різних характеристик сировини та продуктів, зокрема теплофізичних, електрофізичних, акустичних, оптичних тощо.

*Теплофізичні властивості* м'яса (теплопровідність, теплоємність і теплопровідність) визначають характер та швидкість

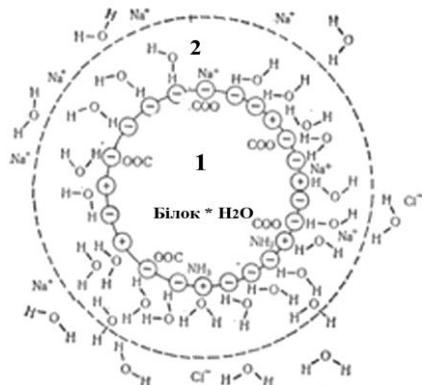


Рис. 31. Схема будови молекули білка у водному розчині, який стабілізований розчином NaCl: 1 – молекула білка; 2 – сольватна оболонка.

перебігу теплових процесів, які використовують для одержання продуктів з новими якісними показниками. Ці властивості характеризуються питомою теплоємністю (С), густиною (ρ), коефіцієнтами теплопровідності (λ) та температуропровідності (α). Теплофізичні властивості м'яса залежать від вмісту вологи, жиру, а також від виду тварин і птиці (табл. 20).

Таблиця 20 – Теплофізичні властивості м'яса та м'ясопродуктів

Вид м'яса	Показники					
	волога, %	жир, %	ρ, кг/м <sup>3</sup>	С, Дж/кг×К	λ, Вт/м×К	α×10 <sup>8</sup> , м <sup>2</sup> /с
Яловичина:						
– вищий сорт	–	–	1062	3517	0,455	12,3
– I 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
Ноги пісні	72	6,1	1158	3475	0,50	13,0
Курятина	–	–	1030	3559	0,415	10,9
Ковбаса варена	–	–	1012	3770	0,46	12,5

*Електрофізичні властивості* відображають структурно-механічні та біохімічні зміни у м'ясі, які залежать від вологості, температури та ступеня подрібненості продукту. Так, питома електропровідність подрібненої яловичини за 25 °С становить  $6,2 \times 10^3$  Ом/м, а за 45 °С –  $7,5 \times 10^3$  Ом/м. Питомий опір окремих компонентів клітин є різним (табл. 21).

Таблиця 21 – Питомий опір зневоднених білків і поліпептидів м'яса

Білок	Опір, Ом/м	Білок	Опір, Ом/м
Тромбін	$2,6 \times 10^9$	Желатин	$4,7 \times 10^{11}$
Фібриноген	$6,2 \times 10^9$	Гемоглобін:	
Альбумін	$7,9 \times 10^9$	– нативний	$5,4 \times 10^9$
Еластин	$2,0 \times 10^{12}$	– денатурований	$1,1 \times 10^{10}$
Колаген	$2,9 \times 10^{11}$	Глобін	$4,5 \times 10^{11}$

М'ясо та м'ясопродукти внаслідок складної будови характеризуються високою *оптичною щільністю*, яку зумовлюють коефіцієнти поглинання, відбивання та пропускання.

Основними *акустичними характеристиками* є частота коливань, швидкість звуку, амплітуда, хвильовий та питомий акустичний опір середовища, звуковий тиск, інтенсивність звуку тощо.

## 4.2. ХІМІЧНИЙ СКЛАД М'ЯСА РІЗНИХ ВИДІВ ТВАРИН І ПТИЦІ

М'ясо багатьох видів тварин різниться між собою за співвідношенням тканин (табл. 22), фізико-хімічними показниками, хімічним складом, біологічною цінністю, органолептичними ознаками.

Таблиця 22 – Співвідношення тканин у різних видах м'яса

Тканина	% до маси обробленої туші		
	яловичина	свинина	баранина
М'язова	57–62	39–58	49–56
Жирова	3–16	15–45	4–18
Сполучна	9–12	6–8	7–11
Кісткова і хрящова	17–29	10–18	20–35
Кров	0,8–1,0	0,6–0,8	0,8–1,0

Крім цього, різні види м'яса відрізняються між собою білковим показником. Так, для яловичини він дорівнює 4,7, баранини – 4,0, свинини – 5,5.

Хімічний склад м'яса, перш за все, визначається видом і вгодованістю забійних тварин (табл. 23).

Таблиця 23 – Хімічний склад та енергетична цінність м'яса

М'ясо	Вміст, %				Енергетична цінність, кДж/100 г
	вода	білок	жир	зола	
Яловичина 1 категорії	70,5	18,0	10,5	1,0	716
Яловичина 2 категорії	74,1	21,0	3,8	1,1	507
Баранина 1 категорії	65,8	16,4	17,0	0,8	942
Баранина 2 категорії	69,4	20,8	9,0	0,8	708
Свинина жирна	47,5	14,5	37,3	0,7	1700
Свинина м'ясна	60,9	16,5	21,5	1,1	1122
Телятина жирна	72,8	19,0	7,5	0,7	615
Телятина пісна	78,2	20,0	0,5	1,3	364
Конина	66,3	21,5	10,0	1,7	766
Оленина	72,9	19,1	6,0	1,1	578
М'ясо яка	75,1	20,1	3,5	1,2	481
М'ясо кролика	69,3	21,3	8,0	1,2	678

М'ясо – цінне харчове джерело багатьох поживних речовин, у т.ч. амінокислот, серед яких значне місце займають незамінні амінокислоти (табл. 24).

Таблиця 24 – Вміст амінокислот у білках м'язової тканини у перерахунку на загальний азот

Амінокислоти	Вміст загального азоту, %				
	яловичина	свинина	баранина	кони́на	печі́нка бичка
Аргінін	14,6	14,5	13,8	15,2	13,0
Гістидин	307	4,1	4,1	2,9	3,8
Лізін	10,2	10,0	10,3	8,7	10,6
Тирозин	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Триптофан	1,7	1,9	1,8	1,8	2,0
Цистеїн	0,9	1,0	0,9	1,0	1,6
Глутамінова кислота	20,0	–	–	–	–
Аспарагінова кислота	6,8	–	–	–	–

М'ясо різних видів сільськогосподарських тварин багате на вітаміни (табл. 13). Кількісний склад мінеральних елементів у м'ясі залежить від виду і вгодованості забійних тварин (табл. 25).

Таблиця 25 – Мінеральний склад їстівної частини м'яса

М'ясо	Вміст, мг/100 г м'яса				
	К	Са	Mg	Р	Fe
Яловичина 1 категорії	305,0	10,0	21,0	194	2,7
Баранина 1 категорії	278,0	9,0	19,0	177	2,5
Свинина м'ясна	279,0	9,0	19,0	178	2,5
Телятина жирна	322,0	9,0	22,0	188	1,7

Харчова цінність м'яса має видові особливості (табл. 26).

Таблиця 26 – Харчова цінність м'яса різних видів тварин

Показники	Яловичина	Свинина
Вміст триптофану, мг/г білкового нітрогену	89,5–98,0	86,64
Вміст оксипроліну, мг/г білкового нітрогену	14,8–16,5	12,05
Триптофан/оксипролін	5,0–7,0	7,2
Вміст сполучних білків, % до загального білка	1,7–2,5	1,4
Вміст внутрішньом'язового жиру, % до м'яса	1,5–3,0	3,3
Вологозв'язувальна здатність, г води/г білка	2,5–2,6	2,5
Інтенсивність забарвлення, оптична щільність за довжини хвилі 545 нм	1,2–1,4	0,67

М'ясо сільськогосподарської птиці має добрі кулінарні якості, легко перетравлюється і засвоюється організмом людини. Хімічний склад такого м'яса залежить від виду, породи, лінії, віку, статі, вгодованості птиці, сезону тощо (табл. 27).

Таблиця 27 – Хімічний склад та енергетична цінність м'яса сільськогосподарської птиці

Вид птиці	Категорія вгодованості	Вміст, %				Енергетична цінність кДж/100 г
		вода	білок	жир	зола	
Кури	I	65,5	19,8	13,7	1,0	837
Кури	II	70,9	21,4	6,8	0,9	649
Курчата	I	67,5	29,8	11,5	1,2	775
Курчата	II	72,1	22,8	4,0	1,1	586
Індичка	I	60,0	19,9	19,1	1,1	1047
Індичка	II	66,8	24,5	8,0	1,2	733
Індиченята	I	68,4	22,5	8,2	0,9	737
Індиченята	II	70,6	25,6	3,3	1,0	615
Цесарки	I	61,1	16,9	21,1	0,9	1063
Цесарки	II	71,4	20,5	7,1	1,0	649
Качки	I	49,4	13,0	37,0	0,6	1528
Качки	II	58,7	17,5	22,9	0,9	988
Каченята	I	56,6	15,8	26,8	0,8	1130
Каченята	II	63,0	16,9	19,2	0,9	1545
Гуси	I	48,9	12,2	38,1	0,8	1352
Гуси	II	59,4	16,9	22,8	0,9	1272
Гусенята	I	52,9	16,8	29,8	0,5	1114
Гусенята	II	67,6	20,3	11,4	0,7	737

Пташине м'ясо містить менше сполучної тканини, ніж м'ясо сільськогосподарських тварин, має ніжну консистенцію, високий вміст есенціальних жирних кислот, високу енергетичну цінність, добрі смакові якості, кращу засвоюваність. Високий вміст у пташиному м'ясі ненасичених кислот впливає на жирові константи (табл. 28).

Таблиця 28 – Фізико-хімічні константи жиру сільськогосподарської птиці

Показники	Жир			
	гуска	індичка	курка	качка
Вміст кислот, %				
– олеїнова	31–41	42	29–55	36–48
– лінолева	10–35	24	18–23	17–32
– ліноленова	0,4	1,4	1,0–1,5	0,7–1,3
– арахідонова	0,05	0,2	0,6–1,5	0,2–1,7
Йодне число	60–90	64–84	67–81	23–38
Температура топлення, °С	26–39	31–35	23–38	31–38



Пташине м'ясо багате на мінеральні речовини. Так, м'ясо індиків має високий вміст Ca, P та Fe (табл. 29).

Таблиця 29 – Вміст деяких мінеральних елементів у м'ясі птиці

М'ясо	Вміст, мг/100 г		
	Ca	P	Fe
Гусяче	13	210	1,8
Індиче	24	320	3,2
Куряче	12	200	1,5
Качине	13	150	1,3

### 4.3. СКЛАД М'ЯСА ЇСТІВНИХ ДИКИХ ТВАРИН

У ряді регіонів країни для харчування людей використовується м'ясо диких тварин. Їстівна якість м'яса таких тварин залежить від історичних традицій і звичаїв місцевого населення. Різновиди м'яса тварин, що вживається в різних культурах: яловичина (бізон, корова, як), баранина, свинина, конина (кінь, зебра), дичина (олень, лось), собачатина (собака, лисиця, вовк), кошатина (кішка, лев, тигр), гризуни (зайчатина, кролятина, білка, бабак, дикобраз, морська свинка), антилопа, жираф, слон, носоріг, ведмежатина. М'ясо птахів – курятина, качатина, гусятина, індичатина, дичина (голуб, перепел, фазан, куріпка).

Для м'яса різних видів тварин характерний певний морфологічний склад (табл. 30).

Таблиця 30 – Морфологічний склад м'яса їстівних диких тварин

Вид тварин	Вміст у тканинах, %			
	м'язова	жирова	сполучна	кісткова
Лось дорослий	73,5	0,6	7,9	18,0
– молодняк	69,7	0,3	10,5	19,5
Північний олень дорослий	70,5	5,5	6,7	17,3
– молодняк	70,0	1,5	9,0	19,5
Косуля доросла	74,6	3,0	5,4	17,0
– молодняк	73,0	1,2	8,1	17,7
Сайгак дорослий	68,7	9,8	5,4	16,1
– молодняк	67,2	2,9	7,3	18,6
Дикий кабан	60,0	13,5	7,5	19,0
Заєць	74,0	0,5	7,6	19,0

М'ясо рiзниться за кольором м'язової тканини i будовою м'язових волокон. Так, конина темно-червоного кольору, на повітрі ще більше темніє, стає чорно-червоною із синюватим відтінком, під час варіння утворює багато "піни" (альбуміни). Лосятина також темно-червоного кольору із синюватим відливом, жорстка, суха, з добре розвиненими сполучнотканинними прожилками, у міжм'язовій тканині жиру майже немає. М'ясо буйволів – світліше, ніж м'ясо дорослої великої рогатої худоби, і за кольором нагадує м'ясо телиць і бичків. М'ясо північного оленя – ніжне, тонковолокнисте, від світло-червоного до темно-червоного кольору. М'ясо дорослих верблюдів темно-червоне, жилаве, жорстке, із сильно розвиненою проміжною сполучною тканиною. М'ясо кролика – світло-рожеве, ніжне, тонковолокнисте, нутрій – темнішого кольору. М'ясо зайця темно-червоного кольору із синюватим відтінком, жорстке, сухувате, щільної консистенції. У молодих зайців м'ясо ніжне і нагадує кролятину, жир білого кольору, як правило, відкладається в ділянці нирок. М'ясо ведмеда темно-червоного кольору, із синьо-фіолетовим відтінком, консистенція тверда, м'язи крупноволокнисті, сухуваті, багаті на міжм'язову сполучну тканину. На поверхні туші ведмеда зазвичай відкладається товстий шар жиру, кількість якого до осені досягає 30–35 кг. М'ясо борсука – блідо-рожевого кольору, зі специфічним запахом, м'язи тонковолокнисті, міжм'язова сполучна тканина пухка й ніжна. Між м'язовими волокнами відкладається багато жиру, що надає м'ясу "мармуровість". Мускулатура тонковолокниста, ніжна і часто з відкладеннями жиру. М'ясо дикого кабана яскраво-червоного кольору, іноді темно-червоного, жорстке, щільної консистенції. М'язи у дорослих самців грубоволокнисті, зі специфічним запахом і часто неприємним смаком. Жир відкладається, як правило, під шкірою, в ділянці нирок і рідко між м'язовими волокнами. М'ясо диких баранів і козлів (джейран, муфлон, архар) – темно-червоне, дрібнозернисте, тонковолокнисте, помірно соковите. Жирова тканина відкладається між м'язовими волокнами дуже тонким шаром. М'ясо яка темно-червоного кольору, в ньому багато сполучної тканини, воно грубе, волокнисте, без жирових прошарків. М'ясо глухаря і тетерева – темно-червоного кольору, щільне, грубоволокнисте. М'ясо рябчика ніжне, м'язи блідо-рожеві або рожеві, на грудях світліші, ніж на

ніжках, тонковолокнисті, на поперечному розрізі дрібнозернисті. М'ясо куріпок – темно-червоного кольору, ніжне, жирові відкладення слабовиражені. М'ясо фазана блідо-рожевого кольору, ніжної консистенції, належить до найбільш цінних дієтичних продуктів. М'ясо перепелів – ніжне, блідо-рожевого кольору, має значне відкладення жиру. М'ясо диких гусей і качок – темно-червоного кольору, жирові відкладення під шкірою розподіляються порівняно рівномірно.

М'ясо диких тварин містить мало жиру (його лише покриває жировий прошарок), але вміст води в ньому великий (табл. 31). Внаслідок цього заморожування супроводжується великою втратою маси.

Таблиця 31 – Хімічний склад м'яса їстівних диких тварин

Вид тварин	Вміст, %					Калорійність, кДж/100 г
	вода	білок	жир	зола	екстрактивні речовини	
Лось	75,8	21,4	1,7	1,1	1,3	423
Олень	67,5	19,0	11,7	1,0	0,7	649
Косуля	64,0	21,3	13,7	1,1	0,9	870
Сайгак	63,3	21,2	12,8	1,2	1,5	830
Дикий кабан	62,1	18,6	17,5	0,9	1,6	1060
Заєць	73,7	22,2	1,1	1,2	1,7	420
Ведмідь	67,0	18,0	8,3	1,4	1,3	780
Нутрія	68,0	20,0	11,0	1,1	0,9	670
Фазан	74,3	22,3	1,9	1,0	0,5	452
Дика качка	72,5	22,7	3,1	1,2	0,5	506

М'ясо дичини містить значну кількість білків. Багато в ньому креатину, креатиніну та інших речовин, що складають основу м'ясних продуктів. Кількість вітамінів незначна. Для фармакологічних цілей використовують жир деяких диких тварин. Жир борсуковий свіжий має світло-жовтий колір та специфічний запах. У розплавленому вигляді прозорий. Температура плавлення – 21–25 °С, застигання – 8–10 °С. Коефіцієнт рефракції –1,4562–1,4564 (40 °С), питома маса – 0,903. Кислотне число не більше 1,5; пероксидне – 0,11. Реакція на альдегіди та пероксидні сполуки – негативна. Жир байбакових свіжий – колір світло-жовтий, запах специфічний, характерний. За кімнатної температури консистенція

рідка, прозора. Температура плавлення 13–16 °С, застигання – 8 °С. Коефіцієнт рефракції – 1,4670–1,4680 (40 °С), питома маса – 0,901. Кислотне число не вище 0,9; пероксидне – не більше 0,05. Реакція на альдегіди та пероксидні сполуки негативна.

Використання диких тварин з харчовою метою дозволяється тільки в місцях, благополучних щодо заразних хвороб. Людина схильна до антропозоонозних захворювань (інфекційних та інвазійних хвороб, які спільні для тварин і людини): сибірська виразка, сказ, туберкульоз, туляремія, лептоспіроз, пастерельоз, орнітоз, стригучий лишай, трихінельоз, тому зараження може відбутися в результаті споживання м'яса диких тварин та обробки їх туш. Усі м'ясні продукти з дичини обов'язково мають бути перевірені ветеринарною службою.

#### 4.4. ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ М'ЯСА РІЗНИХ ЧИННИКІВ

На якісні показники м'яса впливають різні чинники, основними з яких є вік, стать, порода тварин і птиці, розміщення м'яса у туші, раціон та технологія відгодівлі, застосування кормових добавок, а також про- і пребіотики та дія передзабійних факторів.

**Вік.** У ході постнатального онтогенезу організму тварин і птиці відбувається збільшення загальної маси тіла і виходу м'яса (до певного віку). При цьому змінюється морфологічний і хімічний склад м'яса, удосконалюються його фізико-хімічні, структурно-механічні й органолептичні показники. Зокрема, у перші 15 місяців життя ВРХ приріст м'язової тканини в організмі відбувається значно швидше, ніж кісткової. Потім процес дещо гальмується щодо м'язової тканини, стимулюється ріст кісток і проходить часткова переорієнтація реакцій обміну речовин на біосинтез жирів та інших ліпідів (табл. 32).

Таблиця 32 – Залежність якісних показників м'яса великої рогатої худоби від віку забитих тварин

Показники	Співвідношення залежно від віку тварин, міс.				
	3	6	12	15	18
Вода – білок	3,96	3,70	3,52	3,45	3,41
Вода – жир	31,31	15,02	6,99	6,50	5,09
Білок – жир	7,99	4,06	1,99	1,88	1,49

Організм переходить у стадію статевого дозрівання і відчувається вплив статевих гормонів на процеси розвитку і росту. У тушах відбувається накопичення жирів і зменшення кількості вологи. Найбільш сприятливим віком для одержання високих якісних показників м'яса у ВРХ є період між 12 і 18 місяцями. Надалі темп росту м'язової тканини поступово знижується, збільшується питома вага сполучної тканини і жиру. При цьому зменшується ступінь гідротермічного розщеплення колагену, що негативно відбивається на консистенції м'яса – воно втрачає ніжність і стає твердішим (табл. 33). Це зумовлено зниженням здатності до продукування енергії у кожному поперечному містку між актином і міозином.

Таблиця 33 – Вікові зміни вмісту азоту у складі м'яса ВРХ і гідротермічного розщеплення колагену

Показники	Вік, міс.			
	1	2,5–3	5–6	8–10
Азот колагену, % від загального азоту	6,37	5,80	4,23	5,35
Ступінь гідролітичного розщеплення колагену, %	40,6	31,9	25,5	21,5

М'язи старих тварин містять менше глікогену, макроергічних сполук, зокрема АТФ та креатинфосфату. Негативним наслідком старіння є зниження рівня рН та підвищення вмісту неорганічного фосфату, а також зменшення активності гліколітичних ферментів. З віком можуть виникати міопатії (захворювання м'язів), які пов'язані з розладами метаболічних процесів, зокрема з порушенням обміну глікогену та пуринових основ, накопиченням жирних кислот, дефіцитом карнітину тощо. Це причина того, що молодняк ВРХ після дорощування та відгодівлі рекомендується здавати на забій у віці 1,5–2 роки, а свиней – у 8-місячному віці. У цей період оптимально проходять головні реакції біосинтезу білків, внутрішньом'язового жиру, вуглеводів, екстрактивних речовин, що зумовлює відмінні товарні якості м'яса. Встановлено, що концентрація міоглобіну у м'язовій тканині ВРХ зростає до дворічного, внутрішньом'язового жиру – до 40-місячного віку.

**Стать.** Стать забитих тварин впливає на органолептичні, фізико-хімічні властивості та хімічний склад м'яса. У молодих тварин цей вплив виражений менше, ніж у дорослих і старих. Наприклад, м'язова тканина у телиць багатша жирами, ніж у бичків

того ж віку. З віком у сполучнотканинній стромі м'язів самців більш інтенсивно зростає вміст колагену та еластину, ніж у самок. У самців краще розвинуті м'язи голови, шиї, грудей, лопаток, спини і черевної стінки. На 1 кг кісток у самців припадає 3,8–4,6 кг м'якоті, а в телиць і бичків-кастратів – 5–5,8 кг. Площа поперечного зрізу м'язового волокна у бичків складає 873,5 мкм<sup>2</sup>, у кастратів – 845 мкм<sup>2</sup>, а співвідношення сполучної тканини в їх м'язах відповідно – 12,58 і 6,07 %, жирової – 5,12 і 6,55 та м'язової – 82,3 і 87,3 %. У кабанчиків у найдовшому м'язі спини на 30 % більше внутрішньом'язового жиру, проте у свинок більша м'ясність туші, але нижча швидкість приросту. Некастровані кабанчики гірше відгодовуються, ніж кастровані, а їх м'ясо має неприємний смак і запах.

У ліпідах кастратів більша сума ненасичених жирних кислот, головним чином, за рахунок олеїнової кислоти. Кастрація відображається і на інших показниках (табл. 34).

Таблиця 34 – Вплив кастрації на кількісні та якісні показники яловичини

Показники	Бички некастровані	Бички кастровані
Маса туші, кг	201,7	194,8
Вихід м'якоті, кг	80,5	81,2
Вміст у 100 кг м'якоті:		
– білок, г	22,3	22,4
– жир, г	1,7	2,6
– триптофан, мг	356,4	364,9
– оксипролін, мг	82,2	77,1
Небілковий азот, %	0,38	0,37
Креатин + креатинін, %	0,49	0,46
Карнозин, %	0,48	0,48
pH	6,44	5,78
Ніжність, бали	2,5	4,2
Смак, бали	2,9	3,7
Водозв'язувальна здатність, % до маси м'яса	64,4	56,3
Втрата маси за смаження, %	33,4	37,9

За головними якісними показниками м'ясо кастратів ціниться вище, ніж м'ясо некастрованих тварин, зокрема воно більш привабливе на вигляд, має кращу ніжність, соковитість, стійкість до зберігання. М'ясо телиць за зовнішнім виглядом, соковитістю та

ароматом краще, ніж м'ясо бичків і кастратів, тому широко використовується для приготування найбільш смачних страв. На смакові якості м'яса впливають статеві гормони, особливо тестостерон та андростерон. М'язова тканина бичків гірше засвоюється організмом людини, незважаючи на те, що вихід готової продукції на 3–9 % вищий, ніж у бичків-кастратів.

**Порода.** Хімічний склад м'яса значною мірою залежить від породи тварин і птиці. Зокрема, яловичина, одержана від молодняку симментальської та чорно-рябої порід, має більше сухих речовин і вище співвідношення триптофан/оксипролін, ніж у тварин костромської й бурої латвійської порід ВРХ. М'ясо, одержане від гібридів, створених після схрещування корів чорно-рябої або костромської породи з биками породи шароле, за біологічною цінністю краще за м'ясо, одержане від чистопородних тварин, на 12,5–17 %. Показник “мармуровості” у герфордських гібридних бичків на 50,2 %, а у абердин-ангусів – на 32,0 % вище, ніж їх ровесників червоної білоруської породи. М'ясо гібридного молодняку характеризується кращим співвідношенням повноцінних і неповноцінних білків. М'ясо свиней породи ландрас містить 21,4 % протеїну й 6,36 % жиру, північнокавказької – відповідно 19,61 та 11,23 %.

**Розміщення м'язів у туші.** Хімічний склад м'яса та його харчова цінність залежать від анатомічного розміщення м'язів у туші. Так, у свинячих тушах вміст оксипроліну змінюється від 420 мкг/г у м'язах попереку до 2470 мкг/г у м'язах-розгиначах пальців, а за кількістю міжм'язового жиру – від 0,87 % у кравецькому м'язі до 3,36 % у найдовшому м'язі спини. У м'язах ВРХ вміст жиру становить 1,5 % у розгиначах зап'ясткового суглоба та 18,1 % – у міжреберних м'язах.

У м'язах поперекової частини туші в 1,4–2 рази більше білків, ніж у м'язах грудної частини туші. М'язова частина туші в ділянці кульшового суглоба має менше повноцінних білків, ніж м'язи грудної частини туші, де також менше внутрішньом'язового жиру та гірша “мармуровість” м'яса.

Аналогічна закономірність спостерігається на відрубах яловичини (табл. 35).

Таблиця 35 – Хімічний склад відрубів свинини та яловичини

Відруб	Вміст, г/100 г				Енергетична цінність, кДж/100 г
	вода	білок	жир	зола	
Свинина:					
– окорок	53,9	15,0	30,3	0,8	1393
– корейка	44,1	15,3	42,0	0,6	1803
– шийно-лопатковий	51,3	13,3	34,7	0,7	1531
– грудинка	29,2	8,1	62,3	0,4	2481
Яловичина:					
– тазостегновий	72,4	20,2	6,4	1,0	577
– спинний	70,6	19,8	8,6	1,0	657
– поперековий	69,4	19,9	96	1,1	695
– грудний	64,8	17,0	17,4	0,8	941
– лопатковий	73,0	19,4	6,6	1,0	573
– шийний	73,3	19,4	6,4	0,9	565
– пахвина	63,7	18,9	16,6	0,8	941

**Раціон.** Хімічний склад та якісні показники м'яса визначаються повноцінністю раціону. Добра м'ясність туші формується за збалансування раціону складовими компонентами: білками, ліпідами, вуглеводами, мінеральними речовинами, вітамінами. Вирішальним моментом є і правильно проведена годівля від народження тварини до забою. Недостатня годівля у будь-який період негативно відбивається на кількості та якості м'яса. Зокрема, недостатня годівля телят у перші півроку життя затримує ріст м'язів динамічного типу, формуючих найбільш цінне м'ясо туші. Це неможливо виправити в наступні періоди постнатального розвитку організму, адже тоді отримують інтенсивний розвиток м'язи статичного типу, багаті на сполучну тканину. У заключний період відгодівлі морфологічний склад туші та ступінь нагромадження організмом жиру значною мірою визначаються наявністю у раціоні вуглеводів, зокрема, меляси, цукрового і кормового буряку.

На кількісні та якісні показники м'яса впливає амінокислотний склад кормів. Наявність у них всіх необхідних амінокислот сприяє індуктивному біосинтезу повноцінних білків саркоплазми – міогену, міоглобіну, глобуліну G і міоальбуміну, стимулює приріст м'язової тканини у цілому і м'язів зокрема. Особливо гостро організм тварин відчуває нестачу лізину, треоніну та лейцину, які



належать до незамінних амінокислот, адже без них не синтезуються повноцінні білки.

Включення до раціонів тварин в оптимальних кількостях мікроелементів сприяє підвищенню м'ясної продуктивності до 30 %.

На якісні показники м'яса істотний вплив має хімічний склад ліпідів кормів. Згодовування тваринам макухи сприяє утворенню ліпідів, які багаті на залишки ненасичених жирних кислот.

За згодовування тварин вуглеводними кормами, в їх організмі переважно синтезується твердий міжм'язовий жир, у складі якого є багато залишків насичених жирних кислот (стеаринової та пальмітинової). Такий жир і м'ясо добре зберігаються.

**Технологія відгодівлі.** Вихід та якість м'яса значною мірою залежать від технології відгодівлі й способу утримання тварин. Зокрема, за наявності моціону у свиней вихід м'яса зростає на 4,7 %, а кількість підшкірного жиру зменшується на 3,7 %. При цьому збільшується діаметр м'язових волокон, у кістках зростає кількість мінеральних речовин, а в золі – більше Кальцію та Фосфору. Тривалі моціони зменшують приріст живої маси на 16,5 %, а за низьких температур зростають витрати кормів на 20 %.

М'ясо, одержане від свиней, що утримувались у групових станках, містить більше протеїну, ніж від свиней, що вирощувались в ярусних установках (табл. 36).

Таблиця 36 – Хімічний склад м'язової тканини і шпиків свиней за різних технологій відгодівлі

Технологія відгодівлі	Матеріал	Вміст, %			
		вода	жир	білок	зола
Тварини м'ясної вгодованості					
В ярусних установках на комбікормах	м'язи	71,56	5,02	19,63	0,93
	шпик	5,47	92,50	1,95	0,083
У групових станках на комбікормах	м'язи	71,85	4,12	19,42	1,028
	шпик	5,50	92,29	2,13	0,073
На харчових відходах (60 % поживності)	м'язи	70,11	3,86	21,68	1,150
	шпик	5,49	92,74	1,61	0,083
Тварини жирної вгодованості					
На комбікормах із включенням рідких харчових відходів	м'язи	72,84	6,62	19,89	0,649
	шпик	5,49	92,74	1,61	0,089
На сухих комбікормах	м'язи	71,07	7,40	19,61	1,034
	шпик	5,24	92,64	2,04	0,074

Наведені дані свідчать, що за відгодівлі свиней на промисловій основі до м'ясних кондицій м'язова тканина і шпик за різних технологій мало відрізняються за хімічним складом, проте така різниця за деякими показниками існує. Зокрема, кількість білків більша у м'ясі тварин, що вирощувались у групах. Свинина, одержана від тварин, що утримувались на звичайних фермах, містить більше вологи й менше білків.

У разі введення до раціону рідких харчових відходів у складі білків м'яса збільшувався вміст незамінних амінокислот лізину, лейцину та ізолейцину (табл. 37). Коефіцієнт співвідношення суми незамінних амінокислот і замінних становив 1,03. У білках м'яса свиней, що відгодовувались на комбікормах, він дорівнює 0,92. За інтенсивної відгодівлі у м'ясі збільшується вміст незамінних (валіну, лейцину, фенілаланіну) та замінних амінокислот (тирозину й аспарагінової кислоти).

Таблиця 37 – Амінокислотний склад білка м'язової тканини свинини, одержаної за різних технологій та годівлі тварин, %

Амінокислоти, %	Тип годівлі свиней				
	на комбікормах		на рідких харчових відходах	інтенсивна відгодівля	екстенсивна відгодівля
	в ярусних установках	у групових станках			
Лізин	6,98	7,02	9,52	8,41	7,18
Гістидин	5,45	5,22	5,39	5,39	4,64
Аргінін	5,13	5,15	6,95	6,14	5,22
Аспарагінова к-та	7,05	4,47	8,14	9,42	5,68
Треонін	3,55	3,35	3,69	3,89	3,42
Серин	3,74	3,59	3,63	3,59	3,56
Глутамінова к-та	15,69	14,90	14,85	14,84	13,88
Пролін	2,86	3,16	3,47	3,54	2,14
Гліцин	4,02	3,97	3,45	4,23	4,08
Аланін	5,67	5,55	4,89	4,88	5,74
Валін	2,50	2,52	2,83	3,37	2,32
Метіонін	2,20	2,20	2,32	2,28	2,20
Ізолейцин	1,86	1,82	2,80	2,82	1,78
Лейцин	5,95	5,70	6,37	6,84	5,78
Тирозин	3,42	3,49	4,06	4,08	3,38
Фенілаланін	2,92	2,94	4,05	3,74	2,94
Співвідношення незамінних і замінних АМК	0,86	0,92	1,03	0,97	0,92

Встановлено, що відгодівля молодняку на раціонах з більшою кількістю концентратів прискорює жировідкладання, а за використання соковитих та зелених кормів одержують менш жирні туші. Якість м'яса залежить від цукрово-протеїнового співвідношення раціону (табл. 38).

