



МІКРОСТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ М'ЯСА І М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Підручник



МІНІСТЕРСТВО
СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА
ТА РІВНЯНИЙ

**Хомич В.Т.,
Баль-Прилипко Л.В,
Мазуркевич Т.А.,
Стегней Ж.Г.**

МІКРОСТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ М'ЯСА І М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Підручник

Київ 2022

УДК 619:614.31:637.5 (0,72)

X 76

Рекомендовано до видання рішенням вченої ради Національного університету біоресурсів і природокористування України (Протокол № від 2022 року)

Рецензенти:

Сидоренко О. В., доктор технічних наук, професор, професор кафедри товарознавства, управління безпеністю та якістю Державного торговельно-економічного університету,

Мазуренко І. К., доктор технічних наук, професор кафедри технології харчування Сумського національного аграрного університету,

Борисевич В. Б., доктор ветеринарних наук, професор, професор кафедри анатомії, гістології і патоморфології тварин ім. акад. В. Г. Касьяненка НУБіП України

X 76 Мікроструктурний аналіз м'яса і м'ясних продуктів:
навчальний посібник / Хомич В. Т., Баль-Прилипко Л. В.,
Мазуркевич Т. А., Стегней Ж. Г. / За ред. проф. В. Т. Хомича –

ISBN

Зміст підручника відповідає навчальній програмі дисципліни «Мікроструктурний аналіз м'яса і м'ясних продуктів». Підручник буде корисний студентам, аспірантам та викладачам закладів вищої освіти.

УДК 619:614.31:637.5 (0,72)

© Хомич В.Т.,
Баль-Прилипко Л.В.,
Мазуркевич Т.А.,
Стегней Ж.Г.,
2022
©НУБіПУкрaїни

ISBN

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ



Хомич Володимир Тимофійович

Доктор ветеринарних наук, професор, заслужений працівник ветеринарної медицини України, відмінник освіти України, академік АН ВО України, професор кафедри анатомії, гістології і патоморфології тварин ім. акад. В. Г. Касьяненка НУБіП України. Викладає дисципліни «Мікроструктурний аналіз м'яса і м'ясопродуктів» та «Мікроструктурний аналіз риби і морепродуктів». Наукові інтереси пов'язані з дослідженням лімфатичної

системи тварин і мікроструктурного аналізу м'яса за різних способів консервації. Автор 417 наукових праць, у тому числі двох підручників, 27 навчальних посібників, 3 монографій, 4 міжнародних морфологічних номенклатур і 3 патентів.

E-mail: khomich305@ukr.net



Баль-Прилипко Лариса Вацлавівна

Доктор технічних наук, професор, академік АН ВО України, декан факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК НУБіП України. Викладає дисципліни «Технологія зберігання, консервування і переробки м'яса» і «Актуальні проблеми м'ясопереробної галузі». Наукові інтереси пов'язані з дослідженням технологій зберігання і переробки м'яса. Автор понад 800 праць, у тому числі: 35 підручників, навчальних посібників,

монографій; 300 наукових статей; 100 авторських свідоцтв та патентів України; 90 науково-методичних розробок.

E-mail: bplv@ukr.net



Мазуркевич Тетяна Анатоліївна

Доктор ветеринарних наук, доцент кафедри анатомії, гістології і патоморфології тварин ім. акад. В. Г. Касьяненка НУБіП України. Викладає дисципліну «Гістологія, цитологія і ембріологія». Наукові інтереси пов'язані з дослідженням органів гемо- і лімфопоезу тварин. Автор понад 300 наукових праць, у тому числі одного

підручника, 11 навчальних посібників, 3 міжнародних морфологічних номенклатур і 2 патентів.

E-mail: tamazur@ukr.net



Стегней Жанна Георгіївна

Кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри анатомії, гістології і патоморфології тварин ім. акад. В. Г. Касьяненка НУБіП України. Викладає дисципліни «Цитологія, гістологія, ембріологія тварин» і «Морфологія сільськогосподарських тварин». Наукові інтереси пов'язані з дослідженням органів гемо- і лімфопоезу ссавців і птахів. Автор понад 270 наукових праць, у тому числі 9 навчальних посібників, 3 міжнародних

морфологічних номенклатур і 2 патентів.

E-mail: stegney_zhanna@ukr.net

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	10
ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСА ТА	
М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ.....	13
Тема 1.1. Загальна характеристика м'яса.....	13
1.1.1. Значення м'яса для харчування людей. Його	
склад та видова класифікація.....	13
1.1.2. Вимоги до забійних тварин.....	16
1.1.3. Видова класифікація м'яса свійських	
ссавців.....	17
1.1.4. Класифікація м'яса свійських ссавців за	
термічним станом.....	21
1.1.5. Класифікація м'яса свійської птиці.....	22
1.1.6. Сорти туш забійних тварин.....	24
1.1.7. Основні показники якості м'яса.....	27
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	<i>28</i>
Тема 1.2. Загальна характеристика продуктів	
переробки м'яса і субпродуктів.....	29
1.2.1. М'ясні продукти.....	29
1.2.2. Субпродукти.....	31
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	<i>35</i>
Тема 1.3. Консервування м'яса і м'ясних продуктів.....	36
1.3.1. Значення консервування м'яса і м'ясних	
продуктів.....	36
1.3.2. Методи консервування.....	37
1.3.2.1. Термічні.....	37
1.3.2.2. Фізико-хімічні.....	38
1.3.2.3. Хімічний.....	39
1.3.2.4. Фізичні.....	39
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	<i>40</i>
Тема 1.4. Харчові добавки м'ясних продуктів.....	40
1.4.1. Значення харчових добавок та їх основні	
групи.....	40
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	<i>48</i>

РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ МОРФОЛОГІЇ СВІЙСЬКИХ	
ТВАРИН.....	49
Тема 2.1. Основи цитології та загальної гістології.....	49
2.1.1. Будова і функції клітин.....	49
2.1.2. Будова і функції тканин.....	54
2.1.2.1. Епітеліальна тканина.....	54
2.1.2.2. Сполучна тканина.....	57
2.1.2.3. М'язова тканина.....	70
2.1.2.4. Нервова тканина.....	81
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	<i>82</i>
Тема 2.2. Основи спеціальної гістології.....	84
2.2.1. Серцево-судинна система.....	86
2.2.2. Лімфатична система.....	92
2.2.3. Ендокринна система.....	98
2.2.4. Загальний покрив організму.....	104
2.2.5. Апарат травлення.....	110
2.2.6. Апарат дихання.....	123
2.2.7. Сечо-статевий апарат.....	127
2.2.7.1. Сечова система.....	127
2.2.7.2. Статева система.....	131
2.2.8. Нервова система.....	136
2.2.9. Органи чуття.....	142
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	<i>150</i>
РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
ГІСТОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	152
Тема 3.1. Засоби вимірювальної техніки, обладнання, матеріали і реактиви для гістологічних досліджень.....	152
3.1.1. Засоби вимірювальної техніки.....	152
3.1.2. Обладнання.....	152
3.1.3. Матеріали.....	153
3.1.4. Реактиви.....	154
3.1.5. Підготовка посуду для гістологічних досліджень.....	154
3.1.6. Підготовка предметних стекол.....	155
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	<i>156</i>

Тема 3.2. Правила готування реактивів і барвників (фарб).....	156
3.2.1. Правила готування реактивів.....	156
3.2.2. Правила готування барвників (фарб).....	160
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	163
РОЗДІЛ 4. ЕТАПИ ВИГОТОВЛЕННЯ	
ГІСТОПРЕПАРАТІВ З М'ЯСА І	
М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ.....	
	164
Тема 4.1. Етапи виготовлення гістопрепаратів з м'яса.	164
4.1.1. Відбір проб.....	164
4.1.2. Фіксування проб.....	166
4.1.3. Промивання проб.....	167
4.1.4. Ущільнення проб.....	167
4.1.5. Виготовлення зрізів за допомогою заморожувального мікротома.....	168
4.1.5.1. Будова заморожувального мікротома.....	168
4.1.5.2. Будова заморожувального мікротома.....	169
4.1.6. Фарбування зрізів.....	171
4.1.6.1. Фарбування зрізів гематоксиліном Ерліха та еозином.....	171
4.1.6.2 Фарбування зрізів суданом III або суданом IV.....	172
4.1.6.3. Фарбування зрізів суданом III і суданом IV.....	172
4.1.7. Заведення зрізів у гліцерин-желатин.....	173
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	173
Тема 4.2. Етапи виготовлення гістопрепаратів з м'ясних продуктів.....	174
4.2.1. Відбір проб.....	174
4.2.2. Фіксування проб.....	175
4.2.3. Промивання проб.....	175
4.2.4. Зневоднення проб.....	175
4.2.5. Ущільнення проб.....	176
4.2.6. Виготовлення зрізів за допомогою санного мікротома.....	177
4.2.6.1. Будова санного мікротома.....	177

4.2.6.2. Технологія виготовлення зрізів.....	178
4.2.7. Фарбування зрізів.....	178
4.2.7.1. Фарбування зрізів гематоксиліном Бьомера і еозином.....	179
4.2.7.2. Фарбування зрізів за Ван-Гізон.....	180
4.2.7.3. Фарбування зрізів розчином Люголя.....	181
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	181
РОЗДІЛ 5. МІКРОСКОПІЯ ГІСТОПРЕПАРАТІВ.....	182
Тема 5.1. Будова світлового мікроскопа і правила роботи з ним. Оформлення результатів досліджень.....	182
5.1.1. Будова світлового мікроскопа.....	182
5.1.2. Правила мікроскопії.....	184
5.1.3. Протоколювання результатів досліджень.....	186
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	186
РОЗДІЛ 6. МІКРОСТРУКТУРА М'ЯСА ПРИ ДОЗРІВАННІ.....	187
Тема 6.1. Мікроскопічні ознаки м'яса в стадіях його дозрівання.....	187
6.1.1. Післязабійне розслаблення.....	187
6.1.2. Посмертне залякання.....	188
6.1.3. Завершення посмертного залякання.....	190
6.1.4. Автоліз.....	190
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	192
РОЗДІЛ 7. МІКРОСТРУКТУРНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТУПЕНІВ СВІЖОСТІ М'ЯСА.....	193
Тема 7.1. Мікроскопічні ознаки ступенів свіжості м'яса.....	193
7.1.1. Свіже м'ясо.....	193
7.1.2. Свіже м'ясо, яке не підлягає тривалому зберіганню.....	193
7.1.3. Сумнівно свіже м'ясо.....	193
7.1.4. Несвіже м'ясо.....	194
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	195

РОЗДІЛ 8. МІКРОСКОПІЧНІ ОЗНАКИ М'ЯСА ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЙОГО ЗБЕРІГАННЯ.....	196
Тема 8.1. Особливості мікроструктури розмороженого і солоного м'яса.....	196
8.1.1. Розморожене м'ясо.....	196
8.1.2. Солоне м'ясо.....	199
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	<i>201</i>
Тема 8.2. Особливості мікроструктури висушеного, копченого, смаженого і вареного м'яса.....	201
8.2.1. Висушене м'ясо.....	201
8.2.2. Копчене м'ясо.....	203
8.2.3. Смажене і варене м'ясо.....	203
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	<i>204</i>
РОЗДІЛ 9. МІКРОСКОПІЧНІ ОЗНАКИ ФАРШУ І ХАРЧОВИХ ДОБАВОК.....	205
Тема 9.1. Мікроструктура фаршу і харчових добавок..	205
9.1.1. Мікроструктура складових подрібненого фаршу.....	205
9.1.2. Мікроструктура харчових добавок.....	207
9.1.3. Мікроскопічні ознаки добавок, які не передбачені стандартами і технічними умовами.....	212
<i>Питання для обговорення та самоперевірки.....</i>	<i>222</i>
Предметний покажчик.....	223
Список використаних джерел.....	226

ПЕРЕДМОВА

Останнім часом для оцінки якості та безпечності м'яса і м'ясних продуктів, крім загальноприйнятих, також використовують гістологічні методи дослідження, які слугують основою мікроструктурного аналізу. Вони дають змогу встановити мікроструктурні особливості м'яса і м'ясних продуктів за різних їх станів та технологій зберігання.

У вищих навчальних закладах нашої країни, у яких ведеться підготовка магістрів зі спеціальності 181 «Харчові технології» освітньої програми «Технології зберігання, консервування та переробки м'яса» викладається дисципліна «Мікроструктурний аналіз м'яса і м'ясних продуктів». Освоюючи її, майбутні фахівці отримують знання з основ мікроструктурного аналізу м'яса і м'ясних продуктів. Навчально-методичне забезпечення цієї дисципліни є недостатнім, що стало причиною підготовки і видання даного підручника.

Підручник підготовлений згідно вимог навчальної програми дисципліни «Мікроструктурний аналіз м'яса і м'ясних продуктів» для підготовки фахівців освітнього рівня «Магістр» за спеціальністю «Харчові технології» у вищих навчальних закладах України II–IV рівнів акредитації та вимог відповідних стандартів.

Підручник складається з дев'яти розділів. Розділ 1 написала професор Л. В. Баль-Прилипка, а інші – професор В. Т. Хомич та доценти Т. А. Мазуркевич і Ж. Г. Стегней.

Більшість ілюстративних матеріалів посібника підготовлені його авторами, окрім рисунків за номерами 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.7, 9.8, 9.9, 9.16, які використані за люб'язної згоди професорів І. Я. Коцюмбас, Г. І. Коцюмбас і доктора ветеринарних наук, старшого викладача О. М. Щебенцовської.

Підручник з мікроструктурного аналізу м'яса і м'ясних продуктів видається вперше у нашій країні. У зв'язку з цим, його автори із вдячністю сприймуть критичні зауваження і побажання не лише щодо його змісту, а й стилю викладення матеріалу в ньому.

Автори

ВСТУП

Забезпечення людей якісними і безпечними продуктами харчування є одним із головних питань соціальної політики держав світу. Це обумовлено тим, що здоров'я людей на 70 % залежить від того, що вони їдять. Значну частку в раціоні людей займають м'ясо і м'ясні продукти, які є одним з основних джерел надходження в організм повноцінних білків, жирів, вітамінів та мінеральних речовин. У нашій країні на душу населення споживається біля 45 кг м'яса ан рік.

Для оцінки якості та безпечності м'яса і м'ясних продуктів використовують органолептичні, мікробіологічні, біохімічні, а останнім часом ще й гістологічні методи досліджень, які є основою мікροструктурного аналізу. Впровадженням гістологічних методів досліджень для оцінки якості та безпечності м'яса і м'ясних продуктів займаються вчені багатьох країн світу. Особливо вагомий внесок у вирішенні цього питання зробили науковці тодішньої Чехословаччини. Значення і можливості застосування гістологічних методів для оцінки якості та безпечності м'яса і м'ясних продуктів демонструють у своїх роботах також вчені нашої країни. Це науково-педагогічні співробітники морфологічних кафедр Львівського національного університету ветеринарної медицини і біотехнологій імені С. З. Гжицького, Національного університету біоресурсів і природокористування України та Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

За допомогою гістологічних методів дослідження встановлюють мікроскопічну будову складових м'яса за різних ступенів його свіжості, виявляють особливості їх будови при дозріванні м'яса та за різних технологій зберігання (заморожування, соління, коптіння тощо). Цими ж методами встановлюють складові м'ясного фаршу, з якого виготовляють багато м'ясних продуктів і кулінарних виробів та виявляють у ньому харчові добавки, у тому числі, що не передбачені існуючими стандартами та технічними умовами. Все це є

предметом вивчення дисципліни «Мікроструктуриний аналіз м'яса і м'ясних продуктів».

Дисципліна «Мікроструктуриний аналіз м'яса і м'ясних продуктів» має тісний зв'язок з іншими дисциплінами, такими як анатомія і гістологія тварин, біохімія, мікробіологія, а також з дисциплінами, у яких викладаються знання про технології зберігання та переробки м'яса і м'ясних продуктів. Найбільш тісний він з дисциплінами, які вивчають морфологію свійських тварин. Без знань основ цих дисциплін неможливо кваліфіковано провести мікроструктурний аналіз м'яса і м'ясних продуктів, оскільки до складу м'яса входять майже всі тканини організму тварин, а в якості харчових добавок до частини м'ясних продуктів додають ще й окремі їх органи. У зв'язку з тим, що в навчальному плані підготовки фахівців спеціальності «Харчові технології» не передбачено вивчення морфологічних дисциплін, їх основи коротко викладені в цьому підручнику. При цьому значна увага відведена мікроскопісній будові складових м'яса.

Як відомо, на навчання в магістратуру на спеціальність «Харчові технології» приймають бакалаврів, які не мають відповідної базової освіти. Для цього в підручнику коротко викладені відомості про основи технології м'яса та м'ясних продуктів, які пов'язані з мікроструктурним аналізом.

Навчальним планом вивчення дисципліни «Мікроструктуриний аналіз м'яса і м'ясних продуктів» передбачені лекційні і лабораторні заняття, а також самостійна робота студентів. Розподіл годин на ці види занять, залежить від кількості годин, що заплановані для викладання дисципліни.

Автори

РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ М'ЯСА ТА М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Тема 1.1. Загальна характеристика м'яса

1.1.1. Значення м'яса для харчування людей. Його склад та видова класифікація

М'ясо і вироби виготовлені з нього, є найважливішими продуктами харчування людей. Їх поживна цінність зумовлена притаманними їм хімічним складом та органолептичними властивостями. Вони містять повноцінні білки, жири, біологічно активні й мінеральні речовини та вітаміни, що легко засвоюються організмом людей і впливають на стан їх здоров'я та якість життя.

Головною сировиною для одержання туш м'яса є сільськогосподарські ссавці: велика і дрібна (вівці, кози) рогата худоба, свині, коні, кролі та птахи: кури, качки, гуси, індики, перепела, цесарки.

До складу м'яса входять скелетна м'язова тканина, яка утворює м'язи, жирова тканина, сполучна тканина (кров, лімфа, пухка і щільна волокниста, кісткова та хрящова), кровоносні та лімфатичні судини, лімфатичні вузли, нерви, нервові волокна і закінчення, а також органи (діафрагма, м'язи голови) або їх частини (м'язова оболонка стравоходу), які утворені скелетною м'язовою тканиною. Уміст названих складових у м'ясі неоднаковий. Він залежить від виду м'яса (яловичина, свинина тощо), породи, віку, статі та вгодованості тварини. Найбільше серед них міститься скелетної м'язової тканини, значно менше різновидів сполучної тканини і жирової тканини (Табл. 1. 1).

Скелетна м'язова тканина утворює не тільки основу м'яса, а й є найбільш цінною його харчовою складовою. У ній міститься 70–75 % води, 18–22 білків, 2–3 ліпідів, 1–1,7 азотистих екстрактивних речовин (креатин, креатинін, карнозин, АТФ тощо.), 0,7–1,4 безазотистих екстрактивних речовини (глікоген, глюкоза, декстрини, молочна кислота тощо.),

1,0–1,5 % неорганічних солей. Крім названих речовин у скелетній м'язовій тканині є ферменти, вітаміни та пігменти.

Таблиця 1. 1. Вміст окремих тканин у м'ясі свійських ссавців, %

Тканини	М'ясо		
	Яловичина	Свинина	Баранина
Скелетна м'язова	57–62	39–58	49–56
Жирова	3–16	15–45	4–18
Сполучна волокниста	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

Пухка і щільна волокниста сполучна тканина формує остов (каркас) м'язів. Їхні складові знаходяться в середині м'язів і навколо них. У них розташовані кровоносні та лімфатичні судини, нерви і нервові волокна, які забезпечують функціонування м'язів. Із збільшення віку тварин уміст названих волокнистих сполучних тканин у м'ясі збільшується, що знижує його поживну цінність. М'язи прикріплюється до кісток і хрящів, які відповідно утворені **кістковою і хрящовою** тканиною. Тобто кістки і хрящі виконують опорну функцію для м'язів. Поживна цінність волокнистої сполучної, кісткової і хрящової тканин невисока. Їхні білки (колаген, еластин, ретикулін) є неповноцінними. В кістках міститься багато мінеральних речовин (біля 32 %), а в частині із них (трубчастих, губчастих) знаходиться кістковий мозок до складу якого входить біля 90 % жиру.

Кров і лімфа є рідкими різновидами сполучної тканини. Перша знаходиться в кровоносних судинах, друга – в лімфатичних. Кров'ю доставляються до м'язів поживні речовини і Оксиген та виводяться із них продукти обміну речовин. Частина останніх, які мають велику молекулярну масу транспортуються з м'язів лімфою.

Жирова тканина розташована в середині м'язів і навколо них. Багато її є біля нирок і в сальниках. Вона здатна синтезувати і накопичувати жир, який є важливою трофічною і енергетичною складовою м'яса. Хімічний склад жиру неоднаковий у різних видів забійних тварин. Він залежить від їх породи, віку, статі, вгодованості та особливостей відгодівлі. У жировій тканині може бути від 73 до 97 % жиру і незначний вміст води, білків, вітамінів, ферментів, пігментів та мінеральних речовин.

Нерви, нервові волокна і нервові закінчення утворені нервовою тканиною. За допомогою їх здійснюється зв'язок м'язів з центральною нервовою системою, яка регулює їх діяльність.

Хімічний склад і енергетична цінність м'яса, одержаного від різних видів тварин неоднакові (Табл. 1. 2).

Таблиця 1. 2. Хімічний склад і енергетична цінність м'яса

Види м'яса	Вміст г на 100 г їстівної частини				Енергетична цінність, кДж
	Вода	Білки	Жири	Зола	
Яловичина	67,7	18,9	12,4	1,0	782
Баранина	67,7	16,3	15,3	0,8	849
Козлятина	66,2	16,7	15,2	0,8	860
Свинина	51,6	14,6	33,0	0,8	1485
Курятина	61,9	18,2	18,1	0,8	1008
Гусятина	45,0	15,2	39,0	0,8	1721
Качатина	45,6	15,8	38,0	0,6	1695

Найбільше в м'ясі міститься води, менше білків і жиру та найменше сухого залишку (золи). Енергетична цінність м'яса прямо залежить від вмісту в ньому жиру. Наведені показники м'яса залежать не тільки від виду тварин, а й і від їх віку та вгодованості.

На хімічний склад м'яса і його складових суттєво впливають стан здоров'я забійних тварин, їх транспортування до пунктів забою і передзабійне утримання.

1.1.2. Вимоги до забійних тварин

Усі види тварин, що надходять на м'ясокомбінати і забійні пункти, як сировина для отримання м'яса та продуктів забою, називають забійними. До забою допускаються здорові свійські ссавці та птиця. Забій хворих тварин або підозрюваних на захворювання інфекційними хворобами дозволяється у випадках, передбачених Правилами передзабійного ветеринарного огляду тварин і ветеринарно-санітарної експертизи м'яса та м'ясних продуктів.