Таблиця 38 – Показники м'ясної продуктивності бичків, які отримували раціони з різним цукрово-протеїновим співвідношенням

Показники	Цукрово-протеїнове співвідношення		
	0,9	1,2	1,5
Забійний вихід, %	54,7	55,4	55,2
Вміст кісток у туші, %	18,6	18,8	17,4
Вміст у найдовшому м'язі спини:			
– жиру, %	1,64	2,81	3,44
– триптофану, мг%	357	354	360
– оксипроліну, мг%	76	74	80
Якісний білковий показник	4,6	4,8	4,5

**Кормові добавки.** Для збільшення м'ясної продуктивності у сучасному тваринництві часто використовують різні кормові добавки до основного раціону, враховуючи їх дефіцит в ньому та біостимулюючу дію. Зокрема, за дефіциту в кормах лізину його добавка до основного раціону зменшує витрати кормів на одиницю приросту на 10–20 % і збільшує його розмір на 10–15 %.

У разі відсутності або недостатньої кількості окремих мікроелементів у раціонах їх добавка підвищує продуктивність тварин, зміцнює їх здоров'я, зменшує витрату кормів на одиницю приросту і поліпшує якість м'яса. При цьому обов'язково потрібно враховувати перебування тварин у відповідній біогеохімічній зоні і провінції за В.В. Ковальським (1974).

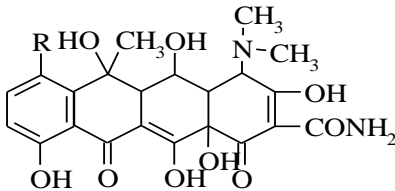
Додавання 0,7–0,6 мг вітаміну В<sub>12</sub> на 1 кг корму збільшує середньодобовий приріст маси у свиней на 20–30 %, вітаміну В<sub>2</sub> у дозі 12 мг на 1 кг корму – на 14–17 %, суміші вітамінів А і D – на 19,9 %, 10 мг на 1 кг корму для курчат – на 16 %.

Кормові добавки рекомендуються вносити у корми у вигляді преміксів, що мають у своєму складі всі необхідні для заповнення дефіциту у кормах речовини. До складу преміксів входять: наповнювач (висівки, трав'яне борошно, дріжджі), вітаміни, мінеральні та допоміжні речовини (антиоксиданти, консерванти, антибіотики, ароматизатори). У преміксах ці сполуки знаходяться в оптималь-

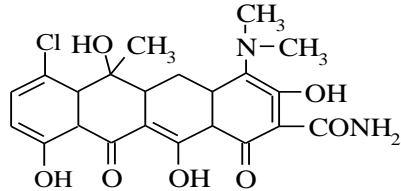
них співвідношеннях, що забезпечує збалансоване вітамінно-мінеральне живлення – підвищення імунітету, продуктивності тварин та якості продукції.

*Антибіотики* – сполуки біологічного (мікробного, тваринного чи рослинного) походження, здатні вибірково пригнічувати ріст і розвиток певних видів мікроорганізмів. У харчовій промисловості дозволяється використовувати такі антибіотики, які не використовуються у медицині, характеризуються високою антимікробною дією і водночас легко інактивуються за теплової обробки, не є токсичними для людини і не впливають на органолептичні властивості продукту (м'ясо, м'ясопродукти).

Обмежене використання антибіотиків як консервантів зумовлено тим, що, потрапляючи в організм, вони можуть призвести до появи у ньому стійких форм патогенної мікрофлори. Крім того, тривале надходження антибіотиків може спричинити дисбактеріози та розвиток вторинних грибкових і бактеріальних інфекцій. Найбільш поширеними антибіотиками, які можуть затримувати ріст мікроорганізмів на поверхні м'яса і певною мірою задовольняють вимоги, є ністатин ( $C_{47}H_{75}NO_{17}$ ), нізин (E 234,  $C_{143}H_{230}N_{42}O_{37}S_7$ ) та тетрацикліни (хлортетрациклін, окситетрациклін):



Окситетрациклін (терацілін)



Хлортетрациклін (біоміцин)

*Про- та пребіотики.* Хімічний склад та властивості м'яса залежать від здоров'я тварин. Для лікування та профілактики низки хвороб тварин, а також підвищення їх продуктивності тривалий час застосовували антибіотики. Проте існують негативні наслідки антибіотикотерапії, які проявляються виникненням алергій, інгібуванням імунної відповіді, порушенням функцій окремих органів. Застосування антибіотиків з метою прискорення росту тварин та профілактики інфекційних захворювань призводить до їх накопичення в органах і тканинах, що погіршує якість продукції тваринництва, а іноді робить її небезпечною для вживання,

оскільки через харчовий ланцюг залишки антибіотиків потрапляють до організму людини.

Останнім часом все ширшого застосування набувають пробіотики – живі мікроорганізми, введення яких в організм сприяє підтриманню і відновленню біологічного балансу нормальної мікрофлори і чинить на нього позитивний вплив, сприяє збільшенню продуктивності тварин. Найбільш перспективними вважають пробіотики, створені на основі мікроорганізмів, які належать до родів *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, а серед них – ті види, котрі є складовою частиною мікробіоценозів рубця жуйних тварин, зобу птахів, кишечнику поросят. Застосовують пробіотичні препарати для тварин, основані на монокультурах, комбіновані препарати та іммобілізовані на сорбенті живі бактерії.

Поряд із пробіотиками інтенсивно запроваджується використання пребіотиків, які є речовинами або дієтичними інгредієнтами, що вибірково стимулюють зростання кількості і біологічну активність мікроорганізмів у кишечнику тварин та позитивно впливають на склад мікробіоценозу. Пребіотики розділяють на наступні групи: моносахариди і спирти (ксилоза, ксилобіоза, рафіноза, сорбіт); олігосахариди (фруктоолігосахарид, галактоолігосахарид, ксилоолігосахарид, лактулоза); полісахариди (пектини, декстрини, інουλін); ферменти (протеази цукроміцетів, β-галактозидаза мікробного походження); пептиди (соєві, молочні); антиоксиданти (вітаміни групи В, вітамін Е, аскорбінова кислота), а також інші біологічно активні добавки – амінокислоти, рослинні екстракти, органічні кислоти тощо.

Комплекси пробіотиків із пребіотичними речовинами можна комбінувати, створюючи нові біологічно активні препарати – *синбіотики*, в яких живі мікроорганізми поєднуються із субстратами, що стимулюють їх зростання. У складі таких препаратів пребіотик має не включаючись до метаболізму мікроорганізму, слугувати стартовим компонентом його зростання.

**Передзабійні фактори.** На якість м'яса впливають тривалість транспортування тварин та їх передзабійне утримання, що призводить до порушення обміну речовин та втрати корисної продукції. Тривале транспортування є причиною зниження вмісту глікогену в м'язовій тканині, підвищення рН та зміни вмісту

амідного нітрогену та аміаку. В період передзабійного утримання в умовах м'ясокомбінатів за дії різних факторів проходить зменшення кількості сухої речовини у тілі тварини, внаслідок “згорання” жиру з утворенням великої кількості енергії та води, а через тривалість утримання катаболізуються білки тканин організму. Характер передзабійних змін у м'ясі визначають його технологічні властивості: вологоутримувальна здатність, колір, жорсткість, смак і стійкість під час зберігання (табл. 39).

Зі зміною рН відбуваються зміни вологоємності м'язової тканини, що у свою чергу зумовлює рівень втрат її за теплової обробки, а також впливає на ніжність м'яса. Виходячи із динаміки зміни величини рН впродовж 24 год, туші поділяють на три групи за величиною рН, яка вимірюється через 45–60 хв після забою: м'ясо PSE – рН до 6,2; м'ясо нормальне – рН 6,3–6,5; м'ясо DFD – рН більше 6,5.

Таблиця 39 – Вплив тривалості передзабійного утримання на хімічний склад та фізичні показники найдовшого м'яза спини бичків

Показники	Забій тварин після витримки впродовж год			
	0–2	12	24	48
Вода, %	75,8	74,8	74,8	76,2
Білок, %	21,4	21,9	22,0	20,9
Жир, %	2,00	2,31	2,16	1,75
Зола, %	0,94	1,05	1,01	1,02
рН	5,94	6,11	6,59	6,57
Інтенсивність забарвлення, од Е×1000	342	280	334	274
Вологоємність, %	58,2	56,7	63,3	63,9
Зусилля на розріз, кг/см <sup>2</sup>	3,6	2,5	3,4	2,7
Втрати за теплової обробки, %	34,8	39,1	31,3	34,0

Транспортування тварин у літній період негативно впливає на біохімічні показники м'яса. Після транспортування та передзабійної витримки м'яса вміст глікогену у м'язах бичків знижується в 3,5 рази, у печінці – у 13 разів. Вміст молочної кислоти у м'язах цих тварин зменшується на 40 % порівняно з бичками, забитими у господарстві. Із підвищенням інтенсивності та скороченням строків відгодівлі передзабійні фактори мають більший вплив на кількість та якість продукції.

## РОЗДІЛ 5. БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ У М'ЯСІ ПІСЛЯ ЗАБОЮ ТВАРИН

У перші години після забою тварин м'ясо ніжне, утримує максимальну кількість води, має слабо виражений аромат і смак. Таке м'ясо називають *парним*. У товщі м'яса відмічається температура, близька до прижиттєвої. На поверхні м'яса ще немає шкірочки підсихання, реакція середовища близька до нейтральної (рН 7). Після термообробки одержують м'ясо з низькими кулінарними якостями – воно жорстке, бульйон каламутний, відсутній аромат і типовий смак.

У м'ясі під час остигання відбуваються фізичні та фізико-хімічні зміни, після чого воно стає придатним для кулінарних потреб. Біохімічні процеси, що відбуваються у м'ясі після забою тварин і птиці, умовно розділяють на три послідовні стадії – залякання, дозрівання й глибокий автоліз.

### 5.1. ЗАКЛЯКАННЯ

Залякання є однією з перших змін м'яса після забою тварин і птиці. Воно настає через декілька хвилин (15–30) або годин (5–7), залежно від умов, в яких знаходилась тварина перед забоєм (у першу чергу, температури). Швидкість та інтенсивність залякання залежить від вмісту у свіжому м'ясі глікогену і молочної кислоти. У разі залякання м'язи стають коротшими, твердішими, зникає їх еластичність. Біохімічний механізм залякання складається з декількох етапів.

Після забою тварин у м'язи та інші тканини припиняється надходження поживних речовин, сповільнюється та припиняється виділення продуктів метаболізму. Залякання більш виражено у поперечносмугастих м'язах, багатих саркоплазмою. Туша починає тверднути, суглоби стають нерухомими. Залякання починається з жувальної мускулатури і поширюється краніо-каудально до мускулатури ший, потім передніх та задніх кінцівок. У м'язах припиняється синтез АТФ та посилюється її розщеплення. З часом АТФ зникає, що спричиняє втрату м'язами еластичності. Розпад і

поступове зникнення АТФ та креатинфосфату із м'яса призводять до збільшення концентрації ортофосфорної кислоти від 0,04 до 0,1 % й більше. З припиненням клітинного дихання внаслідок розпаду глікогену у м'ясі швидко збільшується концентрація вугільної та молочної кислот, змінюється реакція середовища. У живих м'язах рН становить 7,3–7,5, зразу після забою наближається до нейтральної (рН 7), а потім стає слабокислою (рН 5,3–5,4). Через дві-три доби рН поступово підвищується. Зміна реакції середовища м'яса після забою тварин призводить до коагуляції білків саркоплазми. Більшість білків (60–70 %) переходять у нерозчинну форму, збільшується кількість амінно-аміачного азоту в результаті протеолізу і дезамінування амінокислот.

У перші 20–50 хв після забою спостерігається підвищення температури м'яса на 0,5–2,0 °С через порушення клітинного дихання та окисного фосфорилування. Припиняється синтез АТФ, а хімічна енергія, що утворилась за клітинного дихання, перетворюється на теплову, що підвищує температуру м'язів.

## 5.2. ДОЗРІВАННЯ

Після заляккання (1–2 доби) починається друга стадія біохімічних змін – дозрівання м'яса. У м'ясі за дії катепсинів проходить протеоліз з утворенням альбумоз, пептонів, поліпептидів, олігопептидів та амінокислот. Аміак, що утворюється за дезамінування амінокислот, нейтралізує кислоти, які були у м'язах прижиттєво та утворилися під час заляккання. Збільшується кількість HS-сполук, досягаючи максимальної кількості наприкінці 3-ї доби (у разі зберігання м'яса за температури +4 °С). У м'ясі поступово нейтралізується вуглекислота, падає її тиск, що є однією із причин послаблення заляккання м'язів. Руйнується актоміозин – головний білок міофібрил, що сприяє поступовому пом'якшенню м'язової тканини і припиненню заляккання. М'язи розслаблюються, до них повертається первинна пружність.

Змінюється хімічний склад і фізико-хімічні властивості м'яса. За дії ферментів м'язової тканини, які функціонують у ній після смерті тварин, відбуваються численні біохімічні реакції, що надають м'ясу присмний смак, аромат, соковитість, ніжність і легкість засвоювання організмом людини чи тварин. Під час



дозрівання м'яса реакціями анаеробного гліколізу та глікогенолізу розщеплюються глюкоза і глікоген до молочної або пірвіноградної кислот (рис. 32).

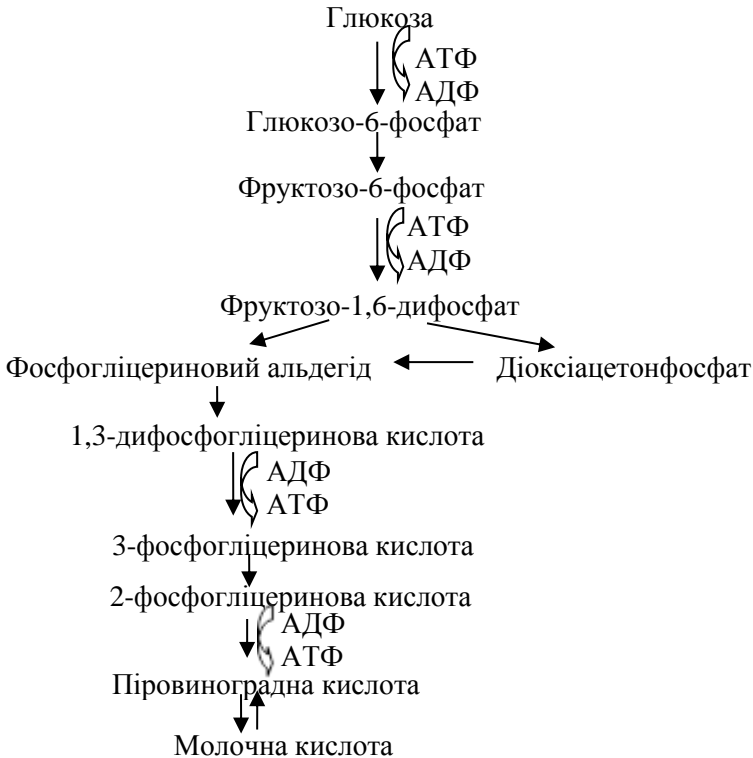


Рис. 32. Схема гліколізу.

Інтенсивність таких хімічних перетворень та ефективність дозрівання м'яса залежать від кількості у м'ясі глюкози, глікогену, активності ферментів гліколізу й температури навколишнього середовища.

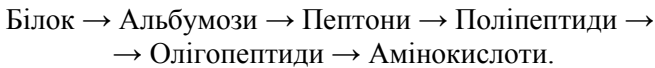
За підвищення температури навколишнього середовища анаеробне розщеплення вуглеводів у м'ясі протікає інтенсивніше, але не охоплює весь глікоген. За температури 1–3 °C відбувається розщеплення 98 % глікогену до молочної кислоти, 14–16 °C – 80–85 %, 25–27 °C – 43–50 %. За високих температур більшість

глікогену м'яса гідролізується до декстринів, мальтози і глюкози, або розщеплюється лише до глюкозо-6-фосфату. Оптимальною температурою для ферментів анаеробного гліколізу і глікогенолізу є 1–3 °С, що дозволяє одержати високоякісне дозріле м'ясо. Це необхідно враховувати за зберігання та консервування м'яса. Так, під час розморожування замороженого м'яса реакції анаеробного розщеплення вуглеводів поновлюються і найбільш активно протікають за температури 1–3 °С, що дозволяє одержати доброякісне м'ясо після розмороження туш.

Якість м'яса погіршується за нестачі у ньому глікогену. Це відбувається у разі порушення фізіологічного стану тварин перед забоєм, найчастіше за перевтоми, тривалого голодування, перегрівання або переохолодження. Збереження м'ясом якісних показників, перш за все, залежить від передзабійного стану тварин. Кількість амінно-аміачного азоту в яловичині, одержаної від тварин, що відпочивали до забою впродовж 3 діб, протягом 10-добового збереження значно менше, ніж у м'ясі тварин, забитих після добового відпочинку. Різко підвищений цей показник, а також рН у м'ясі тварин, забитих безпосередньо після транспортування.

У динаміці вмісту глікогену м'яса виділяють чотири етапи: зменшення кількості полісахаридів у м'язовій тканині; збереження концентрації глікогену на рівні, типовому для початку глікогенолізу; вторинне незначне збільшення кількості глікогену у м'ясі і, насамкінець, інтенсивний розпад глікогену до повного його зникнення з м'яса. Другий і третій періоди динаміки глікогену у м'язовій тканинні зумовлені інтенсивним розщепленням у м'язових волокнах біокомплексних сполук (глікопротеїдів), що призводить до вивільнення з них глікогену та подальше включення у реакції анаеробного глікогенолізу до утворення молочної кислоти. Підвищення концентрації молочної кислоти (0,5–2,0 % від загальної сирової маси) та фосфатної кислоти (до 0,1 % і більше) у м'ясі різко змінюють реакцію середовища у кислий бік (рН 5,7–5,5). Це призводить до позитивних змін у мікроструктурі, фізико-хімічних властивостях і хімічному складі м'яса. Підвищується проникність клітинних мембран, перш за все, сарколеми, змінюється структура та властивості білків м'яса, відбувається перерозподіл мінеральних речовин у тканинах м'яса.

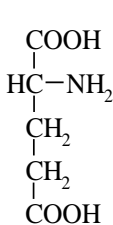
Молочна кислота із саркоплазми виходить у сполучнотканинну строму, що спричинює її розпущення. Зменшується гідрофільність білків, відбувається їх деструктуризація, руйнуються водневі зв'язки між поліпептидними ланцюгами, гідролізуються пептидні зв'язки, порушується первинна структура і білки перестають коагулювати. Водозв'язувальна здатність білків за добу зменшується на 25 %, активізуються лізосомні ферменти (кисла фосфатаза, нуклеази, катепсини, колагеназа та інші). Гідроліз білків проходить за схемою:



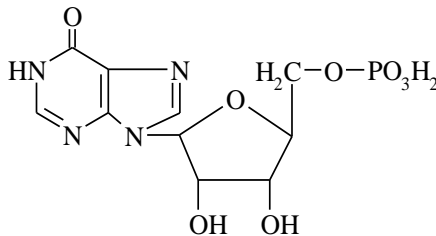
Цим пояснюється обробка м'яса протеолітичними ферментами рослинного (папаїн, фіцин, бромелін), тваринного (пепсин, трипсин, хімотрипсин) та мікробного походження (протооризин, прототеризин, протосубтилін), з метою прискорення процесів дозрівання і поліпшення його смакових властивостей.

У м'ясі збільшується вміст вільних амінокислот. Так, концентрація аланіну й гліцину у м'ясі після дозрівання збільшується на 50 %, аспарагінової і глутамінової кислот на кінець 18-ї доби – у 10 разів. Проходить інтенсивний розпад солей білків із катіонами Натрію, Калію, Кальцію, Магнію. Зникає гідрофільність білків, що призводить до утворення м'ясного соку.

*М'ясний сік* – рідина, що виділяється з дозріваючого м'яса і просочує всю його масу. Основою м'ясного соку є вода (до 90 %), сухий залишок складається з білків (6 %), екстрактивних (3 %) і мінеральних (3 %) речовин. Він значною мірою визначає смак м'яса, зокрема його складові компоненти – глутамінову й інозинову кислоти, деякі амінокислоти та інші низькомолекулярні сполуки:



Глутамінова кислота



Інозинова кислота

Специфічний смак і запах яловичини, свинини, баранини, конини й інших видів м'яса зумовлений ліпідним складом, зокрема вільними леткими жирними кислотами.

М'ясо молодих тварин дозріває швидше. У ньому більш активні лізосомні ферменти, особливо катепсини, та менш стійка структура білків сполучнотканинної строми. Катепсини легко розщеплюють пептидні зв'язки всіх білків м'яса до легкодоступних для засвоєння організмом людини і тварин альбумоз, пептонів, олігопептидів та амінокислот. Змінюється консистенція м'яса, воно стає м'яким, ніжним. Найбільш ніжна консистенція виникає у м'ясі дорослої ВРХ, що зберігається за температури 0–2 °С на 10–12 добу дозрівання, у молодняку – на 3–4 добу. За тих же умов м'ясо гусей дозріває на 6 добу, гусенят – на 3 добу.

М'ясо втомлених і хворих тварин дозріває повільніше та має гіршу якість за рахунок зменшення кількості глікогену, органічних кислот, зокрема молочної, та зниження активності ферментів анаеробного глікогенолізу. У разі захворювань тварин, що супроводжуються підвищенням температури тіла, у м'ясі нагромаджуються проміжні та кінцеві продукти білкового обміну у вигляді амінів, амідів кислот, аміаку та інших сполуки. Реакція середовища зміщується у лужну сторону, що створює сприятливі умови для розвитку патогенної мікрофлори. У м'ясі порушуються реакції глікогенолізу, воно стає жорстким, з неприємним смаком, а іноді й запахом, гірше перетравлюється і засвоюється організмом. У ряді випадків таке м'ясо може бути шкідливим для здоров'я людини і тварин та вибраковується відповідно до вимог Ветеринарного законодавства.

### 5.3. АВТОЛІЗ М'ЯСА

За порушень технології зберігання у м'ясі розвивається ряд незворотних біохімічних змін, що роблять його непридатним для їжі та навіть отруйним для харчування. У ньому відбуваються процеси глибокого *автолізу* (грец. *autos* – сам, *lysis* – розчинення) – розпаду клітин м'яса за дії власних лізосомних і мікробних ферментів з утворенням отруйних сполук. Розрізняють дві стадії автолізу – загар і гниття м'яса.

*Загар* м'яса – вид автолізу, за якого на поверхні м'яса виникає шкірочка, під якою у тканинах м'яса проходять хімічні процеси, що роблять його непридатним і навіть отруйним. У разі загару запах м'яса стає задушливо-кислим, колір – сіро-коричневим або сіро-червоним, консистенція – дуже в'ялою.

На першій стадії автолізу важливе значення має кількісний вміст у м'ясі макроергічних сполук (зокрема АТФ), внаслідок дефосфорування яких здійснюється фосфороліз глікогену, що забезпечує скорочення міофібрилярних білків. Через зменшення запасів АТФ не вистачає енергії для відновлення стану релаксації м'язових волокон, які скоротилися. Вивільнені кислоти (молочна, фосфатна) впливають на стан м'язових білків, що в свою чергу визначає технологічні властивості м'яса (консистенція, водозв'язувальна здатність). Зсув рН у кислу сторону зумовлює перетворення міофібрилярних білків; змінюється проникність мембранних міофібрил; іони  $Ca^{2+}$ , які виділяються із саркоплазматичного ретикулуму, підвищують АТФ-азну активність міозину; глобулярний (G-актин) перетворюється на фібрилярний (F-актин). Енергія розпаду АТФ використовується для утворення актоміозинового комплексу, який спричинює скорочення м'яза (рис. 33):

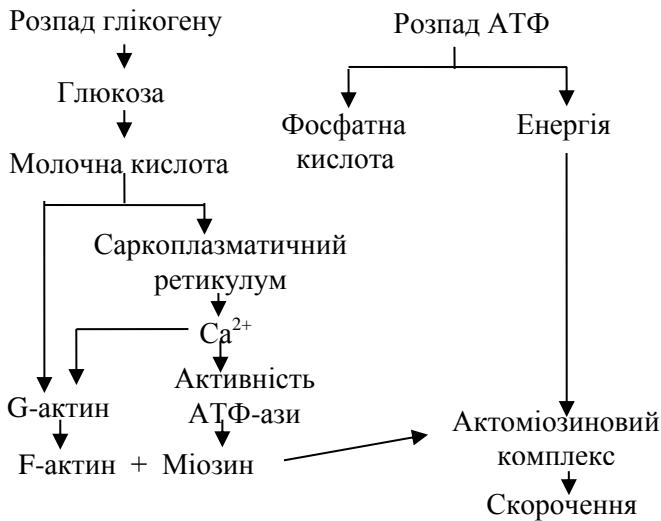


Рис. 33. Схема утворення актоміозинового комплексу та скорочення м'язів.

Загар м'яса виникає у тих випадках, коли парні туші або частини туш тісно стикаються між собою, що заважає м'ясу охолоджуватися і сприяє проходженню в ньому негативних хімічних процесів. Загар м'яса виникає за недостатньої циркуляції повітря та у тих випадках, коли шкіра тварин була знята через певний проміжок часу після забою. Загар м'яса виникає і за надто повільного заморожування парного м'яса, особливо жирних яловичих або свинячих туш із товстим шаром шпикю. Це пов'язано з тим, що жир є поганим провідником тепла, зменшує швидкість охолодження туш і утруднює дифузію повітря і складових газів, що утворилися всередині м'яса (вуглекислоти, аміаку тощо).

Загару м'яса сприяє підвищена температура зовнішнього середовища (понад 15 °С), висока вологість та антисанітарне оточення. У м'ясі підвищується температура, що сприяє порушенню спряження реакцій клітинного дихання та окисного фосфорилювання. У м'ясі проходять реакції глікогенолізу, гліколізу, протеолізу білків і дезамінування амінокислот, гідролізу жирів з утворенням низькомолекулярних жирних кислот (масляної, капронової, капринової тощо). У м'ясі нагромаджуються аміни: метиламін ( $\text{CH}_3\text{-NH}_2$ ), етиламін ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{-NH}_2$ ), пропіламін ( $\text{C}_3\text{H}_7\text{-NH}_2$ ), сірководень ( $\text{H}_2\text{S}$ ) та інші продукти, що є причиною неприємного запаху м'яса.

М'ясо, піддане загару, як правило, забруднене шкідливою мікрофлорою. У тушках гусей, качок за загару внутрішній жир набуває зеленувато-жовтого забарвлення. Для профілактики загару м'ясо слід зберігати у прохолодному приміщенні з доброю вентиляцією.

Оцінка придатності м'яса для харчових цілей визначається ступенем розвитку в ньому процесів, що зумовлюють загар. Для цього м'ясо ріжуть на шматки і розвішують у холодильній камері з інтенсивною вентиляцією. Якщо через добу у м'ясі не зникає неприємний запах, воно вважається непридатним для їжі. У разі зникнення запаху таке м'ясо використовують для промислової переробки.

## 5.4. ГНИТТЯ М'ЯСА

Гниття м'яса – розкладання органічних складових частин м'яса на отруйні сполуки за дії гнильних мікроорганізмів. Зі складових частин м'яса найчастіше гниють м'язова тканина і субпродукти. Сполучна, жирова, кісткова тканини значно рідше зазнають цього процесу, тому що містять мало білкових сполук.

Мікроорганізми, що перебувають у м'ясі та м'ясних продуктах, можуть бути аеробами та анаеробами, їх поділяють на: дріжджі (рис. 34), бактерії (рис. 35), плісняву (рис. 36), віруси, рикетсії, водорості та найпростіші.

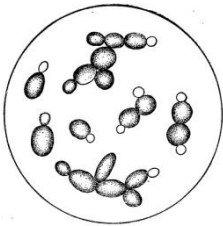


Рис. 34. **Форми дріжджів.**

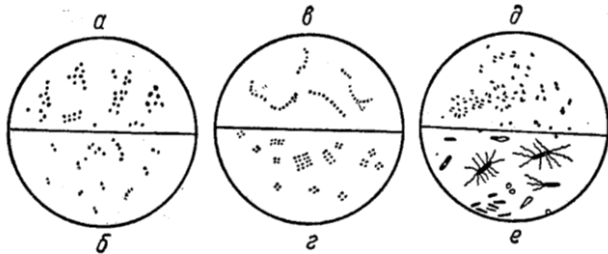


Рис. 35. **Кулеподібні та паличкоподібні форми бактерій:** а – мікрококи; б – диплококи; в – стрептококи; г – сарцини; д – безспорові палички; е – спорові палички.

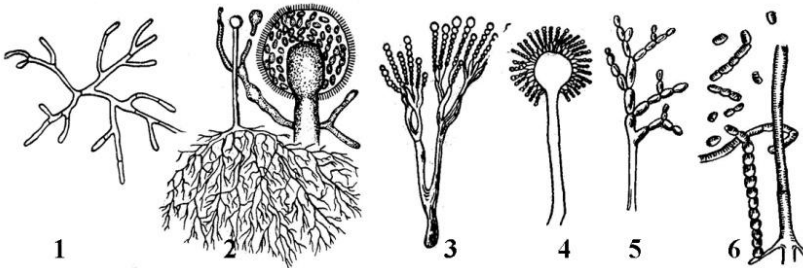
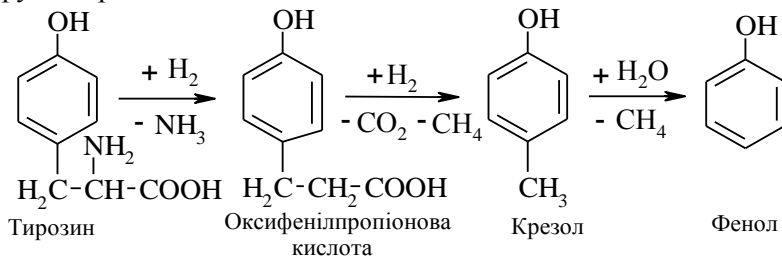


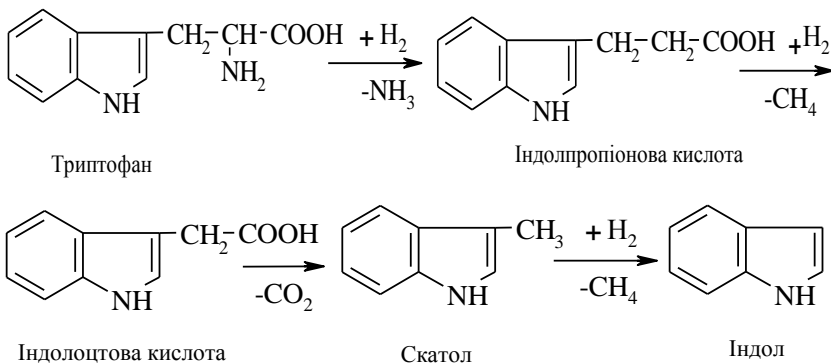
Рис. 36. **Пліснява:** 1 – міцелій плісняви; 2 – мукор; 3 – пеніциліум; 4 – аспергілюс; 5 – клядоспоріум; 6 – молочна пліснява.

За дії ферментів мікроорганізмів (в основному протеаз) відбувається розщеплення білків до протеїнів і простетичних груп, простих білків – до амінокислот. Дезамінування і декарбоксілювання амінокислот призводить до утворення у м'ясі аміаку, сірководню,

вуглекислоти, летких жирних кислот, амінів, особливо трупних отрут (путресцину і кадаверину), індолу, скатолу, меркаптанів та інших шкідливих для організму людини і тварин хімічних сполук. Процеси гниття проходять поетапно та спряжені між собою, що спричинює утворення цілого ряду отруйних речовин. Зокрема, за гнильного розкладання багатьох білків м'язової тканини утворюється амінокислота тирозин, яка може бути джерелом низки отруйних речовин:

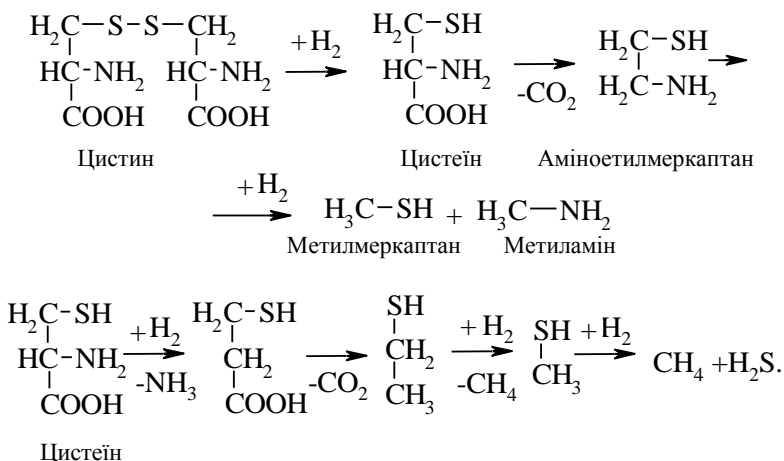


За гниття триптофану утворюються скатол та індол, що надають м'ясу неприємного запаху:



За гнильного розкладу цистину та цистеїну утворюються отруйні речовини з неприємним запахом – меркаптани, сірководень, а також аміак, метан і вуглекислий газ:





Поряд із перерахованими вище процесами відбувається псування жирів, внаслідок чого утворюються сполуки, які змінюють органолептичну характеристику м'яса (рис. 37).