Основною вимогою до сировини є унеможливлення виникнення захворювань людей, яке може бути у разі вживання м'яса хворих тварин та поширення інфекційних хвороб через сировину, м'ясо і продукти забою. Тварини, яких направляють на забій господарства – постачальники сировини, підлягають попередньому ветеринарному огляду з термометрією (можливо вибірковою). На них складається ветеринарне свідоцтво з зазначенням виду тварин та інвентарного номера. Забороняється відправляти на м'ясопереробне підприємство тварин, хворих на туберкульоз та бруцельоз, птицю, хвору на орнітоз, грип, ньюкаслську хворобу, а також тварин з невстановленим діагнозом захворювання, хворих на неінфекційні хвороби зі зниженою або підвищеною температурою тіла. До забою на м'ясо забороняється використовувати тварин хворих і підозрюваних на захворювання сибірською виразкою, чумою великої рогатої худоби, сказом, катаральної лихоманкою великої і дрібної рогатої худоби, ботулізмом, сапом, правцем, браздотом, африканською чумою свиней, грипом птиці, тварин із злоякісними набряками та ознаками губчастої енцефалопатії.

Не дозволяється відправляти на м'ясопереробні підприємства також тварин, яким введено антибіотики, які оброблені пестицидами, або щеплені вакцинами, впродовж

терміну, що зазначається у відповідних інструкціях щодо їх застосування у ветеринарній медицині.

У деяких випадках, з дозволу ветеринарного лікаря допускається вимушений забій тварин на м'ясокомбінатах, бойнях у господарствах через захворювання або з причин, що загрожують життю тварини, а також тоді, коли потрібне тривале, економічне недоцільне лікування. Ветеринарно-санітарну експертизу м'яса та м'ясопродуктів забою проводять відповідно до чинних правил. Туші та продукти забою, непридатні до харчування людей переробляють в утильцехах (заводах) на сухі тваринні корма.

1.1.3. Видова класифікація м'яса свійських ссавців

М'ясо свійських ссавців класифікують за багатьма критеріями. Основними із них є вид забійних тварин, їх стать, вік, вгодованість і термічний стан м'яса. Залежно від виду забійних тварин м'ясо поділяють на свинину, яловичину, баранину, козлятину, конину і кролятину. В окремих країнах для харчування людей використовують м'ясо верблюдів, оленів, буйволів, яків, лосів, антилоп, собак, кішок тощо.

Свинина – це м'ясо одержане від забою свиней. Вона найбільш поширена серед інших видів м'яса в світі, у тому числі і в нашій країні. Це зумовлено її високою поживністю і смаковими якостями та енергетичною цінністю.

Свинина має рожево-червоний колір і нещільну консистенцію. Її жирова тканина білого кольору, іноді з рожевим відтінком. За статтю свинину поділяють на м'ясо кнурів, кабанів і свиноматок. М'ясо кнурів має невисоку поживну цінність. Воно тверде з неприємним запахом. Його переважно використовують для промислової переробки. За віком, м'ясо кабанів і свиноматок поділяють на свинину, м'ясо підсвинків і м'ясо поросят-молочників. Свинину одержують від тварин з забійною масою (маса парної туші після повного її оброблення) більше 34 кг, м'ясо підсвинків від тварин з забійною масою 12–38 кг і м'ясо поросят-молочників – від тварин з забійною масою від 3 до 6 кг. За вгодованістю свинину поділяють на 5

категорій: беконну, м'ясну, жирну, для промислової переробки і м'ясо поросят. Вони відрізняються масою туші, розвитком м'язової тканини і шпику та їх хімічним складом, а також віком забитих тварин і використанням (Табл. 1. 3).

Таблиця 1. 3. Хімічний склад і енергетична цінність свинини різних категорій

Категорії	Вміст, %				Енергетична цінність	
	Вода	Білки	Жири	Зола	Ккал	кДж
Беконна	54,8	16,4	27,8	0,8	316	1322
М'ясна	51,6	14,6	33,0	0,6	355	1485
Жирна	38,7	11,4	49,3	0,8	489	2046

Яловичину одержують від забою великої рогатої худоби. Вона є найбільш давнім різновидом м'яса. М'ясо молодих тварин ніжне, рожевого або світло-червоного кольору, його жирова тканина біла. В старших тварин воно стає більш жорстким, його колір змінюється на червоний, а жирової тканини на жовтий. Залежно від віку і статі тварин яловичину поділяють на яловичину дорослих волів, корів і биків, віком три роки і більше, яловичину молодняку – віком від трьох місяців до трьох років і телятину – віком від 14 діб до 3 місяців. Вони відрізняються масою туші, кольором, консистенцією м'язів та кольором і розташуванням жирової тканини.

За вгодованістю яловичину поділяють на I і II категорію. Для кожної із них властиві ступінь розвитку м'язів і підшкірної жирової тканини та скупчень останньої в певних ділянках туші, вираженість маклаків, сідничних горбів та остистих відростків хребців. М'ясо, яке не відповідає вимогам категорій належить до худого. Його використовують для промислової переробки. Хімічний склад і енергетична цінність яловичини, одержаної від дорослих тварин (Табл. 1. 2) і молодняку та їх різних категорій відрізняється (Табл. 1. 4).

Таблиця 1. 4. Хімічний склад і енергетична цінність яловичини різних категорій

Види яловичини	Вміст г на 100 г їстівної частини				Енергетична цінність
	Вода	Білки	Жири	Зола	кДж
Яловичина I категорії	67,7	18,9	12,4	1,0	782
Яловичина II категорії	71,7	20,2	7,0	1,0	602
Телятина I категорії	77,2	19,7	2,0	1,1	406
Телятина II категорії	78,0	20,4	0,9	0,7	377

Баранина і козлятина. Баранину одержують від забою овець, а козлятину від забою кіз. За своїм складом і харчовою цінністю вони близькі до яловичини. Баранина має червоний колір різного відтінку, а козлятина – цегляно-коричневий. Жирова тканина цих видів м'яса білого кольору. Згідно діючого стандарту баранину і козлятину класифікують тільки за встановленою на I і II категорії. Для встановлення останніх враховують ступінь розвитку м'язів, наявність підшкірного жиру в ділянці спини і попереку та виступання остистих відростків шийних, грудних і поперекових хребців. На практиці серед баранини виділяють м'ясо ягнят (14 діб – 3 місяці), молодняку (3–8 місяців) і дорослих тварин (старше 8 місяців). Хімічний склад і енергетична цінність баранини і козлятини подібні (Табл. 1. 2). Вони неоднакові в їх категоріях (Табл. 1. 5).

Конина – це м'ясо одержане від забою коней. Завдяки низькому вмісту холестерину вважається дієтичним продуктом. Поширена, як продукт харчування, в країнах Середньої Азії та Кавказу. В Європі конину використовують для виробництва певних сортів ковбас. М'ясо молодих тварин віком від 9 місяців до 3 років має червоний колір, ніжну консистенцію,

Таблиця 1. 5. Хімічний склад і енергетична цінність баранини і козлятини різних категорій

Категорії	Вміст г на 100 г їстівної частини				Енергетична цінність
	Вода	Білки	Жири	Зола	кДж
Баранина I категорії	67,6	16,3	15,3	0,8	849
Баранина II категорії	69,3	20,8	9,0	0,9	686
Ягнятина	68,9	16,2	14,1	0,8	803
Козлятина I категорії	63,5	17,4	18,2	0,9	1005
Козлятина II категорії	73,8	20,6	4,3	1,2	524

солодкуватий смак і жир білого кольору. У старших тварин воно жорстке з специфічним запахом, колір набуває синюватого відтінку, а жир стає жовтим. За вгодованістю (розвиток м'язів і жиру) конину поділяють на першу і другу категорії. Їх хімічний склад і енергетична цінність неоднакові (Табл. 1. 6).

Таблиця 1. 6. Хімічний склад і енергетична цінність категорій конини

Категорії конини	Вміст г на 100 г їстівної частини				Енергетична цінність
	Вода	Білки	Жири	Зола	кДж
I	69,6	19,5	9,9	1,0	699
II	73,9	20,9	4,1	1,1	502

Кролятину одержують від забою кролів. Вона ніжна, блідо-рожевого кольору, дещо солодкувата. До складу її їстівної частини входять 65,3 % води, 20,7 білка, 12,9 жиру і 1,1 % золи. Енергетична цінність становить 833 кДж. Завдяки невеликому

вмісту жиру її рекомендують для дитячого дієтичного харчування. Залежно від вгодованості тушки кролів поділяють на I і II категорію. При цьому враховують розвиток м'язів, відкладання жиру в ділянці холки і пахвини та виступання остистих відростків хребців.

1.1.4. Класифікація м'яса свійських ссавців за термічним станом

Залежно від термічного стану м'ясо сільськогосподарських ссавців поділяють на парне, охолоджене, підморожене, заморожене і розморожене.

Парне м'ясо – це м'ясо яке зберігається після забою тварин 1,5–2,0 години. Температура у товщі м'язів цього м'яса становить 38°C, а величина рН – 7,0–7,3. У парному стані використовують тільки яловичину для виготовлення варених ковбас, сосисок, сардельок, а також натуральних напівфабрикатів.

Охолоджене м'ясо – основна сировина для виготовлення всіх видів ковбас. Це м'ясо піддається спеціальному термічному обробленню у камері охолодження за температури близько – 1°C до досягнення температури у товщі м'язів від 0 до + 4°C, його реакція слабо-кисла. У охолоджену стані зберігають у більшості випадків м'ясо, яке після розбирання туш охолодили до температури не вище + 12°C до утворення на його поверхні кірочки підсихання. Таке м'ясо називають *остиглим*. Використання охолодженого м'яса забезпечує досягнення високого виходу і належної якості готової продукції.

Підморожене м'ясо по завершенні процесу охолодження має на глибині 1 см температуру – 3–5°C, а у товщі стегна на глибині 6 см – до – 2°C. При зберіганні підмороженого м'яса температура вирівнюється по всьому об'єму і складає, як правило, – 2–3°C.

Заморожене м'ясо – продукт, підданий замороженню у морозильних камерах до температури не вище – 8°C. У процесі зберігання заморожене м'ясо погано утримує вологу і містить

менше екстрактивних речовин. Його рекомендують використовувати для виготовлення копчених ковбас.

Розморожене м'ясо – це заморожене м'ясо після відтанення. Температуру його доводять у спеціальних камерах до + 1°C і вище, що залежить від умов розмороження і напрямків подальшого використання. Найбільш ефективні умови відтанення відбуваються за температури близько + 20°C і відносній вологості 90–95,5 % та тривалості витримки 20–36 год.

При обробці туш м'яса або їх частин від них відокремлюють кістки. Цей процес називається **обвалювання**. Внаслідок цього одержують **безкісткове м'ясо**. Після обвалювання м'яса з нього видаляють сухожилки, великі кровоносні судини, хрящі, дрібні кісточки, крупні фасції і зв'язки. Тобто проводять його жилювання – **жиловане м'ясо**.

Для кулінарних цілей використовують **дозріле м'ясо**. Процес дозрівання м'яса (2–5 діб) тобто його ферментація, представляє собою комплекс процесів, які проходять у м'ясі після забою тварин і супроводжуються зміною його властивостей, обумовлених **автолізом**. У результаті м'ясо набуває добре вираженого аромату та смаку, стає м'яким і соковитим.

Виділяють також **червоне** і **біле** м'ясо. Біле м'ясо це грудні м'язи курей та індиків, а інше м'ясо – червоне з різними відтінками.

1.1.5. Класифікація м'яса свійської птиці

За обсягом виробництва м'ясо свійської птиці, завдяки високим поживним і смаковим якостям займає друге місце в світі. Його класифікують за видом і віком птиці, способом обробки тушки, вгодованістю і термічним станом тушки.

Залежно від виду забійної птиці їх м'ясо поділяють на курятину, качатину, гусятину та індичатину. Для харчування також використовують м'ясо цесарок, перепелів, голубів і страусів тощо.

За віком виділяють м'ясо молодой та дорослой птици. При цьому звертають увагу на стан тушки, а власне на окостеніння гребеня (кіля) груднини та ороговіння дзьоба, ніжність і еластичність шкіри, стан луски задніх кінцівок і вираженість та стан шпор у півнів та індиків.

За способом обробки тушки птици ділять на напівпатрані (з тушок видалені кишечник з клоакою і наповнене воло), патрані (з тушок видалені всі нутрощі, голова по другий шийний хребець, шия до рівня плечового суглоба і частини задніх кінцівок до заплеснового суглоба) та патрані з комплектом потрохів і шиєю (у грудо-черевну порожнини патраной тушки кладуть оброблені серце, печінку, м'язову частину шлунка і шию).

Залежно від вгодованості тушки птици ділять на I і II категорії. При їх встановленні враховують ступінь розвитку м'язів, відкладення жиру в ділянці груднини, живота і спини та вираженість гребеня груднини. Якщо тушки не відповідають вимогам I і II категорії то їх відносять до худих.

Термічний стан тушок встановлюють термометрією у товщі грудних м'язів. За цієї ознакою тушки поділяють на остиглі (не нижче 25°C), охолоджені (0–4°C) і морожені (не вище – 8°C). Тканинний і хімічний склад м'яса окремих видів птахів неоднаковий. Неоднаковий він у м'ясі молодой та дорослой птици і м'ясі різних категорій (Табл. 1. 7).

Таблиця 1.7. Хімічний склад м'яса птици, %

Види м'яса	Складові			
	Вода	Білки	Жири	Вуглеводи
Курятина (курчата)	74,6	21,5	2,5	0,4
Курятина (дорослі кури)	73,6	20,0	5,0	0,4
Качатина і гусятина	48,2	16,0	35,0	0,2
Індичатина	68,6	20,5	9,5	0,4

1.1.6. Сорти туш забійних тварин

Перед реалізацією і використанням туші або півтуші забійних тварин розділяють (розрубують, розрізають) на сорти. При їх встановленні враховують морфологію і хімічний склад окремих частин туші та їхні смакові якості. Відокремлені за сортами частини туші називають сортовими відрубками.

Відруби яловичини поділяють на три сорти (Рис. 1. 1).

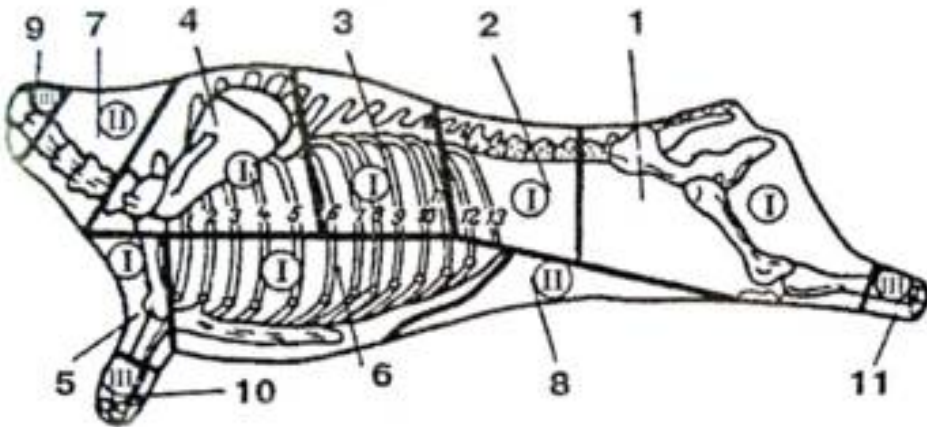


Рис. 1. 1. Відруби туші яловичини: 1 – тазостегновий; 2 – поперековий; 3 – спинний; 4 – лопатковий; 5 – плечовий; 6 – грудний; 7 – шийний; 8 – пахвина; 9 – заріз; 10 – передпліччя (передня голінка); 11 – гомілка (задня голінка); I – перший сорт; II – другий сорт; III – третій сорт

До I сорту відносять тазостегновий, поперековий, спинний, лопатковий, плечовий та грудний відруби, до II – шийний відруб та пахвину, а до III – заріз, передпліччя (передня голінка або рулька) і гомілку (задня голінка або рулька).

Відруби свинини поділяють на два сорти (Рис. 1. 2).

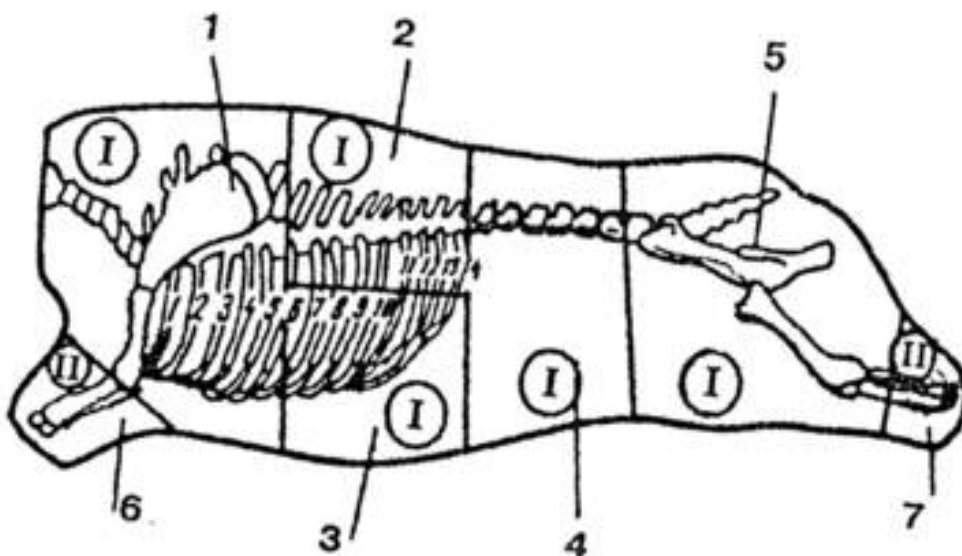


Рис. 1. 2. Відруби туші свинини: 1 – лопатковий; 2 – спинний; 3 – грудинка; 4 – поперековий з пахвиною; 5 – окіст; 6 – передпліччя (рулька); 7 – гомілка (голінка)

До I сорту відносять лопатковий, спинний і поперековий відруб з пахвиною, грудинку і окіст, а до II – передпліччя і гомілку.

Для поділу **туш конини на сорти** використовують схему семипалатинського м'ясокомбінату (Казахстан). Згідно цієї схеми відруби туші конини поділяють на три сорти (Рис. 1. 3).

До I сорту відносять спинний, грудний, поперековий, тазостегновий і пахвинний відруби, до II – плече-лопатковий і шийний, а до III – передпліччя і гомілку.

Відруби баранини **поділяють на три сорти** (Рис. 1. 4). До I відносять спинно-лопатковий і задній, до II – шийний, пахвинний і грудинку, до III – заріз, передпліччя і гомілку.

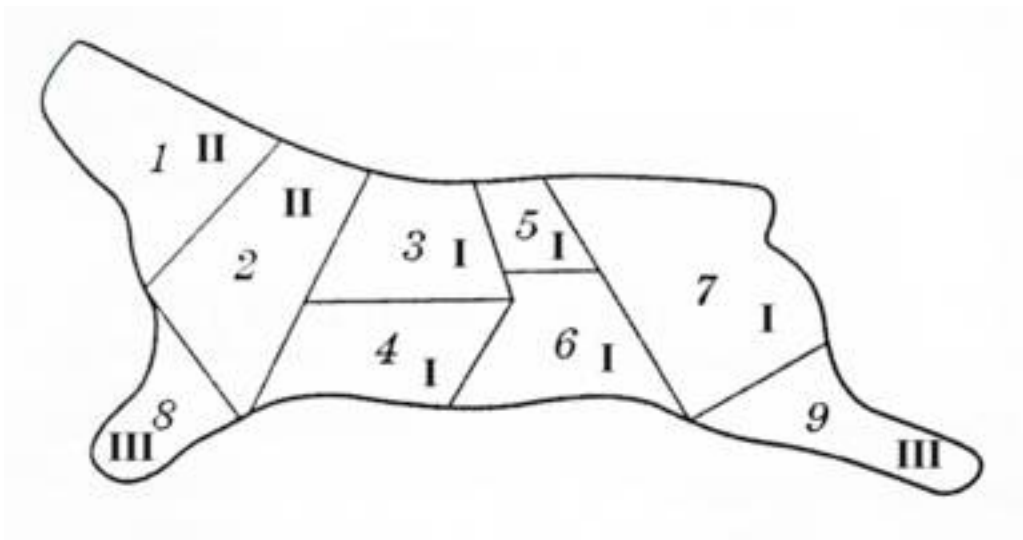


Рис. 1. 3. Відруби туші конини: 1 – шийний; 2 – плече-лопатковий; 3 – спинний; 4 – грудний; 5 – поперековий; 6 – пахвина; 7 – тазостегновий; 8 – передпліччя (передня рулька); 9 – гомілка (задня голінка); I – перший сорт; II – другий сорт; III – третій сорт

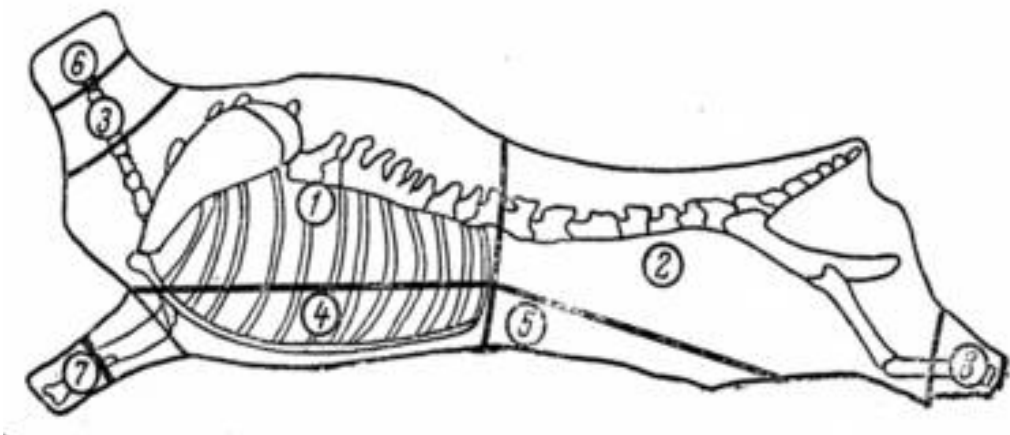


Рис. 1. 4. Відруби туші баранини: 1 – спинно-лопатковий; 2 – задній; 3 – шийний; 4 – грудний; 5 – пахвина; 6 – заріз; 7 – передпліччя (передня рулька); 8 – гомілка (задня голінка); I – перший сорт; II – другий сорт; III – третій сорт

1.1.7. Основні показники якості м'яса

Основними показниками якості м'яса, які легко сприймаються органами чуттів та являють інтерес для споживача, є колір, смак, аромат та консистенція.

Колір м'яса є одним із основних показників якості, що оцінюються споживачем та за яким судять про товарний вигляд продукту. Він залежить від наявності в м'язових волокнах скелетної м'язової тканини пігментного білка – *міоглобіна*, який здатний приєднувати Оксиген та інші хімічні елементи. Залежно від його вмісту в м'язових волокнах м'ясо може бути рожевим або червоним з різними відтінками. На інтенсивність забарвлення м'яса впливають вид, порода, стать, вік забійних тварин, спосіб їх годівлі, рН м'яса, ступінь його знекровлення та пігменти жирової тканини. На розрізі м'ясо може мати мармуровий вигляд, завдяки наявності між пучками м'язових волокон і окремих м'язів прошарків жирової тканини. Колір умовно свіжого м'яса та несвіжого м'яса (зіпсованого) змінюється.

Смак і аромат м'яса – важливі показники його якості, що обумовлені вмістом в ньому певних хімічних сполук, які непрямым шляхом впливають на харчову цінність продукту і засвоюваність. Смак свіжого м'яса специфічний, злегка солодкуватий. В утворенні запаху та смаку м'яса беруть участь речовини, які відносяться до різноманітних класів органічних сполук, основними з яких є карбонільні сполуки, органічні кислоти, аміни, феноли, ефіри. М'ясо молодих тварин має більш приємний смак і менш виражений запах, ніж м'ясо дорослих тварин.

На накопичення у м'ясі смакових та ароматичних речовин впливають різні технологічні фактори: нагрівання, охолодження, соління. При тепловому обробленні основний смак м'яса формують нелеткі водорозчинні речовини. Значні відмінності у смаку та ароматі різних видів м'яса можуть бути пояснені кількісним співвідношенням екстрактивних речовин у яловичині, свинині та баранині, або різними реакціями, що обумовлюють їх утворення, або різними продуктами реакцій, які

відіграють вирішальну роль у формуванні специфічного аромату та смаку вареного м'яса. Також смак і запах м'яса залежать від віку тварин, наявності жирової тканини і характеру її розподілення у м'ясі.

Консистенція м'яса. До основних показників консистенції м'яса, що мають позитивний вплив на його якість відносять ніжність, м'якість і соковитість.

Ніжність і м'якість м'яса обумовлені особливостями будови і розмірів м'язових волокон його скелетної м'язової тканини та вмісту в ньому пухкої та щільної волокнистої сполучної і жирової тканини. *Соковитість м'яса* залежить від умісту в ньому м'ясного соку – рідини складових тканин м'яса. М'ясо молодих тварин більш ніжне, м'яке і соковите ніж м'ясо дорослих тварин.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Чому м'ясо є цінним харчовим продуктом?
2. Що є сировиною одержання м'яса?
3. Назвіть складові м'яса.
4. Хімічний склад м'яса.
5. Видова класифікація м'яса свійських ссавців.
6. Як класифікують м'ясо за термічним станом?
7. Яку температуру має охолоджене, підморожене і заморожене м'ясо?
8. Що таке обвалювання і жилювання м'яса?
9. Критерії класифікації м'яса птиці.
10. Як поділяють м'ясо птиці за вгодованістю?
11. Як поділяють тушки птиці за термічним станом?
12. Хімічний склад м'яса птиці.
13. За якими ознаками частини туші забійних тварин поділяють на сорти?
14. Як називають сортові частини туші?
15. Які показники якості м'яса можна оцінити за допомогою органів чуття?
16. Яка речовина обумовлює колір м'яса?
17. Що впливає на інтенсивність кольору м'яса?

18. Від чого залежать смак і запах м'яса?
19. Назвіть показники консистенції м'яса.
20. Від чого залежать ніжність і м'якість м'яса?
21. Що обумовлює соковитість м'яса?
22. Чи однакова консистенція м'яса молодих і дорослих тварин?

Тема 1.2. Загальна характеристика продуктів переробки м'яса і субпродуктів

1.2.1. М'ясні продукти

До складу м'ясних продуктів відносять м'ясо і продукти виготовлені з нього. До останніх входять ковбаси, сосиски, сардельки, м'ясні делікатеси, напівфабрикати, консерви і готові м'ясні страви. Для виробництва м'ясних продуктів переважно використовують яловичину, свинину, баранину і м'ясо птиці.

Ковбаси готують з м'ясного фаршу з добавками прянощів, спецій та різних наповнювачів. Залежно від стану фаршу і його складу та особливостей виробництва їх поділяють на варені, варено-копчені, напівкопчені, сирокоччені, сиров'ялені та ліверні. Оболонка ковбас може бути натуральна або синтетична.

Сосиски і сардельки також готують з фаршу і добавок. Зовні вони відрізняються довжиною і товщиною. Сосиски довші та тонші і більш ніжні чим сардельки, так як їх фарш краще подрібнений. Оболонки сосисок можуть бути натуральними (тонкий кишечник овець), або синтетичними (поліамід), а сарделенок переважно натуральні (тонкий кишечник свиней і великої рогатої худоби).

М'ясні делікатеси мають високу поживну цінність та поживний смак. Вони є атрибутом святкового столу. До їх складу відносять сиров'ялені ковбаси, копчену свинину і яловичину, в'ялену яловичину та м'ясні вироби з желе тощо.

Напівфабрикати – це м'ясні вироби, які підготовлені для подальшої кулінарної обробки. Їх поділяють на натуральні,

мариновані, січені, з субпродуктів, фарш, мучні вироби з фаршем (пельмені, вареники тощо) і фарш, пельмені та набори з м'яса птиці.

До *натуральних* напівфабрикатів відносять крупні шматки м'якоті, видалені із задньої частини туші, малі шматочки м'якоті із спинної, поперекової і задньотазової частини туші. Їх використовують для виготовлення бефстроганів, гуляшу, рагу, шашликів, котлет відбивних, ескалопу, плову, супових наборів, тощо. До складу цієї групи напівфабрикатів входять і *порційні* – приблизно однакові за масою шматки м'яса, які використовують для смаження. До них належать вирізка, котлети, біфштекс, шніцель, ескалоп тощо. Для попередження витікання із шматочків м'яса м'ясного соку їх попередньо відбивають і панірують – змочують водою з яєчною масою та посипають панірованими сухарями.

Мариновані напівфабрикати виготовляють шляхом витримування шматочків м'яса у маренадах, які забезпечують більш тривалий термін зберігання цієї продукції, більший вихід за термооброблення та надають їй специфічного смаку. Маринади випускають у сухому виді і у вигляді розчинів. До їх складу входять вода, сіль, прянощі, зелень, ароматизатори, олія тощо.

Січені напівфабрикати (котлети, біфштекс тощо) виготовляють із подрібненого жилованого м'яса, яєць, плазми крові та прянощів, їх панірують.

Фарш виготовляють на м'ясопереробних підприємствах і магазинах, шляхом подрібнення м'яса за допомогою вовчка, або кутера. Його використовують для виготовлення ковбас, котлет, пельменів, вареників тощо.

Мучні вироби з фаршем готують із пшеничної муки, фаршу і харчових добавок (пельмені, вареники тощо).

Напівфабрикати з м'яса птиці готують переважно з курятини. Це курчата-табака і любительські, філе, бульйонні та супові набори, стегенця, четвертини, грудинки, фарш тощо.

Напівфабрикати із субпродуктів використовують для виготовлення консервів, паштетів, ковбас, холодців, зельців, бульйонів тощо.

Консерви є м'ясною продукцією, яка має довгий термін зберігання. Їх виготовляють з м'яса і субпродуктів. Найбільш поширені та популярні консерви з тушкованої свинини і яловичини – тушонки.

Готові м'ясні страви – страви із м'яса, які повністю готові до вживання. Попередньо їх піддають термічній обробці та заморожують, а перед вживанням розігрівають або відтаюють. Вони можуть бути з гарніром (овочі, крупи рисові та гречані). Асортимент готових м'ясних страв великий. Це яловичина тушкована, м'ясо по-домашньому, плов, гуляш із яловичини, котлети, биточки, курчата, сосиски, сардельки, пироги, млинчики, шніцеля, м'ясні рулети тощо.

1.2.2. Субпродукти

Обробляючи забійні тварини отримують не тільки м'ясні туші, а й субпродукти, які мають поживну або кормову цінність. Залежно від виду тварин їх поділяють на яловичі, свинячі, баранячі та птиці. Яловичі субпродукти отримують від великої рогатої худоби різного віку, статі та кастрованих тварин, свинячі – від свиней I–IV категорій вгодованості, а баранячі – від дрібної рогатої худоби. Класифікують субпродукти також за особливостями їх будови і частин туші забійної тварини з якої вони були отримані, за харчовою цінністю і термічним станом, за доброякісністю та придатністю до харчування.

Залежно від особливостей будови і частин туші забійної тварини, з якої субпродукти було отримано, їх поділяють на чотири групи: м'якушеві, м'ясо-кісткові, слизові та шерстні. Субпродукти від забою птиці бувають м'якушеві та м'ясо-кісткові.

До *м'ясо-кісткових субпродуктів* належать яловичі голови (без шкіри, язика і мозку), м'ясо-кісткові хвости, цівки; до *м'якушевих* – лівер свиней, великої і дрібної рогатої худоби (печінка, серце, легені, діафрагма, трахея), нирки, селезінка,

м'ясна обрізь, яловиче вим'я, язика, мозок, гортань, сім'яники великої рогатої худоби, свиняча шкірка, міжсоскова частина свинячих шкір; до *слизових* – рубець і сичуг великої і дрібної рогатої худоби, книжка великої рогатої худоби, шлунок свиней; до *шерстних* – свинячі то баранячі голови (в шкірі) без язика і мозку, губи, вуха і пупові суглоби великої рогатої худоби, свинячі хвости, ніжки та вуха.

До *м'якушевих субпродуктів птиці* належать шлунок, легені, печінка, серце та м'ясна обрізь; до *м'ясо-кісткових* – голови, лапки та крила.

За харчовою цінністю їх поділяють на дві категорії. *Субпродукти I категорії* – язика яловичі та баранячі; печінка яловича, свиняча, бараняча; нирки яловичі, свинячі, баранячі; мізки яловичі, баранячі; серце яловиче, свиняче, бараняче; вим'я яловиче; м'ясо-кісні хвости яловичі, баранячі; м'ясна обрізь яловича, свиняча, бараняча. *Субпродукти II категорії* – голови яловичі, свинячі, баранячі; ноги свинячі, ноги та пуповий суглоб яловичі; легені яловичі, свинячі, баранячі; вуха яловичі, свинячі; губи яловичі; рубці та сичуги яловичі, баранячі; селезінка яловича, свиняча, бараняча; трахея яловича і свиняча. *Субпродукти птиці* на категорії не поділяють.

За термічним станом субпродукти поділяють на *парні* з температурою понад 30°C, *остиглі* з температурою не вищою за 10°C (витримування після забою не менше ніж 6 год), *охолоджені* з температурою 0–4°C, *заморожені* з температурою, яка не перевищує –8°C.

За доброякісністю розрізняють *свіжі, сумнівної свіжості й несвіжі* субпродукти.

Нехарчовими (технічними) субпродуктами є субпродукти, які за своєю будовою, станом мікробіологічного забруднення або поживною цінністю не відповідають вимогам до харчових субпродуктів. Нехарчові субпродукти – це статеві органи тварин, нехарчова обрізь та прирізи зі шкіри, стравохід, вим'я і книжка дрібної рогатої худоби, селезінка свиняча та дрібної рогатої худоби, ніжки та легені дрібної рогатої худоби, легені, голови та лапки птиці. Харчові субпродукти можна перевести у

розряд нехарчових тільки після висновку лікаря ветеринарної медицини.

Харчові субпродукти переважно використовують для виготовлення ковбас, консервів, паштетів, сальтисонів, холодців, желатину тощо, а нехарчові – для виготовлення кормів.

Окремі субпродукти, які отримані від забійних свійських ссавців мають неоднаковий хімічний склад (Табл. 1. 8). Неоднаковий він і в субпродуктах курей (Табл. 1. 9).

Таблиця 1.8. Хімічний склад субпродуктів I категорії, %

Субпродукти	Волога	Жир	Білок			Зола	Екстрактивні речовини
			Загальний	Колаген	Еластин		
1	2	3	4	5	6	7	9
Язик							
яловичий	68,0–71,2	6,6–12,1	13,6–18,4	2,2–2,6	0,09–0,1	0,9	2,1–2,2
свинячий	61,1–69,2	16,0–16,8	14,2–15,9	2,2–4,1	0,1–0,08	0,8–0,9	2,1
баранячий	67,8–68,0	13,1	12,6	2,4–2,5	0,1	0,9	2,5–2,6
Печінка							
яловича	71,8–72,9	3,1–3,7	17,3–18,4	1,4–1,6	0,04	1,2–1,4	5,0–5,3
свиняча	71,3–71,4	3,6–3,8	18,8	0,9–1,2	0,04	1,4–1,5	4,7
бараняча	71,1–71,2	2,9	18,7	2,0	0,08–0,1	1,4	5,8
Нирки							
яловичі	79,8–82,7	1,8–4,9	12,5–17,2	1,8–2,1	0,04	1,1–1,2	1,9–2,8
свинячі	77,5–80,4	3,1–3,6	13,0–15,0	1,1–2,0	0,04	1,1–1,2	2,4–2,7
баранячі	79,7	2,5	13,6	2,4	0,08	1,2	2,7–3,0
Мозок							
яловичий	77,6–78,9	5,2–9,5	9,0–13,7	0,3–2,0	0,03	1,2–1,3	0,8–5,0

Продовження табл. 1. 8

1	2	3	4	5	6	8	9
свинячий	77,6–79,1	4,9–10,5	9,8–10,3	0,3–0,7	0,03	1,0–1,4	0,8–3,8
баранячий	78,9	3,7–9,4	9,7–10,0	0,7	0,02	1,2–1,5	0,5–2,5
Серце							
яловиче	77,5–79,0	2,3–3,5	13,0–17,8	0,9–1,7	0,08–0,1	1,0	2,0–2,1
свиняче	76,2–79,0	3,2–4,0	13,5–16,7	1,2–2,2	0,1	1,0	2,7–2,8
бараняче	78,5–78,6	3,0–3,5	13,5–15,0	1,9–2,1	0,1–0,09	1,0–1,1	3,4
Хвіст яловичий	71,2	6,5	19,6–19,7	8,4–8,5	–	1,1	–

Таблиця 1. 9. Хімічний склад субпродуктів курей

Субпродукти	Масова частка, %				Масова частка, мг у 100 г продукту							
	Вода	Жир	Білок	Зола	Залізо	Калій	Кальцій	Магній	Натрій	Фосфор	Мідь	Цинк
Печінка курчат	72,9	3,7	20,6	1,3	13,0	313	11	23	92	231	0,414	4,2
Серце курчат	72,4	8,3	17,3	1,1	5,2	264	10	19	115	127	0,239	2,5
Шлунок курчат	73,3	4,0	20,7	1,2	3,7	329	12	18	97	137	0,098	3,6
Печінка курей	70,9	5,9	20,4	1,4	17,5	289	15	24	90	268	0,386	6,6
Серце курей	72,0	10,3	15,8	1,1	5,6	260	10	19	94	178	0,307	3,0
Шлунок курей	70,9	6,4	21,0	1,1	6,4	299	13	17	83	106	0,091	3,4

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Що входить до складу м'ясних продуктів?
2. Які види м'яса використовують для виробництва м'ясних продуктів?
3. З чого готують ковбаси? Види ковбас.
4. З чого готують сосиски і сардельки? Яка різниця між ними?
5. Що входить до складу м'ясних делікатесів?
6. Для чого підготовлені напівфабрикати?
7. Види напівфабрикатів.
8. Що входить до складу натуральних напівфабрикатів?
9. З чого готують січені напівфабрикати?
10. За допомогою чого виготовляють фарш?
11. Назвіть мучні вироби з фаршем?
12. Які Ви знаєте напівфабрикати з м'яса птиці?
13. Що характерно для м'ясних консервів, з чого їх готують?
14. Назвіть готові м'ясні страви.
15. Критерії класифікації субпродуктів.
16. Як поділяють субпродукти залежно від виду забійних тварин?
17. Назвіть м'якушеві, м'ясо-кісткові, слизові та шерстні субпродукти.
18. Як поділяють субпродукти птиці?
19. Які субпродукти птиці відносять до м'якушевих і м'ясо-кісткових?
20. Як поділяють субпродукти за харчовою цінністю?
21. Як поділяють субпродукти за термічним станом?
22. Які субпродукти відносять до нехарчових?
23. Як поділяють субпродукти за доброякісністю?
24. Для чого використовують харчові та нехарчові субпродукти?

Тема 1.3. Консервування м'яса і м'ясних продуктів

1.3.1. Значення консервування м'яса і м'ясних продуктів

За звичайних умов і кімнатної температури м'ясо і м'ясні продукти можна зберігати нетривалий час, так як вони псуються. Причинами цього є їх обсіменіння мікрофлорою (бактерії, дріжджі, плісняві гриби) і біохімічні (ферментативні) процеси, які відбуваються у них. Мікрофлора на поверхню м'яса і м'ясних продуктів попадає переважно із зовнішнього середовища. Вона також може потрапляти в них кровоносними судинами, із забруднених органів шкірного покриву, із органів травного каналу тощо. Свіже м'ясо і м'ясні продукти є оптимальним поживним середовищем (температурні умови, вода, органічні речовини тощо), для розвитку мікрофлори. Їх колонії із поверхні м'яса і м'ясних продуктів по прошкам волокнистої сполучної тканини проникають у товщу продуктів. Вони є причиною ослизнення, пліснявіння, гниття, кислого бродіння і зміни кольору м'яса і м'ясних продуктів. Названі процеси є результатом дії ферментів мікрофлори на органічні складові м'яса. При цьому утворюється речовини, які надають йому неприємного запаху і смаку та незвичного кольору, а деякі із них є токсичними для організму людей. Подібні речовини утворюються у м'ясі також за дії його власних ферментних систем.

Для запобігання псування м'яса і м'ясних продуктів та відповідно збільшення термінів зберігання їх піддають **консервуванню**. Мета останньої – створення умов зберігання м'яса і м'ясних продуктів за яких пригнічується діяльність мікрофлори і гальмуються ферментативні процеси у них. Існує декілька класифікацій методів консервування м'яса і м'ясних продуктів. Найбільшого поширення серед них набули термічні, фізико-хімічні (соління, в'ялення), хімічний (копчення) і фізичні (ультрафіолетове і радіаційне опромінення та сублімаційне сушіння).

1.3.2. Методи консервування

1.3.2.1. Термічні

Термічні методи консервування м'яса і м'ясних продуктів найбільш поширені. Вони ґрунтуються на використанні низьких і високих температур. Низькими температурами м'ясо і м'ясні продукти охолоджують, підморожують і заморожують, а високими – стерилізують, варять та запікають.

Охолоджують м'ясо і м'ясні продукти у парному стані, рідше – в остиглому. Для цього їх поміщають у камери охолодження з температурою від -3 до -8°C , де вони охолоджуються до температури в товщі $0-4^{\circ}\text{C}$. Охолоджене м'ясо і м'ясні продукти зберігають упродовж 7–10 діб, а тушки птиці – 5–6 діб.

Підморожують переважно охолоджені м'ясо і м'ясні продукти у спеціальних камерах з температурою $-25\ldots-35^{\circ}\text{C}$. При цьому температура в їх поверхневому шарі (на глибині до 1 см) повинна знизитись до $-3\ldots-5^{\circ}\text{C}$, а в товщі м'язів стегна (туші, напівтуші) на глибині 6 см до $2-0^{\circ}\text{C}$. Підморожене м'ясо зберігають за температури $-2\ldots-3^{\circ}\text{C}$ впродовж 20 діб.

Підморожування тушок птиці здійснюють за 2 етапи. У першому тушки зрошують льодяною водою до досягнення температури у центрі грудних м'язів $6-8^{\circ}\text{C}$. Після цього тушки підморожують (другий етап) до температури у товщі грудних м'язів $0-1^{\circ}\text{C}$, а на глибині 0,5 см – не нижче за -4°C . Зберігають підморожені тушки птиці за температури $-2\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ протягом 25 діб.

Заморожують м'ясо і м'ясні продукти у морозильних камерах з температурою від -20 до -35°C впродовж 18–36 годин. При цьому температура у найтовщій частині туші повинна знизитись до -8°C . Заморожувати можна парне м'ясо (однофазне заморожування) і охолоджене (двофазне заморожування). Зберігають заморожене м'ясо за температури

– 18...– 25°C протягом 4–18 місяців, що залежить від температури та його виду.

Стерилізацію як спосіб консервування, використовують при виробництві консервів. Для цього шматочки м'яса разом зі спеціями піддають тепловій обробці за температури більше 100°C. Внаслідок цього в них гине вся мікрофлора.

Варіння використовують переважно при виробництві ковбас і шинки. Внаслідок цього в них гине до 98% мікрофлори. Варіння вважають закінченим тоді, коли температура в середині виробів сягатиме 68–70°C.

Запікання м'ясних продуктів проводять, діючи на них гарячим повітрям температурою 150°C. Його вважають закінченим тоді, коли температура в товщі продукту становитиме 68–70°C.

1.3.2.2. Фізико-хімічні

В'ялення м'яса передбачає гальмування у ньому розвитку мікрофлори і видалення з нього води. Перше досягається кип'ятінням продукту (3–5 хв) у маринаді (розчин кухонної солі, оцет, спеції тощо) з наступним охолодженням (0–4°C) і натиранням спеціями, а друге – витримуванням його (1–2 тижні) в підвішеному стані в добре провітрюваному приміщенні за кімнатної температури.

Соління м'яса. Його основа базується на осмотично-дифузному обміні між продуктом і кухонною сіллю (NaCl). У м'ясо із розсолу солі проникають іони натрію і хлору, а з нього виділяються – вода (тканинна рідина), і водорозчинні речовини. За цього способу консервування припиняється ріст і розвиток мікрофлори, але вона не гине. Є три способи соління: сухий, мокрий і змішаний.

Сухий спосіб соління передбачає натирання або пересипання шматків м'яса засолювальною сумішшю (кухонна сіль, нітрит або нітрат, аскорбінова кислота, цукор тощо) з розрахунку 8–10 % до маси м'яса. При цьому сіль розчиняється у воді, яка є на поверхні м'яса. В подальшому відбувається обмін між розчином солі і м'яса. В процесі цього соління на дні тари

накопичується маточний розсіл. Термін соління за цього способу становить 20 діб. Сухий спосіб соління використовують для виробництва ковбас, бекону, безкісткових грудинок, окостів і соління підшкірного жиру (шпику).

Мокрий спосіб соління полягає у витримуванні шматків м'яса в розчині кухонної солі (розсолі). Він може бути 20–40 %, що залежить від терміну соління (тривалий – 40–50 діб, звичайний – 15–20, скорочений – 6–7 діб). Для прискорення процесу соління розсіл можна вводити у товщу м'яса уколами або через кровоносні судини. М'ясо засолене мокрим способом використовують для виготовлення варених, варено-копчених виробів, бекону, язиків тощо.

Змішаний спосіб соління поєднує сухий і мокрий способи та є найбільш поширений. Спочатку м'ясні продукти натирають засолювальною сумішшю, викладають їх у тару і витримують від 1 до 6 діб. На дні тари накопичується маточний розсіл. Потім в тару додають м'ясо з тієї самої партії і заливають розсолом.