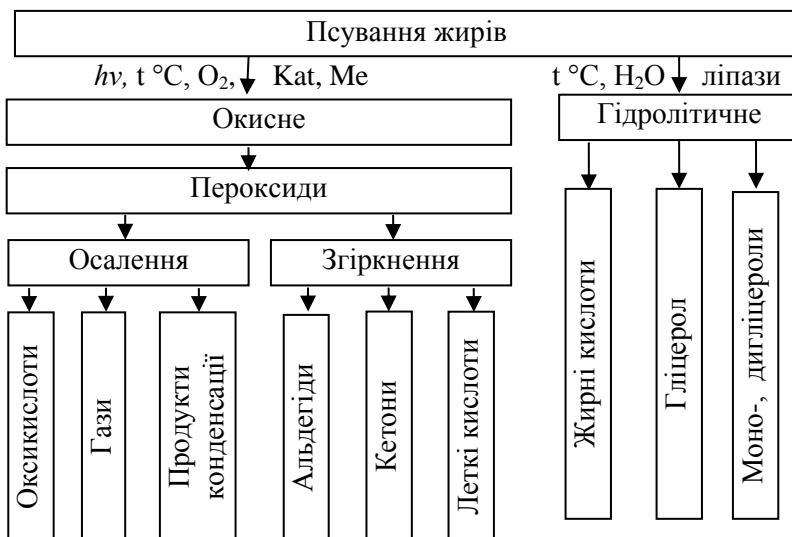


Рис. 37. Схема псування жирів.

Під час розкладання жирів утворюються ненасичені жирні кислоти (масляна, капронова, каприлова та ін.), альдегіди, оксикислоти, які мають неприємний запах, що знижує якість м'яса і робить його непридатним для споживання.

Одночасно з гниттям білків та псуванням жирів у м'ясі відбуваються бродіння вуглеводів, гідроліз і окиснення ліпідів, окисно-відновні реакції та інші хімічні процеси. Все це впливає на швидкість і послідовність утворення різних сполук під час гниття м'яса. Так, за бродіння вуглеводів виділяються кислоти, які зв'язують аміак та інші лужні продукти розпаду м'яса і затримують розмноження гнильних мікроорганізмів. За розвитку процесу розкладання м'яса рН закономірно збільшується, реакція середовища поступово наближається до нейтральної та навіть стає лужною.

Головним показником гниття м'яса є поява на його поверхні ослизнення. Ступінь ослизнення визначається ступенем знекровлення туші, вологістю навколишнього середовища, кількістю та видами мікроорганізмів, що проникли у м'ясо і розмножилися в ньому. За гниття, у першу чергу, розкладається сполучнотканинна строма та залишки крові. Гниттю м'яса сприяють прижиттєві травми м'язів і забрудненість туші мікроорганізмами. Прискорює процеси антисанітарний стан забійного цеху, його устаткування та інструментарію, а також коливання температури у приміщеннях, де воно зберігається. На поверхні м'яса у таких умовах знаходиться надлишок вологи, що накопичується у результаті конденсації пари. Ступінь псування м'яса залежить від видового складу мікрофлори. На його поверхні краще розмножуються мікроорганізми типу алкалігенес, всередині – клостридій.

Для попередження процесів гниття м'яса необхідно для забою брати клінічно здорових тварин, перед забоєм їм давати відпочинок, старанно очищувати шкури і копита, добре знекровлювати туші, швидко й ефективно охолоджувати, чітко дотримуватися санітарних правил зберігання і дозрівання м'яса.

Повноцінна збереженість м'яса досягається консервуванням, охолодженням, заморожуванням, солінням, добавлянням інгібіторів, ультрафіолетовим опроміненням, обробкою озоном тощо.

## **РОЗДІЛ 6. БІОХІМІЯ М'ЯСА ЗА ЗБЕРІГАННЯ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОБРОБКИ**

М'ясо належить до харчових продуктів, які швидко псуються, втрачають поживність і згодом стають непридатними для вживання в їжу та навіть для згодовування тваринам, а у ряді випадків і отруйними для вживання.

Причиною псування м'яса є потрапляння й інтенсивне розмноження в його товщі мікроорганізмів, що спричиняють гниття. Змінюється зовнішній вигляд м'яса: воно стає липким (ослизнюється), зеленувато-сірим, із пухкою консистенцією і неприємним запахом. У такому м'ясі накопичуються продукти гниття – аміни, зокрема, трупні отрути (кадаверин і путресцин), меркаптани, сірководень, феноли (фенол, крезол), продукти розпаду білків (індол, скатол) та інші токсичні речовини. Частина цих сполук (аміни, сірководень, індол, скатол) спричинюють неприємний запах. Для запобігання псування м'яса і м'ясопродуктів проводять ряд технологічних прийомів, направлених на збереження в ньому поживних і органолептичних якостей.

### **6.1. БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ У М'ЯСІ ЗА ХОЛОДОВОЇ ОБРОБКИ**

З усіх методів консервування м'яса і м'ясопродуктів найбільш ефективною є обробка їх холодом. Холодильна обробка включає процеси охолодження, підморожування, заморожування і розморожування. Така обробка забезпечує збереження у харчових продуктах основних поживних речовин м'яса. При цьому харчові якості м'яса зберігаються протягом тривалого часу, особливо у поєднанні з іншими методами консервування. Нерідко холодильна обробка сприяє появі у м'ясі нових якостей, які позитивно відбиваються на його характеристиці як харчового продукту.

За охолодження у м'ясі відбувається ряд фізико-хімічних, біохімічних і морфологічних змін. М'ясо – складна дисперсна

система біологічного походження. Дисперсійним середовищем у ньому є вода, дисперсними фазами – різноманітні органічні та мінеральні сполуки. Під час дозрівання з м'яса виділяється м'ясний сік, що містить білки та екстрактивні речовини. М'ясний сік пронизує всю товщу м'яса. Після досягнення м'ясом криоскопічної точки (для м'ясного соку вона становить  $-0,6$ – $-1,2$  °C) відбувається виморожування води, яка поступово виходить з м'язових волокон у сполучнотканинну струму. Заморожування може бути поступове і швидке. За поступового заморожування вода дифундує повільно та утворює кристалики льоду невеликого розміру, які не завдають шкоди морфологічній структурі м'яса. За швидкого заморожування утворюються крупні кристали льоду, що порушують природну будову м'язових волокон і строми.

Гіпертонічний розчин м'ясного соку викликає денатурацію білків і розпад білкових комплексних сполук на складові частини. Найбільш нестійкими є ліпопротеїди, у молекулах яких зв'язок між білковою й ліпідною частинами недостатньо міцний. Пізніше відбувається агрегація білків м'язового волокна, зменшується їх гідрофільність і розчинність у воді. Це знаходить відображення на ряді фізичних показників м'яса, перш за все, змінюється консистенція – воно стає твердішим, ніж свіже парне. Маса м'яса за заморожування зменшується, з його товщі вода виділяється на поверхню. Кількість виділеної з м'яса води залежить від поверхні м'яса, тривалості заморожування, вологості оточуючого середовища і самого методу заморожування.

Швидке охолодження м'яса викликає холодове скорочення м'язових волокон, особливо парного м'яса, що негативно відбивається на якості м'яса – воно стає жорстким, оскільки з нього витиснута іммобілізована й гідратаційна вода. М'ясо набуває коричневого забарвлення, внаслідок переходу оксиміоглобіну в міоглобін. Охолодження негативно впливає на розвиток мікрофлори у м'ясі, гальмується ріст та розвиток багатьох типів і видів мікроорганізмів, що дозволяє зберегти м'ясо стерильним.

Під час заморожування й зберігання м'яса в замороженому стані відбуваються зміни макро- та мікроструктури його тканин, фізико-хімічних характеристик і хімічного складу. За охолодження певною мірою зникає поперечна смугастість м'язових волокон, у них з'являються гранули, набрякають колагенові волокна і дещо

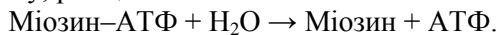
розпушується сполучнотканинна строма. На якість м'яса за заморожування та зберігання впливають вид і стан сировини (маса, вміст жиру), параметри технологічного процесу (температура, швидкість і вологість повітря), ступінь розвитку автолізу до заморожування, кількість АТФ, глікогену, значення рН, початкове мікробіологічне забруднення тощо.

У разі заморожування білки м'яса втрачають гідрофільність, руйнуються вищі рівні їх структурної організації (четвертинна, третинна і вторинна), зникають сольватні оболонки, проходить агрегація молекул (причина появи гранул у м'язових волокнах), інактивуються окремі ферменти та функціональні білкові групи.

Глибина таких змін залежить від низки факторів і, перш за все, від стадії, в якій знаходилось м'ясо після забою тварин, швидкості заморожування тощо.

М'ясо у стані посмертного залякання для заморожування непридатне. Після розморожування воно має погані смакові якості, тверду консистенцію, низьку засвоюваність. Рекомендується заморожувати м'ясо у стадії дозрівання, коли інтенсивно протікають хімічні реакції, що підвищують його якісні показники, роблять м'ясо смачним, ароматним, легкоперетравним у шлунково-кишковому тракті людини і тварин. М'ясо, заморожене до моменту посмертного залякання, за смаковими якостями мало відрізняється від м'яса, що заморожувалося у парному стані. При цьому воно більш сухе, після розморожування та за подальшої обробки втрачає багато м'ясного соку.

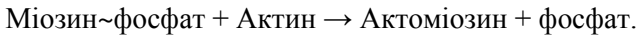
На якісних показниках м'яса негативно відбивається швидке його охолодження. При цьому виникає холодове скорочення м'язових волокон. За температури нижче +15 °С у м'язовому волокні перестає функціонувати кальцієвий насос, відповідно з концентраційним градієнтом іони Кальцію з цистерн саркоплазматичного ретикулуму виходять у саркоплазму. Сюди надходять й інші іони, особливо Калію. Активується АТФ-азна активність міозину, розщеплюється комплекс міозин–АТФ:



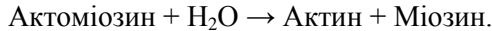
Міозин фосфорилується, що призводить до виникнення макроергічного зв'язку:



Фосфорильований міозин з'єднується з актином, що зумовлює утворення актоміозину, головного скорочувального білка м'язового волокна:



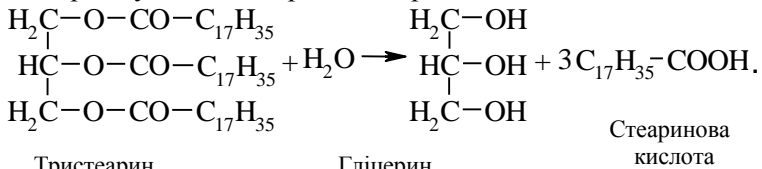
Енергія макроергічного зв'язку використовується для скорочення м'язового волокна, а актоміозин розпадається на складові компоненти:



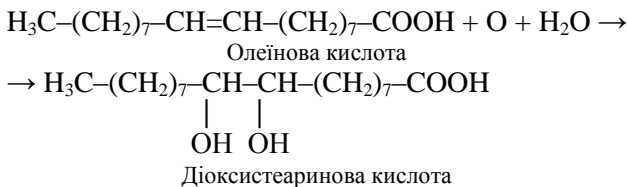
Для запобігання холодового скорочення перед охолодженням різними способами (наприклад, електростимуляцією) зменшуються запаси у м'язах АТФ або проводять двофазове охолодження туші.

За поступової холодової обробки м'яса температура в його товщі становить від 2 до 4 °С, що сприяє окремим ферментам завершити процес дозрівання м'яса через 8–15 діб зберігання. За більш тривалого зберігання відбувається гідролітичний розпад білків м'яса, розм'якшення й набрякання колагенових волокон.

За тривалого зберігання м'яса активуються клітинні ліпази, за дії яких гідролізуються нейтральні жири:



Жирні кислоти, особливо ненасичені, окиснюються, що призводить до утворення сполук, які негативно впливають на якісну характеристику м'яса. Так, за окиснення ненасичених жирних кислот утворюються оксикислоти, багато з яких мають неприємний смак і запах:



У разі омилення низькомолекулярних жирів утворюються легкі жирні кислоти (масляна, капронова, каприлова, капринова тощо), що також спричиняють неприємний запах м'яса.

За тривалого зберігання м'яса накопичуються й інші токсичні сполуки, що утворюються за розпаду білків (аміни, амідні кислот, феноли, аміак, пурин, піримідин та їх похідні) та ліпідів (альдегіди, кетони, аміни, леткі жирні кислоти). Свинина менш стійка до цих процесів, ніж яловичина. М'ясо жирних туш легко псується під час зберігання. Псування м'яса найчастіше починається з жирових прошарків: починає жовтіти жирова тканина, потім прошарки жиру у сполучнотканинній стромі м'язів, виникає неприємний запах, з'являється гіркий смак, змінюється колір, м'ясо темніє. Через деякий час у м'ясі утворюється метміоглобін, руйнуються вітаміни (окрім вітаміну А), екстрактивні азотовмісні та безазотисті сполуки. За тривалого зберігання м'ясо стає непридатним для їжі.

## **6.2. БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ У М'ЯСІ ЗА РОЗМОРОЖУВАННЯ**

Розморожування м'яса – це важливий етап в його подальшому використанні як продукту харчування. Хід біохімічних реакцій визначається станом, в якому воно заморожувалося, строками зберігання в замороженому вигляді і часом, який витрачено на розморожування. За розморожування м'яса активізуються процеси, що були в ньому до заморожування, проте їх швидкість поступово гальмується, спостерігається велика втрата маси за рахунок м'ясного соку. М'ясо стає в'ялим, жорстким, зі слабовираженим характерним для цього виду смаком і запахом. М'ясо, заморожене у парному стані, за розморожування виділяє менше м'ясного соку, дає меншу “усушку”, довше зберігається, має гідрофільні білки, містить більше екстрактивних речовин, мінеральних сполук і вітамінів. На морфологію і хімічний склад м'яса шкідливо впливає повторне заморожування. У такому м'ясі за розморожування більше порушується структура всіх тканин, особливо м'язової. Воно містить велику кількість м'ясного соку, має менший вміст білків, відсутні глікоген і глюкоза, незначний вміст молочної кислоти та екстрактивних речовин. Білки втрачають ліофільність, мають зруйновану просторову структуру молекул. У такому м'ясі відсутні глікоген і глюкоза, незначний вміст молочної кислоти та екстрактивних речовин.

### 6.3. ТЕПЛОВА ОБРОБКА М'ЯСОПРОДУКТІВ

Теплова обробка (60–180 °С) є одним із надійних методів консервування м'яса і м'ясопродуктів. При цьому м'ясо стає більш стійким до мікробного ураження, з'являються нові корисні смакові якості, консистенція стає твердішою, а поживні речовини краще засвоюються організмом.

Відповідно до поставленої мети для виробництва м'ясопродуктів використовують різні способи теплової обробки.

Поверхнева теплова обробка включає ошпарювання, обпалювання та обсмажування. Нагрівання з метою досягнення певного ступеня готовності – це бланшування, варіння, запікання, смаження. З метою запобігання мікробіального псування продукту (консервація) застосовують пастеризацію та стерилізацію. Для виділення із сировини окремих складових частин проводять витоплювання жиру, виварювання желатину та клею тощо.

Після теплової обробки змінюються фізико-хімічні властивості білків. Нагрівання призводить до втрати білками четвертинної, третинної і вторинної структур. Білки денатурують, втрачають гідрофільність, зникають сольватні оболонки, різко знижується розчинність їх у воді. Денатурація білків м'яса починається вже за температури 30–35 °С. З усіх білків м'яса найбільше чутливим до підвищення температури є міозин – його молекули денатурують за температури 45 °С (табл. 40). За температури 60–65 °С змінюють структуру понад 90 % внутрішньоклітинних протеїнів, еластин зазнає денатурації за температури 125 °С.

Таблиця 40 – Температура денатурації основних білків м'яса

Білок	Денатурація, °С	Білок	Денатурація, °С
Міозин	45–55	Глобулін Х	50–60
Актин	50–55	Міоглобін	60–70
Актоміозин	42–48	Колаген	55–65
Міоген	55–65	Еластин	125
Міоальбумін	45–47		

За теплової обробки колір м'яса змінюється від червоного до сіро-коричневого, що, перш за все, пов'язано з утворенням похідних міоглобіну (рис. 38).



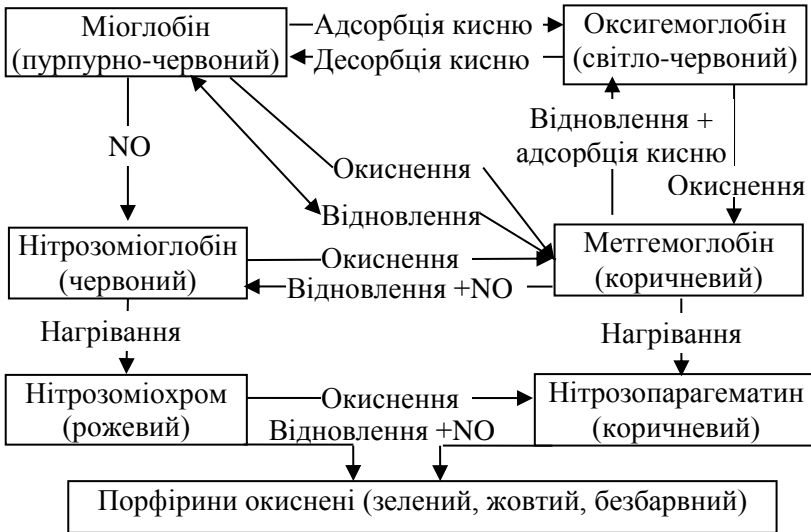
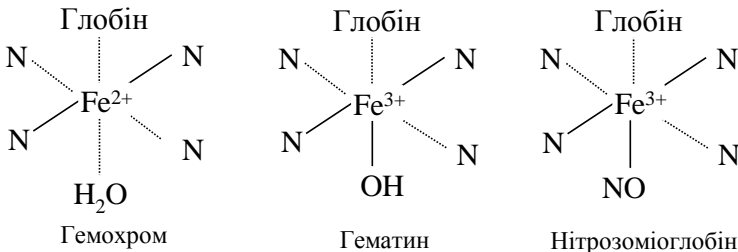


Рис. 38. Схема взаємоперетворень похідних міоглобіну.

За руйнування міоглобіну утворюється простий білок глобін та простетична група (гем). Надалі гем під впливом підвищеної температури перетворюється на коричневий пігмент гемохром, який адсорбується на молекулі глобіну. Частина молекул гемохрому окиснюється до пігменту гематину, у результаті чого двовалентне залізо ( $Fe^{2+}$ ) переходить у тривалентне ( $Fe^{3+}$ ). Суміш гемохрому і гематину надає м'ясу сіро-коричневого забарвлення.



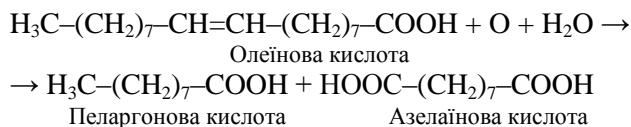
**Примітка.** У схемах N означає пірольне ядро молекули пігменту.

Збереження типового червоного кольору м'яса досягають обробкою його перед засолом невеликими, нешкідливими для здоров'я людини і тварин, дозами нітрату калію (калійною

селітрою), а за взаємодії останнього з міоглобіном виникає нітрозоміоглобін який за нагрівання перетворюється на денатурований глобін і нітрозоміохромоген, що зумовлює збереження м'ясом червоного забарвлення.

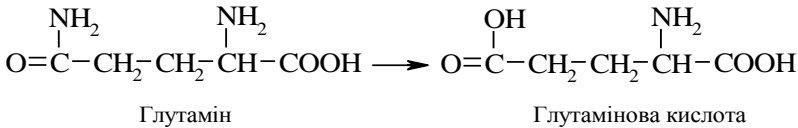
Під час варіння м'яса змінюються фізико-хімічні властивості та фізичний стан основного білка сполучної тканини – колагену. За термічної обробки колаген гідролітично розщеплюється до проміжних продуктів розпаду – глютину і глютозу, що призводить до послаблення водневих зв'язків, розпушення сполучнотканинної строми, зменшення жорсткості м'яса й підвищення його перетравлювання та засвоєння у тонкому відділі кишечника. Нагрівання м'яса до високих температур (понад 100 °С), особливо за стерилізації, призводить до погіршення окремих його показників, особливо перетравлювання білків. При цьому відбувається термічне дезамінування і декарбоксілування деяких амінокислот, що сприяє утворенню аміаку, амінів, летких жирних кислот і кетокислот. На такі якісні зміни впливають вологість, час нагрівання, глибина дозрівання м'яса, реакція середовища, наявність у м'ясному бульйоні інших сполук. Наприклад, внесення у бульйон кухонної солі (хлориду натрію) сприяє набряканню сполучнотканинних волокон, швидкому проникненню води у строми та її розпушенню, що позитивно впливає на засвоєння поживних речовин організмом за перетравлювання харчового продукту.

Під час варіння м'яса руйнуються поверхневі клітинні мембрани ліпоцитів (жирових клітин), краплі жиру потрапляють у бульйон, утворюючи емульсію. За нагрівання м'яса вище 100 °С настає часткове гідролітичне розщеплення молекул нейтрального жиру з утворенням гліцеролу і високомолекулярних жирних кислот. Ненасичені жирні кислоти (олеїнова, лінолева, ліноленова) у таких умовах можуть окиснюватися з утворенням оксикислот та інших продуктів окиснення (альдегідокислот, кетокислот, альдегідів, кетонів). Ці кислоти здатні до гідролітичного розщеплення:



Під час варіння м'яса і м'ясопродуктів звільнюються леткі жирні кислоти, можлива полімеризація, прискорюється окиснювальне псування жирів за зберігання (особливо свинини). При цьому утворюється бульйон, що містить білки, жири, мінеральні речовини, азотовмісні та безазотисті екстрактивні речовини, вітаміни А та Е, а за короткочасної термообробки ще й вітаміни В<sub>1</sub>, С, D. Вміст цих сполук залежить від способів варіння. Коли м'ясо покласти варити у холодну воду, одержують концентрований бульйон і малоцінне за харчовими якостями м'ясо. Якщо м'ясо переносять у киплячу воду, відбувається швидка коагуляція білків поверхневого шару, виділення у бульйон екстрактивних сполук зменшиться, але одержують соковите і смачне м'ясо та малоконцентрований бульйон. Сухе нагрівання м'яса зумовлює розпад вітамінів та інших речовин, зокрема пептидів й амінокислот.

У формуванні запаху та смаку м'яса беруть участь сполуки різної хімічної природи. Важлива роль в цьому належить глутаміновій кислоті та її солям, вміст яких у м'ясі навіть у незначних кількостях (0,03 %) надає продукту смак. Глутамінова кислота утворюється за нагрівання у слаболужному середовищі із глутаміну, що міститься у м'язовій тканині:



Суттєве значення у формуванні запаху та аромату має інозинова кислота, креатин, креатинін, меркаптани, що утворюються із сірковмісних амінокислот, леткі жирні кислоти та інші карбонільні сполуки. Внаслідок реакції меланоїдиноутворення (особливо під час смаження) синтезуються темно-коричневі продукти – меланоїдини.

Теплова обробка м'яса призводить до зменшення вмісту вітамінів, особливо водорозчинних, за рахунок їх хімічних змін. Так, залежно від умов обробки м'яса втрата вітаміну В<sub>1</sub> складає 30–60 %, В<sub>2</sub> та В<sub>3</sub> – 15–30, В<sub>5</sub> – 10–35, В<sub>6</sub> – 30–60 %.

Зміна структурно-механічних властивостей м'ясопродуктів під час нагрівання залежить від температури і тривалості нагрівання,

вмісту сполучної тканини, природної особливості, віку тварин, ступенів подрібненості, зневоднення та розвитку автолітичних процесів, величини рН, наявності солей тощо.

#### **6.4. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЗМІНИ У М'ЯСІ ПІД ЧАС ЗАСОЛУ**

Засол – обробка м'яса і м'ясопродуктів сіллю (хлоридом натрію), часто у поєднанні зі спеціями, сахарозою, нітратами, фосфатами та витримка їх впродовж певного часу, достатнього для консервування й одержання заданих властивостей. У м'ясній промисловості засол використовується як один із найбільш поширених методів консервування м'яса, м'ясопродуктів і сировини (шкір, кишок тощо) у поєднанні з іншими способами консервування.

Існує декілька видів засолів: сухий, мокрий та змішаний. За сухого засолу м'ясо і м'ясопродукти обробляються засоловальною сухою сумішшю, за мокрого – розсолем (розчином хлориду натрію або консервуючої суміші), за змішаного – консервують одночасно сухим і мокрим способами.

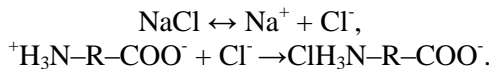
За засолу компоненти консервуючої суміші, хімічною основою яких є, як правило, хлорид натрію, проникають у товщу м'яса, м'ясопродуктів та іншої сировини тваринного походження. Проникнення консервуючих речовин відбувається згідно із законами дифузії (Фіка) та осмосу (Вант-Гоффа). Консервуючі розчини (ними стають компоненти сухої засоловальної суміші, що розчинилася у м'ясному соці) проникають через канали біомембран клітин у товщу волокон сполучної стромы. Висолюються білки, після чого м'ясо стає стійким до дії бактеріальних ферментів, що можуть у нього потрапити. Швидкість проникнення у м'ясо консервантів залежить від концентрації солей і навколишньої температури. Чим більша різниця у концентрації солей у розсолі та тканинах м'яса, тим більша швидкість процесу консервування. Слід відзначити, що у м'язову тканину хлорид натрію проникає набагато швидше, ніж у мікроструктури сполучної тканини.

Засол спричинює ряд істотних змін у фізико-хімічних властивостях м'яса в цілому і його тканинах зокрема. Під час засолу консистенція м'яса стає більш твердою, змінюється колір,

особливо після додавання з консервуючою сумішшю селітри, з'являється новий смак, частково змінюється запах.

За засолу збільшується гідратація та вихід білкових речовин у м'ясний сік. Білки сполучної тканини м'яса (еластин і колаген) у розсіл не переходять. За дії тканинних ферментів, що виділяють мікроорганізми, проходить гідролітичний розпад білків.

У засоленому м'ясі концентрація водневих іонів зрушується у кислий бік за рахунок підвищення вологов'язувальної здатності білків. Причиною є взаємодія іонів хлору з амініними білковими функціональними групами:



Повна фіксація іонів хлору у добре подрібненому м'ясі за звичайного засолу настає через 10–12 годин за температури 4 °С. За довготривалого засолу спостерігається набрякання колагенових волокон, чому сприяє проникнення в них молекул води. Воно досягає свого максимуму на 20-ту добу консервування.

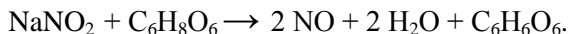
За мокрого засолу у розсіл виходить близько половини азотистих і безазотистих екстрактивних речовин м'яса. З екстрактивних мінеральних речовин у розсіл дифундує найбільше Калію і фосфатів. Кількість вітаміну В<sub>1</sub> (тіаміну) у складі м'яса зменшується на 15–20 %, В<sub>с</sub> – на 35 %, втрати вітаміну В<sub>2</sub> незначні.

За зберігання м'яса і м'ясопродуктів, консервованих хлоридом натрію, відбуваються глибокі зміни у ліпідному складі продуктів. Перш за все, це стосується нейтральних жирів, що містяться у поверхневих шарах м'яса. Ненасичені тригліцероли (триолеїн, діолеостеарин тощо) й ненасичені високомолекулярні жирні кислоти, що утворились під час гідролізу жирів та завжди є у певних кількостях у них, взаємодіють з киснем повітря, утворюючи різноманітні продукти окиснення, зокрема оксижири, оксикислоти, пероксиди й інші сполуки, наявність яких у м'ясі негативно впливає на харчову цінність та органолептичні властивості продукту. Тканинна ліпаза, що розщеплює нейтральні жири м'яса, активується іонами Натрію із розсолу.

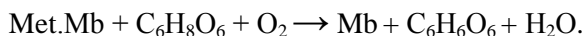
За соління м'ясо втрачає природне забарвлення й набуває коричнево-бурого кольору різних відтінків. Основними чинниками, що впливають на розвиток забарвлення, є вміст міоглобіну,

наявність кисню, світла, температура середовища, тривалість витримки в розсолі, рН середовища, кількісний вміст кухонної солі та нітриту натрію, наявність денітрифікуючої мікрофлори, швидкість та кількість утворення оксиду нітрогену, міцність зв'язку між NO та Mb.

З метою запобігання виникненню небажаних змін забарвлення м'яса та м'ясопродуктів до розсолу додають нітрати ( $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ) та нітрити ( $\text{NaNO}_2$ ). У результаті утворюється нітрозоміоглобін (NO-Mb), який надає солоним м'ясним продуктам рожево-червоного забарвлення. Для поліпшення забарвлення готових солоних продуктів застосовують антиокиснювачі, зокрема аскорбінову кислоту (вітамін С) та її натрієву сіль, що є сильним відновником. Аскорбінова кислота ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ) відновлює нітрит до оксиду нітрогену (II):

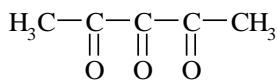


Окрім того аскорбінова кислота прискорює відновлення метміоглобін (Met.Mb) у міоглобін (Mb), сприяючи утворенню нітрозопігментів, і як наслідок, підвищення інтенсивності забарвлення продукту:

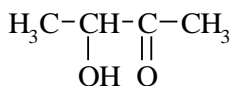


Для створення відновних умов з метою кращого забарвлення м'яса та повнішого використання NO застосовують цукри (0,3–0,5 %). Цукор підвищує осмотичний тиск розсолу, є основою для розвитку специфічної мікрофлори, сприяє набухання колагену м'яса, внаслідок чого продукт набуває ніжної консистенції.

Смак та аромат м'яса під час соління зумовлюють амінокислоти, що утворюються за дії протеолітичних ферментів (катепсинів), та екстрактивні речовини (пурин, креатин), що звільняються під час автолізу. За соління шинки утворюється ацетоїн (під час ферментації цукрів) та діацетил (за окиснення ацетоїну).



Ацетоїн

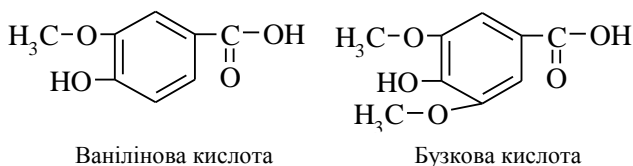


Діацетил

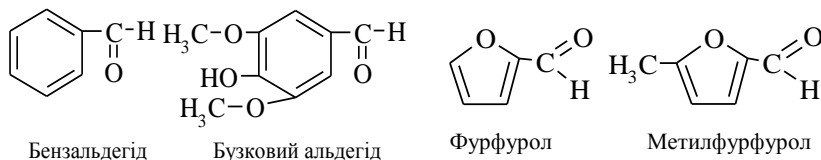
## 6.5. ЗМІНИ У М'ЯСІ ПІД ЧАС КОПЧЕННЯ

*Копчення* – процес обробки харчових продуктів димом, що утворюється за неповного згорання деревини. Нині застосовують копчення холодне (18–22 °С), гаряче (60–100 °С), мокре, бездимне, електрокопчення тощо.