1.3.2.3. Хімічний

Його проводять шляхом оброблення їх поверхні речовинами, які містяться в коптильному димі в результаті неповного згоряння деревини (феноли, альдегіди, органічні кислоти тощо) за обмеженого доступу повітря. Залежно від температури виділяють холодний (18–22°C) і гарячий (36–45°C) способи копчення. Перший триває 3–7 діб (сирокопчені ковбаси), а другий 12–18 годин (варено-копчені ковбаси). При копченні продукти втрачають воду, набувають специфічного запаху і смаку та коричнювато-жовтого кольору. Останнім часом для коптіння використовують спеціальні коптильні рідини.

1.3.2.4. Фізичні

Сублімаційне сушіння м'яса. Цим способом м'ясо зневоднюють, воно втрачає 95–98 % води. Його проводять у спеціальних сушильних установках в умовах вакууму за температури – 15...– 20°C. Остаточну вологу видаляють за

високої температури (40–80°C). Запаковані у газонепроникну тару сублімовані продукти зберігають за плюсової температури 6–8 міс.

Ультрафіолетове і радіаційне опромінення у нашій країні, як способи консервації м'яса практично не використовуються. Їх застосування строго регламентоване. Радіаційне опромінення туш м'яса використовують в окремих країнах безпосередньо на м'ясокомбінатах. За дії ультрафіолетового опромінення гине вся мікрофлора на поверхні м'яса, а за дії радіаційного і в його глибині. При цьому руйнуються також продукти (токсини) життєдіяльності мікрофлори.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Для чого необхідно консервувати м'ясо і м'ясні продукти?
2. Причини псування м'яса і м'ясних продуктів.
3. Що забезпечує консервування?
4. Методи консервування м'яса і м'ясних продуктів.
5. Назвіть термічні методи.
6. Як охолоджують, підморожують і заморожують м'ясо і м'ясні продукти?
7. Стерилізація, варіння та запікання м'яса і м'ясних продуктів.
8. Назвіть способи соління.
9. Охарактеризуйте сухий спосіб соління.
10. Мокрий і змішаний способи соління.
11. Копчення і в'ялення м'яса.

Тема 1.4. Харчові добавки м'ясних продуктів

1.4.1. Значення харчових добавок та їх основні групи

М'ясо – специфічний вид сировини і його особливістю є те, що будучи джерелом повноцінного білка, воно полікомпонентне

за складом, неоднорідне за морфологією, неадекватне за функціонально-технологічними властивостями, біологічно активне і за дії зовнішніх чинників змінює свої характеристики. Виготовлені в умовах різних підприємств м'ясні продукти одного і того ж виду мають абсолютно різні органолептичні, структурно-механічні і технологічні характеристики. Оскільки м'ясо легко змінює свої первинні властивості, склад і структуру, на перший план вийшла проблема покращення та стабілізації якості виробленої продукції в умовах нестабільного складу та властивостей сировини, що поступає на перероблення.

Найпоширенішим способом вирішення цієї задачі стало використання харчових добавок, які б суттєво впливали на функціональні і технологічні характеристики продукції. За функціональними і технологічними особливостями їх поділяють на наступні групи.

Білкові речовини. Використовуються для покращення харчової цінності м'ясної продукції та як наповнювачі. Білкові речовини тваринного походження представлені: *а)* здатними до емульгування водорозчинними білками плазми крові, що містять глобуліни, альбуміни, *б)* білками, розчинними у лужних середовищах (колагеном, еластином), які виготовляються із свинячої шкіри, тримінгу тощо, *в)* молочними білками, які вносять у композиції як у свіжому (незбиране молоко, знежирене молоко, вершки, молочна сироватка сирна, підсирна, казеїнова), так і в концентрованому вигляді (сухе незбиране та знежирене молоко, концентрати сироваткових білків, альбумін молочний харчовий, харчовий казеїн, казеїнат натрію), *г)* яйцями і яйцепродуктами (меланжем, жовтком і білок яйцями, яєчним порошком). Тваринні білки є хорошими емульгаторами, стабілізаторами структури, володіють високими водо- і жирозв'язуючими властивостями, за своїми функціональними властивостями наближені до м'язових білків.

При виробленні м'ясних продуктів найбільше використовують здатні утримувати значні кількості жиру та вологи соєві білки – концентрати, соєве борошно, текстурати, ізоляти. Також білкові речовини рослинного походження

отримують з бобових та зернових культур – пшениці, ячменю, жита, вівса, рису, сочевиці. Білкові речовини характеризуються високими споживчими властивостями, харчовою і біологічною цінністю. У результаті застосування композицій з бобовими біологічна цінність ковбас збільшується на 19–20 %, а енергетична — на 3–5 %.

Гідроколоїди – сполуки полісахаридної природи здатні покращувати структуру м'ясного виробу. До класу гідроколоїдів відносять групу гідрофільних, високомолекулярних речовин, в основному загущуючі і гелеутворюючі речовини, які, залежно від їхнього виду у воді набухають і частково розчиняються, утворюючи розчини з високою в'язкістю та еластичні стійкі гелі. Найбільш широко у промисловості використовують крохмалі, камеді (продукти, які виділяються із надрізів та тріщин різних рослин або в результаті промислової переробки, а також препарати на основі полісахаридів, які продукують деякі види мікроорганізмів), агари, пектини, карагенани (продукти переробки морських водоростей класу Родофіції).

Харчові волокна – складні вуглеводи, які не перетравлюються в шлунково-кишковому тракті людини. Містяться в овочах, фруктах, зернових оболонках злаків – пшениці, жита, рису і інших рослинах. До їх складу входять структурні речовини клітинних стінок целюлози, геміцелюлози (ГМЦ), пектинових речовин, лігніну. Наявність геміцелюлози та пектинових речовин надає харчовим волокнам ще одну властивість – позитивний вплив на процес травлення. Згідно з будовою полімерів, харчові волокна поділяються на гомогенні (целюлоза, пектин, лігнін, альгінова кислота) та гетерогенні (клітковинолігніни, гемоцелюлозолігніни тощо). Залежно від виду сировини, з якої їх отримують, волокна поділяють на ті, що отримані із нижчих рослин (водорості, гриби) і вищих рослин (злаки, трави, деревина). За фізико-хімічними властивостями – на розчинні у воді (пектини, камеді, розчинні геміклітковина, β -глюкани, каррагінани, ламінарин, пулулан, інулін) та нерозчинні (клітковина, геміцелюлози, протопектин, лігнін, стійкі крохмалі).

Барвники та регулятори кислотності. В умовах сучасних харчових технологій, що включають різні види термічної обробки (кип'ятіння, стерилізацію, НВЧ-нагрівання тощо), продукти змінюють своє первинне, звичне для споживача забарвлення, а іноді набувають неестетичного зовнішнього вигляду, що робить їх менш привабливими, впливає на апетит і процес травлення. Для надання харчовим продуктам традиційного забарвлення, застосовують природні та / або синтетичні (органічні й неорганічні) харчові барвники, стабілізатори кольору та речовини, що корегують їхній природний колір. Сировиною для натуральних харчових барвників можуть бути ягоди, квіти, листя, коренеплоди, відходи переробки рослинної сировини і т. ін. Серед них необхідно виділити каротиноїди, антоціани, флавоноїди, хлорофіл. Деякі натуральні харчові барвники або їх суміші та композиції, мають біологічну активність, є смаковими та ароматичними речовинами, наприклад, каротиноїди: рослинні червоно-жовті пігменти, що забезпечують забарвлення деяких овочів, фруктів, жирів. Синтетичні харчові барвники, на відміну від натуральних, не мають біологічної активності і не містять смакових речовин. При цьому вони менш чутливі до умов технологічної переробки та зберігання, термостійкі, дають яскраві кольори, досить стабільні, добре розчинні у воді. Серед синтетичних барвників до використання дозволені *яскраво-червоний 4R (Понсо 4R), хіноліновий жовтий* та деякі інші. У м'ясній промисловості також використовують речовини, що стабілізують природне червоне забарвлення м'ясопродуктів та корегують їхній колір, а саме *нітрити та нітрати натрію і калію*. Стабілізатором червоного кольору, який при тому регулює кислотність м'ясопродуктів є аскорбінова кислота та її солі і ефіри. Аскорбінова кислота, крім стабілізуючого ефекту, перешкоджає і утворенню пероксидів, які сприяють окисненню міоглобіну до метаміоглобіну, виконуючи тим самим і роль синергісту антиоксидантів.

Смакові добавки та ароматизатори використовуються як інгредієнти харчових продуктів з метою поліпшення їхніх

смакових та ароматичних якостей, поліпшення процесів травлення і засвоєння їжі, а також подовження термінів її зберігання. У більшості своїй ці продукти не мають харчової цінності, але при додаванні до продукту у невеликих кількостях надають йому своєрідний смак і аромат.

Смакові добавки можуть бути натуральними продуктами і синтетичними речовинами. До категорії приправ відносять прянощі, сіль, цукор, деякі ароматизатори, соуси, готові до вживання продукти (кетчуп, гірчиця, хрін). У якості спецій використовують різні частини рослин, наприклад, плоди (чорний перець), квіткові бруньки (гвоздика), листя (лавровий лист), коріння (петрушка), кореневища (імбир), цибулини (цибуля, часник) і інші. Як приправи вживають також свіжі або висушені подрібнені надземні частини рослин (кропу, коріандру), насіння (анісу, маку, гірчиці), плоди та насіння (ванілі, бадьяну), кору (кориці). Як приправи використовують також масляні суміші (масло з гірчицею, зелене, анчоусне, ракове тощо), які не тільки покращують смак м'ясного продукту, але й підвищують його калорійність. Приправами, крім того, вважають деякі хімічні речовини, наприклад глютамат натрію, лимонну кислоту, розведену водою оцтову есенцію.

Ароматизатори надають власний або посилюють існуючий запах готових м'ясних виробів. Ароматизатори умовно можна розділити на природні та синтетичні, які за хімічною структурою ідентичні природним та імітують природні натуральні запахи. Перші виділяють з фруктів, овочів і рослин у вигляді соків, есенцій або концентратів; другі одержують шляхом синтезу. Їх також класифікують за походженням. Натуральний ароматизатор, це ефірна олія, маслосмола, есенція, екстракт, гідролізат білка або будь-який продукт обсмажування, нагрівання, що містить смакоароматичні компоненти отримані з прянощів, фруктів або фруктових соків, овочів або овочевих соків, харчових дріжджів, трав, кори, бруньок, коренів рослин, листя чи подібних рослинних матеріалів, м'яса, морепродуктів, птиці, яєць, молочних продуктів та продуктів, отриманих з них за допомогою ферментації. Під *натуральним ароматизатором*

розуміють ефірну олію, маслосмолу, есенцію, екстракт, гідролізат білка або будь-який продукт обсмажування, нагрівання або ферментації, який містить отримані з прянощів, фруктів або фруктових соків, овочів або овочевих соків, харчових дріжджів, трав, кори, бруньок, коренів, листя або подібних рослинних матеріалів, м'яса, морепродуктів, птиці, яєць, молочних продуктів або продуктів смакоароматичні компоненти. *Ідентичний натуральному ароматизатор* – харчовий ароматизатор, до складу якого входять одна або кілька ідентичних натуральним ароматичних речовин. Ароматизатор може містити смакоароматичні препарати і натуральні речовини. За складом основних ароматичних компонентів і їхньою хімічною структурою, ідентичні натуральним ароматизатори повністю відповідають природним. При цьому частина компонентів або навіть весь препарат цілком отримують штучним шляхом. *Штучний харчовий ароматизатор* – суміш, яка містить одну або кілька штучних смакоароматичних речовин і може містити натуральні й ідентичні ним ароматичні речовини. Штучні харчові ароматизатори містять щонайменше одну отриману хімічним синтезом речовину, яка у природі не зустрічається.

Консерванти сповільнюють у харчових продуктах обмін речовин, ріст і розвиток бактерій, пліснявих грибів, дріжджів і тим подовжують термін зберігання продуктів, захищаючи їх від псування, викликаного мікроорганізмами (бактеріями, цвіллю, дріжджами). Основними видами консервантів, що використовуються при виробленні м'ясопродуктів є *лактат натрію (калію)* – харчова добавка, яка має властивості синергісту антиоксидантів, регулятору кислотності і вологості. *Сорбінова кислота* – природний консервант, який відповідає усім вимогам безпечності і застосовується найчастіше у вигляді розчинного *сорбату калію*. Застосовується також для оброблення матеріалів, використовуваних для пакування харчових продуктів. *Нітрити натрію та калію* використовують при виробленні ковбас і м'ясних продуктів (солоних, варених, копчених, консервів). Вони сприяють утворенню необхідного

забарвлення і специфічного аромату м'ясних продуктів і захищають їх від окиснення і бактеріального псування. Дія нітритів направлена, головним чином, проти ботулінових бактерій роду *Clostridium*. Важливим і широко розповсюдженим консервантом, є *хлорид натрію*.

Спеції містять речовини, здатні пригнічувати розвиток і життєдіяльність мікроорганізмів. Інтерес до їхнього використання для консервування харчових продуктів заснований на поширеній але помилковій думці, що природні речовини більш безпечні для здоров'я, ніж синтетичні, оскільки і вони можуть бути небезпечними з токсикологічної точки зору. З речовин, що містяться в прянощах і проявляють антимікробну дію, можна відмітити альдегіди, органічні кислоти, феноли, ефірні олії. Деякі речовини об'єднують під назвою "фітонциди", яка проте не несе конкретного навантаження.

Антиоксиданти (аскорбінова кислота, лимонна кислота) – речовини, які попереджують окиснення речовин, що містяться у харчових продуктах. Найбільша їх кількість відноситься до класу *харчових кислот* – речовин, здатних відтінювати або надавати харчовим продуктам певний смак, подовжуючи одночасно терміни їхнього зберігання за рахунок консервуючих властивостей.

Емульгатори та стабілізатори. *Емульгатори* – речовини, що полегшують емульгування і надають емульсіям стійкість. Натуральні емульгатори отримують з лецитину або ланоліну, деякі емульгатори нового покоління за хімічним складом максимально наближаються до тваринних і рослинних жирів і є похідними цукрів і гліцерину (наприклад, гліцеринові або полігліцеринові ефіри жирних кислот). Типовим прикладом емульгаторів природного походження є фосфоліпіди. Частіше за все з цієї групи використовують природні лецитини (суміш фракцій фосфатидів, отриманих з тваринних або рослинних об'єктів фізичними методами, що включають використання ферментів) та їх синтетичні аналоги – амонієві фосфати. Найбільш відомими і розповсюдженими функціональними добавками під час виробництва м'ясопродуктів є фосфати, які

характеризуються високою емульсуючою здатністю та властивостями до стабілізації продукції.

Стабілізатори – речовини або суміші речовин, які вводять у м'ясопродукт для стабілізації його консистенції. Представляють собою дрібнодисперсні порошки від білого до бежевого кольору без яскраво виражених запаху і смаку. Значна увага приділяється стабілізаційним системам, що включають суміші кількох компонентів: емульгаторів, стабілізаторів, загущувачів. Якісний склад та співвідношення компонентів таких сумішей варіюється у широких межах і залежить від характеру продукту, його призначення, технології вироблення, умов зберігання, способу реалізації тощо. До складу таких сумішей входять стабілізовані хлоридом калію карагенани, а також камеді гуару, ксантану, тара, ріжкового дерева. Можна також виділити групу продуктів, до складу яких крім гідроколоїдів входять такі функціональні добавки як фосфати, аскорбіати, цукориди.

Ферменти (ензими) – органічні каталізатори білкової природи. Вони забезпечують послідовність і взаємозв'язок багатьох складних біохімічних перетворень у клітинах живих організмів. Для їх вироблення використовують переважно певні види мікроорганізмів – бактерії, цвілеві гриби, дріжджі і т. ін., які у процесі життєдіяльності синтезують певні ферменти. Виділені з клітин спеціальними методами, вони зберігають свої каталітичні властивості і можуть бути застосовані у харчовій промисловості. Переважна більшість таких препаратів містять окрім основного, ще декілька супутніх ферментів, хоча існують і ферментні препарати, до складу яких входить який-небудь один фермент. Також ферменти класифікують за походженням. *Ферменти тваринного походження* включають препарати, що отримують з ендокринно-ферментної сировини підшлункової залози (панкреатин, трипсин і хемотрипсин) і слизової оболонки шлунку (пепсин). *З-поміж ферментів рослинного походження* при виробленні м'ясних виробів найбільш широко використовують папаїн, фіцин і бромелаїн. *Мікробіологічні ферменти* – орішин, терізін виділяють хімічними методами з

продуктів життєдіяльності бактерій роду *Bacillus*, мікроміцетів роду *Micor*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillinus*, а також багатьох актиноміцетів. Більшість препаратів слабо впливають на нативний колаген і еластин, але активно гідролізують білки м'язових волокон.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. При виготовленні чого використовують харчові добавки?
2. Назвіть групи харчових добавок.
3. Охарактеризуйте білкові харчові добавки.
4. Охарактеризуйте полісахаридні харчові добавки.
5. Харчові волокна.
6. Охарактеризуйте барвники та регулятори кислотності.
7. Смакові добавки.
8. Ароматизатори, їх класифікація.
9. Охарактеризуйте консерванти.
10. Емульгатори та стабілізатори.
11. Ферменти, як харчові добавки, їх походження.

РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ МОРФОЛОГІЇ СВІЙСЬКИХ ТВАРИН

Тема 2.1. Основи цитології та загальної гістології

2.1.1. Будова і функції клітин

Організм тварин має декілька рівнів структурної організації: клітинний, тканинний, органний та організменний. Кожний із них має свій предмет вивчення. Перший рівень структурної організації організму тварин вивчає будову і функції клітин, другий – будову і функції тканин, третій – будову і функції систем та апаратів органів, а четвертий – об'єднує усі попередні.

Науку, яка вивчає будову і функції клітин називають цитологія. Клітини є найменшими живими структурними одиницями багатоклітинного організму. Їм притаманні всі властивості, які визначають поняття «живе». Це обмін речовин і енергії, адаптація, мінливість, ріст, розвиток, подразливість, розмноження, старіння і смерть.

Клітини поділяють на соматичні та статеві, ядерні та без'ядерні. Із соматичних клітин та їх похідних побудоване тіло (сома) тварини. Статеві клітини забезпечують репродукцію тварин. Ядерні клітини мають ядро, яке відсутнє у безядерних клітин. Тіло свійських ссавців побудовано ядерними клітинами. Тільки еритроцити крові цих тварин безядерні. Вони втрачають ядро в процесі свого розвитку.

Клітини мають різноманітну форму, що обумовлено особливостями їх будови та функції, а також положенням в організмі. Вони можуть бути кубічними, стовпчастими (циліндричними), плоскими, кулястими, веретеноподібними, пірамідними, зірчастими, багатокутними тощо (Рис. 2. 1).

Клітини бувають рухливі й нерухомі. Нерухомі клітини мають сталу форму. Вони контактують між собою, утворюючи шари клітин. Клітини здатні до активного руху змінюють свою форму.

Розміри клітин коливаються в межах – від 4 до 150 мкм. Найбільші та найменші розміри мають нервові клітини.

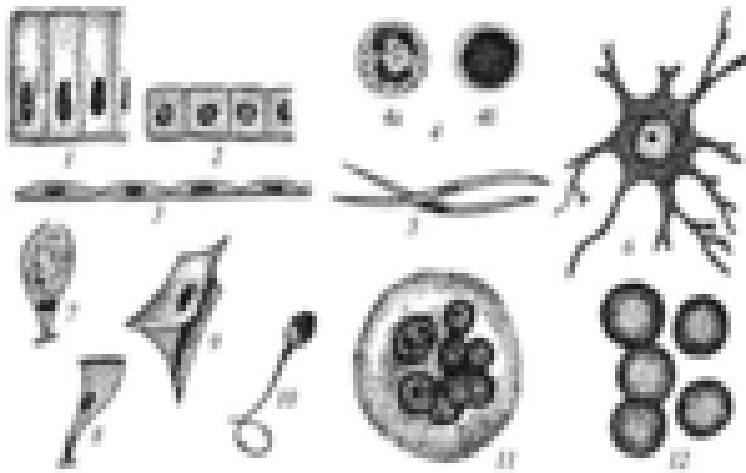


Рис. 2. 1. Схема форм клітин: 1 – стовпчаста; 2 – кубічна; 3 – плоска; 4 (а, б) – куляста; 5 – веретеноподібна; 6 – зірчаста; 7 – келихоподібна; 8 – вийчаста; 9 – крилата; 10 – джгутикоподібна; 11 – багатоядерна клітина; 12 – дископодібна

Термін життя клітин триває доби, тижні, місяці та роки.

Ядерна клітина складається з оболонки (плазмолеми), цитоплазми та ядра (Рис. 2. 2, 2. 3).

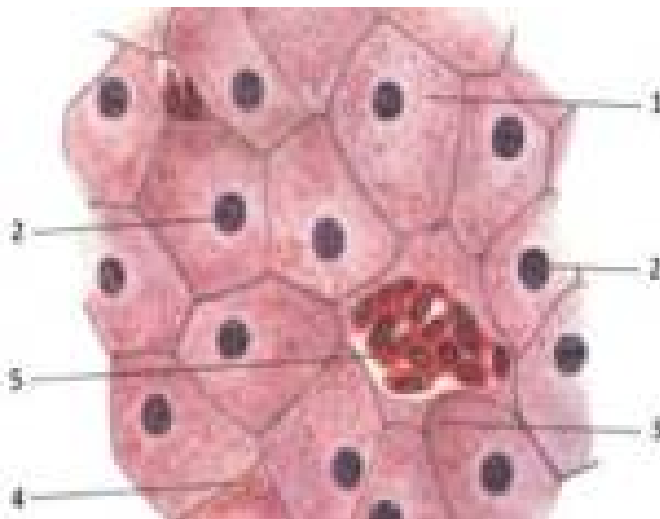


Рис. 2. 2. Клітини печінки аксолотля: 1 – клітина; 2 – ядро; 3 – цитоплазма; 4 – оболонка клітини; 5 – кровоносний капіляр з еритроцитами

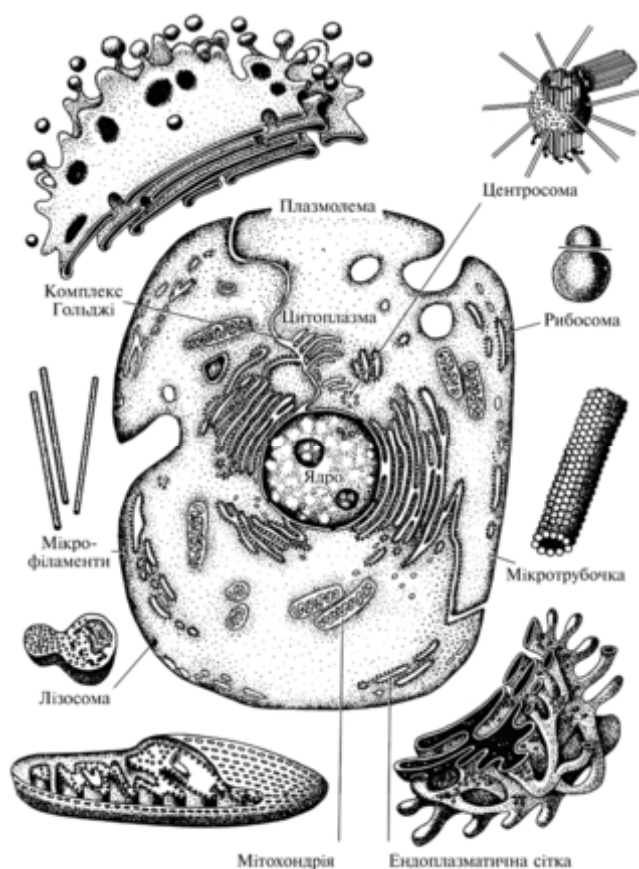


Рис. 2. 3. Схема електронномікроскопічної будови ядерної клітини

Оболонка клітини має товщину 10 нм. Її можна розглянути тільки за допомогою електронного мікроскопа (Рис. 2. 3). Вона виконує розмежувальну, рецепторну (чутливу), транспортну і рухову функції, а також бере участь у пристінному травленні (шлунок, кишечник) та формуванні клітинних контактів.