Коптильний дим є аерозолем (суміш найдрібніших твердих і рідких частинок, завислих у газовому середовищі). У ньому є гази:  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_2$ , а також органічні сполуки, що за певної температури перебувають у стані пари. До складу коптильного диму входить понад 200 хімічних сполук різних класів речовин, зокрема низькомолекулярні жирні кислоти: мурашина ( $HCOOH$ ), ацетатна ( $CH_3COOH$ ), пропіонова ( $C_2H_5COOH$ ), масляна ( $C_3H_7COOH$ ), валеріанова ( $C_4H_9COOH$ ), капронова ( $C_5H_{11}COOH$ ); кетокарбонові кислоти:  $\alpha$ -кетоглутарова ( $HOOC-CH_2-CH_2-CO-COOH$ ), левулінова ( $HOOC-CH_2-CH_2-CO-CH_3$ ); двоосновні кислоти: маленова ( $HOOC-CH_2-COOH$ ), бурштинова ( $HOOC-CH_2-CH_2-COOH$ ), фумарова ( $HOOC-CH=CH-COOH$ ); ароматичні кислоти: ванілінова та бузкова.

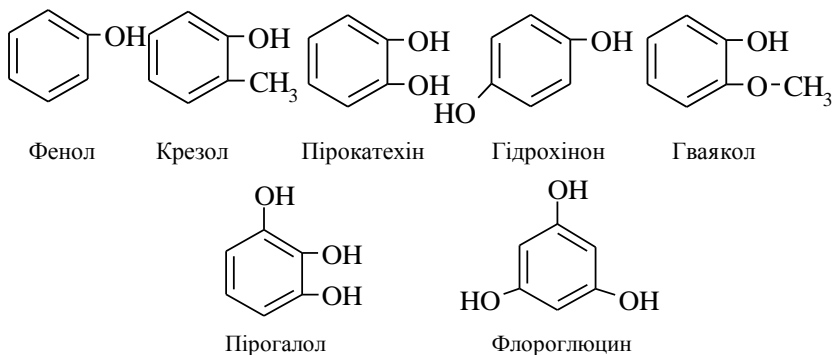


У димі наявні альдегіди: аліфатичні (мурашиний, ацетатний, пропіоновий), ароматичні (бензальдегід, бузковий альдегід) та гетероциклічні (фурфурол, метилфурфурол).



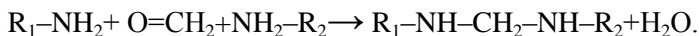
Дим містить кетони, зокрема, ацетон ( $CH_3-CO-CH_3$ ) та метилпропілкетон ( $CH_3-CO-CH_2-CH_2-CH_3$ ), а також спирти ( $CH_3OH - C_5H_{11}OH$ ).

Запах диму надають одноатомні (фенол, крезол), двоатомні (пірокатехін, гідрохінон, гваякол) та триатомні феноли (пірогалол, флороглюцин):



До складу диму входять аміни: метиламін ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ), етиламін ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ ), бутиламін ( $\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$ ), а також етери, естери, смолянисті речовини (фенолформальдегідні смоли) та ацени (бензен, толуен, фенатрен тощо). Співвідношення перерахованих сполук може змінюватися залежно від виду деревини та режиму згорання.

Якість готових виробів залежить від швидкості осадження і глибини проникнення часточок диму. При цьому змінюються складові частини продукту за рахунок складних взаємозв'язаних хімічних, фізико-хімічних та біохімічних процесів, що впливають на консистенцію, органолептичні властивості та стійкість під час зберігання. Копчений продукт значно зневоднюється (на 7–20 %) за рахунок випаровування вологи. За гарячого копчення проходить часткова теплова денатурація білків і від'єднання функціональних груп ( $-\text{SH}$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{OH}$  тощо), які взаємодіють з леткими речовинами диму, що спричинює незворотну дегідратацію, коагуляцію частини білків саркоплазми та міофібрил, у зв'язку з чим продукт краще ущільнюється. Частина білкових молекул “зшивається” у більші частинки через різні хімічні “містки”. Так, формальдегід, реагуючи з аміногрупами пептидних ланцюгів, утворює між ними “метиленові містки” ( $\text{R}_1-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{R}_2$ ):





Аналогічно діють інші альдегіди і кетони. Дію дублення виконують феноли, які проявляють поліфункціональні властивості. Істотно зазнає денатурації колаген, що входить до м'ясних продуктів. Колагенові волокна при цьому зварюються і частково гідролізуються, розриваються водневі зв'язки та активізуються звільнені функціональні групи.

Під час гарячого копчення (до 40–50 °С) активізуються автолітичні процеси, що каталізуються мікробіальними ензимами. При цьому відбувається гідролітичний розпад білків (протеоліз), ліпідів (ліполіз), а також ряд інших ферментативних процесів, які були пригнічені під час соління.

Тривале холодне копчення супроводжується глибокою ферментацією, відбувається гомогенізація тканин, консистенція м'яса стає м'якою та ніжною.

Компоненти диму мають різні відтінки запаху, що створює специфічний “букет” смаку та запаху копченого продукту. Під час копчення різні продукти (свинина, яловичина, риба) набувають смаку та аромату, властивих кожному із них. Наслідком копчення є забарвлення поверхні виробу у коричневі відтінки. Хімізм утворення кольору зумовлений осадженням на поверхні продукту фарбуючих компонентів, основними з яких є смоли, вуглеводні та фенольні фракції.

Стійкість копчених продуктів до дії мікроорганізмів пов'язана із бактерицидною дією копильних речовин (формальдегіду, фенолу тощо). Феноли також проявляють антиокиснювальну дію, що гальмує процес псування жирів.

Основною вимогою до копильних речовин є їх безпечність і нешкідливість для організму людини та відсутність пригнічувальної дії на ферменти травлення. Окремі компоненти диму (органічні кислоти, карбонільні сполуки) у тих кількостях, в яких вони накопичуються у копчених продуктах, нешкідливі для організму людини. Водночас накопичення формальдегіду є небажаним, оскільки він впливає на білкову структуру травних ферментів, знижуючи їх активність. Певною токсичною дією характеризуються феноли, які здатні знешкоджуватися у печінці та виводитися з організму у вигляді парних сполук із сульфатною та глюкуроною кислотами. У разі неправильного процесу копчення у димі може бути наявним 3,4-бензопірен, який має канцерогенну

дію. Продукти, що підлягають копченню, необхідно захищати покриттям (ковбасні оболонки, шкіра) з тим, щоб леткі речовини диму адсорбувалися на оболонці, а не на продукті.

Одним із напрямів удосконалення технології копчення є використання копильних препаратів – спеціальної фракції ароматичних компонентів, які застосовують для одержання аромату копчення.

## **6.6. ЗМІНИ У М'ЯСІ І М'ЯСОПРОДУКТАХ У ПРОЦЕСІ СУШІННЯ**

*Сушіння* – процес видалення вільної вологи без руйнування клітинної мембрани та без змін енергетичної цінності продукту за певних параметрів повітря. На сушіння направляють ковбаси (напівкопчені, варено-копчені та сирокопчені) та копченості. Сушіння є одним із способів консервації. Висушені продукти мають значно меншу масу і містять ту саму кількість поживних речовин. Проте у процесі сушіння разом з вологою видаляються леткі ароматичні та смакові речовини, можлива хімічна взаємодія частини продукту з киснем повітря, зміни за дії підвищеної температури.

Обмін речовин у живих організмах відбувається у водному середовищі. Нестача води уповільнює чи майже припиняє розвиток мікроорганізмів. Мінімальний вміст вологи у білкових продуктах, за якого можливий розвиток бактерій, становить 25–30 %, проте плісняві гриби здатні розмножуватися за вмісту вологи близько 15 %. Сушіння не можна використовувати для стерилізації та знешкодження харчових продуктів, які уражені патогенною мікрофлорою.

У м'ясній промисловості застосовують сушильні камери, які оснащені кондиціонерами для підтримки необхідних параметрів температури (12 °C) та відносної вологості (75 %). За сушіння сирих продуктів відбуваються процеси, що активуються тканинними ферментами (дозрівання) і мікрофлори, та структурування. Процес сушіння відбувається у декілька етапів: 1 – пароутворення на поверхні та всередині продукту; 2 – перенесення водяної пари у зовнішнє середовище через межуючий шар; 3 – перенесення вологи від центру до поверхні. Ці явища відбуваються

за рахунок різниці парціального тиску водяної пари на поверхні продукту та у навколишньому середовищі. При цьому разом із вологою переносяться водорозчинні речовини.

За сушіння сирих продуктів продовжується розпочате раніше (соління, холодне копчення) руйнування клітинних структур м'яса за рахунок ферментативного гідролізу білків (за дії тканинних і мікробіальних ензимів). Близько 15 % білків розщеплюються до поліпептидів та низькомолекулярних азотовмісних сполук. Ці зміни зумовлюють підвищення гомогенності фаршу та формування характерної однорідної структури. Поряд з цим проходить протилежно направлений процес вторинного структурування за рахунок агрегації білків на фоні зниження рН фаршу (діяльність молочнокислих бактерій) та його зневоднення. Вторинне структурування зумовлює зниження ступеня перетравленості білків травними ферментами.

Специфічний смак і аромат сирокочених ковбас пояснюється, головним чином, наявністю карбонільних ( $R_1-CO-R_2$ ) й сульфуромісних ( $R-SH$ ) сполук, органічних кислот ( $R-COOH$ ), спиртів ( $R-OH$ ), етерів ( $R_1-O-R_2$ ) та естерів ( $R_1-CO-O-R_2$ ). Певну роль відіграє молочна кислота ( $CH_3-CH(OH)-COOH$ ) як продукт ферментативного перетворення вуглеводів, а також пептиди, вільні амінокислоти та продукти гідролізу жиру.

Забарвлення сирокочених і сиров'ялених ковбас визначається наявністю незруйнованих пігментів м'яса, зокрема нітросо-пігментів. Мікрококи фаршу здатні відновлювати нітрити, що інтенсифікують реакції кольороутворення.

У процесі тривалого сушіння продовжується селективний розвиток мікроорганізмів, що у поєднанні з іншими компонентами забезпечує підвищену стійкість продукту до мікробіального псування. В умовах поступового зневоднення фаршу збільшується концентрація солі, знижується величини рН та суттєво змінюється кількісно-видовий склад мікрофлори. При цьому підвищується активність мікроорганізмів, які беруть участь у ферментативному гідролізі білків і ліпідів з утворенням смакоароматичних сполук.

## 6.7. ВИКОРИСТАННЯ ПРЯНОЩІВ І ХАРЧОВИХ ДОБАВОК

Смакові добавки до м'ясних продуктів можуть бути натуральними та синтетичними. Деякі смакові приправи стандартизовані, в такому випадку вони можуть бути включені до спеціальної категорії – харчові добавки.

Як приправи використовують свіжі чи висушені подрібнені наземні частини рослин – кріп, коріандр; насіння – аніс, гірчиця; плоди і насіння – чорний перець; квіти чи їх частини – каперси, гвоздика; листя – лавровий лист; кора – кориця; кореневища – імбир; цибулини – цибуля, часник. До приправ відносять також складні багатокомпонентні композиції, сухі, пастоподібні чи рідкі. У багатьох народів є свої традиційні приправи: соєвий соус, хмелісунелі, аджика тощо. До складу приправ і прянощів входять ароматичні олії, часто глікозиди, а також супутні їм вуглеводи (крохмаль) та дубильні речовини. Характерні властивості прянощів визначають глікозиди, терпеноїди, прості та складні ефіри, а також деякі каротиноїди та органічні сульфіди. Так, наприклад, діалілдисульфід ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ ) є не тільки приправою, а й повністю блокує утворення в усьому організмі холестеролу і перешкоджає утворенню інших побічних продуктів.

Крім надання продуктам смакових та ароматичних властивостей окремі приправи можуть бути джерелом органічних кислот (оцет), ферментів (соєвий соус) та деякою мірою мікроелементів – Феруму, Кальцію, Йоду та інших.

**Харчові добавки** – природні та синтетичні сполуки, які спеціально додають до сировини для удосконалення технології виготовлення та надання продукту необхідних властивостей. На сьогодні їх кількість становить понад 500. Харчові добавки повинні перевірятися на токсичність, мутагенність, тератогенність.

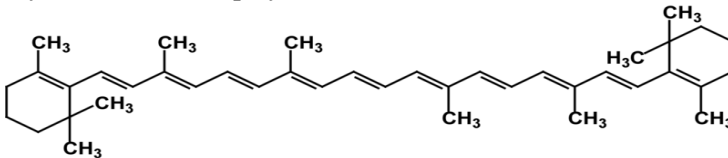
Харчові добавки класифікують залежно від ряду ознак і позначають індексом, який починається літерою E (Європа) та трізначним номером. При цьому перша цифра означає: 1 – барвник, 2 – консервант, 3 – антиокиснювач, 4 – стабілізатор (зберігає консистенцію продукту), 5 – емульгатор, 6 – посилювач смаку й аромату тощо.

Кислоти, основи та солі додають у харчові продукти як регулятори рН середовища, розпушувачі, плавители, а також для

зміни смакових властивостей. Найбільш поширеними є деякі солі фосфатної, лимонної та молочної кислот. Для нейтралізації реакції середовища для гідролізу білкових продуктів чи інвертування вуглеводів використовують гідроксиди натрію (NaOH) і калію (KOH), їх солі ( $K_2CO_3$ ), соляну кислоту (HCl). За призначенням харчові добавки класифікують на групи.

*Харчові барвники.* Їх використовують для надання харчовим продуктам характерного забарвлення, яке змінюється за технологічної обробки (нагрівання, стерилізації, сушки).

Одним із представників є бета-каротин – червоно-жовтий пігмент, що виділяється із моркви, шипшини, перцю, квіток календули, а також одержують синтетичним способом.



Каротин

*Речовини, які змінюють структуру продукту:* згущувачі, гелета драглеутворювачі. Згущувачі використовуються для одержання колоїдних розчинів з високою в'язкістю. Драглеутворювачі застосовують для одержання полікомпонентних нетекучих і структурованих систем, здатних зв'язувати воду. У хімічному плані це макромолекули, в яких рівномірно розподілені гідрофільні групи, що взаємодіють із водою. Серед них натуральні природні речовини рослинного (крім желатину) походження: желатин, пектин, агароїди, камеді та сполуки, що одержують штучно (напівсинтетично), у тому числі із природних джерел (метилцелюлоза, карбоксиметилцелюлоза, амілопектин, модифіковані крохмалі).

*Желатин* – білковий продукт, суміш лінійних поліпептидів з різною молекулярною масою, не має смаку та запаху. Одержують із кісток, хрящів та сухожилів тварин.

*Крохмаль* ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> та модифікований крохмаль використовують як згущувачі. Модифікація крохмалю дозволяє суттєво змінити його будову та властивості (гідрофільність, здатність до клейстеризації, гелеутворення). Окиснені крохмалі утворюють клейстери пониженої в'язкості та підвищеної

прозорості. Крохмалофосфати, окрім цього, стійкі до нагрівання, дії кислот та перемішування.

*Полісахариди, виділені із морських водоростей* – важливий вид харчових добавок. До них належать агар-агар, агароїди, альгінова кислота та її солі тощо. У складі агар-агару виявлені D- та L-галактози, 3,6-ангідрогалактози, пентози, D-глюкуронова та пірвіноградна кислоти. Желатинована здатність у 10 разів вища, ніж у желатину. Агароїд також одержують із водоростей. Желатинована здатність у 2 рази нища, ніж в агар-агару. Альгінова кислота являє собою полімерний ланцюг, що складається із залишків D-маннурової та L-гулурової кислот. Вона виводить з організму важкі метали та радіонукліди. Ряд цілющих властивостей морської капусти зумовлений саме альгіновою кислотою. Альгінати – солі альгінової кислоти, зокрема: альгінат натрію (E401), альгінат калію (E402), альгінат кальцію (E404).

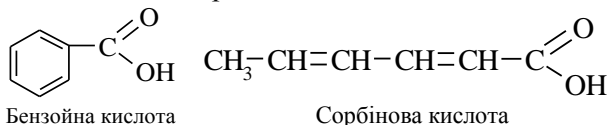
*Речовини, які регулюють властивості сировини та продукту* – це в першу чергу поверхнево-активні речовини (ПАР). Вони здатні концентруватися на поверхні розділу фаз, знижувати поверхневий натяг, що дає можливість використовувати їх для одержання тонкодисперсних та стійких колоїдних систем. Зазвичай, молекули таких речовин мають дифільну будову, тобто містять полярні гідрофільні та неполярні гідрофобні групи. До харчових ПАР відносять моно- та дигліцероли, фосфоліпіди, естери полігліцеролу, сахарози та сорбіту тощо.

*Речовини, які підвищують збереженість та збільшують термін зберігання продукту*, – це добавки, в основному антиокиснювачі та консерванти.

*Антиоксиданти* уповільнюють окиснення ненасичених жирних кислот, що входять до складу ліпідів. Зазвичай їх використовують у жировмісних продуктах. Із природних антиоксидантів виділяють токофероли (зокрема, з гарбузової олії), аскорбінову кислоту  $C_6H_8O_6$  (E300) та аскорбат натрію  $C_6H_7O_6Na$  (E301). Із синтетичних – бутилоксіанізол та бутилоксітолуол.



*Консерванти* підвищують термін зберігання та захищають продукти від псування пригніченням розвитку бактерій, плісняви, дріжджів та інших мікроорганізмів. Неорганічними консервантами є оксид сульфуру (SO<sub>2</sub>), сульфіти (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> та NaHSO<sub>3</sub>). Органічні консерванти – бензойна й сорбінова кислоти та їх солі.



У деяких випадках використовують природні сполуки, наприклад, алілгірчичну олію, нізин (антибіотик, який виробляється молочнокислими бактеріями) тощо.

*Сорбенти, освітлювачі* використовуються у тих випадках, коли за технологічними чи гігієнічними міркуваннями необхідно видалити із харчового продукту небажані компоненти. Як сорбенти і фільтруючі матеріали використовують сполуки органічного та неорганічного походження (діатоміт, бентоніт, перліт, азбест, активоване вугілля, тканинні фільтри).

*Смакові та ароматичні добавки* використовуються в основному як підсилювачі аромату.

Глутамінова кислота – харчова добавка (E620) та її солі (E621–625) використовуються як посилювачі смаку та аромату у багатьох харчових продуктах та консервах.

Чи шкідливі харчові добавки? Однозначної відповіді допоки не існує. Офіційна медицина вважає, що хоча вони є харчовими і нешкідливими самі по собі, проте потрапивши до організму, можуть включатися в обмін речовин та діяти непередбачуваним чином. Крім того, навіть вироблені з натуральної сировини, добавки зазнають глибокої хімічної обробки, тому наслідки їх застосування можуть бути неоднозначними. Для виробництва гастрономічних продуктів необхідно чітко дотримуватися дозування добавок. Так, окремі ароматизатори можуть викликати виникнення алергії, астми, псоріазу. Деякі консерванти та стабілізатори сприяють виникненню злоякісних пухлин, захворювань органів травлення, печінки, нирок та хвороб шкіри.

## **РОЗДІЛ 7. ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЯКІСТЬ М'ЯСОПРОДУКТІВ**

### **7.1. БІОХІМІЯ М'ЯСА ЗА ДЕЯКИХ ПАТОЛОГІЧНИХ СТАНІВ**

Експертиза м'яса і м'ясопродуктів, одержаних від вимушено забитих або хворих тварин, керується положеннями Ветеринарного законодавства країни, що регламентують забій і використання туш, окремих її частин для різних потреб.

За багатьох інфекційних та інвазійних захворювань заборонено забивати тварин для харчових чи кормових цілей (сибірка, сап, бруцельоз тощо). За деяких інфекційних хвороб (інфекційний атрофічний риніт) вилучають уражені органи (голову, гортань, трахею, часто легені), а м'ясо використовують для харчових потреб. У разі захворювання тварин на ящур їх м'ясо використовується для приготування варених або варено-копчених ковбас, за тяжких паразитарних хвороб, коли уражений весь організм тварин (саркоцистоз, гемоспоридіоз) туші, органи і субпродукти утилізують. За незначних уражень фінозом, коли на площі 40 см<sup>2</sup> виявляється не більше 3 фін, тушу й усі субпродукти, що мають м'язову тканину, проварюють, заморожують або засолюють відповідно до встановленого режиму і використовують для харчових потреб. Жир перетоплюють за температури 100 °С впродовж 20 хв та використовують із харчовою метою.

У разі травм, якщо перед забоєм у тварин температура тіла не підвищена і не було явищ запального характеру, уражену частину туші видаляють, а м'ясо використовується без обмежень.

По-різному використовують м'ясо і м'ясопродукти отруєних тварин. За експертизи м'яса і м'ясопродуктів розрізняють три групи отрут. До першої групи відносять отрути, за яких м'ясо вибраковується все, незалежно від кількості отрути, що потрапила до організму. Це отруєння ціанідами, сполуками Меркурію,



Арсенію та речовинами, що сильно пахнуть. Ці отрути не зникають з туші або її частин за обробки і можуть спричинювати отруєння у людей і тварин, що споживатимуть таке м'ясо. До другої групи належать отрути, які можуть локально відкладатися у певних органах і структурах, у разі споживання їх з їжею спричинюють захворювання і навіть смерть. До них належать сполуки Плюмбуму. М'ясо вважається отруйним, коли вміст Плюмбуму становить 1 г/кг. Третю групу становлять токсичні сполуки, які не здатні депонуватися у м'язовій тканині. До них належать отруєння хлоридами натрію або калію, карбамідом, продуктами бродіння вуглеводів. Таке м'ясо використовується, а субпродукти утилізуються.

Патологічні процеси, що перебігають у хворому організмі, відбиваються на проходженні біохімічних реакцій, хімічному складі та фізико-хімічній характеристиці м'яса і м'ясопродуктів. За загальних захворювань у тканинах м'яса зменшується кількість глікогену, повільно йде його дозрівання, зменшується концентрація молочної кислоти та АТФ. Відбувається інтенсивний протеоліз усіх білків, збільшується вміст амінокислот. У м'ясі може бути певна кількість амінів, зокрема трупних отрут (кадаверину і путресцину), підвищена концентрація аміаку, з'являється сірководень. Інтенсивно проходить гідроліз жирів, утворюються оксикислоти, альдегіди, кетони, леткі жирні кислоти. Реакція м'яса поступово стає слаболужною чи лужною. Виникають умови для інтенсивного росту і розвитку патогенної мікрофлори. Змінюється консистенція м'яса – воно поступово стає м'яким і в'ялим, потім ослизнюється. Зникає типовий для доброякісного м'яса колір – воно набуває темно-червоного, чорного та зеленуватого кольору. Запах такого м'яса неприємний і навіть смердючий, зумовлений присутністю амінів, летких жирних кислот, альдегідів, кетонів й інших отруйних сполук. Внутрішній жир, розміщений у сполучнотканинній стромі, стає зеленувато-жовтим, має неприємний запах, зумовлений наявністю низькомолекулярних жирних кислот, альдегідів і кетонів.

За локальних уражень (пухлини, абсцеси, крововиливи та інші місцеві патологічні процеси) зміни охоплюють тканини певних ділянок туш, де залежно від природи і стадії захворювання розвиваються місцеві порушення протікання та напрямку біохімічних реакцій. Це, перш за все, відбивається на концентрації

глікогену у м'язовій тканині, менше – у вмісті білків, особливо, сполучнотканинного походження (колагені та еластині), нейтральному жири й інших хімічних сполуках.

Хімічний склад м'яса і його якісні показники змінюються за інфекційних (сибірка, туберкульоз, паратуберкульоз, бруцельоз, ящур, лихоманка, лістеріоз, чума, лейкоз, орнітоз, віспа, паратиф, стафілококоз, тиф, пастерельоз), паразитарних (гемоспоридіоз, трихінельоз, саркоцистоз), незаразних (гідремія, жовтяниця, уремія, кахексія, травми, флегмони, піемія, гангрена, білом'язова хвороба, отруєння) захворювань, ураженнях окремих органів (легень, серця, печінки, нирок, кишечнику, селезінки, м'язів діафрагми, вим'я) різними факторами. Використання таких тварин для одержання м'яса визначається Ветеринарним законодавством.

Ступінь змін хімічного складу м'яса і його придатність для їжі людини і корму тварин визначаються етіологією та стадією хвороби, умовами годівлі та утримання тварин, забою та зберігання м'яса, терміном після забою тощо.

Наприклад, з розвитком у м'язовій тканині саркоцистозних процесів у м'ясі збільшується кількість води, зменшується відкладання внутрішньом'язового жиру і накопичення білків. Збільшення кількості води у м'ясі хворих на мікотоксикоз тварин досягає 0,17–1,09 %. За захворювання овець ехінококозом в їх м'ясі вміст води зростає до 3,62 %, кількість білка зменшується на 1,48, а жиру – 0,6 %. За одночасного захворювання ВРХ дикроцеліозом, ехінококозом і пневмонією забійний вихід м'яса зменшується на 2,7 % (за середньої вгодованості), 9,1 (нижче середньої) і доходить до 19 % (за худой). Вихід м'яса різко зменшується в усіх видів сільськогосподарських тварин і птиці за лейкозів. Інвазія організму тварин паразитами (наприклад, трихінелами) призводить до різкого зменшення у м'ясі кількості білків, ліпідів, вуглеводів, мінеральних речовин і зниження його якісних показників. Таке м'ясо має велику кількість неповноцінних білків, про що свідчить вміст у ньому проліну. За малої інвазії у м'ясі збільшується кількість вільних амінокислот на 3,18 %, середньої – 25,27, сильної інвазії – 42,66 %. Білки не стійкі до дії різноманітних факторів, і вже за кімнатної температури за дії клітинних катепсинів розщеплюються до вільних амінокислот.

Загальна маса вільних амінокислот у такому м'ясі зростає до 60 % у порівнянні з м'ясом клінічно здорових тварин.

Особливо багато у такому м'ясі метіоніну, тирозину, глутамінової кислоти, фенілаланіну і лейцину.

У разі захворювання ВРХ фасціольозом у м'ясі в 1,3–1,5 рази менше глікогену, ніж у клінічно здорових тварин. Забійний вихід м'яса у тварин, хворих фасціольозом, на 3,28 % менший у порівнянні з клінічно здоровими тваринами. М'ясо нестійке за зберігання за кімнатної температури. Воно на 24–36 години раніше псується, ніж м'ясо клінічно здорових тварин. М'ясо, одержане від тварин, хворих атрофічним цирозом, псується на 1–2 доби раніше, ніж м'ясо здорових тварин. За механічних травм (переломів стегна тощо) спостерігається погіршення якісних показників м'яса, накопичення в ньому високої концентрації молочної кислоти.

## **7.2. БІОХІМІЯ М'ЯСА ЗА РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ МІСЦЕВОСТІ**

Радіоактивне забруднення – наявність радіоактивних речовин у м'ясі і м'ясопродуктах, одержаних від сільськогосподарських тварин і птиці, які заражені радіонуклідами різного походження (використання атомної зброї, вибухів атомних реакторів, недотримання вимог безпеки за добування, транспортування, переробки, збереження та використання радіоактивних ізотопів тощо). У таких випадках рівень природної радіоактивності перевищується на декілька порядків і стає небезпечним для життя людини, тварин, флори і фауни певної місцевості. Розрізняють два види такого забруднення – знімане і фіксоване. Знімане забруднення – частина радіоактивного забруднення, що відкладається на поверхні об'єкта і може видалятися з нього різними способами. Фіксоване забруднення – частина радіаційного забруднення, що не видаляється самовільно із поверхні об'єкта, у т. ч. з організму тварин і птиці (не враховуючи радіоактивного розпаду) і залишається на ній після дезактивації радіобіологічними методами. М'ясо і м'ясопродукти з фіксованим забрудненням, потрапивши в організм людини і тварин з їжею, є причиною радіоактивного ураження.

В організм тварин і птиці радіоактивні ізотопи надходять найчастіше через шлунково-кишковий тракт (з кормами і водою), легені (з повітрям), шкіру і слизові оболонки (у разі контакту з предметами і повітрям, забруднених радіонуклідами). Радіоактивні ізотопи зв'язуються з білками крові, де транспортуються в усі органи і тканини і включаються у реакції обміну. За типом поширення та локалізації в органах і тканинах радіоактивні ізотопи розділяють на чотири групи і окрему групу Йоду:

- дифузно (рівномірно) розподілені в організмі ізотопи Гідрогену, Літію, Натрію, Калію, Рубідію, Цезію, Ніобію, Рутенію, Телуру, Хлору, Броду;

- остеотропні концентруються у кістковій тканині: ізотопи Берилію, Кальцію, Стронцію, Барію, Радію, Натрію, Фтору;

- гепатотропні зосереджені переважно у тканинах печінки: ізотопи Бісмуту, Сурми, Астату, Арсенію, Урану, Селену;

- ниркові концентруються у тканинах нирок: ізотопи Бісмуту, Астатину, Арсенію, Урану, Селену;

- тиреотропні ізотопи Йоду та Броду.

У деяких випадках порушується така переважна концентрація радіоактивних ізотопів в організмі тварин і птиці. Окремі з них можуть (за великої радіоактивної забрудненості) депонуватися в нетипових для них органах і тканинах, або дифузно поширюватися по всьому організму.

За питомою активністю, яка визначається кількістю радіоактивних речовин на 1 г маси, серед органів за ураженістю перше місце посідає щитоподібна залоза, друге – лімфатичні вузли, третє – паренхіматозні органи (особливо печінка), четверте – кістяк (15 % від загальної радіоактивності в організмі, тут сконцентровані  $^{140}\text{Ba}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{140}\text{La}$ ), п'яте – м'язова тканина (у ній міститься 20–40 % сумарної радіоактивності і сконцентровані  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{99}\text{Mo}$ ), і на останньому місці – жирова тканина.

Значна кількість радіоактивних речовин, що потрапляють в організм людини, тварин та птиці різними шляхами, виводиться з нього у складі кінцевих продуктів обміну. Зокрема, із сечею їх виділяється близько 9 %, з молоком (у дійних корів, овець і кіз) – 2–3, з калом – до 90 %. Частина радіоізотопів, що залишилися в організмі, включається до складу пластичних (білки, нуклеїнові кислоти, ліпіди) та енергетичних (АТФ та її структурні аналоги)

сполук. У такому вигляді ізотопи можуть перебувати тривалий час (місяці й роки) у туші і субпродуктах. Окремі з ізотопів (Стронцій, Цезій, Уран) можуть радіоактивно розщеплюватися і бути причиною променевої хвороби. Опромінення  $\alpha$ - і  $\beta$ -променями, які повільно проникають у товщу тканин, викликають патологічні зміни, в основному, у шкірі та поверхневих слизових оболонках. Опромінення  $\gamma$ -променями або нейтронами, які легко проникають у глибину тіла, зумовлює загальне ураження і променеви хворобу. Найдовше в організмі тварин і птиці утримуються ізотопи з високою атомною масою (Стронцію, Радію, Урану), які відносять до остеотропних радіоактивних ізотопів. Вони є причиною виникнення ряду патологічних змін в організмі, у т.ч. і “променевої хвороби”.

За дії радіоактивного випромінювання порушуються різні ланки обміну речовин в організмі тварин і птиці. У динаміці таких порушень розрізняють три головні етапи.

На першому етапі випромінювання діє на біологічні полімери організму – молекули нуклеїнових кислот, білків, пептидів, ліпідів, гомо- та гетерополісахаридів, відбувається їх іонізація, у результаті якої виникають активні органічні та мінеральні радикали.

На другому етапі дії опромінення порушується діяльність генетичного апарату клітин (ДНК і хромосом), реакції реплікації ДНК, біосинтезу різних видів РНК (транскрипції) і біосинтезу білків (трансляції). В організмі порушується й руйнується структура біомембран клітин різних тканин. Перш за все, руйнуються біомембрани лізосом, що призводить до виходу у цитоплазму й міжклітинне середовище лізосомних ферментів (ДНК-ази, РНК-ази, катепепсинів, кислої й лужної фосфатази), які руйнують клітинні й тканинні структури.

На третьому етапі руйнуюча дія лізосомних ферментів досягає максимуму. Виникає комплекс патологічних змін у клітинах і тканинах тваринного організму. Відбувається лізис клітин, у т.ч. високодиференційованих нейронів, порушуються всі ланки регуляції обміну речовин в організмі, пригнічується імунна резистентність організму. На місцях радіоактивного ураження створюється сприятливе середовище для росту і розвитку мікроорганізмів, у т.ч. патогенних, які своєю життєдіяльністю руйнують тканини радіоактивно зараженої частини тіла,

утворюючи хронічні виразки. Патологічний процес поширюється на інші частини організму, що призводить до загального розпаду клітин і тканин, отруєння продуктами гнильного розпаду, розвитку променевої хвороби і загибелі тварин чи птиці.

М'язова тканина, що складає основу м'яса, після дії радіоактивних ізотопів, має у порівнянні з іншими тканинами середню питому радіоактивність, проте вона акумулює 20–40 % сумарної радіоактивності. Біохімічні і патоморфологічні зміни у м'язовій тканині визначаються дозою і тривалістю опромінення організму радіоактивними ізотопами. На ранніх стадіях у м'язових волокнах зменшується вміст глікогену, знижується активність ферментів анаеробного глікогенолізу, порушується діяльність циклу трикарбовоних кислот, з'являється велика кількість недоокиснених продуктів вуглеводного обміну. Із розвитком патологічних змін порушується ліпідний обмін. У м'ясі відмічається високий вміст ацетонових тіл – ацетону, ацетооцтової і  $\beta$ -оксимасляної кислот. За дії радикалів, у т. ч. іонів води, що утворились на першому етапі дії радіоактивного опромінення, за місцем розриву подвійних зв'язків до молекул ненасичених жирів приєднуються гідроксильні й утворюються молекули гідроксижирів. У ряді випадків ліпіди за дії хімічно активних радикалів гідролізуються, що зумовлює утворення жирних кислот, які можуть вступати у реакції окиснення, утворюючи оксикислоти, альдегіди, кетони, наявність яких негативно впливає на якість м'яса і, перш за все, на його смак та запах.

При цьому порушується обмін білків. За дії лізосомних ферментів, що звільнились під час розпаду лізосом, проходить гідролітичне розщеплення простих і складних білків м'язових волокон і сполучнотканинної стромы. За розщеплення складних білків (міоглобіну, нуклеопротейдів, ліпопротейдів та ін.) утворюються прості білки і простетичні групи. Катепсини лізосом розщеплюють прості білки до альбумоз, пептонів і амінокислот. Амінокислоти за дії мікробних і частково лізосомних ферментів можуть декарбоксилуватися і дезамінуватися з утворенням ряду шкідливих і отруйних речовин (індолу, скатолу, кадаверину, путресцину, аміаку, сірководню тощо).

У м'язовій тканині зменшується вміст вітамінів, азотистих і безазотистих екстрактивних речовин, мінеральних сполук. В інших

тканинах, що формують м'ясо, спостерігаються аналогічні біохімічні зміни, інтенсивність яких залежить від доз опромінення. Порушення реакцій обміну призводять до морфологічних змін м'яса. За дози 10 Гр спостерігається деструкція м'язової тканини і вакуолізація саркоплазми у багатьох м'язових волокнах. За дози 50 Гр у м'язових волокнах і самих м'язах, формуючих м'ясо, є ознаки коагуляційного некрозу. Через деякий час на місці м'язових волокон розвивається грубоволокниста сполучна тканина, багата глікозаміногліканами, колагеном, еластином.

Ветеринарна експертиза м'яса, м'ясопродуктів і субпродуктів, одержаних від тварин, уражених радіоактивним опроміненням, проводиться відповідно до інструкцій Ветеринарного законодавства.

При цьому за основу беруть питому активність  $^{226}\text{Ra}$  у харчових продуктах. М'ясо та інші продукти тваринного походження, в яких встановлено перевищення гранично допустимих доз радіоактивного забруднення, утилізують (за великих доз), або направляють для довготривалого зберігання у холодильниках-ізоляторах за незначного перевищення допустимих доз (табл. 41).

Таблиця 41 – Питома активність  $^{226}\text{Ra}$  у продуктах харчування

Продукт	Питома активність, мБк/кг	Продукт	Питома активність, мБк/кг
Зерно	85	Кров ВРХ	7
Картопля	355	Чорний хліб	96
Молоко	11	Білий хліб	92
Яловичина	30	Пшенична мука	100
Свинина	30–56	Маргарин	4
Свиняча печінка	30	Морква	63–226
Сухе молоко	60	Яблука	33
Яйця курячі (20 шт.)	115	Жир печінки тріски	180
Масло коров'яче	11		

### 7.3. ЗМІНИ В ОРГАНІЗМІ У РАЗІ ОТРУЄННЯ

*Отрути* (контамінанти) – хімічні речовини, здатні у разі надходження до організму у великих дозах викликати інтоксикацію чи навіть смерть (табл. 42). Вони можуть потрапляти до організму з

водою, кормом чи з повітрям. Їх класифікують за хімічною природою та фізичними ознаками, наприклад, кислоти, луги, алкалоїди, промислові відходи, токсичні гази тощо.

Таблиця 42 – **Контамінанти м'ясних продуктів**

Контамінанти	ГДК, мг/кг	Контамінанти	ГДК, мг/кг
Токсичні елементи		Нітрозоаміни	
Купрум	5,0	Нітрозодіетиламін	0,001
Цинк	70,0	Нітрозодиметиламін	0,001
Плюмбум	0,5	Антибіотики	
Меркурій	0,03	Тетрациклін	<0,01
Станум	200	Левоміцетин	<0,01
Хром	0,5	Стрептоміцин	<0,01
Кадмій	0,05	Гризин	<0,5
Гормони		Бацитрацин	<0,02
Естрадіол	0,0005	Пеніцилін	<0,01
Тестостерон	0,015	Пестициди	
Радіонукліди		ДДТ (дуст)	0,1
Цезій-137, Бк/кг	160–320	Гексахлорциклогексан	0,1
Стронцій-90, Бк/кг	50–200		

Ряд токсичних хімічних речовин часто зустрічаються у побуті та можуть стати причиною отруєнь людини і тварин. Основними з них є: антифризи (етиленгліколь, метанол), гербіциди (сульфамат амонію, сполуки Арсену, атразин, паракват), дезінфікуючі засоби (розчини формальдегіду, гіпохлориди, феноли), інсектициди (ДДТ, хлордан, ліндан, паратіон, нікотин, фторид натрію, сполуки Талію, дурсбан, піретрин), фарби (сполуки Плюмбуму, пігменти, розчинники), пацюкові отрути (нафтилтіокарбамід, варфарин, фосфід цинку, стрихнін), лікарські психотропні засоби (барбітурати, антидепресанти), розчинники фарб (скипидар, бензин, уайт-спирт), репеленти (пара-дихлорбензол, нафталін, камфора, смола кедр, диметилфталат), засоби пожежогасіння (чотирихлористий карбон, бромистий метил), фуміганти (ціаніди, хлорпікрин, бромистий метил), фунгіциди (бордоська суміш), миючі засоби (аміак, бура, сода, шавлева кислота) тощо.

У багатьох рослинних кормах є антипоживні речовини, які потрапляючи у травний тракт тварин, проявляють негативний вплив на засвоєння поживних речовин корму. Часто їх називають “токсичними чинниками”, проте вони не завжди спричиняють летальні наслідки. Здебільшого споживання тваринами кормів, що містять



певну кількість антипоживних речовин, проявляється у затримці росту, зниженні оплати корму, гормональних зсувах, рідше у порушенні функцій окремих органів тваринного організму та, як наслідок, може призвести до змін хімічного складу продукції тваринництва. Їх класифікують на три групи: сполуки, що пригнічують процеси травлення та використання поживних речовин корму (інгібітори протеаз, гемаглютиніни, сапоніни, поліфенольні речовини); сполуки, що зменшують розчинність або використання мінеральних речовин (фітинова та щавлева кислоти, глюкозинолати, госсіпол); сполуки, що інактивують певні вітаміни або збільшують потребу в них (антивітаміни А, D, E, K, B<sub>1</sub> тощо).

#### **7.4. МЕТАБОЛІЗМ КСЕНОБІОТИКІВ У ТВАРИННОМУ ОРГАНІЗМІ, МЕХАНІЗМИ ЇХ ДЕТОКСИКАЦІЇ**

До забруднювачів м'ясопродуктів належать токсичні метали, пестициди, нітрати, нітроти, нітрозосполуки, поліциклічні ароматичні вуглеводні, зокрема, бензопірен, який може утворюватися після смаження (із жирів). Шкідливу дію на організм людини чинять полімери: поліетилен (у ньому не можна зберігати жирні продукти), фторопласти (за тривалого використання пателень із тефлонового покриття виділяється фосген, дифосген), фенопласти (містяться у білому посуді, який за нагрівання виділяє фенол, формальдегід).

До біологічних контамінантів відносять: бактеріальні забруднювачі продуктів, бактеріальні токсини (ботулотоксин, ентеротоксин стафілококу), віруси (вірус гепатиту А), мікотоксини, гормони, антибіотики.

Усі чужорідні сполуки (ксенобіотики), потрапивши до організму, розподіляються у різних тканинах, накопичуються, зазнають метаболізму та виводяться. Спочатку вони потрапляють у водне середовище організму – кров, внутрішньо- та позаклітинні рідини. Лікарські препарати та токсичні сполуки по-різному розподіляються у цих рідинах. Окремі із них є слабкими кислотами та основами, що суттєво впливає на їх проникність через клітинні мембрани. Окремі ксенобіотики можуть ізолюватися зв'язуванням із білками, що ізолює їх токсичний вплив на клітини.

Перетворення ксенобіотиків в організмі людини і тварин являє собою механізм підтримки гомеостазу за дії на нього чужорідних сполук. У цьому процесі виділяють дві фази метаболізму (рис. 39).

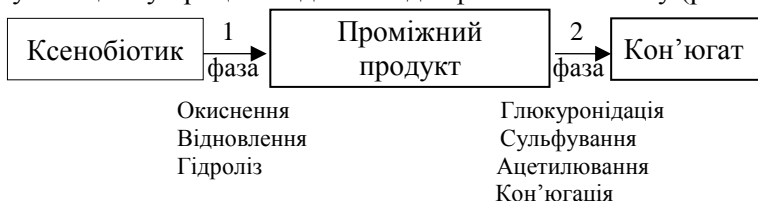


Рис. 39. Фази метаболізму чужорідних сполук.

До першої фази відносять реакції гідролізу, відновлення та окиснення субстрату. Зазвичай вони призводять до утворення чи вбудовування функціональних груп  $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{SH}$ ,  $-\text{COOH}$ , що дещо збільшує гідрофільність вихідної сполуки. Ці реакції відбуваються за активної участі ферментів системи цитохрому, що здійснює окисно-відновний метаболізм стероїдів, жирних кислот, ретиноїдів, жовчних кислот, біогенних амінів, лейкотрієнів, а також екзогенних сполук, у тому числі ліків, забруднювальних агентів із навколишнього середовища, хімічних канцерогенів. Надходження чужорідних речовин до організму посилює виділення ним необхідних для метаболізму ферментів.

До другої фази метаболізму ксенобіотиків відносять реакції глюкуронідації, сульфування, ацетилювання, метилювання, кон'югації з глутатіоном, амінокислотами, такими як гліцин, таурин, глутамінова кислота тощо. Зазвичай реакції другої фази призводять до значного збільшення гідрофільності ксенобіотиків, що сприяє їх виведенню з організму.

Метаболізм дії багатьох ксенобіотиків супроводжується утворенням продуктів, які істотно поступаються за токсичністю вихідним речовинам. Так, роданіди, що утворюються в процесі біоперетворення ціанідів, у кілька сот разів менш токсичні, ніж вихідні ксенобіотики. Гідролітичні відщеплення від молекул зарину, зоману, дізопропілфторфосфату іона фтору призводять до втрати цими речовинами здатності пригнічувати активність ацетилхолінестерази, що істотно знижує їх токсичність.

Проте у процесі метаболізму інших речовин утворюються більш токсичні сполуки (рис. 40).

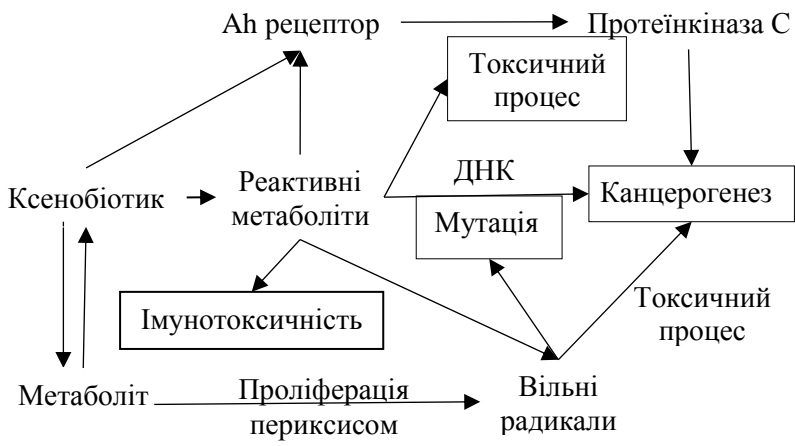


Рис. 40. Роль метаболічних перетворень ксенобіотика в розвитку різних форм токсичного процесу.

У ряді випадків за біотрансформації різних ксенобіотиків утворюються сполуки, здатні цілком інакше діяти на організм, ніж вихідні агенти. Так, у ході біоперетворення спиртів утворюються альдегіди, кетони й органічні кислоти (щавлева кислота), здатні пошкоджувати паренхіматозні органи (рис. 41).

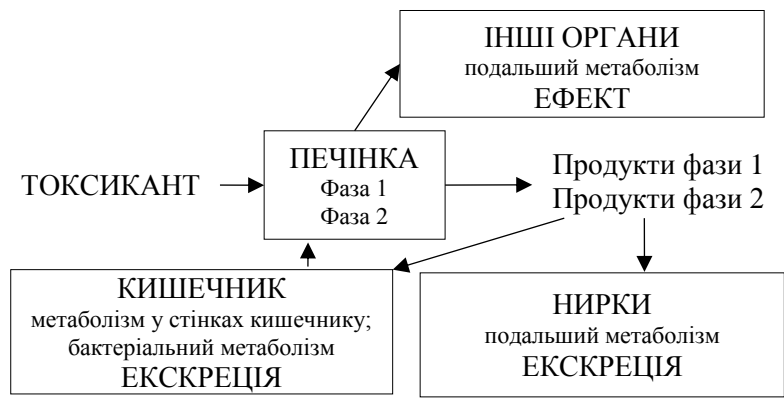


Рис. 41. Локалізація етапів метаболічних перетворень ксенобіотиків в організмі.

Різні реакції метаболізму ксенобіотиків відбуваються у печінці, нирках, легенях, шлунково-кишковому тракті, сечовому міхурі та інших органах, що зазвичай спричинює захворювання цих органів:

цироз, рак печінки й сечового міхура тощо. Наприклад, метаболізм етанолу спричинює цироз печінки, а Кадмій, Цинк, Плюмбум – некроз нирок.

Сполуки, що містять в молекулі аміно- або нітрогрупу в ході метаболізму перетворюються на гідроксиламін, який активно взаємодіє з білками крові та тканин, формуючи певні антигени. За повторного надходження таких речовин в організм крім специфічної дії розвиваються алергічні реакції. Часом сам процес метаболізму ксенобіотика є пусковою ланкою у розвитку інтоксикації. Наприклад, у ході біологічного окиснення ароматичних вуглеводнів ініціюються вільнорадикальні процеси в клітинах, утворюються ареноксини, що формують ковалентні зв'язки з нуклеофільними структурами клітин (білками, HS-групами, нуклеїновими кислотами тощо), активують пероксидне окиснення ліпідів біологічних мембран. У результаті ініціюється мутагенна, канцерогенна, цитотоксична дія токсикантів.

## 7.5. БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ У М'ЯСІ ЗА СТРЕСІВ

*Стрес* (англ. *stress* – напруження) – стан напруженості нервової системи організму, який виникає за впливу надзвичайних або патологічних факторів. Фактори, що викликають стрес, називають стрес-факторами або стресорами, якими із переведенням тваринництва на промислову основу можуть бути: велика скупченість тварин, порушення режиму утримання й годівлі, промислові шуми, ветеринарні маніпуляції, зміни приміщень і станків, складне транспортування до місця забою та умови утримання тварин перед забоєм, несприятливі психотропні фактори (травмування, переляк, розміщення тварин перед забоєм поряд із забійним цехом) тощо. Стрес-реакція завдає великих збитків тваринництву. При цьому порушується гомеостаз, комплекс реакцій обміну речовин, діяльність систем і органів, зменшується природна резистентність тварин до різних захворювань, знижується продуктивність і забійні якості туші.

В основі стресової реакції лежать нейрогуморальні механізми. Стрес викликає підвищену інкрецію адреналіну, який сприяє розщепленню глікогену. До забою тварин у м'язах та інших органах (найбільше у печінці) інтенсивно протікає анаеробне

розщеплення глікогену з утворенням великої кількості молочної кислоти. рН м'яса у забитих тварин у такому стані одразу після забою завжди кисле. Виділення великої кількості адреналіну активує обмін речовин у м'язах взагалі і прискорює витрату ними фосфатів, перш за все, АТФ і креатинфосфату. Нестача останніх прискорює втрату м'язовими волокнами еластичності та викликає передчасне залякання м'язів. Різко змінюється колір м'яса – воно стає світлим. М'ясо виділяє багато м'ясного соку, оскільки клітинні мембрани, у т.ч. і сарколема, без особливих перешкод пропускають воду в навколишнє середовище, адже аніони простих фосфатів не можуть так міцно зв'язувати катіони Кальцію і Магнію, як це могли зробити витрачені у стадії тривоги АТФ та її структурні аналоги.

За стресу активізуються процеси пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ). При цьому порушується проникність клітинних мембран та процеси перенесення поживних речовин. Вільні радикали, кількість яких збільшується, стають потужним руйнівним фактором для клітин і тканин організму у разі порушення окисно-відновного гомеостазу, коли продукування радикалів недостатньо регулюється присутніми антиоксидантами.

Окиснення жирних кислот фосфоліпідів і тригліцеролів (арахідонової, лінолевої, ліноленової, олеїнової) проходить через ланцюгові реакції. Ненасичені жирні кислоти окиснюються неферментативним способом за місцем подвійного зв'язку за дії окиснювачів, наприклад пероксиду гідрогену ( $H_2O_2$ ), супероксидного радикалу ( $O_2^{\cdot}$ ), гідроксильного радикалу ( $OH^{\cdot}$ ), вільних радикалів органічних сполук (рис. 42).

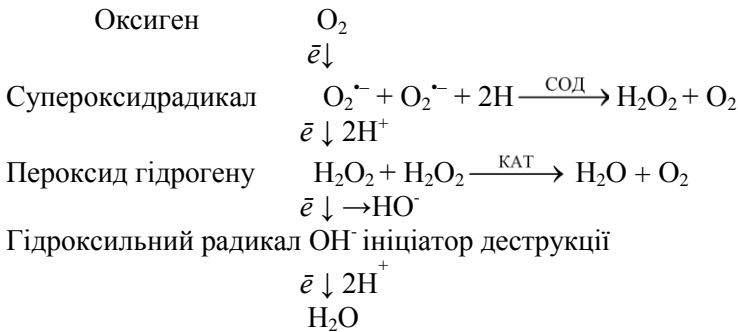
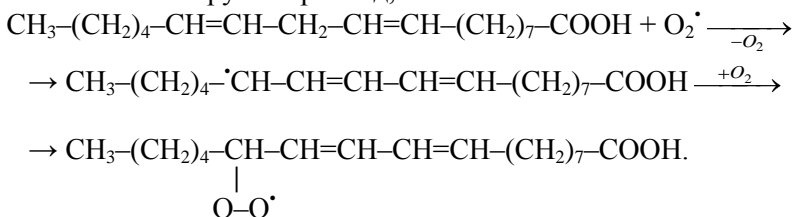
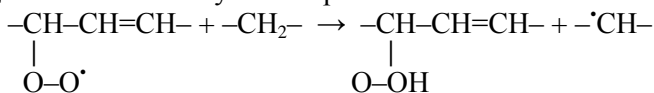


Рис. 42. Реакційноздатні форми Оксигену.

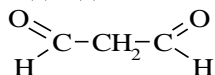
На першій стадії утворюються гідропероксиди і пероксиди, що змінюють смак жиру. Наприклад, окиснення лінолевої кислоти:



Спочатку за дії  $\text{O}_2\cdot$  утворюється вільний радикал жирної кислоти, який легко приєднує молекулярний кисень, перетворюючись у пероксидний радикал  $\text{R}-\text{O}-\text{O}\cdot$ , останній взаємодіє з іншою молекулою жирної кислоти:



Пероксидний радикал відновлюється до гідропероксиду жирної кислоти, яка окиснюючись, утворює пероксидний радикал і продовжується ланцюговий процес окиснення все нових молекул жирних кислот. Пероксиди жирних кислот дуже нестабільні і розпадаються розриванням  $-\text{C}-\text{C}-$  зв'язку, сусіднього із пероксидною групою. При цьому утворюються коротші сполуки, які далі піддаються пероксидному окисненню. Різні присмаки зумовлені вторинними продуктами окиснення: кислотами, альдегідами, кетонами, спиртами та вуглеводами. Кінцевим продуктом є малоновий діальдегід:



Хоча гідропероксиди і пероксиди не впливають на органолептичні властивості, але окремі з них є токсичними, можуть активізувати реакції полімеризації жирів з утворенням ди- та полімерів високої токсичності. Крім того, вони сприяють руйнуванню жиророзчинних вітамінів і поліненасичених жирних кислот та утворюють комплексні сполуки з амінокислотами (цистином, лізином, метіоніном, глютаміновою та аспарагіновою кислотами), а також з білками, що погіршує їх засвоєння, тобто первинні продукти ПОЛ знижують харчову і біологічну цінність м'ясних продуктів.

Найбільш чутливі до стресів – свині м'ясного типу. Такими стресорами для них найчастіше бувають природні умови (висока температура), характер транспортування до місця забою, фізичні та психотропні навантаження.

Для боротьби з витратами, що наносять стреси, перш за все, потрібно усунути причини, що їх зумовлюють. Найбільш ефективними засобами запобігання або послаблення стресу є вдосконалення годівлі та утримання тварин, а також застосування антистресових препаратів – транквілізаторів, залежно від виду тварин, їх віку та призначення (наприклад, для забою). Такими препаратами є аміназин, резерпін, екстракт елеутерококу, мединал, деякі антибіотики, сульфаніламід тощо.

## **7.6. НАПРАВЛЕНА ДІЯ НА М'ЯСНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ**

М'ясна продуктивність регулюється багатьма направленими факторами, передусім генетичними. У господарствах розводять і відгодовують тварин з певним напрямом продуктивності (м'ясну, молочну ВРХ, м'ясних і сальних свиней тощо), підбираючи відповідні породи сільськогосподарських тварин і птиці.

Направлену дію на обмін речовин, особливо збільшення у туші вмісту жиру, здійснюють проведенням кастрацій. Кастрація – видалення статевих залоз у самців і самок хірургічним (частіше) або хімічним (рідше) методами. Кастрованого жеребця називають мерином, бика – волом, кнура – кабаном, барана – валухом, півня – каплуном тощо. Кастровані тварини спокійніші, краще відгодовуються, у м'ясі відсутній неприємний специфічний для самців запах, а у деяких випадках і смак, м'ясо стає ніжнішим. Жеребців каструють у віці 3 років; бичків, призначених для роботи, у віці 1 рік; бичків, виділених на відгодівлю, – 6 місяців; баранів і козлів – у віці 4–6 місяців, кнурців – 7–9 тижнів. У кастрованих тварин відбувається біохімічна переорієнтація обміну речовин на значне відкладання у туші жирів.

Для збільшення виходу м'яса і м'ясопродуктів, поліпшення їх якості, підвищення економічної ефективності відгодівлі залежно від напрямку господарства, умов утримання тварини біогеохімічної зони або провінції та інших факторів у сучасному тваринництві використовують ряд біологічно активних речовин (БАР).

БАР, які стимулюють м'ясну продуктивність тварин і птиці, можуть бути кормовими добавками (премікси, білково-вітамінні, амідо-вітамінні, мінерально-амонійні та мінеральні), мінеральними речовинами (макро- і мікроелементами), вітамінами, ферментами (у вигляді тваринних ферментних препаратів або препаратів мікробіального синтезу), амінокислотами (природними і синтетичними), антибактеріальними та тканинними препаратами, гістолізатами, гідролізатами й органопрепаратами, антистресовими засобами, антиоксидантами і консервантами тощо.

Уміле застосування окремих біологічно активних речовин у тваринництві дозволяє додатково одержати високий рівень продукції. Наприклад, ін'єкція відгодівельним свиням препарату інсуліну у дозі 1 Ю (0,04082 мг кристалічного препарату) на 1 кг живої маси ВРХ підвищує приріст на 26 %. Використання препарату синтетичного або мікробіологічного походження у раціонах тварин і птиці зменшує рівень білка у раціоні свиней і птиці проти існуючих норм на 15–25 %, зменшує витрату кормів на одиницю приросту на 10–20 %, збільшує приріст живої маси на 10–15 %. Введення у раціони телят препаратів протеїнази (3 г на голову) та амілази (5 г на голову) збільшує прирости на 14 % і зменшує затрату корму на одиницю продукції на 7 %.



## РОЗДІЛ 8. БІОХІМІЯ СУБПРОДУКТІВ ТА ОДЕРЖАННЯ БІОЛОГІЧНО- АКТИВНИХ ПРЕПАРАТІВ

### 8.1. БІОХІМІЯ СУБПРОДУКТІВ

*Субпродукти* – паренхіматозні органи і деякі інші частини тіла забійних сільськогосподарських тварин, що використовуються з харчовою метою. Залежно від харчових потреб і цінності субпродукти поділяють на дві категорії: I – печінка, серце, язик, нирки, м'ясні обрізки, мозок і діафрагма, а також вим'я і м'ясо-кістковий хвіст (для ВРХ), II – голова, кінцівки, м'ясо-кісткова частина хвоста (у свиней), ноги (кінцівки до зап'ястного і путового суглобів), губи і вуха, легені, трахеї ВРХ і свиней, селезінка, рубець, сичуг, книжка, свинячий шлунок тощо (табл. 43). Високим вмістом води відзначаються нирки та рубець. Вим'я, голова та язик мають високий вміст ліпідів.

Таблиця 43 – Хімічний склад субпродуктів великої рогатої худоби

Субпродукти	Вміст, %					Енергетична цінність, кДж/100 г
	вода	білок	ліпіди	екстрактивні речовини	зола	
Вим'я	72,6	12,3	13,7	0,6	0,8	724
Голова	67,8	18,1	12,5	0,9	0,7	474
Легені	77,5	15,2	4,7	1,6	1,0	431
Мозок	78,9	9,5	9,5	0,8	1,3	579
Печінка	72,9	17,0	3,1	5,3	1,3	410
Нирки	82,7	12,5	1,8	1,9	1,1	276
Рубець	80,0	14,8	4,2	0,5	0,5	406
Серце	79,0	15,0	3,0	1,0	1,0	364
Вуха	69,0	25,2	2,3	0,7	0,7	510
Хвіст	71,2	19,7	6,5	0,8	0,8	573
Язик	71,2	13,6	12,1	0,9	0,9	682

Для приготування кормового борошна використовують малоцінні за харчовою цінністю паренхіматозні органи й інші відходи туш овець і кіз – книжку, сітку, сичуг, вуха, путовий

суглоб, трахею. До технічних субпродуктів відносять статеві органи, кишечник, роги, копита та інші частини тіла, непридатні для харчування. Вони використовуються для приготування кормового борошна, кишки – для виробництва ковбасних виробів, роги і копита (копитці) – прикрас, гудзиків й інших предметів.

Тканини печінки дуже багаті на вітаміни, особливо жиророзчинні – А, D, Е, К, F і Q. Мозок характеризується значною кількістю фосфатидів. Печінка, нирки та серце мають значний вміст різних макро- і мікроелементів (табл. 44).

Таблиця 44 – Вміст мінеральних елементів у субпродуктах великої рогатої худоби

Субпродукти	Вміст, мг на 100 г				
	Калій	Кальцій	Магній	Фосфор	Ферум
Вим'я	–	49,0	11,0	141,0	3,3
Губи	–	22,0	14,0	117,0	9,2
Легені	–	10,0	12,0	195,0	10,0
Печінка	330,0	5,0	18,0	340,0	9,0
Нирки	163,0	9,0	15,0	219,0	7,1
Рубець зачищений	–	15,0	14,0	85,0	3,0
Серце	–	5,0	22,0	212,0	7,0
Вуха очищені	–	22,0	11,0	65,0	–
Хвіст	–	7,0	19,0	162,0	4,5
Язик	–	7,0	19,0	162,0	5,0

Для хімічного складу субпродуктів характерні видові особливості. Хімічний склад субпродуктів із часом змінюється у результаті розвитку в них мікрофлори, що призводить до зміни реакції середовища (табл. 45). Зокрема, за бактеріоскопії доброякісних субпродуктів у полі зору виявляються поодинокі мікроорганізми, сумнівні за свіжістю – 20–50 мікроорганізмів, несвіжі – більше 50 мікроорганізмів.

Таблиця 45 – Показники субпродуктів різної свіжості

Свіжість	Реакція середовища, рН			
	Печінка	Нирки	Серце	Легені
Свіжі	6,0–6,2	5,5–6,0	6,3	До 6,5
Сумнівної свіжості	5,8–6,0	6,0–6,2	6,35–6,40	6,5–6,6
Несвіжі	5,3–5,8	6,2–6,5	Більше 6,4	Більше 6,6

Відношення триптофану, що характеризує наявність повноцінних білків, до оксипроліну, типовому для неповноцінних

білків, ілюструє білково-якісний показник м'ясної сировини. Найбільш високим показником відрізняються мозок, печінка, серце, нирки, язик, низьким – решта субпродуктів, особливо діафрагма та вим'я (табл. 46).

Таблиця 46 – Білково-якісний показник яловичини та субпродуктів

Продукти	Вміст амінокислот, % до білка		Білково-якісний показник
	триптофан	оксипролін	
Яловичина	1,26	0,27	4,667
Печінка	1,33	1,05	1,286
Серце	1,35	1,43	0,944
Нирки	1,41	1,84	0,707
Язик	1,04	1,66	0,627
Мозок	1,39	0,27	5,148
Діафрагма	0,75	27,03	0,027
Вим'я	0,83	33,04	0,024
Рубець	0,89	12,27	0,073
Легені	0,88	15,00	0,069
Селезінка	0,93	6,06	0,153
М'ясо голови	1,20	8,69	0,138

Субпродукти відрізняються за хімічним складом. Вони, крім цього, нерівнозначні за харчовою цінністю. Зокрема, внутрішні органи, які не виконують рухових функцій (печінка, легені, нирки, селезінка), містять мало м'язової тканини, багаті на сполучну тканину, судини, паренхіму. Органи, що виконують рухливі функції (серце, язик, діафрагма, шлунок), багаті на м'язову тканину і за хімічним складом нагадують м'ясо. Поверхневі частини туші (губи, вуха, хвіст, голова, кінцівки) мають різноманітний тканинний і хімічний склад, зумовлений їх складними функціями. Субпродукти відрізняються неоднаковою харчовою цінністю, яка визначається швидкістю перетравлення ферментами шлунково-кишкового тракту людини. Найбільш висока вона у білків печінки, селезінки, серця, легень, рубця, нирок, сичуга; середній ступінь перетравлення відмічено для білків язика, мозку, вим'я; найнижчий – для білків діафрагми, губ і м'яса голови (табл. 47). Різні субпродукти відрізняються повноцінністю білків та інших складових частин. Зокрема, печінка містить у середньому 15,7 % повноцінних білків (в основному альбумінів і глобулінів), багата на білки, що містять у складі метали (особливо Ферум, Купрум) і лише близько 2 % колагену. У тканинах печінки високий вміст

глікогену (5–8 %), вітамінів, екстрактивних речовин, мінеральних сполук, багатих на Фосфор, Кальцій та інші макро- і мікроелементи. Це дозволяє лікарям рекомендувати печінку як дієтичний харчовий продукт у разі лікування багатьох захворювань.

Таблиця 47 – Швидкість перетравлення білків м'яса та субпродуктів

Продукти	Швидкість перетравлення, од. оптичної щільності/г білка		
	Пепсин	Панкреатин	Загальне перетравлення
Яловичина	9,72	44,44	54,16
Печінка	9,80	40,10	49,90
Серце	20,90	32,34	53,24
Нирки	29,05	66,00	95,05
Язик	15,24	27,00	42,24
Мозок	5,42	37,34	42,76
Діафрагма	21,33	12,55	33,88
Вим'я	28,69	21,21	49,90
Рубець	24,03	32,83	56,86
Сичуг	26,01	58,40	84,41
Легені	30,26	40,06	70,32
Селезінка	43,36	59,31	102,67
М'ясо голови	18,22	13,90	32,12
Губи	15,22	14,84	30,06

Слід відмітити, що у білках печінки міститься значно більше залишків таких амінокислот, як лейцин, валін, метіонін і треонін, ніж у білках, одержаних з тканин легень і селезінки.