Цитоплазма клітини складається з гіалоплазми, органел і включень.

Гіалоплазма – найбільш рідка частина цитоплазми. Це колоїдна структура, яка залежно від функціонального стану може мати більш щільний або рідкий стан. У ній відбуваються біохімічні реакції, здійснюється транспорт речовин, містяться органели і включення.

Органели – складові цитоплазми, які мають тільки властиву

їм будову і виконують спеціалізовані функції, серед яких є основна (Рис. 2. 3). Більшість із них можна побачити за допомогою електронного мікроскопа. Частина органел (мітохондрії, ендоплазматична сітка, комплекс Гольджі, лізосоми, пероксисоми, рибосоми, клітинний центр, мікрофіламенти і мікротрубочки) є у всіх клітинах, а окремі (міофібрили, нейрофібрили, тонофібрили, мікроворсинки, війки і джутики) трапляються тільки в спеціалізованих клітинах та їх угрупованнях.

В органелах відбувається синтез енергії (мітохондрії), синтез білків (рибосоми, гранулярна ендоплазматична сітка), синтез вуглеводів і ліпідів (агранулярна ендоплазматична сітка), формування секреторних гранул (комплекс Гольджі), внутрішньоклітинне травлення (лізосоми) і нейтралізація токсичних речовин (пероксисоми). Клітинний центр забезпечує утворення апарату поділу клітин, а мікротрубочки і мікрофіламенти виконують в клітині опорну функцію. Функції органел, які трапляються в спеціалізованих клітинах та їх угрупованнях будуть описані при характеристиці названих структур.

Включення — непостійні складові цитоплазми, які виникають і зникають у ній у процесі життєдіяльності клітини. У цитоплазмі вони мають вигляд гранул, зерен і грудочок. Їх поділяють на трофічні (білки, жири, вуглеводи), секреторні (секрет, інкрет), пігментні (екзогенного та ендогенного походження), екскреторні (шкідливі продукти метаболізму) і вітамінні.

Ядро є складовою частиною клітини. Більшість із них мають одне ядро, але бувають двоядерні і багатоядерні клітини. Форма ядра може бути куляста, округла, паличко- і кільцеподібна та овальна. Окремі ядра сегментовані. У ядрі зберігається і функціонує спадковий матеріал та формується апарат синтезу білка.

Ядро клітини, яка перебуває не в стані поділу складається з чотирьох компонентів: оболонки, нуклеоплазми, хроматину і ядерця (Рис. 2. 4).

Оболонка ядра (нуклеолема) оточує ядро. У ній є отвори (пори) через які відбувається обмін речовин між ядром і цитоплазмою.

Нуклеоплазма (ядерний сік) – аналог гіалоплазми цитоплазми клітини. Це рідка частина ядра, в якій розміщені всі його структури.

Хроматин – це носій спадкової інформації, з якого побудовані хромосоми, які видимі в ядрі при поділі клітини. До складу хроматину входять ДНК (40%), білок (59%) і в незначній кількості РНК (1%).

Ядерце – найщільніша структура ядра округлої форми. У ньому відбувається формування апарату синтезу білка (рибосомна РНК, рибосоми).

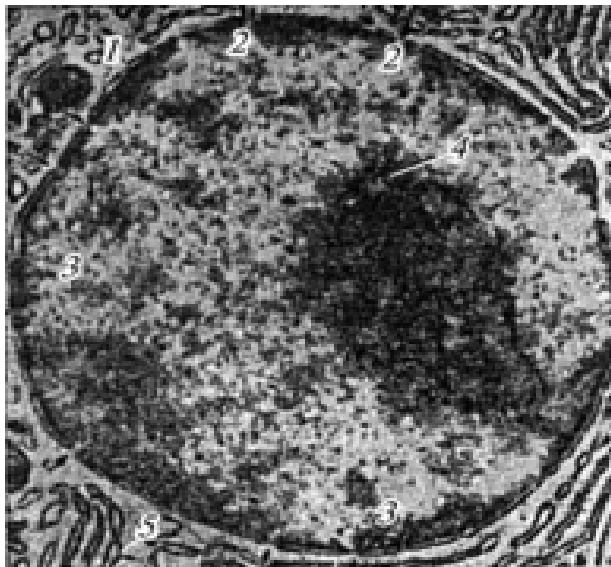


Рис. 2. 4. Ядро клітини (електронограма): 1 – оболонка ядра; 2 – пори в оболонці ядра; 3 – хроматин; 4 – ядерце; 5 – гранулярна ендоплазматична сітка в цитоплазмі

Розмноження клітин відбувається шляхом поділу вихідної клітини. Розрізняють три способи поділу клітин: мітоз, амітоз і мейоз.

Мітоз – це непрямий поділ соматичних клітин, у якому відбуваються структурні зміни в ядрі і цитоплазмі. У результаті мітозу кожна дочірня клітина отримує ту кількість спадкового матеріалу, яку мала материнська клітина.

Амітоз – прямий поділ соматичних клітин, що відбувається без морфологічної перебудови ядра й цитоплазми. Амітоз починається з поділу ядра, потім ядра і закінчується поділом цитоплазми.

Мейоз – це поділ статевих клітин у стадії їх росту й дозрівання.

Організм тварин, крім клітин побудований із неклітинних структур (похідні клітин). До них відносять симпласти (м'язові волокна), синцитії (тимчасові структури, які виникають при розвитку статевих клітин) і міжклітинну речовину (основна речовина і волокна).

Клітини та їх похідні утворюють тканини.

2.1.2. Будова і функції тканин

Розвиток, будову і функції тканин тваринного організму вивчає наука – загальна гістологія. Тканина – це система (сукупність) клітин та їх похідних, що об'єднані спільністю походження, будови та функцій. Таким чином, тканина складається з клітин та їх похідних – міжклітинної речовини. Остання утворена основною речовиною і волокнами. Виділяють 4 типи тканин: епітеліальну, сполучну, м'язову і нервову. Під впливом різних факторів тканини руйнуються, крім того частина їх клітин завершує свій життєвий цикл і відмирає. Поновлення тканин називається регенерацією, яка відбувається за рахунок стовбурових клітин. Останніх немає у нервовій тканині. Із тканин побудовані органи.

2.1.2.1. Епітеліальна тканина

Епітеліальна тканина (епітелій) займає в організмі переважно пограничне положення і виконує захисну, обмінну і секреторну функції. Вона містить дуже мало міжклітинної речовини і її клітини, епітеліоцити, щільно контактують між

собою, формуючи пласт (Рис. 2. 5). В епітеліоцитах, крім загальних органел, містяться спеціальні – тонофібрили. У пласті епітеліоцитів відсутні кровоносні та лімфатичні судини, але є велика кількість нервових закінчень. Пласт розміщується на базальній мембрані. За розташуванням і функціональними особливостями епітелії поділяють на поверхневий і залозистий.

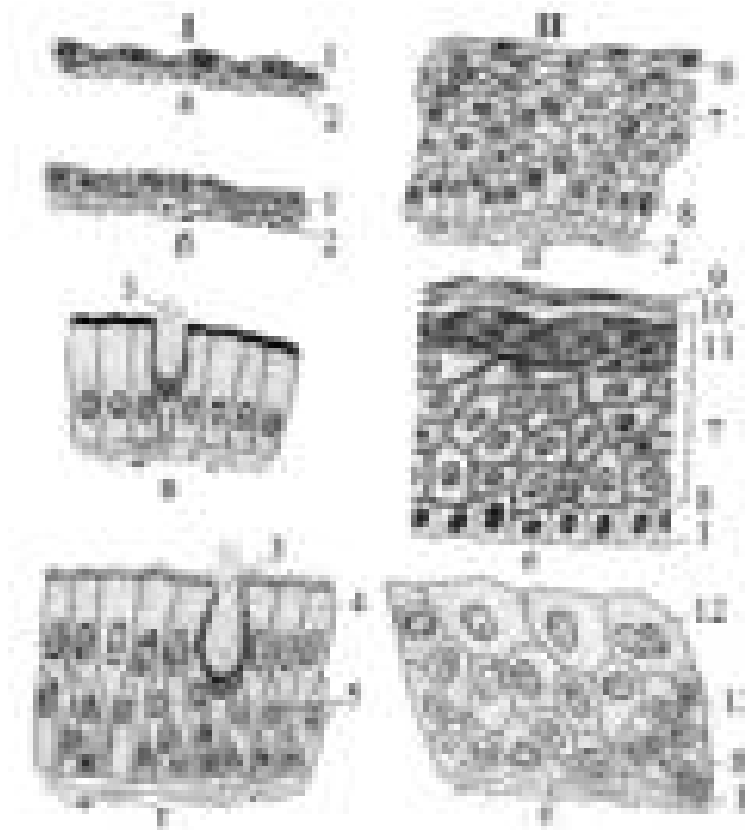


Рис. 2. 5. Поверхневий епітелій: I – простий (а – плоский, б – кубічний, в – циліндричний, г – псевдобагатошаровий війчастий); II – багатошаровий (д – плоский незроговілий, е – плоский зроговілий, є – перехідний) епітелій; 1 – базальна мембрана; 2 – сполучна тканина; 3 – келихоподібна клітина; 4 – війчаста клітина; 5 – вставні клітини; 6 – шар плоских клітин; 7 – остистий шар; 8 – базальний шар; 9 – роговий шар; 10 – блискучий шар; 11 – зернистий шар; 12 – поверхневий шар; 13 – проміжний шар

Поверхневий епітелій вкриває шкіру, слизові та серозні оболонки. Його основні функції – це захисна та обмінна. Епітеліоцити поверхневого епітелію розташовані в один або декілька шарів. У зв'язку з цим, розрізняють простий (одношаровий) і багатошаровий епітелій (Рис. 2. 5). Всі клітини простого епітелію контактують з базальною мембраною і можуть мати плоску, кубічну або стовпчасту (циліндричну) форму. Тому розрізняють простий плоский, простий кубічний та простий стовпчастий (циліндричний) епітелій. У багатошаровому епітелії з базальною мембраною контактують клітини тільки найглибшого шару, базального. Багатошаровий епітелій є плоский зроговілий, плоский незроговілий і перехідний. У багатошаровому зроговілому епітелії виділяють базальний, остистий, зернистий, блискучий і роговий шари. Багатошаровий незроговілий епітелій має базальний, остистий і поверхневий шари, а перехідний – базальний, проміжний і поверхневий.

Залозистий епітелій утворює залози, які поділять на екзокринні, ендокринні та мішані. Вони можуть бути багатоклітинними і формувати окремі органи та одноклітинними. Останні переважно розташовані в слизових оболонках.

Екзокринні залози (сальні, потові, молочні, шлункові, печінка, слинні тощо) продукують секрети, які протоками виділяються на поверхню шкіри (піт, шкірне сало, молоко) або в порожнини органів (шлунковий сік, жовч тощо). У цих залозах виділяють секреторні відділи і протоки (Рис. 2. 6.). Секреторні відділи можуть мати вигляд трубочок або мішечків (альвеол). З них беруть початок вивідні протоки, які формують головну (основну) протоку.

Ендокринні залози (щитоподібна, прищитоподібна, надниркові, гіпофіз, епіфіз тощо) не мають вивідних проток. Вони продукують інкрети (гормони), що надходять безпосередньо в кров або лімфу.

Мішані залози (підшлункова, статеві тощо) виконанують екзокринні та ендокринні функції.

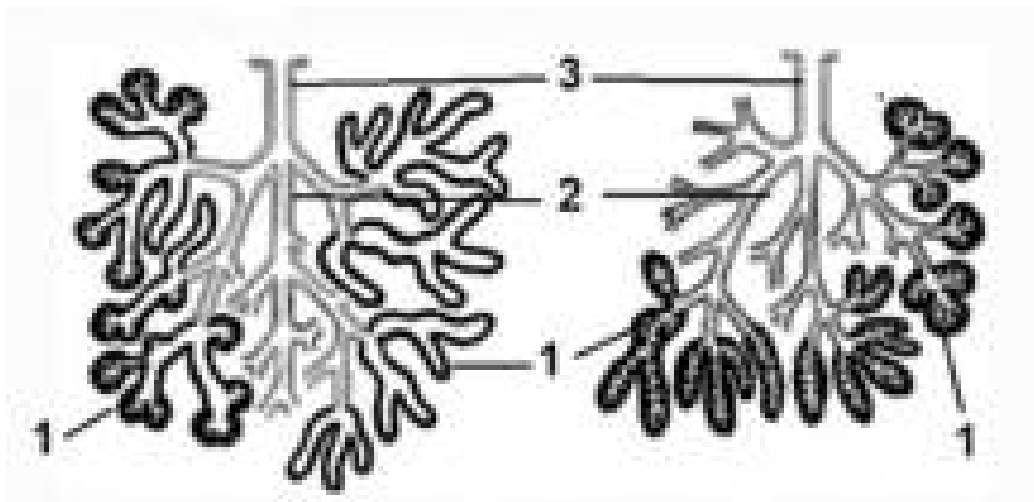


Рис. 2. 6. Схема будови екзокринних залоз: 1 – секреторні відділи; 2 – вивідні протоки; 3 – головна протока

Клітини залозистого епітелію називають *гланулоцити*. У них дуже добре розвинені синтезуючі органели і є багато секреторних включень. Поодинокі гланулоцити знаходяться в епітелії шкіри, слизових і серозних оболонок.

2.1.2.2. Сполучна тканина

Сполучна тканина найбільш поширена в організмі тварин і має багато різновидів. Вони мають різний клітинний склад, містить багато міжклітинної речовини і характеризується неоднаковими фізико-хімічними властивостями. Незважаючи на це всі різновиди сполучної тканини мають єдине джерело розвитку і виконують захисну, трофічну та опорну функції.

До складу сполучної тканини входять кров, лімфа, пухка і щільна волокнисті тканини, скелетна тканина і тканини із спеціальними властивостями.

Кров – це рідка сполучна тканина червоного кольору, яка заповнює кровоносні судини (Рис. 2. 7). Вона становить 7–10 % маси тіла тварин. Основними функціями крові є: транспортна (транспорт до тканин і органів поживних речовин, інкретів,

Оксигену та відведення від них продуктів обміну речовин) і захисна (імунітет).

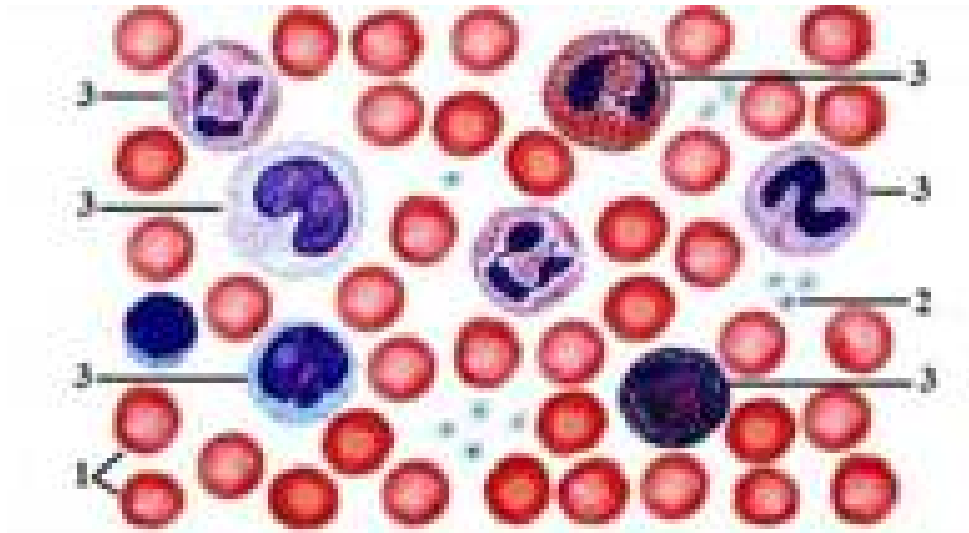


Рис. 2. 7. Клітини крові риби: 1 – еритроцити; 2 – лейкоцити; 3 – тромбоцит

Кров складається з плазми і клітин. Плазма – це рідка міжклітинна речовина крові блідо-жовтого кольору. Вона займає 55–60 % об'єму крові, складається з води (90–93 %) і сухого залишку (7–10 %). Останній сформований білками, жирами, вуглеводами, мінеральними речовинами тощо. Серед клітин крові виділяють еритроцити, лейкоцити і кров'яні пластинки (тромбоцити) (Рис. 2. 7). Зрілі клітини крові не здатні до розмноження.

Еритроцити – червоні клітини крові. Вони не здатні до активного руху. Більшість із них у ссавців мають форму двовігнутого диску і не містять ядра. У птахів, плазунів, амфібій, риб еритроцити мають овальну форму і функціонально неактивне ядро. Цитоплазма еритроцитів не має органел. Вона утворена колоїдом, що містить гемоглобін. Здатність останнього легко приєднувати Оксиген забезпечує основну функцію еритроцитів – транспорт Оксигену. Еритроцитів найбільше в крові, завдяки чому вона має червоний колір. Термін життя цих

клітин складає 80–120 діб. Утворюються еритроцити у червоному кістковому мозку.

Лейкоцити – це ядерні, безбарвні клітини, які здатні до активного руху. Їх значно менше ніж еритроцитів. У крові вони перебувають від декількох годин до декількох діб. Потім мігрують через стінку капілярів в оточуючі їх тканини, де виконують захисну функцію. Ці клітини здатні поглинати і нейтралізувати все чужорідне (збудники хвороб, продукти запалення, тощо), звільняючи від нього організм. Тобто вони забезпечують імунітет. Лейкоцити представлені багатьма різновидами. Залежно від особливостей їх будови, розрізняють гранулоцити (еозинофіли, базофіли і нейтрофіли) і агранулоцити (моноцити і лімфоцити). Співвідношення окремих різновидів лейкоцитів у мазках крові називають лейкоцитарною формулою. Розвиток лейкоцитів відбувається у червоному кістковому мозку і тимусі, а у птахів ще й у клоакальній сумці.

Тромбоцити теж виконують захисну функцію. У ссавців їх називають кров'яні пластинки. Вони беруть участь у формуванні тромбів, які закривають пошкоджені ділянки кровоносних судин, внаслідок чого припиняється кровотеча.

Лімфа – це рідка сполучна тканина жовтуватого кольору, яка заповнює лімфатичні судини і складається з плазми та клітин. Плазма лімфи за складом подібна до плазми крові. Переважна більшість клітин лімфи – це лімфоцити.

Пухка волокниста сполучна тканина – одна з найпоширеніших тканин організму. Вона супроводжує кровоносні й лімфатичні судини, нерви, формує сполучнотканинну строму багатьох органів. Утворена тканина клітинами і міжклітинною речовиною. До складу останньої входять основна речовина і волокна. Основна речовина в міжклітинній речовині цієї тканини займає значно більший об'єм, ніж волокна. Пухка волокниста сполучна тканина виконує три основні функції – трофічну, опорну та захисну функції. Вона також заміщає дефекти, які можуть виникати в органах.

До клітин пухкої волокнистої сполучної тканини належать фібробласти, гістіоцити, перицити, плазмоцити, тучні клітини,

адипоцити, пігментні клітини, а також лейкоцити, що мігрують з крові (Рис. 2.8).

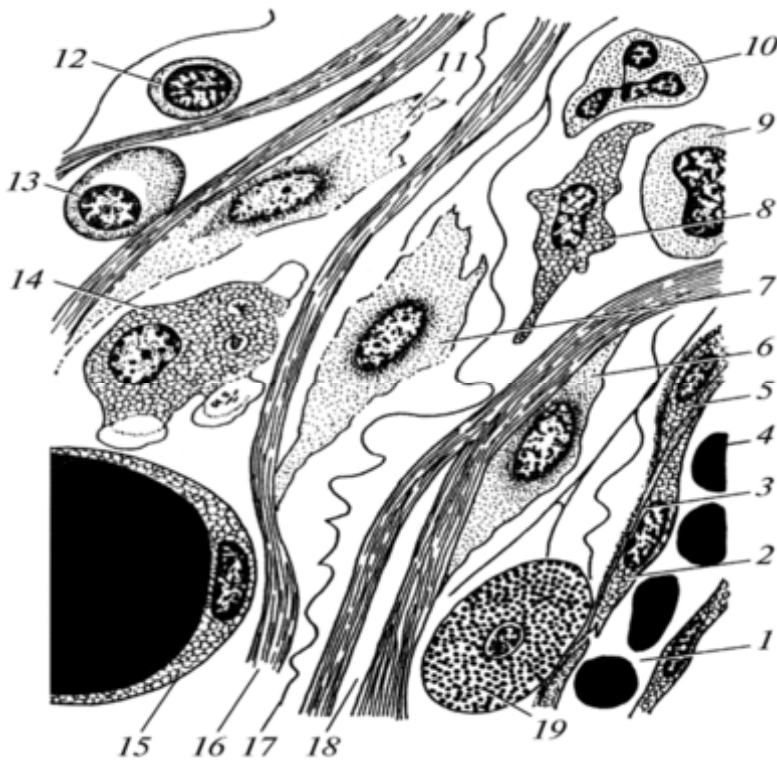


Рис. 2. 8. Пухка волокниста сполучна тканина (схема): 1 – кровоносний капіляр; 2 – ендотелій; 3 – базальна мембрана; 4 – еритроцит; 5 – перицит; 6 – фіброцит; 7 – фібробласт; 8 – гістіоцит; 9 – моноцит; 10 – нейтрофіл; 11 – ретикулоцит; 12 – лімфоцит; 13 – плазмоцит; 14 – макрофаг; 15 – жирова клітина; 16 – пучок колагенових волокон; 17 – еластичне волокно; 18 – основна речовина; 19 – тучна клітина

Фібробласти – найчисленніші клітини цієї тканини. Вони синтезують і виділяють складові частини міжклітинної речовини (фібрилярні білки та глікозаміноглікани). Молоді форми цих клітин називають юними фібробластами. Вони мають округлу або веретеноподібну форму. В їх цитоплазмі багато рибосом, інші органели розвинені слабо. Ці клітини здатні до мітозу. Для них властивий низький рівень синтезу і секреції складових

міжклітинної речовини. Зрілі фібробласти – це великі (30–40 мкм), плоскі клітини з відростками, які здатні до активного руху. Вони мають велике ядро, у якому може бути 1–2 ядерця. Периферійна частина їхньої цитоплазми слабо забарвлюється барвниками і не має чітких меж. У цитоплазмі є всі органели загального призначення, особливо добре розвинені гранулярна ендоплазматична сітка і комплекс Гольджі. Кінцевою формою розвитку фібробластів є фіброцити. Це веретеноподібні, не здатні до поділу клітини, з різко зниженою синтетичною активністю, які оточені волокнами міжклітинної речовини.