У тканинах нирок є до 11 % повноцінних білків, близько 2 % екстрактивних речовин. Склад амінокислот м'яса і м'язової тканини внутрішніх органів аналогічний, але останні містять набагато більше залишків лейцину, валіну і фенілаланіну у своїх білках і менше метіоніну, аргініну і гістидину. М'ясо язика має трохи менше повноцінних білків і більше колагену.

Мозок бідніший на білки, але має великий вміст фосфатидів, стеринів і стеридів та вищих ненасичених кислот. Тканини мозку містять макро- і мікроелементи (Натрій, Калій, Кальцій, Магній, Йод та інші). Засвоюваність поживних речовин, що містяться у тканинах мозку, досягає 60 %.

Легені, як харчовий продукт, мають низьку поживну цінність. Тут є дуже мало повноцінних білків, багато колагену та еластину (близько 6 %). Інші субпродукти (хвости, кінцівки, вим'я, вуха,

рубець тощо) мають низьку поживну цінність, адже 50–70 % їх білків представлені колагеном. Деякі субпродукти використовують для одержання ферментів, гормонів та інших важливих речовин. Зокрема, із вилочкової залози одержують гормон тирозин, із тканин сичуга – фермент хімозин, зі свинячого шлунка – пепсин, із підшлункової залози – трипсин, хімотрипсин, ліпазу, гормони інсулін і глюкагон тощо.

## 8.2. ВИКОРИСТАННЯ ПЛАЗМИ ТА СИРОВАТКИ КРОВІ

Кров сільськогосподарських тварин використовується для виробництва харчової, лікарської, кормової та технічної продукції. Такий широкий спектр застосування зумовлений кількісними та якісними властивостями крові та вмістом фізіологічно активних сполук. Для переробки використовують кров від здорових тварин ВРХ та свиней. За амінокислотним складом не всі білки крові рівноцінні (табл. 48).

Таблиця 48 – Амінокислотний склад білків крові

Амінокислота	Вміст, % до вмісту білка			
	фібриноген	гемоглобін	глобулін	альбумін
Фенілаланін	7,0	5,8	3,8	6,2
Триптофан	3,5	1,2	2,3	0,6
Тирозин	6,0	2,4	6,7	5,5
Аргінін	6,7	2,9	5,2	6,2
Гістидин	2,3	7,5	3,5	3,8
Лізін	9,0	7,5	6,2	12,4
Метіонін	2,6	1,6	1,0	1,3
Треонін	7,9	6,8	8,4	6,5
Лейцин	14,3	16,6	8,6	13,7
Ізолейцин	5,0	1,6	10,1	2,9
Валін	3,9	9,1	5,5	0,5
Аспарагінова кислота	11,9	7,7	4,7	3,1
Глутамінова кислота	13,8	5,6	6,8	7,7
Цистин	1,5	0,5	0,4	4,0

Кров є важливим джерелом незамінних амінокислот. Найбільш цінним білком за амінокислотним складом є фібриноген. У ньому багато фенілаланіну, лейцину, метіоніну, лізину, аспарагінової та глютамінової кислот. Використання стабілізованої крові дозволить отримувати білкові продукти високої харчової цінності.

Кров забійних тварин є джерелом багатьох вітамінів. За кількістю вітаміну А вона може використовуватися з лікувальною метою. Вміст ліпідів у крові незначний, проте вони тонко емульговані і добре засвоюються, а фосфоліпіди сприяють кращому засвоєнню їжі. В умовах м'ясокомбінатів цільну кров використовують для виробництва кров'яних виробів, зокрема, кров'яних ковбас, м'ясних хлібів, сальтисонів. У поєднанні з білками молока кров є компонентом ковбас.

Плазму і сироватку крові використовують у ковбасному виробництві для виготовлення світлого харчового альбуміну. У кондитерській та хлібопекарській промисловості таким альбуміном замінюють яєчний білок у виготовленні різних видів тіста. Від однієї корови масою 300 кг можна отримати 15 кг сироватки, що замінює 240 курячих яєць. З такою метою найбільш бажано використовувати плазму, оскільки вона містить велику кількість повноцінних білків. Фібрин застосовують для отримання гідролізату з метою заміни білків м'яса у виготовленні бульйонних кубиків.

Медичні препарати виготовляють із цільної крові, фракцій формених елементів, плазми та сироватки. Кров тварин (в основному коней) є сировиною для виготовлення імуноглобулінів. Із фракцій формених елементів виробляють гемостимулін, амінопептид, гідролізін Л-103, БК-8, гематоген тощо. За кількістю тваринних білків гематоген у 4 рази перевищує м'ясо та у 5 разів сир та яйця.

Видалений з крові фібрин використовують для виробництва гідролізуватів, фібринових плівок (пластичний матеріал, що застосовують у разі опіків), лікарських засобів ("Актовегін", "Антиретікулярна цитотоксична сироватка", "Танальбін", "Фібриносол", "Симпатомітин") живильних мікробіологічних середовищ, пептонів. Із сухої крові отримують активоване вугілля (речовина, що добре адсорбує гази та розчинені сполуки). Кров, яка використовується для медичних препаратів, стабілізується чи дефібринується у спеціальних дефібринаторах.

Технічну кров переробляють на кормове борошно, яке є цінним білковим кормом у раціоні свиней та птиці. Кров'яне борошно краще рибного, оскільки під час згодовування не спостерігається негативних смакових змін у м'ясі та жирі тварин і птиці, що спостерігається за додавання рибного борошна.

Чорний альбумін застосовують для виробництва фанерного клею, світлий – у поліграфічній і текстильній промисловості. Кров також застосовують для виробництва піноутворювачів для вогнегасників.

### 8.3. ТКАНИННІ ПРЕПАРАТИ З ЕНДОКРИННОЇ СИРОВИНИ

*Ендокринна сировина* – залози внутрішньої та зовнішньої секреції, шлунки свиней, сичуги, плацента, панти тощо. Залози внутрішньої секреції (ендокринні залози) продукують гормони, які надходять безпосередньо у кров та лімфу, мають регулюючий вплив на всі види обміну, а їх діяльність контролюється нервовою системою. Гормони проявляють короточасну дію і швидко руйнуються. Зазвичай вони не мають видової специфічності. В організмі тварин за добу синтезується декілька міліграмів гормонів. До залоз внутрішньої секреції відносять: гіпофіз, епіфіз, тимус, щитоподібну, прищитоподібну, надниркові й підшлункову залози (рис. 43). Крім того, у самок залозами внутрішньої секреції є фолікули й жовте тіло яєчника, а у самців – інтерстиціальні тканини сім'яників.

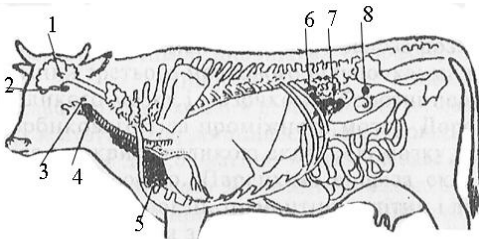


Рис. 43. Розміщення ендокринних залоз:  
1 – епіфіз; 2 – гіпофіз; 3 – прищитоподібна;  
4 – щитоподібна; 5 – тимус; 6 – наднирники;  
7 – підшлункова залоза; 8 – жовте тіло яєчника.

Ендокринні залози мають паренхіматозну будову й розміщуються групами, що зумовлено різним їх походженням. За хімічною природою гормони поділяють на: білково-пептидні (прості та складні білки, пептиди), стероїди та похідні амінокислот.

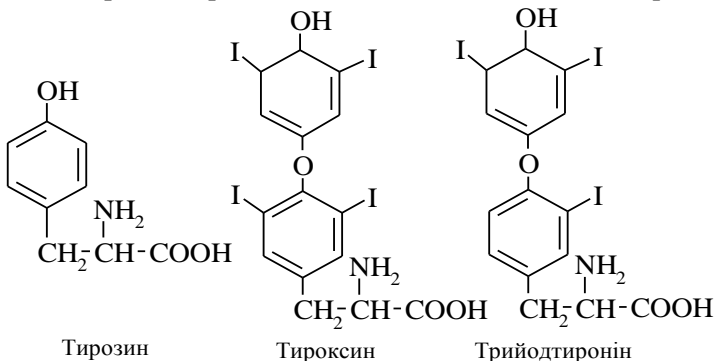
*Гормоноїди* (простагландини, лейкотрієни і тромбокساني) – речовини, які є похідними ненасичених кислот, що мають ланцюг із 20 атомів Карбону. За характером дії гормони поділяють на *пускові* (гормони гіпоталамуса) і *гормони-виконавці*. За біологічними функціями: гормони, що регулюють обмін вуглеводів, жирів, білків (інсулін, глюкагон, глюкокортикоїди, адреналін); гормони, що регулюють водно-сольовий обмін

(альдостерон, вазопресин); гормони, що регулюють обмін Кальцію та фосфатів (паратгормон, кальцитонін); гормони, що відповідають за репродуктивну функцію (андрогени, естрогени, прогестерон, гонадотропні гормони, пролактин); гормони, що регулюють функції периферичних ендокринних залоз (гормони гіпоталамуса й гіпофіза).

Після забою тварин в ендокринних залозах відбувається інтенсивний процес автолізу, пов'язаний, передусім, з протеолітичним розпадом білкових структур. При цьому гормони білкової природи втрачають біологічну активність. Адреналін за дії ультрафіолетового опромінення легко окиснюється.

Головною умовою правильної організації відбору ендокринної сировини є швидке взяття її із туші та дотримання умов, які усувають процеси забруднення та інфікування. За потреби сировину необхідно швидко заморозити, або піддати ліофілізації чи консервуванню (спирт, ацетон, хлорид натрію). Вибір консерванту визначається природою гормону та характером подальшої переробки.

*Щитоподібна залоза* використовується для одержання тиреоїдних гормонів – тиреоглобуліну, тироксину та трийодтироніну. Тиреоглобулін – йодумісний білок (0,6 % йоду), утворюється у клітинах епітелію та депонується у колоїді фолікула. Молекулярна маса близько 700 тис. Молекула складається із 10 поліпептидних ланцюгів, що містять 576 залишків амінокислот. Тироксин та трийодтиронін є похідними амінокислоти тирозину:



Ці гормони впливають на загальний обмін речовин в організмі, посилюють реакції біологічного окиснення, прискорюють процеси



росту та розвитку організму, підсилюють моторику рубця, активізують утворення і всмоктування летких жирних кислот. Тироксин сприяє відновленню дисульфідних груп тіолових ферментів у сульфгідрильні. За його дії активізуються ферменти, які беруть участь в окисному фосфорилуванні, що забезпечує адаптацію організму до низьких температур.

Препарати щитоподібної залози використовуються у лікуванні гіпофункції органа, зокрема мікседеми, яка характеризується ожирінням, набряками, затримкою води у тканинах, швидким старінням, а також кретинізмом (затримка росту, розумова відсталість). Для збільшення приросту маси для відгодівлі ВРХ тваринам внутрішньом'язово вводять природні та синтетичні аналоги тиреоїдних гормонів.

Зі щитоподібної залози одержують препарати кальцитонін та кальцетрин, які застосовуються у разі остеопорозів, остеомієлітів та інших захворювань.

*Паращитоподібна залоза* виділяє парат-гормон, який діє на обмін  $Ca^{2+}$  і фосфатів, підвищує вміст  $Ca^{2+}$  у плазмі крові. Паратгормон містить залишки 84 амінокислот. Різке зниження вмісту Кальцію в крові та підвищення фосфатів призводять до нервово-м'язового збудження, появи судом (тетанія). За гіпофункції паращитоподібної залози лікувальний ефект має ін'єкція активного екстракту паращитоподібної залози разом із солями Кальцію та вітаміном D.

*Тимус* (загрудинна залоза) – лімфоепітеліальний орган, який добре розвинений у молодих організмів. Бере участь у кровотворній функції, продукції лімфоцитів (особливо Т-лімфоцитів), регуляції росту і розвитку організму, у формуванні і прояву імунітету. Тут утворюється ряд гормонів, різних за будовою і біологічною дією (тимозин, тимопоетин, сироватковий тимусний фактор, лімфоцитстимулювальний гормон). За нестачі чи відсутності гормонів у організмі виникає імунодефіцитний стан, за якого різко знижується протиінфекційний захист організму і збільшується частота злоякісних новоутворень. Причинами порушень можуть бути травми, пухлини, інтоксикації, хронічні стреси та недоїдання.

Введення молодняку тварин препаратів тимусу підвищує їх резистентність, стимулює гуморальний та клітинний імунітет, збільшує приріст маси.

*Підшлункова залоза*, а саме її ендокринна паренхіма (острівці Лангерганса), продукує ряд гормонів пептидної природи. Синтез та секреція відбуваються у різних типах клітин: А ( $\alpha$ )-клітини (глюкагон), В ( $\beta$ )-клітини (інсулін), Д ( $\delta$ )-клітини (соматостатин), F-клітини (панкреатичний поліпептид). Гормони підшлункової залози регулюють вуглеводний, ліпідний, білковий та нуклеїновий обміни. Найбільш вивченим є інсулін, який необхідний для утилізації глюкози, синтезу глікогену та білків у тканинах. Він гальмує виведення жирів із жирових депо, прискорює метаболізм глюкози у жири, посилює синтез вищих жирних кислот. Молекула інсуліну складається із двох поліпептидних ланцюгів: А (21 амінокислотний залишок) і В (30 амінокислотних залишків) (рис. 44).

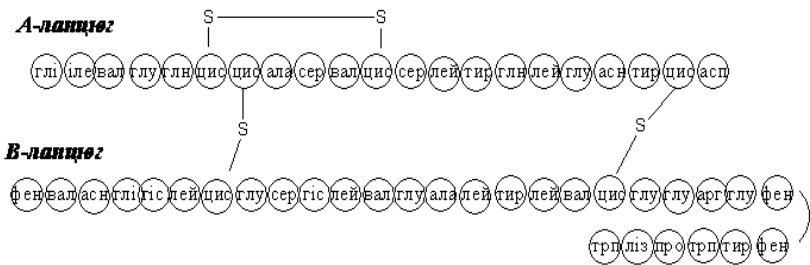


Рис. 44. Первинна структура молекули інсуліну.

За гіпофункції залози спостерігається нестача інсуліну, сповільнюється синтез глікогену у печінці й інших тканинах, що призводить до підвищеного вмісту цукру в крові (*гіперглікемія*) та появи цукру в сечі (*глюкозурія*). Виникає цукровий діабет.

Інсулін різних видів тварин різняться послідовністю амінокислотних залишків в А-ланцюзі (рис. 45).

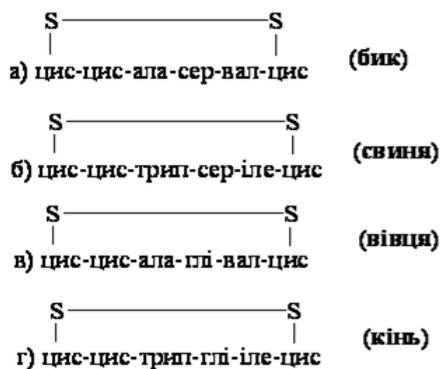


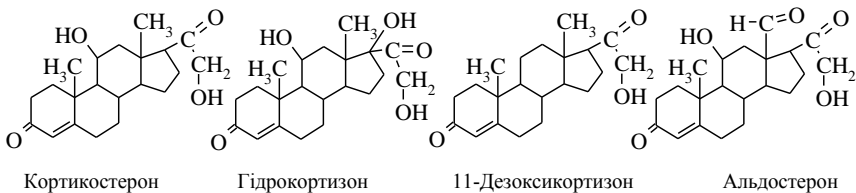
Рис. 45. Видові особливості будови А-ланцюга інсуліну.

Препарати інсуліну з пролонгованою дією одержують за утворення комплексу інсуліну з білками. Інсулін – перший гормон, який одержаний біотехнологічним методом, шляхом трансплантації гена в мікробіальну клітину.

Глюкагон – антагоніст інсуліну, стимулює процеси розпаду глікогену, що проявляється гіперглікемією. За хімічною будовою – це поліпептид із 29 амінокислот. Глюкагон збільшує кількість глюкозо-1-фосфату та глюкозо-6-фосфату, що свідчить про активацію фосфорилазної системи. Застосовують у лікуванні хвороб, що спричинюють дегенерацію  $\alpha$ -клітин. Доза 0,7 мкг/кг живої маси збільшує вміст глюкози в крові на 50 %. За підвищеної продукції глюкагону для його інактивації застосовують препарати бутаміду і надизану.

Ліпокаїн – гормон, що виробляється в епітелії дрібних протоків підшлункової залози, регулює обмін ліпідів у печінці способом активації речовин для утворення фосfolіпідів. Ліпокаїн використовується за гіперкетонемії та гепатитів (запалення печінки). Застосовують його разом з інсуліном для лікування цукрового діабету, жирової дистрофії і цирозу печінки, атеросклерозу тощо.

*Наднирники* – парні залози, які містять коркову та мозкову речовини. У корі наднирників синтезуються глюкокортикоїди та мінералокортикоїди. Найбільш активними глюкокортикоїдами є кортикостерон, гідрокортизон і кортизон. До мінералокортикоїдів відносять 11-дезоксикортикостерон та альдостерон:



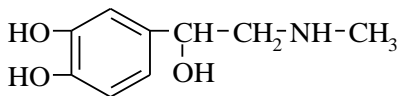
Глюкокортикоїди впливають на білковий, вуглеводний та ліпідний обміни. За їх дії активізується розпад білків та гальмується їх синтез. Амінокислоти, які не використані для синтезу білків, можуть витрачатися для синтезу вуглеводів, внаслідок чого збільшується вміст глікогену у печінці та м'язах. Глюкокортикоїди також сприяють посиленню всмоктування

вуглеводів у кишечнику та зменшенню використання їх м'язами. Введення цих гормонів за аддісонової (бронзової) хвороби усуває гіпоглікемію і гіполіпемію та нормалізує всмоктування продуктів гідролізу жирів.

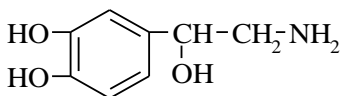
Мінералокортикоїди сприяють підтримці певного вмісту електролітів у крові. Альдостерон сприяє регуляції реабсорбції нирковими канальцями іонів Натрію та активної секреції Калію. В регуляції водно-сольового обміну він є синергістом вазопресину.

Із кори наднирників забитих тварин одержують препарат кортин, який є сумішшю гормонів. Його використання усуває патологічні зміни, які спостерігаються за бронзової хвороби: м'язову та психічну слабкість, порушення обміну  $\text{Na}^+$  і  $\text{K}^+$ , нормалізує обмін білків, вуглеводів та пігментів. Нині значну кількість гормонів кори наднирників одержують синтетичним шляхом, що значно розширило можливості їх використання.

У мозковій речовині наднирників синтезується адреналін та норадреналін, які є похідними діоксибензолу:



Адреналін



Норадреналін

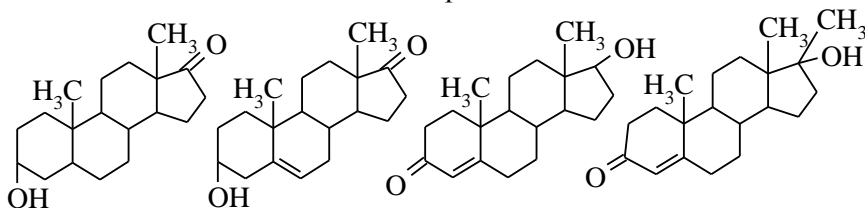
Адреналін – гормон короточасної дії, тому наднирники безперервно виділяють незначні його кількості. За нервового збудження адреналін активно “викидається” у кров. Фізіологічна дія адреналіну різнобічна. За його дії посилюється серцева діяльність, розширюються судини серця, скорочуються периферійні судини, внаслідок чого різко підвищується кров'яний тиск. Цей гормон підвищує вміст глюкози у крові та знижує кількість глікогену у печінці.

Норадреналін також діє на серцево-судинну систему, проте, на відміну від адреналіну, він не прискорює пульс і не підсилює утилізацію тканинами кисню. Норадреналін виконує також роль синаптичних медіаторів.

Препарати адреналіну одержують із подрібнених тканин залози шляхом екстракції. Аналоги адреналіну одержують синтетичним способом. У медичній практиці застосовують у випадках падіння

кров'яного тиску, за кровотеч, у разі деяких інфекційних захворювань, пневмонії, бронхіальної астми.

Статеві гормони самців (*андрогени*) – синтезуються переважно в сім'яниках, деяка частина – в яєчниках та корі наднирників. Найбільша кількість гормонів міститься у спермі. Усі андрогени є похідними циклопентанпергідрофенантрону. Найбільше значення мають андростерон, дегідроандростерон, тестостерон та їх синтетичний аналог метилтестостерон:



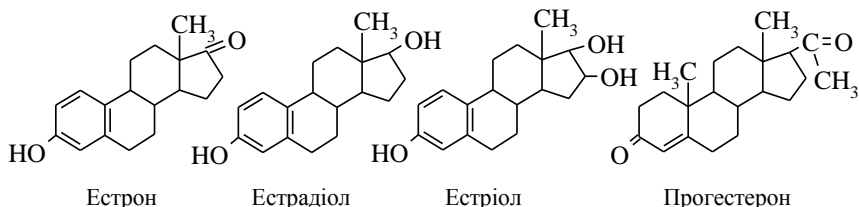
Андростерон    Дегідроандростерон    Тестостерон    Метилтестостерон

Андрогени впливають на білковий, мінеральний та ліпідний обміни, підвищують концентрацію ліпідів у крові, вміст фосфо- та сірковмісних сполук, а також Na, K, Ca. Андрогени стимулюють біосинтез білка в м'язовій тканині. Виділення гормонів порушується у разі травм, пухлин сім'яників, інфекцій тощо. До патології відносять гіпогонадотизм (нестача продукції гормонів) та гіпергонадотизм (надмірна продукція гормонів).

Препарати андрогенів одержують із сім'яників статевозрілої великої та дрібної рогатої худоби. Препарати застосовують за недостатньої чоловічої статевої функції, за імпотенції, недорозвиненості сім'яників та інших розладах. У тваринництві, з метою переорієнтації обміну речовин на відкладання надлишкової кількості жиру, здійснюють кастрацію.

Статеві гормони самок (*естрогени*) – синтезуються в яєчниках, плаценті та частково в корі наднирників і сім'яниках. Їх поділяють на п'ять груп: естрогени, гестагени, релаксин, андрогени та гормони плаценти. Основна їх дія – стимуляція росту та дозрівання органів розмноження самок, підтримка їх здатності до розмноження, а також розвиток вторинних статевих ознак. Естрогени мають чітко виражену дію, викликають проліферацію тканин матки, при цьому активізують всі види обміну, прискорюють ділення клітин.

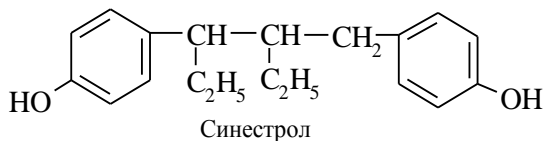
Естрогени мають виражену ліпотропну дію. Основними гормонами є естрон (фолікулін), естріол, естрадіол. До гормонів жовтого тіла відносять релаксин та прогестерон:



У плаценті виробляється хоріонгонадотропін, який за хімічною природою є глікопротеїдом.

Препарати статевих гормонів самок одержують з яєчників забитих тварин. Як гормональну сировину використовують плаценту тільних корів разом з котиледонами (корункулами) – характерними утвореннями слизової оболонки тіла і рогів матки. Для промислового одержання фолікуліну використовують сечу жеребних кобил.

Особливе місце серед статевих гормонів самок належить синестролу, який застосовується для боротьби з безпліддям, лікування ендометритів:



Препарати естрогенів використовують для регуляції функції статевих залоз самок.

*Гіпофіз* – одна із найважливіших залоз внутрішньої секреції, яка регулює різні види обміну речовин. Складається із трьох часток: передньої (аденогіпофіз), середньої та задньої (нейрогіпофіз).

Гормони передньої частки гіпофіза – соматотропін (СТГ, гормон росту), кортикотропін (адренкортикотропний гормон, АКТГ), пролактин, тиреотропний гормон (ТТГ, тиреотропін), фолікулостимулювальний гормон (ФСГ, фолітропін), лютеїнізуючий гормон (ЛГ, лютропін).

Соматотропін посідає особливе місце серед гормонів цієї групи. За хімічною природою – це білок, який має яскраво виражену

видову специфічність. Молекулярна маса, а звідси і кількість амінокислотних залишків у різних видів тварин різна. Так, у ВРХ молекулярна маса гормону становить 45 тис., у вівці – 48, у свиней – 420, у людини – 27,1 тис. Активізує всі види обміну, стимулює ріст кісток та м'язів, підвищує ліполіз.

Препарати соматотропіну забійних тварин неефективні у терапії хвороб людини, оскільки мають іншу структуру. За введення СТГ тваринам того ж виду прискорюється швидкість синтезу білка та інтенсивність обміну ліпідів.

Адренкортикотропний гормон (АКТГ) стимулює кору надниркових залоз, діє на синтез та секрецію кортикостероїдів. Молекула є пептидом, що містить залишки 39 амінокислот. Введення препаратів АКТГ змінює білковий, ліпідний та вуглеводний обміни, у великих дозах викликає зміни у водно-сольовому обміні. Застосовують за недостатності кори надниркових залоз, лікування ревматизму, подагри, поліартриту, екзем, алергій тощо.

Пролактин – гормон білкової природи, стимулює проліферацію та утворення основних компонентів молока у молочній залозі. Застосовується за зниженої секреції молочної залози у післяпологовий період.

Тиреотропін діє на щитоподібну залозу. Стимулює синтез та секрецію тиреоїдних гормонів. Належить до глікопротеїдів. Застосовується у лікуванні захворювань щитоподібної залози.

Фолікулостимулювальний гормон (ФСГ) у самок діє на яєчники, стимулює розвиток фолікулів, секрецію естрогенів та овуляцію яйцеклітини. У самців стимулює розвиток сім'яносних протоків, активує сперматогенез. Препарати ФСГ різних тварин відрізняються за імунологічними властивостями.

Лютеїнізуючий гормон стимулює інтерстиціальні клітини, впливає на перетворення фолікула у жовте тіло, стимулює синтез та секрецію прогестерону. У самців стимулює синтез та секрецію андрогенів. Препарати ЛГ одержують з овечих та свинячих гіпофізів, причому у залозах овець гормону міститься більше, ніж у свиней. У гіпофізах ВРХ гормон малоактивний.

У проміжній частці гіпофіза утворюються меланоцит-стимулюючі гормони, які діють на меланофорні клітини та стимулюють утворення пігменту меланіну. Із екстрактів гіпофізів

ВРХ та свиней одержують інтермедин, який застосовують для лікування пігментної дегенерації сітківки ока.

Із задньої частки гіпофіза виділено два нонапептиди – вазопресин та окситоцин. Вазопресин (антидіуретичний гормон) діє на ниркові каналці, сприяє звуженню судин, підвищує кров'яний тиск, стимулює реабсорбцію води. Окситоцин діє на гладенькі м'язи матки та молочної залози. Стимулює скорочення матки та виділення молока. Препарат пітуїтрин – очищений екстракт, що містить вазопресин та окситоцин, одержують із задньої частки гіпофіза тварин. Він входить до складу маммофізину, який застосовують в акушерстві.

#### 8.4. ВИРОБНИЦТВО ФЕРМЕНТНИХ ПРЕПАРАТІВ

Травні залози та окремі органи використовуються для виробництва ферментних препаратів, які застосовуються з терапевтичною метою, мають певне технологічне значення та використовуються у біологічних дослідженнях. Для одержання ферментних препаратів використовують залози зовнішньої секреції, шлунок, кишки, легені та інші органи. Із тваринницької сировини одержують ферменти всіх шести класів (табл. 49).

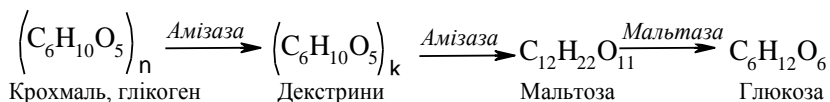
Таблиця 49 – Класифікація ферментів

Клас ферментів	Тип реакцій, які каталізують ферменти
1. Оксидоредуктази	Окисно-відновні реакції всіх типів
2. Трансферази	Перенесення окремих груп атомів від однієї сполуки (донора) до іншої (акцептора)
3. Гідролази	Гідролітичне (за участі води) розщеплення сполук
4. Ліази	Негідролітичне розщеплення сполук з утворенням подвійних зв'язків
5. Ізомераз	Взаємоперетворення різних ізомерів
6. Лігази (синтезази)	Утворення зв'язків у реакції конденсації двох різних сполук

*Слинні залози* (привушні, підщелепові, під'язикові) використовують для одержання амілази та лізоциму.

Амілаза екстрагується із подрібнених слинних залоз, молекулярна маса 20000, термостійка. Гідролізує полісахариди (крохмаль, глікоген) до олігосахаридів, декстринів і дисахаридів. Процес гідролізу багатостадійний:





Препарат амілази застосовують у медицині, харчовій промисловості, як важливу добавку, яка прискорює процес бродіння. Бактеріальна амілаза використовується у пральних порошках для розщеплення крохмалю, що міститься у білизні.

Лізоцим – фермент, який гідролізує хімічні зв'язки у структурі глікозаміногліканів. Зумовлює лізис бактеріальних клітин, проявляє антибіотичну дію. Фермент стійкий у кислому середовищі та руйнується у лужному. Лізоцим використовують як консервант коров'ячого молока, ікри риб та інших продуктів. Використовується для приготування продуктів дитячого харчування з метою підвищення стійкості організму до інфекційних захворювань.

Зі *слизової оболонки шлунка* свиней та сичуга жуйних, в основному, одержують пепсин і ренін. У рубці тварин симбіотичною мікрофлорою синтезуються вітаміни групи В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>), С тощо, звідки їх можна одержати.

Пепсин – глобулярний білок з молекулярною масою близько 34500. Молекула пепсину складається з 340 амінокислот, містить три дисульфідні зв'язки (–S–S–) і залишок фосфатної кислоти. Пепсин – ендопептидаза, тобто фермент, який розщеплює центральні пептидні зв'язки в молекулах білків та пептидів (крім кератинів та інших склеропротейдів) з утворенням простіших пептидів і вільних амінокислот. З найбільшою швидкістю пепсин гідролізує пептидні зв'язки, утворені ароматичними амінокислотами – тирозином і фенілаланіном. Проте, на відміну від інших протеолітичних ферментів (трипсину і хімотрипсину), чіткою специфічністю не характеризується. У слизовій оболонці пепсин міститься в неактивній формі у вигляді пепсиногену, який за наявності хлоридної кислоти перетворюється в активний пепсин. Для нього рН-оптимум дорівнює 1,5–2,5.

Пепсин використовується у лабораторних дослідженнях для визначення первинної структури білкової молекули, для лікування деяких захворювань шлунково-кишкового тракту, у сироварінні. Пепсин у складі сичужної закваски застосовують для згортання

молока у процесі виготовлення сирів. Препарати ензиму застосовують у м'ясній промисловості для одержання гідролізатів колагеновмісної сировини, ферментативної обробки білків м'язової тканини, освітлення бульйонів, виробництва штучних оболонки для ковбас. Його застосовують для освітлення соків, вин, підвищення стійкості пива.

Ренін (сичужний фермент) – виділяють зі слизової оболонки сичуга молодих тварин (телят, ягнят), оскільки активність ферменту найвища у підсисному віці. Неактивний попередник – проренін, який перетворюється в ренін у кислому середовищі за дії пепсину та автокаталітично. У процесі активації молекулярна маса зменшується від 36200 (проренін) до 30700 (ренін). Ренін каталізує реакцію перетворення казеїногену в казеїн за наявності  $\text{Ca}^{2+}$  (рН-оптимум 4,8). Препарат реніну виготовляють у вигляді сухого порошку і використовують у сироварінні.

Зі слизової оболонки сичуга молочних телят та ягнят одержують препарат абомін, а із слизової свиней – пепсиділ, які містять ряд протеолітичних ферментів.