Фібробласти можуть перетворюватися на міофібробласти. Останні подібні до гладких м'язових клітин, але в їх цитоплазмі добре розвинена гранулярна ендоплазматична сітка. Міофібробластів багато є у грануляційній тканині, яка заповнює дефекти, спричинені ранами.

Перицити (адвентиційні клітини) розміщені біля кровоносних судин. Це видовжені клітини з відростками та овальним ядром. У їх цитоплазмі мало органел. Вони здатні до поділу і диференціації в інші клітини (фібробласти, тучні клітини, адипоцити).

Плазмоцити є ефektorними клітинами В-лімфоцитів. Вони мають невеликі розміри (7–10 мкм), округлу або багатокутну форму. В їхньому ядрі, яке розташоване ексцентрично, міститься переважно конденсований хроматин, грудочки якого утворюють характерний рисунок – колеса зі спицями або цифри на циферблаті годинника.

В цитоплазмі плазмоцитів добре розвинена гранулярна ендоплазматична сітка, що розміщена концентрично і займає більшу частину клітини та комплекс Гольджі. Елементи останнього оточують центріолі і розміщені поблизу ядра у так званій світлій зоні (частина цитоплазми, яка зафарбовується менш інтенсивно). Плазмоцити продукують імуноглобуліни, які через лімфу потрапляють у кров і забезпечують гуморальний імунітет.

Тучні клітини (тканинні базофіли, лаброцити) – клітини, в цитоплазмі яких є багато гранул, подібних до таких базофілів крові. Багато цих клітин знаходяться у сполучній тканині шкіри, у стінках органів травного каналу, матки і дихальних шляхів. Часто вони виявляються поблизу дрібних кровоносних судин печінки, молочної залози, нирок, ендокринних залоз та інших органів. Мітотична активність цих клітин низька. Тканинні базофіли мають кулясту або овальну форму і невеликі відростки. Їх розміри коливаються у широких межах – від 10 до 100 мкм. Ядро клітин невелике, кулястої форми. У цитоплазмі виявляються слабо розвинені органели загального призначення і, як відмічено вище, багато гранул, розміром 0,3–1,0 мкм. Гранули оточені мембраною, фарбуються базофільно і метакроматично. В них містяться багато речовин, які мають важливе фізіологічне значення. Серед них найбільш поширені гепарин і гістамін. Гепарин входить до складу сульфатованих глікозаміногліканів. Він запобігає згортанню крові. При дегрануляції він потрапляє у міжклітинну речовину, знижує її проникність, проявляє протизапальну дію, є антикоагулянтном. Гістамін утворюється із амінокислоти гістидину за участю ферменту гістидиндекарбоксилази. Останній є маркерним ферментом тканинних базофілів. Гістамін визиває розширення дрібних кровоносних судин (венули, артеріоли, капіляри) і підвищує проникність їх стінки. Завдяки цьому плазма крові виходить за межі цих судин. Внаслідок цього у сполучній тканині шкіри, під епідермісом, утворюються пухирці (кропивниця). Тканинні базофіли беруть участь у розвитку імунних реакцій, які перебігають за типом алергії та анафілаксії. Вони мають рецептори до специфічних антитіл, які є імуноглобулінами класу E і зв'язують їх. При повторному попаданні в організм антигену, утворюється комплекс антиген – антитіло, який призводить до вивільнення гістаміну із гранул. Інактивує гістамін фермент гістаміназа, який знаходиться у гранулах еозинофілів. При розвитку вищеназваних реакцій еозинофіли мігрують у місця їх проходження.

Адипоцити (жирові клітини) – це клітини, здатні накопичувати в своїй цитоплазмі резервний жир. Вони мають кулясту форму і їхні розміри залежать від кількості накопиченого жиру (Рис. 2. 9).

Незрілі адипоцити містять округле, центрально розміщене ядро, всі органели загального призначення, особливо добре розвинену агранулярну ендоплазматичну сітку та включення жиру у вигляді маленьких крапель.

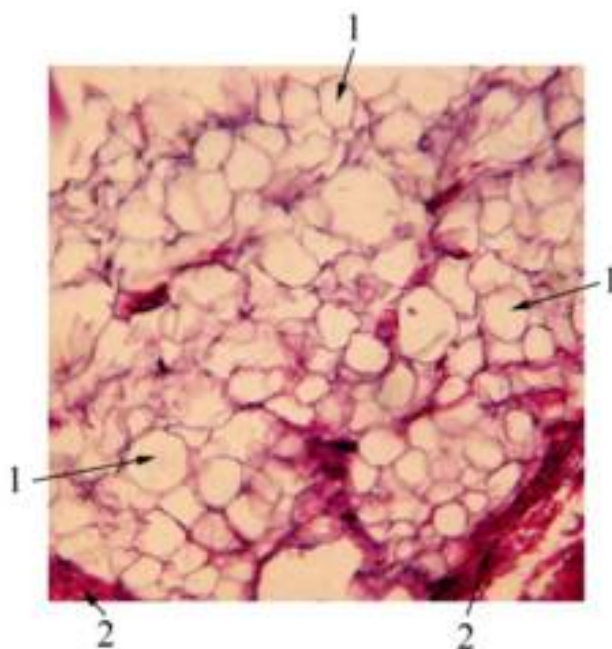
Зрілі адипоцити, діаметром до 120 мкм містять одну велику краплю жиру, яка розтягує клітини, зміщуючи при цьому ядро й цитоплазму до плазмолемі. Унаслідок цього клітини на поперечному зрізі мають вигляд перстня. Розташовані адипоцити поодиночки або групами. Їх скупчення утворюють **жирову тканину**. Багато жирової тканини міститься в підшкірній основі, м'язах, сальниках і навколо нирок.

Пігментні клітини в сполучній тканині свійських ссавців трапляються рідко. Вони згруповані переважно в судинній оболонці очного яблука та окремих ділянках шкіри (вим'я, мошонка), де утворюють пігментну тканину. Пігментні клітини мають зірчасту або веретеноподібну форму і зерна пігменту (меланін) в цитоплазмі. Одні з цих клітин здатні синтезувати й накопичувати пігмент, інші – лише накопичувати його.

Гістіоцити – це макрофаги пухкої волокнистої сполучної тканини. У неактивному стані вони мають веретеноподібну чи овальну форму. Для них властиве невелике ядро, яке містить багато гетерохроматину. З органел у їхній цитоплазмі є багато лізосом. У разі проникнення в сполучну тканину сторонніх речовин (мікроорганізми, продукти запалення та ін.), гістіоцити активуються. При цьому змінюється їхня форма. Вони утворюють псевдоподії і стають здатними до амебоїдних рухів і фагоцитозу. В їхній цитоплазмі з'являються фагосоми і піноцитозні пухирці. Таким чином гістіоцити забезпечують захисну функцію пухкої волокнистої сполучної тканини.

Лейкоцити мають характерну для них будову.

Міжклітинна речовина пухкої волокнистої сполучної тканини добре розвинена. Її складові утворюються клітинами



А



Б

Рис. 2. 9. Жирова тканина: А – у фарші: 1 – адипоцити; 2 – пухка волокниста сполучна тканина. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$. Б – у м'язах (жирова тканина помаранчевого кольору, м'язові волокна показані стрілками). Судан III і судан IV. Ок. $\times 15$, об. $\times 9$ (Препарати Хомича В. Т., Усенко С. І.)

пухкої волокнистої сполучної тканини і плазмою крові, яка виходить через стінку судин мікроциркуляторного кровоносного русла. Через міжклітинну речовину здійснюється обмін речовин між клітинами, між клітинами і кров'ю та лімфою. У ній відбувається рух клітин, транспорт багатьох речовин, утворення волокон та їх перебудова. У міжклітинній речовині знаходяться чутливі нервові закінчення.

Міжклітинна речовина складається із основної речовини і волокон. Основна речовина – це колоїд, який має непостійну в'язкість та хімічний склад. До її складу входять вода (тканинна рідина), мінеральні речовини, білки, ліпіди і вуглеводи.

Волокна міжклітинної речовини пухкої волокнистої сполучної тканини поділяють на колагенові, еластичні та ретикулярні.

Колагенові волокна мають вигляд хвилястих, спірально покручених або плоских тяжів завтовшки 1–10 мкм. Вони утворюють відповідні за формою пучки завтовшки 150 мкм. Колагенові волокна не галузяться і не анастомозують між собою. Вони містять до 65% води і здатні притягати її як у складі організму так і поза його межами (набрякати). У складі організму вони є своєрідними депо води. Колагенові волокна легко руйнуються кислотами, лугами та протеолітичними ферментами. При варінні вони утворюють клей (кола), який і дав їм назву. Колагенові волокна мають низьку пружність і високу міцність. Завдяки останній вони забезпечують міцність структур, які вони утворюють. Міцність колагенових волокон зумовлена особливостями їх структурної організації. Колагенове волокно утворене пучками фібрил, які з'єднані глікозаміногліканами і глікопротеїдами. Товщина фібрил становить 50–100 нм. Для них характерна поперечна смугастість. Фібрили утворені мікрофібрилами завтовшки 10 нм. Останні побудовані із протофібрил, які утворені молекулами білка тропоколагену. У свою чергу, тропоколаген утворений попередником колагену – проколагеном. Усі складові колагенових волокон (колаген, глікозаміноглікани, глікопротеїди) синтезують фібробласти. Вони виділяють їх у

міжклітинну речовину де і відбувається формування волокон. У гістопрепаратах колагенові волокна фарбуються оксифільно.

Еластичні волокна мають жовтуватий колір і товщину від 0,3 до 10–18 мкм. Вони не утворюють пучків, галузяться і анастомозують між собою. Містять менше води ніж колагенові волокна (47%), стійкі до кип'ятіння, дії лугів, кислот, і гниття. Для них властива висока еластичність і невисока міцність. Вони забезпечують пружні (амортизаційні) властивості структур, які вони утворюють.

Еластичне волокно утворене білком еластином і мікрофібрилами. Еластин знаходиться в центрі волокна, а мікрофібрили – на периферії. Мікрофібрили утворені глікопротеїдами. Вони з'єднані поліцукридами і утворюють своєрідний футляр навколо еластину. Складові еластичних волокон синтезуються у фібробластах. Вони виділяються за межі клітин де і відбувається формування волокон. Еластичні волокна погано фарбуються барвниками, які використовуються для виготовлення оглядових гістопрепаратів. Для їх виявлення використовують орсеїн або резорцин – фуксин.

Ретикулярні волокна виявляються у препаратах, імпрегнованих солями срібла. У зв'язку з цим їх ще називають аргірофільними. Вони стійкі до дії лугів і кислот. Ретикулярні волокна сформовані фібрилами, які утворені колагеном III типу. Фібрили з'єднані міжфібрилярною речовиною, до складу якої входять поліцукриди. Ретикулярні волокна порівняно з колагеновими мають меншу товщину, вони галузяться і анастомозують між собою. Складники ретикулярних волокон синтезують ретикулярні клітини, а їх формування відбувається на поверхні цих клітин.

До складу м'язів, крім скелетної м'язової тканини і пухкої волокнистої сполучної тканини, входить ще й **щільна волокниста сполучна тканина** (Рис. 2. 10).

Вона утворює сухожилки, якими починається і закінчується більшість м'язів, сухожилкові пластини, які зумовлюють перистість м'язів. Сухожилкові перетинки є в окремих м'язах. Із

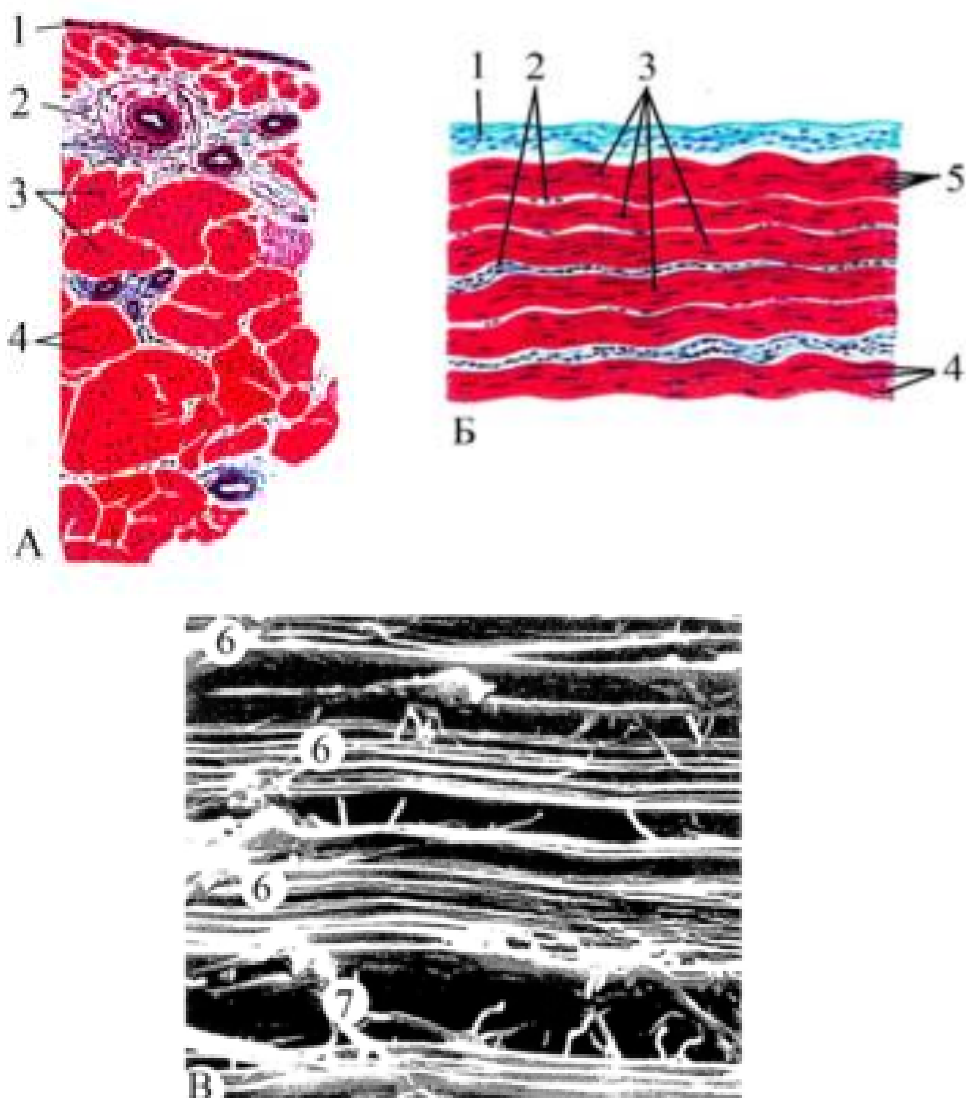


Рис. 2. 10. Щільна оформлена колагенова сполучна тканина сухожилка: А – поперечний зріз (світлова мікроскопія); Б – поздовжній зріз (світлова мікроскопія); В – електронна мікроскопія; 1 – перитеноній; 2 – ендотеноній; 3 – пучки II порядку; 4 – ядра фіброцитів; 5 – пучки I порядку; 6 – волокна; 7 – поперечні з'єднувальні волокна.

цієї тканини побудовані окремі фасції (жовта оболонка живота), зв'язки, утримувачі м'язів кінцівок тощо.

Щільна волокниста сполучна тканина як і пухка, сформована клітинами та міжклітинною речовиною. Клітини представлені фіброцитами, які є кінцевою формою розвитку фібробластів. Вони веретеноподібні, не здатні до поділу, мають низьку синтетичну активність, розташовані між волокнами. Міжклітинна речовина цієї тканини представлена основною речовиною і волокнами.

Вміст останніх значно більший вмісту основної речовини. Волокна утворюють пучки різних порядків. Між пучками першого порядку розташовані фіброцити, а між пучками інших порядків – прошарки пухкої волокнистої сполучної тканини. Волокна можуть бути колагенові та еластичні і мати різний напрямок.

Скелетна тканина виконує переважно опорну функцію, а також є депо мінеральних речовин. До її складу входять хрящова і кісткова тканини, які формують скелет.

Хрящова тканина міцна і пружна. Її міжклітинна речовина містить багато води (60–80 %). Клітини цієї тканини – це хондробласти і хондроцити, які знатні до поділу. Хондроцити розташовуються поодинокі та групами в лакунах (порожнини) (Рис. 2. 11). Групи хондроцитів називають ізогенними.

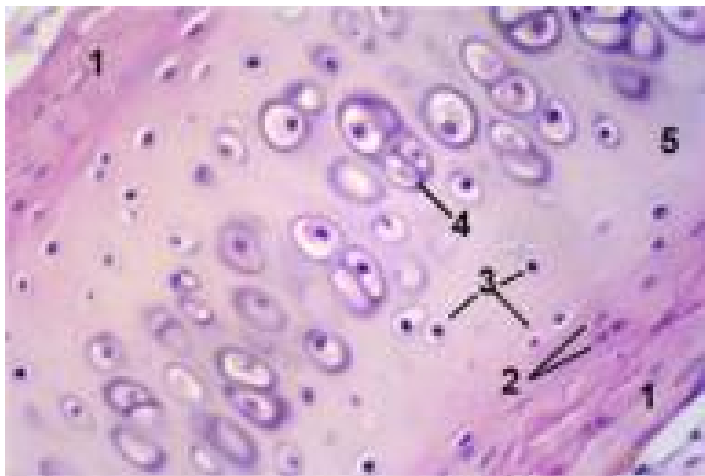


Рис. 2. 11. Гіалінова хрящова тканина: 1 – охрястя; 2 – хондробласти; 3 – хондроцити; 4 – міжклітинна речовина; 5 – ізогенна група хондроцитів

Міжклітинна речовина утворена основною речовиною і колагеновими або еластичними волокнами. Залежно від особливостей будови міжклітинної речовини хрящову тканину поділяють на гіалінову, еластичну і волокнисту, які формують відповідні хрящі. У хрящовій тканині відсутні кровоносні та лімфатичні судини. Вони розташовані в охрясті, яке вкриває зовні хрящову тканину. Із збільшенням віку тварин може відбуватись мінералізація хрящової тканини.

Кісткова тканина міцна і тверда. Складові міжклітинної речовини містять багато мінеральних речовин. Клітини цієї тканини – це остеобласти, остецити і остеокласти (Рис. 2. 12),

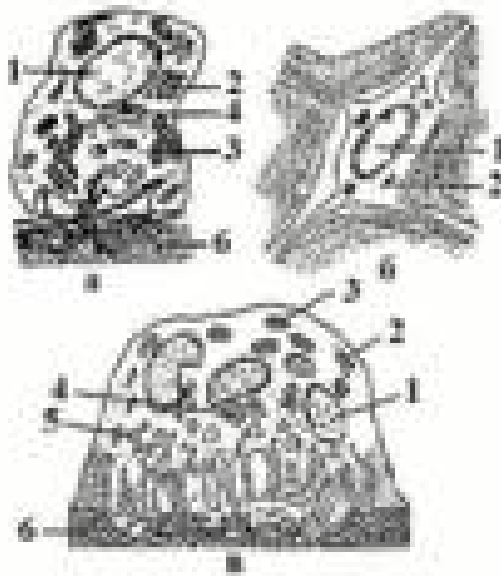


Рис. 2. 12. Клітини кісткової тканини: а – остеобласт; б – остецит; в – остеокласт; 1 – ядро; 2 – гранулярна ендоплазматична сітка; 3 – мітохондрії; 4 – комплекс Гольджі; 5 – лізосоми; 6 – міжклітинна речовина кістки

які не здатні до поділу. Остеокласти – це спеціалізовані макрофаги кісткової тканини. Міжклітинна речовина кісткової тканини утворена мінералізованими колагеновими волокнами та основною речовиною. Залежно від розташування колагенових волокон розрізняють грубоволокнисту і пластинчасту кісткову

тканину. Зовні кісткова тканина вкрита окістям, у якому є попередники клітин цієї тканини – остеогенні. У кістковій тканині є кровоносні судини.

2.1.2.3. М'язова тканина

Характерною особливістю м'язової тканини є здатність її до скорочення. Завдяки цій особливості вона здійснює рухові процеси всередині організму (рух крові та лімфи, скорочення серця, транспортування вмісту органів травлення тощо), а також переміщення організму або його частин у просторі.

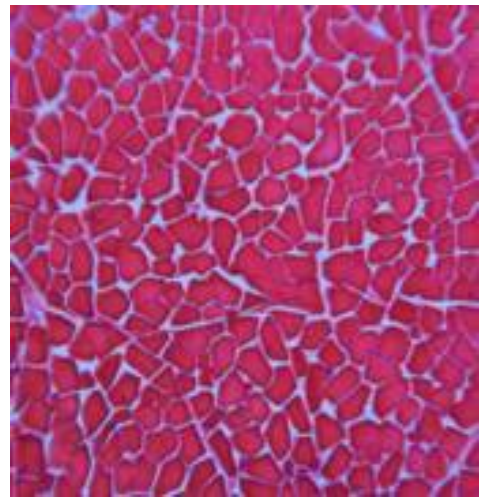
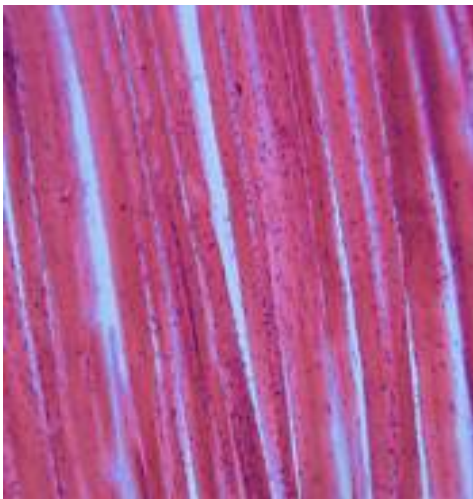
М'язову тканину поділяють на поперечно-посмуговану і гладку. До складу поперечно-посмугової м'язової тканини входять скелетна і серцева. У останній виділяють скоротливу і провідну.