Аптечний “Шлунковий сік натуральний” містить пепсин та інші ферменти. Виділяється здоровими собаками через фістули за уявної годівлі. Застосовується у разі порушення процесів травлення.

Крім ферментів у слизовій оболонці шлунка утворюється біологічно активна речовина гастрин, яка сприяє виділенню шлункового та панкреатичного соків, підвищує моторику органів шлунково-кишкового тракту.

*Підшлункова залоза* – залоза змішаної секреції, яка виробляє комплекс різноманітних ферментів (табл. 50).

Таблиця 50 – Масова частка ферментів панкреатичного соку

Фермент	Вміст, %	Фермент	Вміст, %
Протеази:		Нуклеази:	
– трипсиноген	14	– рибонуклеаза	2,4
– хімотрипсиноген $\alpha$	16	– дезоксирибонуклеаза	1,4
– хімотрипсиноген $\beta$	16	Амілолітичні	1,4
– протокарбоксіпептидаза А	19	Ліполітичні	Слиди
– протокарбоксіпептидаза В	7	Неідентифіковані	10
– карбоксіпептидаза	7		

Зовнішньосекреторна частина підшлункової залози виділяє секрет (сік) у дрібні капіляри, які відкриваються у дванадцятипалу

кишку. Сік містить велику кількість сухої речовини (до 10 %), яка в основному представлена білками. рН панкреатичного соку ВРХ близько 8,0.

Промислове значення мають ферменти білкового обміну – трипсин і хімотрипсин. Для їх одержання залозу швидко охолоджують та вносять у 0,25 н. розчин сульфатної кислоти (для інактивації ферментів). Всі панкреатичні ферменти можна отримати у кристалічному вигляді. З екстракту підшлункової залози у промисловості виділяють низку препаратів, зокрема, інгібітор трипсину, колагеназу, еластазу, рибонуклеазу.

Трипсин – фермент, що гідролізує білки та пептиди, у залозі знаходиться у вигляді трипсиногену (неактивна форма). Активується кишковим ферментом ентерокиназою, при цьому від'єднується гексапептид. Оптимум каталітичної активності за рН 7,8–8,0, молекулярна маса – 34 тис. В активному центрі міститься серин і гістидин. Є активатором хімотрипсиногену.

Трипсин використовують для виготовлення ліків, які мають протизапальну та проти набрякову дію, здатні вибірково розщеплювати некротичні тканини. У медицині трипсин застосовують для лікування ран, опіків, тромбозів, здебільшого у поєднанні з іншими ферментами та антибіотиками.

Хімотрипсин виробляється підшлунковою залозою у неактивній формі у вигляді хімотрипсиногену, активується ентерокиназою та трипсином. Молекула хімотрипсину побудована із трьох поліпептидних ланцюгів: А (13 АМК), В (12 АМК) та С-ланцюг (97 АМК). Найбільша активність кристалічного хімотрипсину проявляється за рН 7–9. Він повніше, ніж трипсин, гідролізує казеїн і лактоальбумін, в основному розщеплює зв'язки, утворені залишками тирозину і фенілаланіну.

Застосування хімотрипсину ґрунтується на його здатності розщеплювати некротичні тканини та фібринозні утворення, а також розріджувати в'язкі секрети та ексудати, а за внутрішньом'язового використання – виконувати протизапальну дію.

Пептидази – специфічні ензими панкреатичного секрету, які гідролізують поліпептиди до вільних амінокислот. Ці ферменти (карбоксіпептидази та амінопептидази) руйнують кінцеві пептидні зв'язки з утворенням олігопептидів та АМК.

Рибонуклеаза розщеплює нуклеопротейди до РНК та кислоторозчинних моно- та олігопептидів. Пептидний ланцюг ферменту містить 124 залишки АМК, з'єднаних чотирма дисульфідними мітками. Білок термостабільний. Рибонуклеаза, одержана із підшлункової залози ВРХ, здатна розріджувати гній, слиз, в'язку та густу мокроту, спричиняти протизапальну дію. Руйнуючи РНК, затримує розвиток деяких РНК-вмісних вірусів.

Панкреатичні дезоксирибонуклеази гідролізують дезокси-нуклеопротейди до ДНК і білків. Це розщеплення активується гістидином, аргініном і лізином, надалі ферменти (екзо- та ендонуклеази) розщеплюють двоспіральну молекулу ДНК.

ДНК-аза, виділена із підшлункової залози тварин, затримує розвиток герпесу, аденовірусів та інших вірусів, що містять ДНК. Ефект пов'язаний із деполімеризацією ДНК розщепленням міжнуклеотидних зв'язків. Пригнічуючи синтез вірусної ДНК, дезоксирибонуклеаза не пошкоджує ДНК клітин макроорганізму. Фермент має протизапальну дію, викликає деполімеризацію та розрідження гною. Використовується за кератитів, респіраторних запалень, абсцесів, пневмонії тощо.

Панкреатична ліпаза у тонкому відділі кишечника розщеплює тригліцероли до гліцеролу і вищих карбонових кислот. У разі захворювань підшлункової залози активність ліпази значно підвищується і вона починає виділятися у кров. Зниження активності ліпази відбувається за онкологічних захворювань та неправильного харчування.

Активно застосовуються тваринні ліпази у галузях, де необхідно провести частковий чи повний гідроліз жирів та олій, зокрема, в медицині – як терапевтичний засіб і для діагностики різних захворювань. Є позитивний досвід їх використання у сироварінні, приготуванні безалкогольних напоїв, хлібопекарській галузі. Ліпази – компоненти косметичних засобів і речовин, що використовують у дубленні шкіри (для видалення залишків жиру).

Еластаза (панкреопептидаза) – фермент підшлункової залози, субстратом якого є еластин. Еластин – стійкий білок, з якого не утворюється желатин. Його препарат неоднорідний, містить декілька ферментів, два з яких послідовно діють на еластин, поступово звільняючи його зі структури полісахариду, а потім розщеплюють білкову частину.

Колагеназа – ферментний препарат, який одержують також із підшлункової залози тварин.

Із підшлункової залози одержують пептиди калікреїн та брадикінін, які впливають на кров'яний тиск, а також комплексні ферментні препарати, зокрема, панзинорм форте, панкреатин, пантрипін, фестал, ензістал.

Сировиною для виробництва органопрепаратів слугують й інші органи. З *трахеї* (гіалінових хрящів) ВРХ отримують біогенний препарат хонсурид і хондролон, в яких хондроїтинсульфат та гіалуринова кислота сприяють загоєнню ран, активують утворення сполучної тканини, покращують фосфорно-кальцієвий обмін, гальмують процеси дегенерації хрящової і сполучної тканин, захищають організм від утворення фібринових тромбів.

*Хрящі телят та екстракти кісткового мозку* використовують у виробництві препаратів для лікування захворювань суглобів, спричинених дегенеративними змінами хрящової тканини суглоба (артроз), одним з яких є руманол. Ахіллові сухожилля слугують сировиною для вироблення комбутеку, який стимулює процеси загоєння ран, прискорює епітелізацію.

*Селезінку* ВРХ використовують для виробництва спленіну – препарату, який нормалізує азотистий обмін та підвищує детоксикуючу функцію печінки. Використовується як засіб для лікування та профілактики токсикозів на початкових фазах вагітності. відомі препарати на основі оліго- та поліпептидів селезінки, які надзвичайно ефективні у реабілітації онкохворих.

*Печінку* тварин широко використовують для виробництва органопрепаратів антианемічної дії завдяки наявності в ній білка феритину, який містить до 23 % Феруму, водо- та жиророзчинних вітамінів. Із печінки виготовляють концентровані водні та жирові витяжки, безбілкові екстракти, призначені для парентерального введення, поліпшують травлення, ліквідують дисбактеріоз. Зокрема, препарат Вітогепат, який одержують із печінки ВРХ, використовують як антианемічний засіб, у разі захворювань крові та гепатитів. Із печінки тріскових риб одержують риб'ячий жир, що містить велику кількість вітамінів А та D, а також є зміцнювальним засобом.

*Жовч*, як біологічна рідина, містить жовчні кислоти (холеву, літохолеву, дезоксихолеву тощо) – фізіологічні активатори

ліпотропної дії, які емульгують жири й активують ліпазу. Із жовчі виробляють ряд медичних препаратів (алахол, ліобіл, холонзим), що нормалізують діяльність травного тракту і печінки, а також є жовчогінним засобом за гепатитів та холециститів. Очищені жовчні кислоти використовують для синтезу стероїдних гормонів. Мають застосування окремі кислоти. Так, дегідрохолева кислота ефективна за холангітів, холециститів, гепатитів. Хенодезоксихолеву кислоту використовують для лікування жовчокам'яної хвороби. Жовч застосовується також як зовнішній засіб за артрозів, артритів як знеболювальний та протизапальний засіб.

Із *легень і печінки* тварин виділяють гепарин – речовину, що запобігає згортанню крові (використовують у разі порушення кровообігу, фіброзів). Препарати апротинін та інгітрил, виготовлені із *легень ВРХ*, є інгібітором протеаз у плазмі крові, застосовуються у разі дисфункції підшлункової та статевих залоз, *легень*, матки.

*Склоподібне тіло очей ВРХ* та свиней використовуються для виробництва біогенних препаратів склисте тіло, керакол, луроніт, що застосовуються для розм'якшування та розсмоктування рубців тканин, сприяють регенерації рогівки ока, діють як знеболювальні за невралгії, радикулітів.

*Серце* тварин є сировиною для одержання ферментного препарату цитохром *c*, який застосовують для покращання тканинного дихання за асфіксії новонароджених, астми, пневмонії, серцевої недостатності тощо.

*Мозкова тканина* свиней та телят слугує сировиною для виробництва ряду лікарських препаратів і біологічно активних речовин, зокрема холестеролу, лецитину та інших фосфатидів. Так, із мозку свиней одержують церебролізин – комплекс низькомолекулярних пептидів та амінокислот, що застосовують у разі інсультів, енцефалопатій, черепно-мозкових травм, легких форм розумової відсталості у дітей. Мієлопід – поліпептидний препарат із кісткового мозку свиней і телят, має застосування за імунодефіцитних станів. З екстракту хрящів і кісткового мозку виробляють румалон, який є ефективним для стимуляції регенерації хрящової тканини. Ліпіди мозку використовують для створення комбінованих продуктів для нетрадиційної медицини.

Із *сім'яників ВРХ*, окрім гормональних препаратів, одержують низку препаратів (лідаза, ронідаза), що містять фермент

гіалуронідазу, який застосовують за контрактури суглобів, лікування рубців після опіків та ран. У сім'яній рідині виявлені різнобічні за хімічною будовою біологічно активні речовини: простагландини, лейкотрієни та тромбоксани.

*Екстракт плаценти* – біогенний стимулятор за міопатій, кератитів, артритів та деяких гінекологічних захворювань.

*Панти* – нескостенілі роги плямистих оленів і маралів. Їх зрізують з тварин, консервують, а потім використовують для виготовлення лікарських засобів, стимуляторів нервової системи. Так, пантокрин застосовують у разі атеросклерозу, хвороб серця, нефритів. Рантарин – неспецифічний імуномодулюючий засіб загальностимулювальної дії.

## 8.5. ВИРОБНИЦТВО КОРМОВОЇ ТА ТЕХНІЧНОЇ СИРОВИНИ

Кістки забійних тварин складають до 20 % маси туші. Їх використовують для кормових цілей. На м'ясокомбінатах із них видаляють кістковий жир. Для виробництва клею та желатину використовують тканини й органи, частини туш тварин, що містять значну кількість колагену, зокрема кістки, волокнистий колаген дерми, ахіллові сухожилля тощо (табл. 51).

Таблиця 51 – Хімічний склад деяких видів колагенумісної сировини

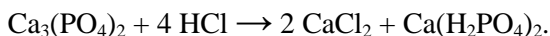
Показники	Вміст, %			
	ахіллове сухожилля	війна зв'язка	вуха	губи
Волога	62,9	57,6	70,3	73,6
Мінеральні речовини	0,5	0,5	0,7	0,6
Ліпіди	1,0	1,1	2,0	3,3
Колаген	31,6	7,2	17,8	12,0
Еластин	2,6	31,7	2,3	3,5
Альбуміни і глобуліни	0,2	0,6	4,9	5,5
Глюкопротеїди	1,3	0,5	–	–
% колагену від вмісту білка	88,5	18,0	71,2	57,1

Залежно від призначення та якісних показників розрізняють медичний, харчовий, технічний і фотографічний желатин. Головна властивість желатину – здатність у водних розчинах утворювати драгли. Драглювання – процес перетворення легкокорухливої або

малотекучої рідини у гелі або драглі, що мають еластичність, пружність і пластичність. Від розмірів частинок желатину залежать структурно-механічні та фізичні властивості його розчинів: в'язкість, напруження зсуву, щільність, температура плавлення і застигання, ваговий ступінь набухання тощо. Так, в'язкість стандартного розчину харчового желатину за температури 40 °С становить 6 Па·с.

Якість желатину залежить від наявності в ньому поліпептидів. Підвищення температури і тривалості обробки колагену водою сприяє більшому гідролізу, тобто зниженню в'язкості, а відповідно й желатинувальній здатності желатину. Продукт, який містить значну кількість поліпептидів, являє собою клей. Органічний клей виготовляють із продуктів переробки кісток і м'якої сполучнотканинної сировини. Клей є кістковий (з кісток) і мездровий (з м'яких тканин, що містять колаген). Вміст клеєутворювальних речовин у кістках залежить від виду, віку та анатомічного походження кісток.

Кістки для виробництва желатину і клею обробляють слабким розчином хлоридної кислоти, за дії якої проходить демінералізація кісток (мацерація) внаслідок розчинення солей Кальцію:



У процесі мацерації відбувається додаткове кислотне набухання колагену без порушення його структури.

Останнім часом із кісткової тканини виробляють осеїн-колаген, який широко вживаний у харчовій промисловості та косметології. Для виробництва предметів широкого вжитку (мундштуки, статуетки, шахи, гребінці, гудзики тощо) використовують роги, копита, кістки, щетину та інше.

Нехарчову сировину від забою худоби та птиці переробляють на різні види кормового борошна, а також кормовий і технічний жири.

Кормове борошно тваринного походження входить до складу комбікормів для всіх видів тварин і птиці. Асортимент тваринних кормів залежить від виду, хімічного складу сировини та технології їх виготовлення. Серед кормів, що виробляються з відходів забою та переробки тварин і птиці, найбільша частка припадає на борошно тваринного походження: м'ясо-кісткове, кісткове, м'ясне, кров'яне та з гідролізованого пера.



Окрім борошна тваринного походження із відходів переробки виробляють такі види кормової продукції: кормовий збагачувач (КЗ), кормовий напівфабрикат для молодняку сільськогосподарських тварин, кормовий білковий концентрат (КБК) з кератинумісної сировини та кормовий преципітат. Крім сухих тваринних кормів виробляють варені та кормові бульйони.

Кормовий жир вводиться у комбікорми та замітники незбираного молока, застосовується як наповнювач преміксів.

Технічний жир використовують для виробництва мила, миючих засобів, мастильно-охолоджувальних рідин, жирних кислот, гліцеролу, антибіотиків та іншої продукції. Сухі тваринні корми мають високі кормові властивості, вони стійкі за зберігання й транспортування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Антипова Л.В. Биохимия мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, Н.А. Жеребцов. – Изд-во Воронежского университета, 1991. – 184 с.
2. Апехина Л.Т., Отряшенкова Л.М. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов / Л.Т. Апехина, Л.М. Отряшенкова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 297 с.
3. Винникова Л.Г. Технология мяса и мясных продуктов / Л.Г. Винникова. – Изд-во ИНКОС, 2006. – 600 с.
4. Грау Р. Мясо и мясопродукты / Р. Грау. – М.: Пищевая промышленность, 1964. – 190 с.
5. Житечко П.В. Технология продуктов убоя животных / П.В. Житечко. – М.: Колос, 1984 – 237 с.
6. Кононський О.І. Біохімія тварин / О.І. Кононський. – К.: Вища школа, 2006. – 455 с.
7. Крылова Н.Н. Биохимия мяса / Н.Н. Крылова, Ю.Н. Лясковская. – М.: Пищевая промышленность, 1968. – 351 с.
8. Месхи А.И. Биохимия мяса и мясопродуктов / А.И. Месхи. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 280 с.
9. Пабат В.О. Технологія продуктів забою тварин / В.О. Пабат, А.Я. Маньковський. – К., 2000. – 361 с.
10. Павловский П.Е. Биохимия мяса / П.Е. Павловский, В.В. Пальмин. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 244 с.
11. Пономарьов П.Х. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини / П.Х. Пономарьов, І.В. Сирохман. – К.: Лібра, 1999. – 270 с.
12. Сирохман І.В. Товарознавство м'яса і м'ясних товарів: Підручник / І.В. Сирохман. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 378 с.
13. Справочник по качеству продуктов животноводства / А.Т. Мысик, С.М. Белова, Ю.П. Фомичев и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – 239 с.
14. Таранов М.Т. Биохимия и продуктивность животных / М.Т. Таранов – М.: Колос, 1976 – 240 с.
15. Технологія м'яса і м'ясних продуктів: Підручник / М.М. Клименко, Л.Г. Винникова, І.Г. Береза та ін. – К.: Вища освіта, 2006. – 640 с.
16. Янчева М.О. Фізико-хімічні та біохімічні основи технології м'яса та м'ясопродуктів: Навч. посіб. / М.О. Янчева, Л.В. Пешук, О.Б. Дроменко. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 304 с.
17. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных /С.П. Ярмоненко – М.: Высшая школа, 1988 – 424 с.

## КОРОТКИЙ СЛОВНИК БІОЛОГІЧНИХ ТЕРМІНІВ

**Авітамінози** – хвороби, які виникають у результаті відсутності в їжі певного вітаміну або порушення його засвоєння.

**Автоліз** – процес, що спостерігається за видалення тканин і органів з організму і як ознака відмирання тканин. Він зумовлений дією протеолітичних ферментів.

**Азот залишковий** – сума всіх небілкових азотовмісних речовин плазми крові. У здорової людини вміст залишкового азоту становить 0,2–0,4 г/л.

**Азотисті основи** – азотовмісні молекули із властивостями основ, здатні приєднувати протон. Пуринові та піримідинові азотисті основи входять до складу нуклеїнових кислот.

**Азотистий баланс** – співвідношення між кількістю азотовмісних речовин, які надходять в організм і виділяються із сечею, калом та потом. Він буває позитивним, негативним і нульовим (або азотиста рівновага). Азотиста рівновага – стан, за якого кількість азоту, що надходить і виводиться, однакова.

**Активатори** – речовини, які підвищують активність ферментів або переводять ферменти з неактивного стану в активний.

**Активна реакція середовища** – реакція середовища, яка визначається концентрацією іонів Гідрогену  $H^+$  або гідроксильних іонів  $OH^-$ . Швидкість і напрямок біохімічних процесів, що лежать в основі життєдіяльності організму, залежать від активної реакції середовища. Вона визначається водневим показником (рН).

**Активний транспорт** – енергозалежний транспорт розчиненої речовини через біомембрани в напрямку підвищеної концентрації (проти градієнта концентрації). Він потребує затрати енергії у формі АТФ або електрохімічного потенціалу деяких іонів (наприклад  $H^+$ ,  $Na^+$ ).

**Активний центр** – ділянка на поверхні молекули ферменту, що бере участь у зв'язуванні, орієнтації та активуванні субстрату. Утворюється функціональними групами амінокислотних залишків, розташованих певним чином за рахунок зближення окремих ділянок поліпептидного ланцюга. Часто в побудові активного центру беруть участь коферменти або катіони металів.

**Алкалоз** – форма порушення кислотно-лужної рівноваги, що характеризується зміною співвідношення між аніонами кислот і катіонами основ крові в бік збільшення катіонів. Розрізняють алкалоз газовий або дихальний (респіраторний), зумовлений підвищеною елімінацією вуглекислоти; алкалоз обмінний (метаболічний), пов'язаний із порушенням обміну “нелетких” кислот і основ.

**Алостерична взаємодія** – зміна просторової конфігурації білкової молекули (частіше ферменту) в результаті приєднання до неї іншої молекули, що не є субстратом. Білок при цьому набуває нових властивостей.

**Альбуміни** – прості білки, добре розчинні у воді, сольових розчинах, розбавлених кислотах і лугах; випадають в осад у разі насичення розчину сульфатом амонію вище 50 % концентрації.

**Амінокислоти** – карбонові кислоти, що містять одну або дві аміногрупи, мономери білків. У природі широко поширені  $\alpha$ -амінокислоти, які мають (крім гліцину) один або два асиметричних атоми Карбону і в основному L-конфігурацію. Специфічна послідовність амінокислотних залишків у поліпептидному ланцюзі називається первинною структурою білка.

**Амінокислоти замінні** – амінокислоти, які синтезуються в організмі в кількостях, необхідних для забезпечення синтезу специфічного білка. В організмі людини до них належать: аланін, аспарагінова кислота, аспарагін, цистеїн, глутамінова кислота, глутамін, гліцин, пролін, серин, тирозин.

**Амінокислоти незамінні** – амінокислоти, які не синтезуються в організмі або синтезуються недостатньо швидко; повинні надходити ззовні з їжею чи кормом. Незамінними амінокислотами є: аргінін, гістидин, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, фенілаланін, треонін, триптофан, валін.

**Амфотерність** – здатність хімічної сполуки проявляти кислотні й основні властивості залежно від природи компонента, який реагує з нею. Амфотерністю зумовлена здатність білків крові виконувати буферні функції.

**Анаболізм** – сукупність біохімічних реакцій, спрямованих на утворення й оновлення структурних елементів і тканин за рахунок синтезу складних молекул із простих. Анаболічні процеси відбуваються за рахунок енергії катаболічних процесів.

**Антикодон** – специфічна послідовність із трьох нуклеотидів у молекулі тРНК, що комплементарна кодону в молекулі іРНК.

**Антиоксиданти** – сукупність факторів, спрямованих проти руйнування клітинних мембран вільними радикалами і пероксидами.

**Апофермент** – білкова частина складного ферменту, яка відповідає за специфічність його дії.

**АТФ-аза** – фермент, що гідролізує АТФ до АДФ і фосфату, дія якого супроводжується затратою енергії.

**АТФ-синтетаза** – ферментний комплекс, що синтезує АТФ з АДФ і фосфату під час окисного фосфорилування на внутрішній мембрані мітохондрій.

**Ацидоз** – стан організму, за якого настає розлад кислотно-лужної рівноваги. Він характеризується підвищенням концентрації водневих іонів.

**Білки (протеїни)** – високомолекулярні органічні сполуки, що складаються з однієї або декількох поліпептидних ланцюгів, кожна з яких містить 100 і більше амінокислотних залишків, з'єднаних пептидними зв'язками. Для кожного білка характерна певна послідовність амінокислотних залишків у поліпептидних ланцюгах і молекулярна маса.

**Біоенергетика** – галузь науки, що досліджує механізми перетворення енергії в життєдіяльності організмів. Вона вивчає джерела енергії, взаємоперетворення різних видів енергії, регуляцію енергетичних процесів, механізми синтезу АТФ.

**Бродіння** – ланцюг послідовних реакцій окиснення глюкози або інших речовин в анаеробних умовах до різних кінцевих продуктів: молочної, оцтової, масляної, пропіонової кислот, етилового спирту тощо, залежно від виду бродіння.

**Буферні розчини** – розчини, що підтримують певні значення рН середовища. Це значення залежить від співвідношення концентрацій компонентів розчину, що знаходяться в хімічній рівновазі і слабо змінюються за розведення, концентрування та введення невеликих кількостей різних електролітів.

**Вітаміни** – низькомолекулярні органічні сполуки різної хімічної природи, присутність яких у харчових продуктах в незначних кількостях (мг і мкг) є обов'язковим: більшість вітамінів є складовою частиною коферментів.

**Водневий зв'язок** – відносно слабкий зв'язок між атомом Гідрогену, який ковалентно зв'язаний з атомом Оксигену, Нітрогену чи іншим електронегативним атомом. Обумовлений електростатичною взаємодією між частково електронегативними атомами і частково електропозитивним атомом Гідрогену.

**Водневий показник (рН)** – показник відносної концентрації протонів у розчині. рН чисельно дорівнює від'ємному десятковому логарифму концентрації іонів Гідрогену в розчині. рН змінюється в діапазоні від 0 до 14: у нейтральному розчині рН дорівнює 7, кислому – менше 7, у лужному – більше 7.

**Всмоктування, ресорбція** – процес переходу речовин через слизову оболонку, головним чином травного тракту, у кров та лімфу. У всмоктуванні беруть участь клітинні органоїди: мітохондрії, комплекс Гольджі, ендоплазматична сітка. Проникнення речовин через клітинні мембрани шляхом пасивного (дифузія, осмос, фільтрація) та активного (за участі специфічних переносників і затратою енергії) транспорту.

**Ген** – ділянка ДНК, на якій записана інформація про первинну структуру білка, що має вигляд послідовно розташованих кодонів.

**Генетичний код** – система нуклеотидних триплетів (кодонів) ДНК і РНК, що визначає послідовність амінокислотних залишків у поліпептидному ланцюзі специфічного білка. Кожен кодон, за винятком незначних кодонів, відповідає одній із 20 амінокислот.

**Гідратація** – процес приєднання молекул води до молекул, іонів розчиненої речовини або колоїдних часток, що відбувається в біологічних системах.

**Гідроліз** – процес розщеплення речовин із приєднанням води в місці розриву міжмолекулярних зв'язків. Перебігає за схемою:  $AB + H_2O \rightarrow AH + BOH$  і каталізується гідролазами.

**Гіпоксія** – киснева недостатність, кисневе голодування. Цей стан виникає у разі недостатнього надходження в тканини організму кисню або порушення його використання в процесі біологічного окиснення.

**Гістони** – білки, що містяться в ядрах клітин рослин і тварин, багаті на залишки аргініну і лізину та мають лужні властивості. Гістони утворюють у комплексі з ДНК нуклеосоми – структурні одиниці хроматину клітинних ядер.

**Глікоген** – розгалужений полісахарид неупорядкованої структури, молекула якого побудована із залишків  $\alpha$ -D-глюкози; основний резервний вуглевод людини і тварин.

**Глікогенез** – синтез глікогену шляхом поліконденсації глюкозних мономерів.

**Гліколіз** – складний ферментативний процес перетворення глюкози, який перебігає у тканинах тварин і людини без споживання кисню, до молочної кислоти й АТФ.

**Глобуліни** – глобулярні білки, розчинні в розбавлених розчинах солей, кислот і лугів та слабозрчинні у воді; випадають в осад за насичення розчину сульфатом амонію.

**Глюконеогенез** – біосинтез глюкози з лактату, пірувату та оксалоацетату або з компонентів, які є попередниками цих сполук та інших проміжних продуктів гліколізу.

**Гниття** – розклад азотовмісних органічних сполук за участі протеолітичних ферментів мікроорганізмів до амінокислот, які за декарбоксилування та дезамінування перетворюються до  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ , органічних кислот, амінів та інших сполук, у тому числі токсичних (кадаверин, путресцин) та смердючих (індол, скатол, меркаптани).

**Гормони** – біологічно активні речовини, що виділяються в кров та лімфу залозами внутрішньої секреції, або скупченнями спеціалізованих клітин організму і мають специфічну дію на інші органи і тканини.

**Гуанін** – 2-аміно-6-оксипурин, гетероциклічна основа, що входить до складу ДНК і РНК.

**Гуанозин** – нуклеозид, що складається із залишків гуаніну і рибози.

**Гуанозинфосфатні кислоти** – нуклеотиди, які складаються із залишків гуаніну, рибози і фосфатної кислоти.

**Дальтон (Да)** – одна дванадцята частина маси атома Карбону ( $^{12}\text{C}$ ), тобто близько  $1,6 \times 10^{-27}$  кг.

**Дегідрогенази** – ферменти класу оксидоредуктаз, які каталізують реакції відщеплення Гідрогену від одного субстрату і переносять його на інший. Беруть участь у процесах катаболізму всіх типів поживних речовин (нутриєнтів).

**Дезамінування** – процес відщеплення аміногрупи ( $-\text{NH}_2$ ) від органічних сполук (амінокислот, амінів, амінопіримідинів,

амінопуринів, їх нуклеотидів і нуклеозидів), що супроводжується її заміщенням іншою функціональною групою.

**Дезоксирибоза** – 2-дезокси-D-рибоза, моносахарид із групи дезоксицукрів, що входить до складу ДНК.

**Дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК)** – носій генетичної інформації в клітині, яка побудована з полінуклеотидних ланцюгів. Нуклеотиди містять пуринові та піримідинові основи (аденін, гуанін, тимін, цитозин), дезоксирибозу і залишок фосфатної кислоти. Первинна структура молекули ДНК строго індивідуальна, специфічна і являє собою форму запису біологічної інформації (генетичний код).

**Денатурація** – порушення вищих рівнів організації білкових молекул зі збереженням первинної структури.

**Дисахариди (дицукри)** – олігосахариди, молекули яких побудовані з двох моносахаридних залишків, пов'язаних глікозидним зв'язком. У невідновлювальних дисахаридів (сахароза, трегалоза) в утворенні зв'язку між моносахаридами зайняті обидва глікозидних гідроксили, а у відновлювальних (мальтоза, лактоза) зв'язок здійснюється між глікозидним гідроксилом одного залишку і звичайним гідроксилом іншого залишку.

**Дисульфідний зв'язок** – ковалентний зв'язок між двома атомами Сульфуру залишків цистеїну в поліпептидному ланцюзі.

**Дихальний коефіцієнт** – співвідношення виділеної за певний проміжок часу вуглекислоти і об'єму поглинутого кисню ( $\text{CO}_2/\text{O}_2$ ). За окиснення вуглеводів дихальний коефіцієнт дорівнює 1,0; жирів – 0,7; білків – 0,8.

**Дихальний ланцюг** – сукупність проміжних переносників (ферменти і неферментні компоненти) електронів і протонів у процесі тканинного дихання до  $\text{O}_2$ .

**Елонгація** – нарощування поліпептидного ланцюга на функціональній рибосомі в ході синтезу білка. Вона здійснюється протягом кількох стадій.

**Ендокринні залози** – спеціалізовані органи тварин, які виробляють і виділяють безпосередньо в кров або лімфу гормони.

**Ендоплазматичний ретикулум** – внутрішня клітинна сітка, яка являє собою сукупність каналців і цистерн, що пронизують цитоплазму клітини. Під час виділення ендоплазматичної сітки фрагменти її утворюють часточки, які нагадують міхурці –



мікросоми. Канальці побудовані з мембран, до зовнішнього боку яких кріпляться рибосоми.

**Ендоцитоз** – процес специфічного захоплення клітинами різних речовин за допомогою спеціальних рецепторів. Поглинання макромолекул і сторонніх речовин клітини відбувається піноцитозом.

**Енергія зв'язку** – енергія, необхідна для розриву хімічного зв'язку.

**Жири** – узагальнена назва речовин, які є естерами гліцеролу і одноосновних нерозгалужених вищих жирних кислот. Рідкі жири називають оліями.

**Жирні кислоти** – карбонові кислоти, які переважно мають одну карбоксильну групу, що приєднана до нерозгалуженого вуглеводневого ланцюга із парним числом атомів Карбону (від 14 до 24) і різним числом подвійних зв'язків (від 0 до 6).

**Ізоелектрична точка** – значення рН, за якого розчинена речовина не має електричного заряду.

**Ізомери** – клас ферментів, які каталізують внутрішньомолекулярні реакції перебудови сполук, в тому числі взаємоперетворення ізомерів.

**Інгібітори** – речовини різноманітної хімічної природи, які гальмують або повністю пригнічують хімічні, фізико-хімічні та біологічні процеси.

**Катаболізм (дисиміляція)** – сукупність ферментативних реакцій у живому організмі, спрямованих на розщеплення складних органічних речовин (білків, жирів, вуглеводів, нуклеїнових кислот), які надходять з їжею або відкладених у самому організмі.

**Катал** – кількість ферментів, що каталізують перетворення 1 моля субстрату в продукт реакції за 1 с ( $1 \text{ кат} = 6 \times 10^{-7} \text{ МО}$ ).

**Катепсини** – група тканинних внутрішньоклітинних ферментів (ендопептидаз), які розщеплюють пептидні зв'язки. Вони містяться переважно в ліпосомах, але їх виявляють і в гіалоплазмі, мітохондріях, ендоплазматичному ретикулумі. Лізосомальні катепсини найактивніші в кислому середовищі.