Поперечно-посмугована м'язова тканина характеризується тим, що її структурно-функціональні елементи мають видимі під світловим мікроскопом, по чергово розміщені у поперечному напрямку, темні і світлі смужки.

Із **скелетної м'язової тканини** побудовані скелетні м'язи, які є активною частиною апарату руху і основною складовою м'яса.

До складу скелетної м'язової тканини входять м'язові волокна і пухка та щільна волокниста сполучна тканина (описані вище). Перша складова в кількісному відношенні значно більша другої.

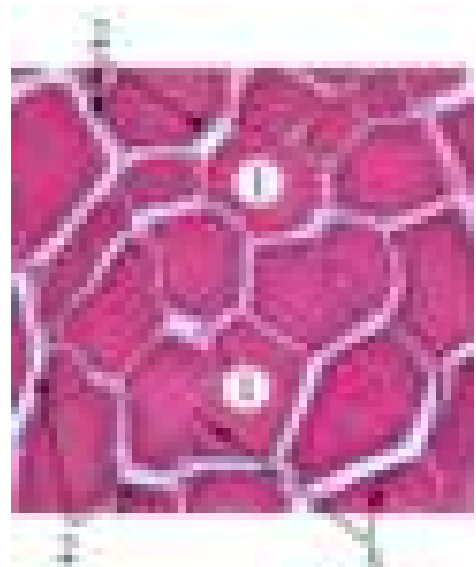
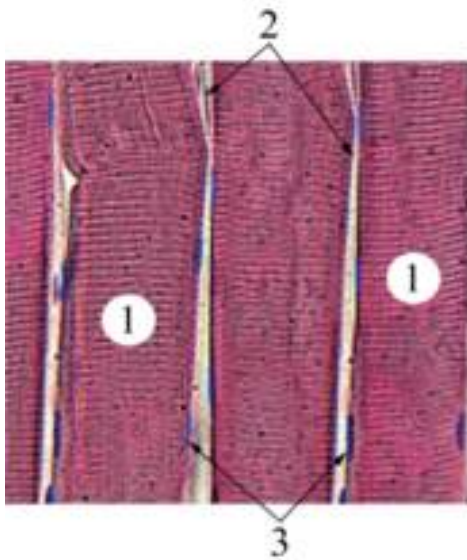
М'язові волокна – це симпластичні структури циліндричної форми із заокругленими або скошеними чи зазубреними кінцями. Їх довжина коливається від 0,1 до 15 см, а ширина – від 15 до 150 мкм (Рис. 2. 13, 2. 14). М'язове волокно складається із численних ядер, саркоплазми (цитоплазми), і сарколеми (оболонки).



А

Б

Рис. 2. 13. М'язові волокна на повздовжньому (А) і поперечному зрізах (Б) за малого збільшення мікроскопа. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 4$ (Препарати Хомича В. Т., Усенко С. І.)



А

Б

Рис. 2. 14. М'язові волокна на повздовжньому (А) і поперечному зрізах (Б) за великого збільшення мікроскопа: 1 – м'язове волокно; 2 – ендомізій; 3 – ядра м'язових волокон. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 40$ (Препарати Хомича В. Т., Усенко С. І.)

Ядра розміщені на периферії волокна безпосередньо під сарколемою. Їх може бути від кількох десятків до кількох сотень або тисяч. Вони мають видовжено-овальну форму, яка при скороченні змінюється. До складу ядер входять оболонка (нуклеолема), нуклеоплазма (ядерний сік), хроматин і добре виражене ядерце.

Саркоплазма утворена гіалоплазмою, органелами загального і спеціального призначення та включеннями.

Гіалоплазма – це найрідша частина саркоплазми. За хімічною будовою вона є колоїдом. У ній розміщені ядро, органели і включення.

До органел загального призначення входять мітохондрії, ендоплазматична сітка, лізосоми, рибосоми, пероксисоми і комплекс Гольджі. Серед них надзвичайно добре розвинені мітохондрії і агранулярна ендоплазматична сітка, що пов'язано з їх функціями.

Так, в мітохондріях утворюється енергія, яка необхідна для скорочення м'язових волокон, а в агранулярній ендоплазматичній сітці депонуються іони кальцію, які необхідні для цього процесу. Вона представлена з'єднаними між собою трубочками і цистернами, які оточують міофібрили, а навколо саркомерів формують своєрідні манжетки. Порожнини останніх, сусідніх саркомерів, сполучаються між собою. Кожні дві сусідні цистерни манжеток з'єднані поперечною трубочкою (Т-трубочка) і утворюють тріади. Т-трубочки – це система вузьких каналців, які утворені впинаннями плазмолем м'язового волокна у саркоплазму. По Т-трубочкам нервовий імпульс з плазмолем досягає елементів агранулярної ендоплазматичної сітки (Рис. 2. 15).

Органели спеціального призначення – це міофібрили. Вони займають центральну частину саркоплазми і орієнтовані вздовж волокон. Їхня довжина така як м'язових волокон, а товщина становить 1–2 мкм. Міофібрили складаються з міофіламентів і мають характерну поперечну смугастість, яка зумовлена наявністю в них по чергово розміщених темних і світлих дисків.

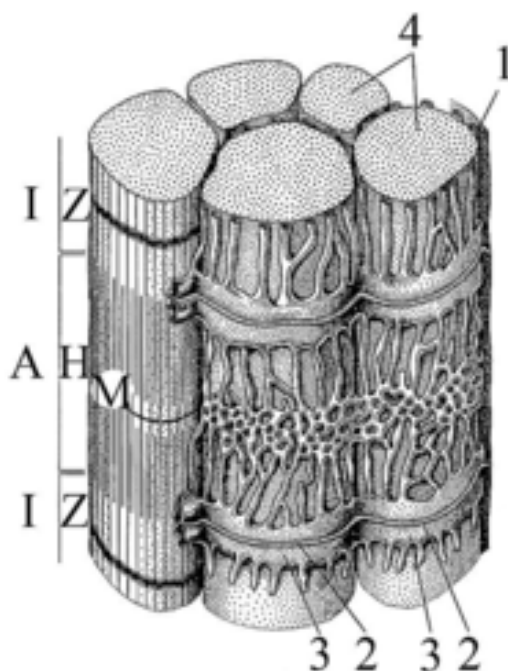


Рис 2. 15. Схема ультрамікроструктури і взаємозв'язку поперечних трубочок (Т-системи) і термінальних цистерн саркоплазматичної сітки в м'язових волокнах: І – диск; А – диск; Н – зона; М – мезофрагма; Z – телофрагма; 1 – сарколема; 2 – Т-трубочки; 3 – термінальні цистерни; 4 – міофібрили

Темні й світлі диски окремих мікрофібрил розміщені на однаковому рівні й загалом зумовлюють поперечну посмугованість м'язових волокон. Крім цього міофібрили зумовлюють також і повздовжню смугастість волокон.

Міофіламенти міофібрил є актинові та міозинові (Рис. 2.16).

Актинові міофіламенти мають товщину 7 нм. Вони являють собою подвійну спіраль, яка утворена двома ланцюжками молекул білка актину. В борознах, з обох боків від актинових ланцюжків, розташовані молекули білка тропоміозину, які прикривають молекули актину. На певних відстанях до молекул тропоміозину приєднані молекули білка тропоніну. *Міозинові міофіламенти* утворені молекулами білка міозину і мають товщину 17 нм. Кожна молекула міозину має дві голівки і хвіст. У ділянці переходу голівок у хвіст молекула

міозину може згинатись. Завдяки цьому голівки і проксимальна частина хвоста – здатні повертатись, як на шарнірі.

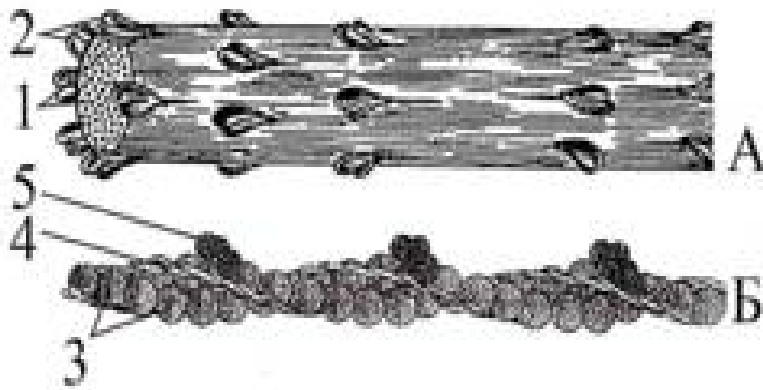


Рис. 2. 16. Схема будови міофіламентів: 1 – молекули міозину; 2 – головки молекул міозину; 3 – молекули актину; 4 – молекули тропоміозину; 5 – молекули тропоніну

Молекули міозину розташовані паралельно і формують пучок. На його периферії розташовані голівки молекул, а їх хвости утворюють середину пучка. В середній ділянці філаментів голівки відсутні. Голівки міозину розташовані по спіралі. Вони утворюють шість повздовжніх рядів. Під час скорочення відбувається взаємодія між молекулами міозину і актину міофіламент і утворюється актино-міозиновий комплекс.

Ділянки темних і світлих дисків фібрил мають різну будову та оптичні властивості (Рис. 2. 17).

Світлі диски утворені актиновими міофіламентами. Для них характерне одинарне променезаломлювання, через що їх називають ізотропними (І-диски). Посередині І-дисків знаходиться темна Z-лінія (телофрагма), до якої одним кінцем приєднуються актинові мікрофіламенти. Їх вільні кінці заходять в А-диски.

Темні диски сформовані міозиновими і частково актиновими міофіламентами. Вони мають подвійне променезаломлювання і їх називають анізотропними (А-диски).

В центрі А-дисків знаходиться світла Н-зона, а посередині неї – темна М-лінія (мезофрагма). Остання утворена тонкими волоконцями, які з'єднують середні ділянки міозинових міофіламентів, а їхні вільні протилежні кінці утворюють периферійні ділянки А-дисків. У цих ділянках між міозиновими міофіламентами розміщені й актинові. Разом вони утворюють в А-дисках зони перекриття (темні). Лише в Н-зонах А-дисків актинових міофіламентів немає. Кількість міозинових і актинових міофіламентів неоднакова. Актинових міофіламентів у два рази більше ніж міозинових. Просторове розміщення міофіламентів гексональне. На поперечному зрізі видно, що актинові міофіламенти утворюють шестикутник, в центрі якого знаходиться міозиновий міофіламент.

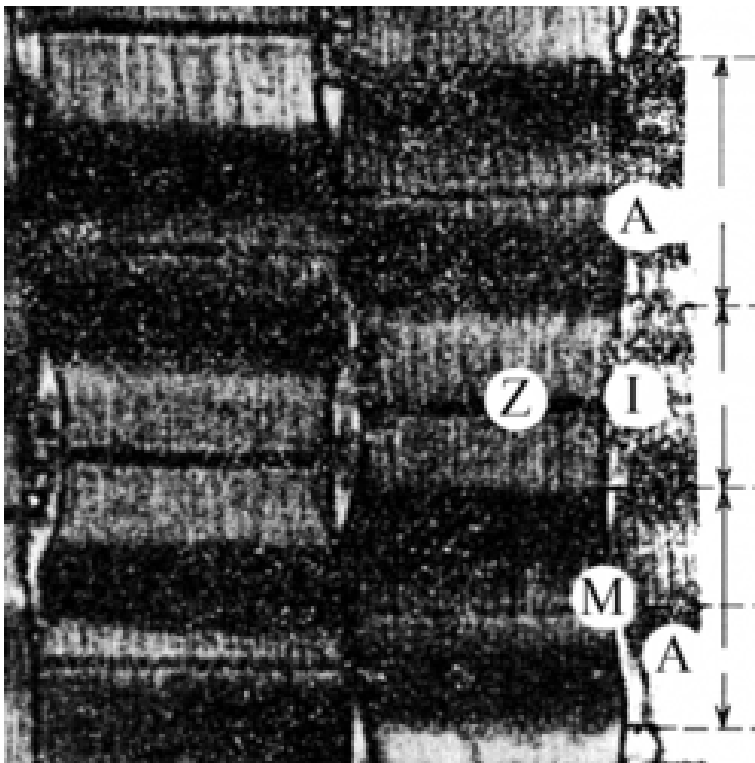


Рис. 2. 17. Будова міофібрил волокна скелетної м'язової тканини: А – анізотропний диск; І – ізотропний диск; Z – Z-лінія (телофрагма); М – М-лінія (мезофрагма). Електронна мікрофотографія (за Хакслі)

Структурною одиницею міофібрили є саркомер – ділянка міофібрили, розміщена між двома телофрагмами. Тобто саркомер включає повністю А-диск і половинки І-дисків, які прилягають до нього з протилежних кінців. Його довжина становить 2–3 мкм. При скороченні довжина саркомерів зменшується у 2 рази.

Включення представлені вуглеводами (глікоген), ліпідами й пігментним білком (міоглобін). Останній надає м'язовим волокнам і м'язам рожево-червоний колір.

Сарколема складається з двох шарів: внутрішнього – власне плазмолема і зовнішнього – базальної мембрани (Рис. 2. 18).

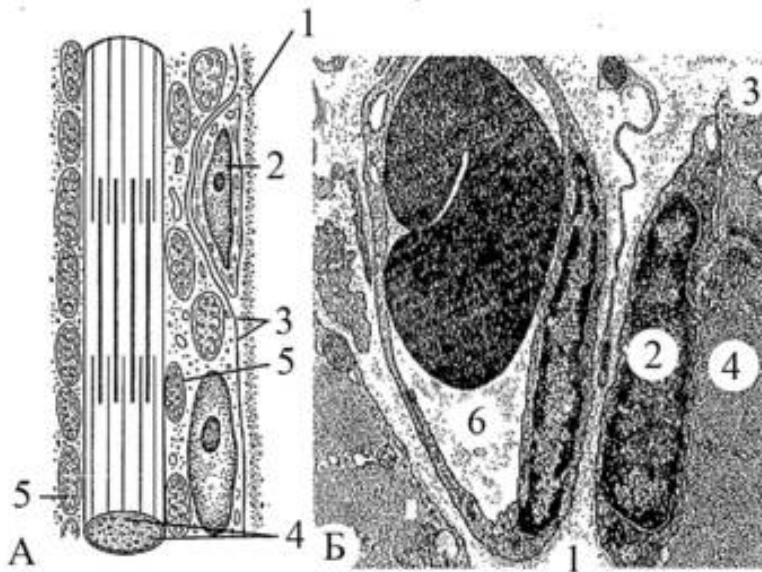


Рис. 2. 18. Будова сарколеми м'язового волокна: А – схема; Б – поперечний зріз волокна (ТЕМ); 1 – базальна мембрана; 2 – міосателіоцит; 3 – плазмолема; 4 – міофібрили; 5 – мітохондрії; 6 – гемокапіляр

Плазмолема електрично поляризована. На її внутрішній поверхні підтримується від'ємний потенціал, на зовнішній – позитивний. У вигляді поперечних трубочок (Т-трубочок) вона впирається в саркоплазму, де контактує з елементами агранулярної ендоплазматичної сітки і проводить нервові

імпульси. Базальна мембрана за допомогою ретикулярних і тонких колагенових волокон щільно з'єднується з пухкою волокнистою сполучною тканиною, що оточує м'язові волокна. Між плазмолемою і базальною мембраною знаходяться камбіальні клітини м'язових волокон – міосателітоцити. Це одноядерні клітини. Вони мають всі слабо розвинені органели загального призначення.

М'язові волокна залежно від будови та кількості пігментного білка міоглобіну поділяють на червоні, білі та проміжні. *Червоні* волокна мають незначну товщину, містять більше міоглобіну та мітохондрій, ніж білі. Вони здатні до тривалої активності. *Білі волокна* більш товсті, скорочуються швидко, однак швидко й втомлюються, оскільки не можуть отримувати достатню кількість енергії. *Проміжні волокна* займають середнє положення між червоними й білими (Рис. 2. 19).

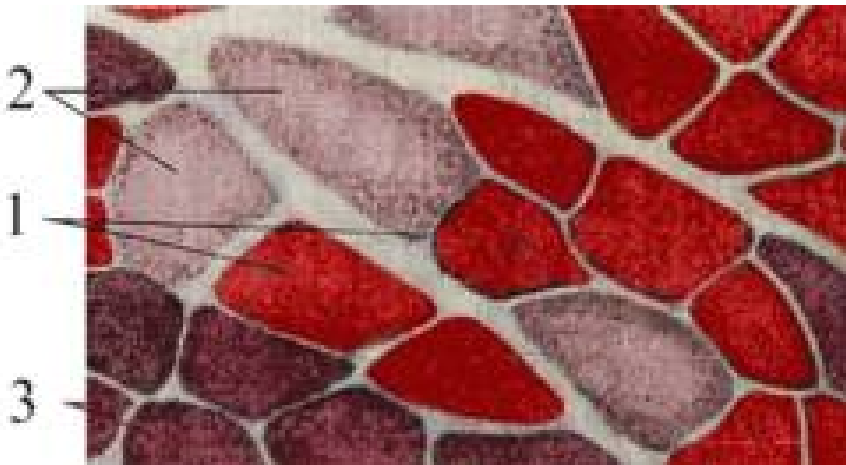


Рис. 2. 19. Типи м'язових волокон скелетної м'язової тканини (схема): 1 – червоні волокна; 2 – білі волокна; 3 – проміжні волокна

Навколо окремих м'язових волокон знаходиться *ендомізій* (Рис. 2. 14). Вони об'єднані в пучки, які оточені *перимізій*м. Пучки м'язових волокон утворюють *м'язи*, які оточує *епімізій*. Ендомізій, перимізій і епімізій – це прошарки пухкої

волокнистої сполучної тканини, в яких розміщені кровоносні і лімфатичні судини та нервові волокна. Розгалуження останніх утворюють нервові закінчення на кожному волокні. М'язи починаються і закінчуються сухожилками, які утворені щільною волокнистою сполучною тканиною.

Механізм скорочення м'язового волокна. Нервовий імпульс через нервові закінчення досягає плазмолемі м'язових волокон і викликає її деполяризацію – зміну потенціалів на її поверхнях. Хвиля деполяризації по системі Т-трубочок досягає клітинної мембрани елементів агранулярної ендоплазматичної сітки. Внаслідок цього мембрана стає проникною для іонів кальцію. Останні виходять з елементів агранулярної ендоплазматичної сітки у гіалоплазму і з'єднуються з молекулами білка тропоніну актинових міофіламентів міофібрил. При цьому молекули білка тропоміозину зсуваються і відкривають ділянки молекул білка актину, здатних взаємодіяти з голівками молекул білка міозину міозинових міофіламентів міофібрил. Голівки молекул білка міозину мають здатність зв'язувати молекули АТФ і розщеплювати їх. Унаслідок цього вивільняється енергія яка використовується на згинання голівок і приєднання їх до білка актину (утворюється актино-міозиновий комплекс), а також на просування актинових міофіламентів уздовж міозинових. При просуванні міофіламентів зони перекриття А-дисків міозинових міофіламентів збільшуються, і при сильному скороченні їх Н-зона та І-диски майже зникають (Рис. 2.20).

Актино-міозиновий комплекс нестабільний і швидко розпадається, що також супроводжується затратами енергії. При розпаданні комплексу актинові міофіламенти повертаються у попереднє положення – настає розслаблення, а іони кальцію транспортуються в елементи агранулярної ендоплазматичної сітки. Скорочення скелетної м'язової тканини і побудованих з неї м'язів довільні, швидкі та сильні. Такий тип скорочення називають тетанічним. Однак скелетна м'язова тканина швидко втомлюється і не може перебувати в стані скорочення впродовж тривалого часу.

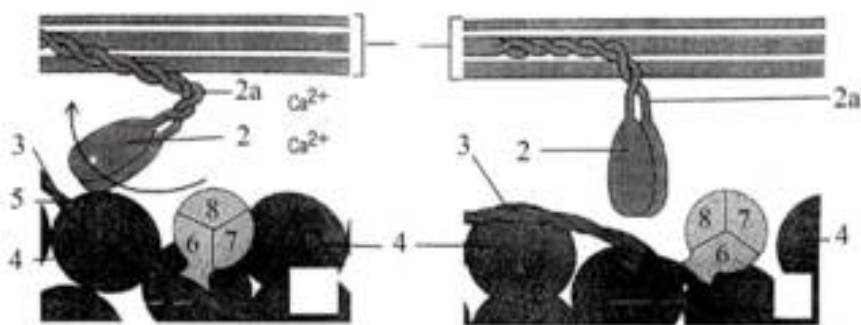


Рис. 2. 20. Схеми, що пояснюють механізми взаємодії актинових і міозинових філаментів під час скорочення (А) і розслаблення (Б): 1 – стрижень міозинового міофіламента; 2 – головка молекули білка міозину; 2а – шарнірні ділянки молекул міозину; 3 – молекула тропоміозину; 4 – молекули G-актину; 5 – актиновий центр, що з'єднується з міозином; 6 – Т-тропін, що з'єднується з тропоміозином; 7 – С-тропін, що приєднує Ca ; 8 – І-тропін, що перешкоджає взаємодії актину з міозином

Серцева м'язова тканина утворює середню оболонку стінки серця – *міокард*. Вона побудована з клітин – *серцевих міоцитів* (кардіоміоцитів). Кардіоміоцити розміщуються ланцюжком один над одним, сполучаються своїми кінцями і утворюють структури, подібні до м'язових волокон. Кардіоміоцити залежно від будови і функцій ділять на скоротливі (типові) і провідні (атипові).

Скоротливі кардіоміоцити забезпечують скорочення серця. Вони мають циліндричну форму і поперечну смугастість. Їх довжина коливається від 50 до 120 мкм, а ширина – від 15 до 20 мкм. Паралельно розташовані кардіоміоцити анастомозують один з одним і утворюють єдину скоротливу систему. У ланцюжку (волокну) кардіоміоцити з'єднуються кінцями з утворенням *вставних дисків*. Скоротливі кардіоміоцити можуть мати одне або два ядра, які розташовані в центрі клітини. У їх цитоплазмі містяться органели загального і спеціального призначення та включення. Серед органел загального

призначення багато мітохондрій, агранулярна ендоплазматична сітка розвинена слабше порівняно з такою м'язових волокон скелетної м'язової тканини. Органели спеціального призначення представлені міофібрилами. Вони мають таку ж будову як і у м'язових волокнах скелетної м'язової тканини. Серед включень виявляються глікоген, ліпіди і міоглобін. Оболонка скоротливих кардіоміоцитів утворена плазмолемою і базальною мембраною. Плазмолема формує Т-трубки, які контактують з агранулярною ендоплазматичною сіткою. Механізм скорочення скоротливих кардіоміоцитів такий як і м'язових волокон скелетної м'язової тканини.