**Катехоламіни** – групи медіаторів і гормонів, які належать до біогенних амінів, що утворюються з фенілаланіну і тирозину. Головними представниками є адреналін і норадреналін.

**Ковалентний зв'язок** – хімічний зв'язок між атомами або радикалами, що виникає за рахунок спільної пари електронів.

**Кодон** – послідовність із трьох сусідніх нуклеотидів у молекулі ДНК або іРНК, що кодує одну амінокислоту або закінчення трансляції.

**Комплементарні основи** – основи нуклеїнових кислот, здатні до утворення пар у подвійній спіралі за допомогою специфічних зв'язків між пуриновими і піримідиновими основами, при цьому аденін завжди знаходиться в парі з тиміном або урацилом, а гуанін – з цитозином (правило Е. Чаргаффа).

**Комплементарність** – взаємна відповідність у хімічній будові двох макромолекул, що забезпечує їх взаємодію: здвоєння двох ниток ДНК, з'єднання ферменту із субстратом, антигену з антитілом.

**Кон'югація** – процес біосинтезу, за якого сторонні сполуки та їх метаболіти з'єднуються з легкодоступними ендogenous субстратами (наприклад, глюкуронова кислота, сульфат, ацетил, гліцин) і утворюють парні сполуки – кон'югати.

**Кофактори** – сполуки небілкової природи, у разі наявності яких проявляється активність ферментів. Кофакторами можуть бути іони металів, вітаміни, фосфатні естери вітамінів, нуклеотиди, порфіринові комплекси тощо.

**Коферменти** – органічні сполуки небілкової природи, що входять до складу активного центру деяких ферментів. З'єднуючись з апоферментом (білковою частиною ферменту), кофермент утворює каталітично активний комплекс; більшість коферментів – похідні вітамінів.

**Кребса цикл** (цикл трикарбонових кислот, цикл лимонної кислоти) – циклічний ферментативний процес повного окиснення активованого ацетилу (пірувату) до  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ . Це кінцева стадія катаболізму жирів, білків і вуглеводів, за якої відбувається накопичення енергії у вигляді АТФ. Цикл Кребса тісно пов'язаний із процесами гліколізу і тканинного дихання.

**Крохмаль** – основний резервний вуглевод рослин, що складається з лінійної амілози (близько 25 %) і розгалуженого амілопектину (близько 75 %).

**Ксенобіотики** – чужорідні для організмів сполуки: пестициди, препарати побутової хімії, харчові сурогати, фальсифікати та хімічні речовини, які використовуються у побуті.

**Лейкотрієни** – продукти ліпооксигеназного окиснення вільної арахідонової кислоти. Вони беруть участь у стимулюванні проникності судин, деградації лейкоцитів, агрегації тромбоцитів.

**Ліази** – клас ферментів, що каталізують реакції негідролітичного відщеплення від субстратів певних груп атомів з утворенням подвійних зв'язків, а також реакції приєднання атомів і груп атомів за подвійними зв'язками.

**Лігази** – клас ферментів, що каталізують реакції синтезу.

**Ліпіди** – велика група неполярних органічних сполук, нерозчинних у воді і добре розчинних в органічних розчинниках.

**Макроергічні сполуки** – фосфоро- і сірковмісні сполуки, в процесі гідролізу яких виділяється велика кількість енергії (від 7000 до 15000 кал на 1 грам-молекулу).

**Мембранне (пристінкове) травлення** – ферментативне розщеплення речовин в стінці кишок на мембранах мікроросинок ентероцитів.

**Міжнародна одиниця активності ферменту (МО)** – така кількість ферменту, яка каталізує перетворення 1 мкмоль субстрату за 1 хвилину за стандартних (оптимальних) умов.

**Мікроелементи** – катіони елементів, що містяться в організмі у дуже низьких концентраціях (менше  $1 \times 10^{-2}$  %) і необхідні для його нормальної життєдіяльності.

**Міоглобін** – складний білок м'язів, який зв'язує гемоглобін, що переноситься від легень на молекулярний кисень і передає його окиснювальним системам клітин.

**Міозин** – білок скорочувальних волокон м'язів.

**Мітохондрії** – органели еукаріотичних клітин, що забезпечують організм енергією. Мітохондрії складаються з матриксу, оточеного внутрішньою мембраною, міжмембранного простору і зовнішньої мембрани.

**Молекулярна маса** – сума відносних мас атомів у складі молекули, виражена в одиницях однієї дванадцятої маси найбільш поширеного ізотопу Карбону та вимірюється в Дальтонах (Да).

**Нейромедіатори** – хімічні речовини, які виробляються в нервовій системі й беруть участь у передачі імпульсів у нервових

центрах, а також від нервів до різних органів, збуджуючи чи гальмуючи їх діяльність. До них належать: ацетилхолін, адреналін, норадреналін, серотонін,  $\gamma$ -аміномасляна кислота.

**Нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат** (НАДФ<sup>+</sup>, NADP<sup>+</sup>) – кофермент, що відрізняється від НАД<sup>+</sup> наявністю додаткової фосфатної групи.

**Нуклеїнові кислоти** – полінуклеотиди, фосфорумісні біополімери, що мають універсальне поширення в живій природі. Розрізняють два типи нуклеїнових кислот – ДНК і РНК.

**Нуклеозиди** – сполуки, що складаються із залишків азотистої основи і вуглеводу рибози (рибонуклеозид) або дезоксирибози (дезоксирибонуклеозид). Найбільше значення в природі мають нуклеозиди, що входять до складу нуклеїнових кислот: аденозин, гуанозин, уридин, цитидин і тимідин.

**Нуклеотиди** – фосфатні естери нуклеозидів.

**Обмін речовин (метаболізм)** – сукупність хімічних перетворень у живих організмів, що забезпечують їх ріст, життєдіяльність, відтворення та обмін з навколишнім середовищем. Обмін речовин складається із взаємопов'язаних процесів асиміляції й дисиміляції.

**Окиснення біологічне** – сукупність реакцій окиснення в живих клітинах з метою забезпечення організму енергією, яка пов'язана з передачею так званих відновлювальних еквівалентів (протонів і електронів) від донора до акцептора. У аеробів кінцевим акцептором електронів є Оксиген. Енергія, що звільняється за біологічного окиснення, акумулюється у молекулах АТФ.

**Окиснювальне фосфорилування** – ферментативне утворення АТФ з АДФ і фосфату, яке здійснюється в мітохондріях і пов'язане з перенесенням електронів від субстрату до молекулярного Оксигену.

**Оксидоредуктази** – клас ферментів, що каталізують окисно-відновні реакції, акцепторами електронів у яких слугує Оксиген повітря, пероксид Гідрогену або органічні пероксиди.

**Олігосахариди** – вуглеводи, молекули яких зазвичай містять до 10 моносахаридних залишків, зв'язаних глікозидними зв'язками.

**Онкотичний тиск** – частина осмотичного тиску крові, яка зумовлена білками, в основному альбумінами. У нормі він становить у середньому 0,03–0,04 атм.

**Оптична активність** – здатність речовин повертати площину поляризованого променя світла вправо (dexter) або вліво (laevus).

**Орнітиновий цикл** – складний циклічний процес, під час якого утворюється сечовина. Це головний шлях знешкодження аміаку в організмі, який проходить в основному в печінці.

**Осмотичний тиск** – та сила або тиск, які потрібно застосувати, щоб припинити переміщення води в бік більш концентрованого розчину через напівпроникну мембрану від менш концентрованого.

**Пентозний цикл** – складний циклічний ферментативний процес окиснення глюкози. Він проходить у цитоплазмі тваринних клітин. Основне його значення полягає в утворенні НАДФН+Н<sup>+</sup> та пентоз, які необхідні для синтезу нуклеїнових кислот.

**Пептидний зв'язок** – вид зв'язку, який утворюється в результаті реакції конденсації між карбоксильною групою однієї амінокислоти та аміногрупою іншої (–CO–NH–).

**Піримідинові основи** – похідні піримідину, які є складовою частиною нуклеїнових кислот (цитозин, тимін, урацил).

**Поліпептид** – молекула, яка складається з амінокислотних залишків, з'єднаних пептидними зв'язками, що мають молекулярну масу менше 5 кДа.

**Полісахарид** – полімер, що складається з моносахаридів, з'єднаних глікозидними зв'язками, наприклад крохмаль, целюлоза, глікоген.

**Полісома** (полірибосоми) – група рибосом, які одночасно проводять трансляцію однієї і тієї ж молекули іРНК.

**Простагландини** – біологічно активні речовини, похідні поліненасичених жирних кислот із 20 вуглецевими атомами в молекулі. Вони впливають на тонус мускулатури, знижують секрецію шлункового соку, є медіаторами алергічних реакцій тощо.

**Протетична група** – іон металу або органічна сполука, зв'язана з білком-ферментом, які входять до складу його активного центру.

**Протеїди** – складні білки, що містять небілковий компонент (протетичну групу).

**Протеїни** – прості білки, за повного гідролізу яких утворюються тільки амінокислоти.

**Пуринові основи** – похідні гетероциклічної азотистої основи пурину (аденін і гуанін, а також мінорні пуринові основи).

**Реабсорбція** – процес зворотного всмоктування речовин. Здебільшого це  $\text{Na}^+$ -залежний вторинний активний транспорт. Наприклад, зворотне всмоктування амінокислот і глюкози в ниркових каналцях.

**Реплікація** – процес самовідтворення макромолекул нуклеїнових кислот, що забезпечує точне копіювання генетичної інформації і передачу її від покоління до покоління. В основі реплікації лежить ферментативний синтез ДНК і РНК на відповідних матрицях.

**Рибонуклеїнові кислоти (РНК)** – нуклеїнові кислоти, що містять пентозу (рибозу), азотисті основи – аденін, гуанін, урацил, цитозин, а також їх мінорні похідні. У живій клітині РНК синтезується на матриці хромосомної ДНК за допомогою ферменту РНК-полімерази.

**Рибосома** – органела, що складається з білка та рРНК. На рибосомах відбувається синтез білків.

**РНК-полімерази** – ферменти, що синтезують РНК різних класів на матриці ДНК.

**Субстрат** – речовина, на яку діє фермент.

**Тканинне дихання** – різновид біологічного окиснення, що перебігає в клітинах за участі  $\text{O}_2$  і супроводжується виділенням  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$  та виробленням енергії у вигляді АТФ. Відбувається також у мітохондріях з участю ферментів дихального ланцюга.

**Транскрипція** – ферментативний синтез молекул РНК на відповідних ділянках ДНК. Це перший етап реалізації генетичної інформації в живих клітинах.

**Трансляція** – передача генетичної інформації від іРНК до білка. У ході трансляції відбувається переклад інформації з "мови" нуклеїнових кислот на "мову" поліпептидного ланцюга. Це другий етап реалізації генетичної інформації в клітинах.

**Трансферази** – клас ферментів, що каталізують зворотне перенесення різних груп атомів від молекул одних органічних сполук (донорів) до інших (акцепторів).

**Третинна структура білка** – просторове розташування поліпептидного ланцюга глобулярного білка в нативній згорнутій формі.

**Урацил** – піримідинова основа, що входить до складу РНК, але відсутня в молекулі ДНК.

**Фермент** – біологічний каталізатор, обов'язковим структурним компонентом якого є білок.

**Фібрилярні білки** – нерозчинні білки, у яких поліпептидний ланцюг витягнутий і скручений у поздовжньому напрямку. Вони виконують захисну і структурну функції.

**Фібрин** – нерозчинний у воді білок, який утворюється з фібриногена за дії на нього тромбіну в процесі згортання крові. Він є основою тромба.

**Флавінаденідинуклеотид (ФАД)** – кофермент флавінзалежних дегідрогеназ.

**Фосфорилювання** – ферментативний процес утворення фосфорорганічних сполук, переважно складних ефірів, у процесах життєдіяльності організму. Він має важливе значення в утворенні макроергічних сполук. Може відбуватися на рівні субстрату і в дихальному ланцюзі.

**Хроматин** – нуклеопротейдні нитки (комплекс ДНК та білків), які утворюють основу хромосоми.

**Целюлоза (клітковина)** – полісахарид клітинних стінок рослин, один з найпоширеніших природних полімерів, який побудований із залишків  $\beta$ -D-глюкоз, зв'язаних 1,4-зв'язками.

**Циклічні нуклеотиди** – універсальні регулятори внутрішньоклітинного метаболізму. Циклічний аденозинмонофосфат (цАМФ) в організмі тварин опосередковує дію гормонів, які не проникають всередину клітин (поліпептидних гормонів і катехоламінів) і регулює ряд процесів в організмі, зокрема синтез і гідроліз глікогену в печінці, кровотворення, м'язове скорочення тощо.

**Цитохроми** – клас гемовмісних білків, що знаходяться в мембранах мітохондрій і ендоплазматичного ретикулула. Атоми Феруму в молекулах цитохромів зазнають багаторазового зворотного відновлення та окиснення з послідовним перенесенням електронів у дихальному ланцюзі.

## ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Авітаміноз, 52  
Агар-агар, 125  
Агароїд, 124  
Аденозинтрифосфорна  
кислота (АТФ), 24, 25, 43,  
47, 49, 60, 61, 84, 94, 100,  
108, 131, 140  
Адреналін, 139, 150, 151, 155  
Адренокортикотропний  
гормон (АКТГ), 158  
Активация, 33  
Актин, 25, 75, 84, 100, 109,  
111  
Актоміозин, 25, 100, 109, 111  
Аланін, 24, 26, 30, 31, 89, 98  
Альбумін, 15, 18, 76, 81, 146,  
148, 149, 150, 166  
Альдегід, 110, 113  
3-фосфогліцериновий, 71  
ацетатний, 118  
бензальдегід, 118  
бузковий, 118  
мурашиний, 118  
пропіоновий, 118  
Альдостерон, 151, 154  
Аміак, 29, 60, 61, 93, 95, 101,  
102, 103, 105, 110, 128, 135,  
180  
Амілаза, 159, 160  
Амінокислотний склад  
актин, 24  
альбумін, 148  
гемоглобін, 148  
глобулін, 148  
колаген, 30  
м'язова тканина, 89  
міоген, 24  
міоглобін, 24  
міозин, 24  
тропоміозин, 24  
фібриноген, 148  
Андростерон, 86, 156  
Ансерин, 60, 63, 73  
Антибіотики, 91  
Антиоксиданти, 90, 92, 125,  
140, 143  
Аргінін, 24, 30, 78, 89, 148  
Аромат, 74, 117  
Аспарагін, 171  
Ацетил-КоА, 43, 71  
Ацетилхолін, 20  
Ацетон, 118  
Бері-бері, 54  
Білки  
метаболізм, 32  
міофібрил, 23  
рівні структурної  
організації, 31  
сарколеми, 27  
саркоплазми, 26  
строми, 27  
Брадикінін, 164  
Вазопресин, 151, 155, 159  
Валін, 24, 30, 31, 89, 147, 148,  
171  
Вітамін  
А (ретинол), 52, 58, 66, 90,  
114



- D (антирахітичний), 37, 53, 58, 66, 90, 114, 136, 145, 152
- F, 66
- U, 53
- B<sub>1</sub> (тіамін), 53, 114, 136, 160
- B<sub>12</sub> (ціанокобаламін), 52, 56, 73, 90, 160
- B<sub>13</sub> (оротова кислота), 53
- B<sub>15</sub> (пангамова кислота), 53
- B<sub>2</sub> (рибофлавін), 53, 54, 90, 114, 116, 160
- B<sub>3</sub> (пантотенова кислота), 53, 55, 114
- B<sub>5</sub> (нікотинамід), 55, 114
- B<sub>6</sub> (піридоксин), 53, 55, 114
- B<sub>c</sub> (фоліева кислота), 56, 116
- B<sub>r</sub> (карнітин), 53, 60, 61, 84
- E (токоферол), 59, 66, 92, 114, 136
- K (антигеморагічний), 57, 59, 66, 136, 145
- H (біотин), 53, 56
- P (біофлавоноїди), 53
- C (аскорбінова кислота), 29, 53, 57, 114, 160
- Холін, 57
- Властивості м'яса
- акустичні, 76
  - електрофізичні, 76
  - оптичні, 76
  - органолептичні, 62
    - аромат, 63, 73, 94, 114, 120, 121, 122, 123, 126
    - колір, 27, 62, 72, 73, 93, 100, 111, 115, 128, 140
    - смак, 63, 74, 85, 93, 98, 99, 109, 117, 122, 133, 141
  - теплофізичні, 75
  - фізичні
    - в'язкість, 67, 167
    - густина, 66, 76
- функціонально-технологічні, 3, 5, 72, 75, 93, 100
- кислотність, 75, 93, 95, 97, 105, 117, 122, 140
- ніжність, 10, 74, 79, 81, 82, 84, 85, 93, 94, 95, 99, 120, 142
- соковитість, 74, 81, 85, 95, 114
- Галактоза, 40, 44, 125
- Галактозамін, 44
- Гастрин, 161
- Гваякол, 119
- Гемоглобін, 15, 16, 52, 62, 64, 76, 148
- Гепарин, 40, 44, 47, 165
- Гіалурунова кислота, 45
- Гідрокортисон, 154
- Гідрохінон, 119
- Гіповітаміноз, 53
- Гіпоксантин, 61
- Гістамін, 20
- Гістидин, 24, 30, 78, 89, 148
- Гістони, 19, 31
- Глікоген, 41, 62, 84, 96, 108, 139
- Глікогенез, 42
- Глікогеноліз, 43, 71, 96, 97, 99, 101, 133
- Глікозаміноглікани, 43, 44, 45, 134, 160
- Гліколіз, 49, 51, 71, 96, 97, 101
- Гліконеогенез, 42

Гліцин, 24, 30, 31, 89, 98, 137,  
171, 177

Глобін, 76

Глобулін, 18, 23, 26, 87, 111,  
146, 148, 166

Глобулін Х, 27

Глутамін, 60, 63

Глутатіон, 73

Глюкагон, 148, 150, 153, 154

Глюкоза, 20, 40, 43, 62, 96,  
110

Глюкокортикоїди, 150, 154

Глюкопротеїди, 19, 27, 166

Гормоноїди, 150

Дегідроандростерон, 156

Денатурація, 16, 24, 25, 27,  
107, 111

Дофамін, 20

Еластаза, 163

Еластин, 18, 27, 28, 30, 76, 85,  
111, 116, 134, 166

Елонгація, 35

Ендомізій, 7

Естрадіол, 135, 157

Естріол, 157

Естрон, 157

Желатин, 30, 76, 111, 124,  
163, 166

Жири

псування, 104

Забарвлення, 112

Залоза

внутрішньої секреції, 150

гіпофіз, 157

зовнішньої секреції, 150

наднирники, 154

парацитоподібна, 152

підшлункова, 153, 161

сім'яники, 156

тимус, 152

щитоподібна, 151

яєчники, 156

Засоби

дезінфікуючі, 135

миючі, 135

Зв'язок макроергічний, 43

Зміни м'яса

автоліз, 72, 99, 108, 117, 151

дозрівання, 72, 95, 96, 98,  
107, 108, 109, 113, 121

заклякання, 72, 94, 140

Ізоелектрична точка, 24, 25,  
26, 27, 32

Ізолейцин, 24, 30, 89, 148

Інгібітори, 136

Індол, 103, 106, 133

Ініціація, 34

Інсектициди, 135

Інсулін, 143, 148, 150, 153,  
154

Кадаверин, 103, 106, 128, 133

Калікреїн, 164

Кальцитонін, 151, 152

Карнозин, 60, 63, 73, 85

Кетахоламіни, 20

Кефалін, 39

Кислота

α-кетоглутарова, 19, 74, 118  
альгінова, 125  
аміномасляна, 20  
арахідонова, 20, 36, 65, 79,  
140  
аспарагінова, 24, 30, 78, 89,  
98, 148  
ацетатна, 118  
бузкова, 118  
бурштинова, 118  
валеріанова, 118  
ванілінова, 118  
гіалуронова, 13, 44, 164  
глутамінова, 19, 24, 26, 30,  
60, 61, 78, 89, 98, 114, 126,  
137, 148, 171  
інозинова, 98, 114  
каприлова, 73, 109  
капринова, 73, 101, 109  
капронова, 65, 73, 101, 109,  
118  
крупанодонова, 20  
лауринова, 65  
левулінова, 118  
лимонна, 124  
лігноцерінова, 20  
лінолева, 36, 79, 140, 141  
ліноленова, 36, 68, 79, 140  
малонова, 118  
маргарінова, 36  
масляна, 65, 74, 101, 109,  
118  
міристинова, 36, 65, 68  
міристоленова, 36  
молочна, 20, 43, 49, 62, 63,  
96, 140  
мурашина, 118  
оксинервонова, 65  
олеїнова, 36, 68, 79, 140  
пальмітинова, 36, 65, 68, 88

пальмітолеїнова, 36  
пентадеканова, 36  
пірвіноградна, 20, 43, 62,  
63, 71, 74, 96, 125  
пропіонова, 118  
сечова, 61  
стеаринова, 36, 65, 68, 88  
фітинова, 136  
фумарова, 118  
хаульмугрова, 65  
церебронова, 20, 65  
шавлева, 135, 136, 138

Колаген, 12, 13, 18, 22, 27, 28,  
29, 30, 40, 45, 46, 76, 85,  
111, 113, 116, 120, 134, 146,  
148, 166, 167

Колагеназа, 164

Контамінанти, 136

Кортизон, 154

Кортикостерон, 154

Креатин, 60, 63, 82, 114, 117

Креатинін, 60, 82, 114

Креатинфосфат, 47, 52, 60,  
63, 84, 140

Крезол, 106, 119

Кров, 15, 148

Крохмаль, 123, 124, 159

Ксантин, 61

Ксенобіотики, 136, 137, 138

Ксилобіоза, 92

Ксилоза, 92

Лактатдегідрогеназа, 49

Лейцин, 24, 30, 87, 89, 130,  
147, 148, 171

Лецитин, 38, 165

Лізин, 24, 26, 29, 30, 74, 78,  
87, 89, 90, 141, 148

- Лізоцим, 160  
 Ліпаза, 148  
 Ліпокаїн, 154  
 Ліполіз, 158  
 Ліпопротеїди, 19  
     високої щільності, 38  
     низької щільності, 38  
 Лютеїнізуючий гормон, 158
- М'язова тканина  
     гладенька, 6  
     поперечносмугаста, 6  
     серцева, 6  
 Мальтоза, 97  
 Меланоцитстимулюючі  
     гормони, 158  
 Меркаптани, 74, 103, 106, 114  
 Метгемоглобін, 16, 112  
 Метилтестостерон, 156  
 Метилфурфурол, 118  
 Метіонін, 24, 30, 89, 141, 147,  
     148, 171  
 Міоальбумін, 27, 87, 111  
 Міоген, 26, 87, 111  
 Міоглобін, 26, 87, 111  
 Міозин, 23, 24, 75, 84, 100,  
     108, 111  
 Міофібрили, 7, 119  
 Мукоїди, 18, 23, 27  
 Мутація, 138  
 Муцин, 23, 27
- Нейрокератин, 28  
 Нейромедіатори, 20  
 Нейрон, 18, 132
- Нітрозоміоглобін, 112, 113,  
     117  
 Норадреналін, 155
- Обробка м'яса  
     засол, 63, 115  
     копчення, 118  
     розморожування, 75, 97,  
     106, 108, 110  
     сушіння, 121  
     теплова, 111  
     холодова, 106
- Оксигемоглобін, 16, 62, 73,  
     112  
 Оксидоредуктази, 55  
 Оксипролін, 30, 31, 85, 86, 90,  
     145  
 Окситоцин, 159  
 Орнітин, 74  
 Осеїн, 22  
 Остеон, 11  
 Отрути, 106, 127, 135
- Паратгормон, 151, 152  
 Пектин, 124  
 Пепсин, 16, 98, 147, 148, 160  
 Пептидази, 162  
 Перимізій, 7  
 Пероксидне окиснення, 139  
 Піримідин, 110  
 Пірогалол, 119  
 Пірокатехін, 119  
 Пребіотики, 92  
 Пробіотики, 92  
 Прогестерон, 157  
 Проколаген, 29

Пролактин, 151, 158  
Пролін, 24, 29, 30, 89  
Протеїди, 19  
    нуклеопротеїди, 19  
    протеоліпіди, 19  
    фосфопротеїди, 19  
Протеїни, 19  
    нейроальбуміни, 19  
    нейроглобуліни, 19  
Протеоглікани, 45  
Протофібрили, 7  
Пурин, 60, 84, 110, 117  
Путресцин, 74, 103, 106, 128,  
    133

#### Радикали

    вільні, 138, 140  
    гідроксильний, 140  
    супероксидний, 140

Рафіноза, 92

#### Реакції

    ацетилювання, 137  
    глюкуронідації, 137  
    кон'югації, 137  
    метилування, 137  
    сульфування, 137

Ренін, 161

Репеленти, 135

Реплікація, 33

Ретикулін, 27

#### Речовини

    антипоживні, 135  
    екстрактивні, 19, 22, 60, 63,  
    84, 110, 116, 133

Сарколема, 7

Саркомер, 8

Серин, 24, 30, 89

Серотонін, 20

Сечовина, 60, 61

Синестрол, 157

Скатол, 103, 106

Соматостатин, 153

Соматотропін, 157

Сорбіт, 92

Стерини, 36, 37, 39, 147

Стрес, 139

Субпродукти, 144

Таурин, 20, 137

Термінація, 35

Тестостерон, 86, 156

Тимозин, 148, 152

Тиреоглобулін, 151

Тиреотропін, 158

Тирозин, 24, 30, 78, 89, 103,  
    148, 151

Тироксин, 52, 151

#### Тканина

    жирова, 6, 10, 22, 36, 37, 64,  
    65, 68, 69, 72, 80, 81, 85,  
    102, 110, 131

    кісткова, 6, 8, 11, 14, 22, 52,  
    80, 102, 131, 167

    м'язова, 21, 36, 60, 80, 84,  
    86, 89, 102, 131, 133

    нервова, 6, 18, 20, 22, 59

    покривна, 17

    сполучна, 6, 8, 10, 17, 30, 40,  
    46, 79, 80, 81, 84, 85, 102,  
    115, 134, 146, 164

    хрящова, 6, 13, 164, 165

Тканинне дихання, 49

Транскрипція, 33

Трансляція, 33

Треонін, 24, 30, 87, 89, 147,  
148, 171  
Триодтиронін, 52, 151  
Трипсин, 16, 148, 162  
Триптофан, 24, 30, 78, 85, 90,  
103, 145, 148  
Тромбін, 76  
Тропоколаген, 28  
Тропоміозин, 25  
Тропонін, 26

Фенілаланін, 24, 30, 89, 148  
Фенол, 106, 110, 119, 120,  
135, 136  
Феритин, 164  
Фібрин, 16, 149  
Фібриноген, 15, 16, 76, 148  
Флороглюцин, 119  
Фолікулостимулювальний  
гормон (ФСГ), 158  
Фосфатиди, 19, 36, 38, 40, 52,  
57, 70, 145, 147, 165  
Фосфоліпіди, 36, 68, 125, 140,  
149, 154  
Фосфорилаза, 43, 154  
Фосфорилювання  
окисне, 49, 95, 101  
субстратне, 48  
Фуміганти, 135  
Фурфурол, 118

Хіломікрони, 39  
Хімозин, 148  
Хімотрипсин, 148, 162  
Холестерол, 19, 36, 37, 40, 64,  
68, 70, 123, 165  
Холін, 38, 53, 57, 60  
Хондройтинсульфат, 13, 164  
Хондройтинсульфатна  
кислота, 46

Цереброзиди, 19  
Церебролізин, 165  
Цистеїн, 78, 103, 171  
Цистин, 24, 30, 103, 141, 148  
Цитохром, 52, 64, 137, 165  
Цінність  
енергетична, 72, 77, 79, 87,  
144  
харчова, 5, 8, 9, 21, 72, 74,  
86, 116

Число  
йодне, 67, 79  
кислотне, 67, 82  
омилення, 67  
пероксидне, 67, 82  
Рейхарда-Мейсля, 67  
рефракції, 67

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. БУДОВА ТА ВЛАСТИВОСТІ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТІВ М'ЯСА.....	5
1.1. Морфологічний склад і будова м'язової тканини.....	6
1.2. Морфологічний склад і будова сполучної тканини.....	8
1.3. Морфологічний склад і будова жирової тканини.....	10
1.4. Морфологічний склад і будова кісткової тканини.....	11
1.5. Морфологічний склад і будова хрящової тканини.....	13
1.6. Морфологічний та хімічний склад крові.....	15
1.7. Морфологічний склад і будова покривних тканин.....	17
1.8. Морфологічний склад і будова нервової тканини.....	18
РОЗДІЛ 2. ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА МЕТАБОЛІЗМ У М'ЯЗОВІЙ ТКАНИНІ.....	21
2.1. Хімія та обмін білків у м'язовій тканині.....	23
2.2. Хімія та обмін ліпідів у м'язовій тканині.....	36
2.3. Хімія та обмін вуглеводів у м'язовій тканині.....	40
2.4. Джерела енергії м'язової роботи.....	47
2.5. Мінеральні речовини.....	50
2.6. Вітаміни.....	52
2.7. Екстрактивні речовини м'яса.....	60
2.8. Речовини, що формують органолептичні властивості м'яса.....	62
РОЗДІЛ 3. БІОХІМІЯ ЖИРОВОЇ ТКАНИНИ.....	64
3.1. Хімічний склад і фізико-хімічні константи жирової тканини.....	65
3.2. Характеристика деяких індивідуальних тваринних жирів.....	67
3.3. Обмін ліпідів.....	69
РОЗДІЛ 4. ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ М'ЯСА.....	72
4.1. Функціонально-технологічні властивості м'яса.....	72
4.2. Хімічний склад м'яса різних видів тварин і птиці.....	77
4.3. Склад м'яса їстівних диких тварин.....	80
4.4. Вплив на якість м'яса різних чинників.....	83

РОЗДІЛ 5. БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ У М'ЯСІ ПІСЛЯ ЗАБОЮ ТВАРИН .....	94
5.1. Заклякання .....	94
5.2. Дозрівання .....	95
5.3. Автоліз м'яса .....	99
5.4. Гниття м'яса .....	102
РОЗДІЛ 6. БІОХІМІЯ М'ЯСА ЗА ЗБЕРІГАННЯ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОБРОБКИ .....	106
6.1. Біохімічні зміни у м'ясі за холодової обробки .....	106
6.2. Біохімічні зміни у м'ясі за розморожування .....	110
6.3. Теплова обробка м'ясопродуктів .....	111
6.4. Фізико-хімічні зміни у м'ясі під час засолу .....	115
6.5. Зміни у м'ясі під час копчення .....	118
6.6. Зміни у м'ясі і м'ясопродуктах у процесі сушіння .....	121
6.7. Використання прянощів і харчових добавок .....	123
РОЗДІЛ 7. ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЯКІСТЬ М'ЯСОПРОДУКТІВ .....	127
7.1. Біохімія м'яса за деяких патологічних станів .....	127
7.2. Біохімія м'яса за радіоактивного забруднення місцевості .....	130
7.3. Зміни в організмі у разі отруєння .....	134
7.4. Метаболізм ксенобіотиків у тваринному організмі, механізми їх детоксикації .....	136
7.5. Біохімічні зміни у м'ясі за стресів .....	139
7.6. Направлена дія на м'ясну продуктивність .....	142
РОЗДІЛ 8. БІОХІМІЯ СУБПРОДУКТІВ ТА ОДЕРЖАННЯ БІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ ПРЕПАРАТІВ .....	144
8.1. Біохімія субпродуктів .....	144
8.2. Використання плазми та сироватки крові .....	148
8.3. Тканинні препарати з ендокринної сировини .....	150
8.4. Виробництво ферментних препаратів .....	159
8.5. Виробництво кормової та технічної сировини .....	166
ЛІТЕРАТУРА .....	169
КОРОТКИЙ СЛОВНИК БІОЛОГІЧНИХ ТЕРМІНІВ .....	170
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК .....	183



НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**Цехмістренко** Світлана Іванівна  
**Цехмістренко** Оксана Сергіївна

**БІОХІМІЯ М'ЯСА  
ТА М'ЯСОПРОДУКТІВ**

**Навчальний посібник**

Редактор О.М. Т р е г у б о в а

Комп'ютерний набір і верстка О.С. Ц е х м і с т р е н к о

Дизайн обкладинки В.М. П о л і щ у к

Здано до складання Підписано до друку   Формат  
Ум. друк. арк. Зам.   Ціна . Тираж 1000.