Провідні кардіоміоцити утворюють провідну систему серця. Вона складається з синусно-передсердного вузла, передсердно-шлуночкового вузла, передсердно-шлуночкового пучка Гіса та його розгалужень (волокна Пуркінє). Провідна система серця генерує нервовий імпульс і передає його для скоротливих кардіоміоцитів.

Провідні кардіоміоцити мають неоднакові розміри, одне ядро, багато глікогену в цитоплазмі та мало міофібрил. Останні не мають певної орієнтації, внаслідок цього у цих клітинах відсутня поперечна смугастість. Відсутня у них і система Т-трубочок. Агранулярна ендоплазматична сітка розвинена слабо.

Гладка м'язова тканина утворює м'язові оболонки більшості трубчастих внутрішніх органів, а також знаходиться в шкірі, сполучнотканинній стромі селезінки, лімфовузлів і в стінці кровоносних та лімфатичних судин. Структурно-функціональною одиницею цієї тканини є клітина – *гладка м'язова клітина*, яка має веретеноподібну форму, її довжина коливається від 20 до 200 мкм а товщина – від 3 до 10 мкм. У деяких органах (матка, аорта, сечовий міхур) ці клітини мають відростки. У центрі гладких м'язових клітин знаходиться паличкоподібне ядро. В ньому мало гетерохроматину і може бути одне або два ядра. При скороченні цих клітин ядро вигинається або закручується. Органели загального призначення локалізовані поблизу кінців ядра. Серед них багато мітохондрій. Комплекс Гольджі і ендоплазматична сітка розвинені слабо, є

вільні рибосоми. У цитоплазмі багато включень глікогену, ліпідів і міоглобіну (пігментного білка). Скоротливий апарат гладких м'язових клітин представлений актиновими й міозиновими мікрофіламентами, які не утворюють міофібрил. Мікрофіламенти розташовані вздовж клітин, а актинові, ще й під кутом до їх осі. Актинові мікрофіламенти фіксуються до плазмолеми або з'єднуються місцями одна з одною. Оболонка гладких м'язових клітин місцями впирається в цитоплазму. Ці впирання називають кавеоли. Через них у цитоплазму надходять іони кальцію. Оболонка гладких м'язових клітин оточена базальною мембраною, до якої прикріплюються колагенові волокна. В базальній мембрані є отвори, в ділянці яких сусідні клітини з'єднуються щільними контактами. Окремі гладкі м'язові клітини оточені сіткою колагенових, еластичних і ретикулярних волокон – *ендомізій*. Ендомізій з'єднує клітини. Вони формують пучки, що складаються з 10–15 клітин. Навколо пучків розміщена пухка волокниста сполучна тканина (перимізій), в якій є кровоносні, лімфатичні судини та нервові волокна. Пучки гладких м'язових клітин об'єднуються в пласти (шари), які розділені значними прошарками пухкої волокнистої сполучної тканини. Нервові волокна досягає пучка і закінчується на одній з гладких м'язових клітин.

Гладка м'язова тканина скорочується повільно і ритмічно. Період одного скорочення триває від 3 с до 5 хв. Такий тип скорочення називають *тонічним*. Скорочення гладкої м'язової тканини мимовільні, вони не піддаються контролю свідомості.

2.1.2.4. Нервова тканина

Нервова тканина, як і інші тканини, утворена клітинами – нейронами і міжклітинним середовищем, яке представлено клітинами – гліоцитами. Останні виконують трофічну, опорну, секреторну і захисну функції відносно нейронів. Нейрони – це високоспеціалізовані клітини, які здатні сприймати подразники і трансформувати їх у нервові імпульси й передавати останні до інших нейронів, тканин, органів. Ці клітини також зберігають інформацію та відтворюють її. Особливістю будови нейронів є

те, що їх цитоплазма формує відростки, які поділяють на аксони (передає нервовий імпульс до інших клітин) і дендрити (сприймають подразник і генерують нервовий імпульс). Ділянка нейрона, де розташоване ядро, називають перикаріоном (Рис. 2. 21). У цитоплазмі нейронів серед органел є спеціальні органели – нейрофібрили. За функціональними особливостями і положенням в рефлекторній дузі нейрони поділяють на аферентні, асоціативні і еферентні. Аферентні (чутливі) нейрони сприймають подразник і генерують нервовий імпульс. Асоціативні нейрони передають нервовий імпульс від аферентного нейрона до еферентного. Останній передає імпульс до робочого органа (м'яз, залоза). З нервової тканини побудована нервова система.

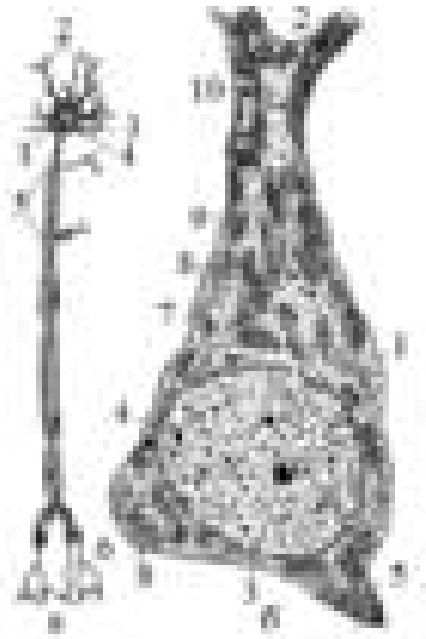


Рис. 2. 21. Схема будови нейрона: а – світлова мікроскопія; б – електронна мікроскопія; 1 – перикаріон; 2 – дендрити; 3 – ядереце; 4 – ядро; 5 – аксон; 6 – кінцеві гілочки аксона; 7 – комплекс Гольджі; 8 – гранулярна ендоплазматична сітка; 9 – мітохондрії; 10 – нейрофібрили

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Що вивчає цитологія?

2. Які форми можуть мати клітини і чим вони зумовлені?
3. Які розміри можуть мати клітини?
4. Назвіть види клітин.
5. Чим утворена ядерна клітина?
6. Назвіть складові цитоплазми клітини.
7. Що таке органели?
8. Які органели синтезують білки?
9. Яка органела синтезує вуглеводи і ліпіди?
10. У якій органелі утворюється енергія?
11. Вкажуть складові і функції ядра.
12. Як розмножуються клітини?
13. Назвіть неклітинні структури організму.
14. Що таке тканина?
15. Назвіть основні види тканин.
16. Чим утворена тканина?
17. Назвіть особливості епітеліальної тканини.
18. Які функції виконує епітеліальна тканина?
19. Як поділяють епітеліальну тканину?
20. Назвіть функції сполучної тканини.
21. Які Ви знаєте різновиди сполучної тканини?
22. Чим утворена кров?
23. Назвіть клітини волокнистої сполучної тканини.
24. Які тканини входять в групу скелетна тканина?
25. Назвіть сполучні тканини зі спеціальними властивостями.
26. Чим утворена міжклітинна речовина волокнистої сполучної тканини?
27. Функції м'язової тканини.
28. Класифікація м'язової тканини.
29. Що утворює скелетна м'язова тканина?
30. Чим утворена скелетна м'язова тканина?
31. Будова м'язового волокна.
32. Механізм скорочення м'язового волокна.
33. Чим утворений скелетний м'яз?
34. Чим утворена гладка м'язова тканина?
35. Що утворює гладка м'язова тканина?

36. Охарактеризуйте серцеву м'язову тканину.
37. Які функції виконує нервова тканина?
38. Будова нейрона.
39. Складові нервової тканини.
40. Як класифікують нейрони?

Тема 2.2. Основи спеціальної гістології

Спеціальна гістологія вивчає мікроскопічну будову і функції органів. Органи – це окремі частини тіла тварини, які мають характерну для них будову і які виконують певні функції. Органи, за особливостями будови поділяють на паренхіматозні та трубчасті.

Паренхіматозні органи побудовані з двох структурних компонентів – паренхіми та сполучнотканинної строми (Рис. 2. 22). Паренхіма утворена тканиною, яка забезпечує виконання специфічних функцій органа. Вона може бути сформована епітеліальною, нервовою, м'язовою, ретикулярною, кістковою або хрящовою тканиною. Строма виконує опорно-трофічну функцію. У переважній більшості паренхіматозних органів вона утворена волокнистою сполучною тканиною. Строма формує капсулу та каркас (остов) органа. Складові строми (трабекули) можуть поділяти орган на частки і часточки. У стромі локалізовані кровоносні та лімфатичні судини, протоки залоз, нерви та нервові вузли, які забезпечують функціонування паренхіми.

Трубчасті органи мають порожнину і стінку. Стінка як правило сформована трьома оболонками: внутрішньою (слизовою), середньою (м'язовою) і зовнішньою (серозною) (Рис. 2. 23). Якщо трубчастий орган розташований за межами порожнини тіла тварини, так його зовнішню оболонку називають адвентиційною. Прикладами трубчастих органів є глотка, стравохід, шлунок, кишечник, сечовід тощо. Якщо трубчасті органи не мають зв'язку з навколишнім середовищем, то

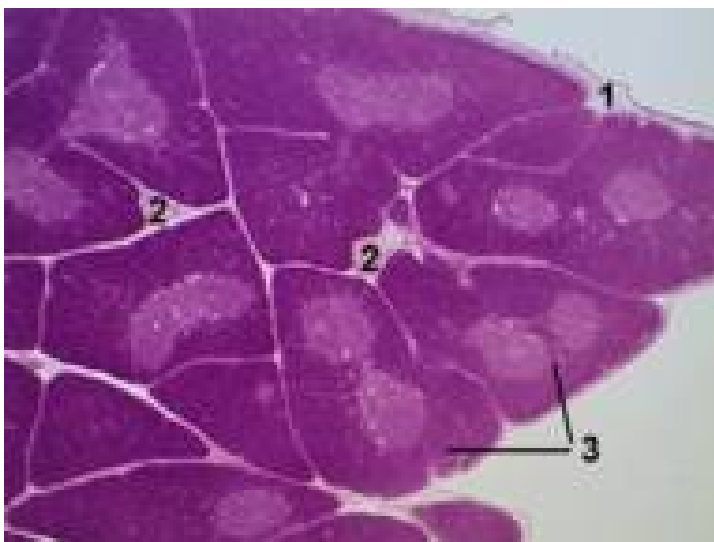


Рис. 2. 22. Мікроскопічна будова паренхіматозного органа (тимус): 1 – капсула і 2 – трабекули (сполучнотканинна строма); 3 – паренхіма. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 15$, об. $\times 10$

оболонки їх стінки мають специфічні назви. Так, стінка серця утворена ендокардом, міокардом і епікардом, а судин – інтимною, медією та адвентицією.

Слизова оболонка трубчастих органів сформована чотирма шарами: епітелієм, власною пластинкою, м'язовою пластинкою та підслизовою основою. В окремих органах слизова оболонка може бути утворена тільки епітелієм і власною пластинкою. Епітелій має неоднакову будову в різних органах. У ньому, крім епітеліоцитів, розташовані поодинокі екзокринні і ендокринні клітини. У власній пластинці і підслизовій основі деяких трубчастих органів містяться екзокринні залози. **М'язова оболонка** утворена переважно гладкою м'язовою тканиною, яка формує переважно два шари: внутрішній циркулярний і зовнішній поздовжній. **Серозна оболонка** побудована з пухкої волокнистої сполучної тканини і вкрита мезотелієм (простий плоский епітелій). **Адвентиційна оболонка** утворена пухкою волокнистою сполучною тканиною.

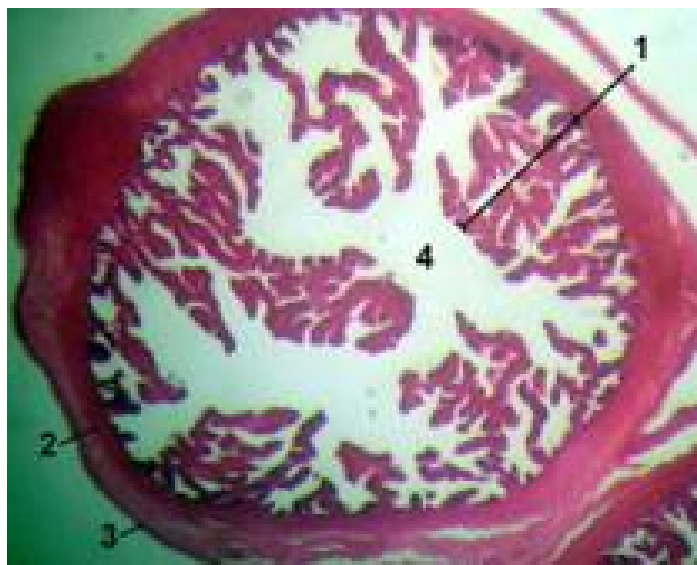


Рис. 2. 23. Мікроскопічна будова трубчастого органа (яйцепровід): 1 – слизова оболонка; 2 – м'язова оболонка; 3 – серозна оболонка; 4 – порожнина органа. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 20$

Органи об'єднані в системи і апарати. Система органів включає групу органів, які мають однакові будову та походження і спеціалізовані на виконання певної функції або функцій. Вони представлені серцево-судинною, ендокринною, лімфатичною, нервовою тощо. Групи органів, що мають різне походження, але виконують спільну функцію, називають апаратом. До складу апаратів відносять апарат руху, травлення, дихання і сечо-статевий.

2.2.1. Серцево-судинна система

Серцево-судинна система забезпечує транспорт крові до всіх органів, регуляцію кровопостачання органів, обмін речовин між кров'ю і оточуючими тканинами, а також відведення крові і лімфи від них. До її складу входять серце, кровоносні судини (кровоносна система) і лімфатичні судини. Останні відносять до лімфатичної системи, але морфологічно і функціонально вони пов'язані з кровоносними судинами.

Серце – це порожнистий орган конусоподібної форми, який забезпечує течію крові в кровоносних судинах. На ньому виділяють розширену основу і верхівку (Рис. 2. 24). Перегородкою серце розділене на дві половини (праву венозну, ліву артеріальну). Кожна половина має передсердя і шлуночок, які з'єднані передсердо-шлуночковим отвором. Зовні передсердя відділені від шлуночків вінцевою борозною, а шлуночки один від одного – правою і лівою поздовжніми борознами. В борознах розташовані кровонсні судини, якими кров надходить до стінки серця і відтікає від неї. В праве передсердя впадають передня і задня порожнисті вени, а в ліве –

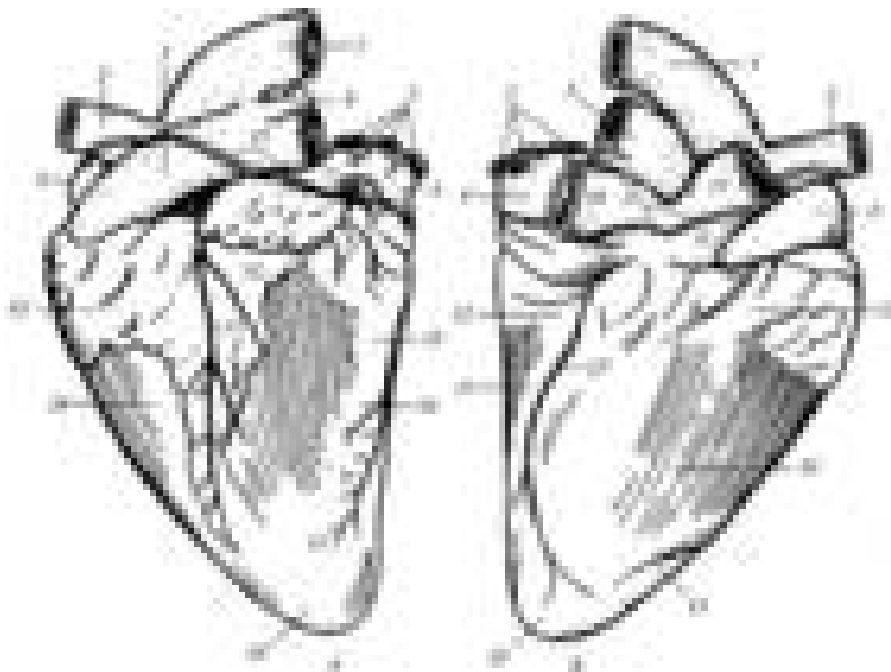


Рис. 2. 24. Зовнішній вигляд серця корови зліва (а) і справа (б): 1 – аорта; 2 – плечоголовний стовбур; 3 – легеневий стовбур; 4 – артеріальна зв'язка; 5 – легеневі вени; 6 – ліве передсердя; 6' – праве передсердя; 7 – ліва непарна вена; 8 – праве вушко; 9 – ліве вушко; 10 – правий шлуночок; 11 – лівий шлуночок; 12 – підепікардіальний жир; 13–14 – міжшлуночкові борозни; 15 – лінія прикріплення перикарда; 16 – задня порожниста вена; 17 – передня порожниста вена; 18 – верхівка серця

легеневі вени. Із шлуночків починаються артерії – аорта (лівий) і стовбур легених артерій (правий). У серці кров тече в одному напрямку – від передсердь до шлуночків і з шлуночків в артерії, що забезпечується його клапанним апаратом. Клапани розташовані в передсердно-шлуночкових отворах і в отворах артерій.

Стінка серця утворена внутрішньою оболонкою – ендокардом, середньою – міокардом і зовнішньою – епікардом (Рис. 2. 25). Зовнішня оболонка – *епікард* – є серозною оболонкою серця. Епікард тонкий і побудований із волокнистої сполучної та епітеліальної тканин. Остання представлена плоским одношаровим епітелієм або мезотелієм, клітини якого здатні виробляти серозну рідину. Середня оболонка – *міокард*, або м'язова оболонка серця, є найтовщою. Товщина цієї оболонки лівого шлуночка значно більша такої правого. Міокард побудований із серцевої м'язової тканини. Її пучки, прямуючи в різних напрямках, формують від двох (у передсердях) до п'яти (у шлуночках) шарів. Внутрішня оболонка стінки серця – *ендокард* – утворена ендотелієм і сполучною тканиною, в якій є пучки м'язових клітин.

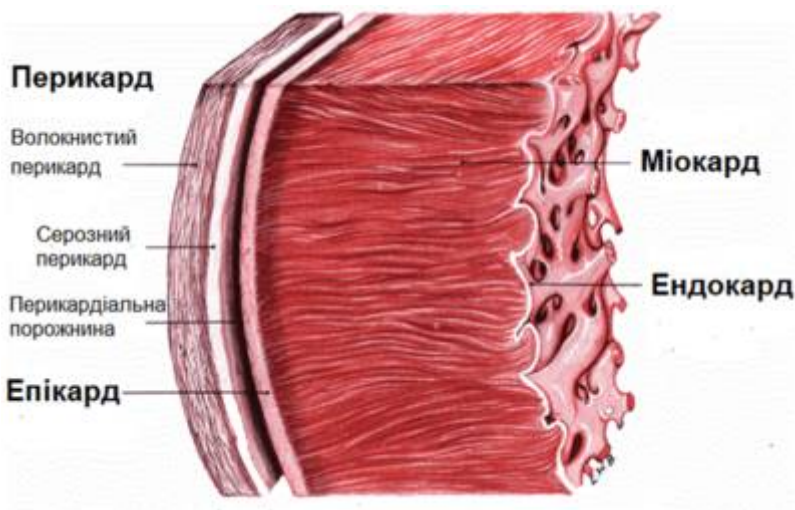


Рис. 2. 25. Схема будови стінки серця

Серце міститься в **осерді** (перикарді). Останнє утворене трьома листками: зовнішнім і внутрішнім серозними та середнім волокнистим (фіброзним). Зовнішній листок – це перикардiальна плевра, а внутрішній – парієтальний листок перикарда. В ділянці основи серця, останній продовжується на міокард, утворюючи вісцеральний листок перикарда (епікард). Між парієтальним і вісцеральним листками перикарда знаходиться щілиноподібна перикардiальна порожнина з однойменною рідиною. Волокнистий листок утворений волокнистою сполучною тканиною (Рис. 2. 25).

Кровоносні судини – це система замкнутих трубок різного діаметру, які утворюють велике і мале коло кровообігу. Велике коло починається аортою, що поділяється на дрібніші артерії, якими кров надходить до всіх органів тіла тварини. Закінчується це коло кровообігу передньою і задньою порожнистими венами, які виносять кров від усіх частин тіла тварини до правого передсердя. Мале коло кровообігу починається з правого шлуночка стовбуром легневих артерій, якими венозна кров транспортується до легень, де нисичується Оксигеном і легневими венами прямує до лівого передсердя. Кровоносні судини крім транспорту крові регулюють кровонаповнення органів, а також через їх стінку відбувається обмін речовин між кров'ю і тканинами.

Артерії – це судини, які несуть кров (артеріальну або венозну) від серця, а **вени** – до серця. Завдяки скороченню серцевого м'яза кров по артеріях тече під значним тиском (до 200 мм рт. ст.) та з високою швидкістю (0,5–1 м/с). У венах тиск крові значно менший і становить 15–20 мм рт. ст., а швидкість руху – близько 10 мм/с. Артерії порівняно з рівнозначними венами мають товщу стінку, але менший внутрішній діаметр.

Стінка артерій і вен утворена трьома оболонками (Рис. 2. 26). Внутрішня оболонка – *інтима* – побудована зі сполучнотканинної основи, яка з боку просвіту судини вкрита ендотелієм – шаром плоских клітин. Внутрішня оболонка багатьох вен утворює клапани, часто у вигляді складок чи кишеньок, які запобігають зворотному руху крові.

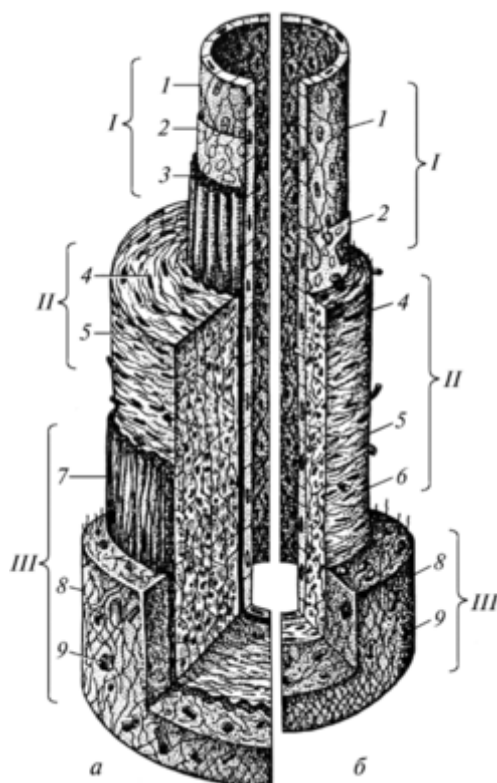


Рис. 2. 26. Схема будови стінки артерії (а) і вени (б):
 I – інтима: 1 – ендотелій; 2 – підендотеліальний шар;
 3 – внутрішня еластична мембрана; II – медіа: 4 – пучки гладких
 м'язових клітин; 5 – еластичні волокна; 6 – колагенові волокна;
 III – адвентиція: 7 – зовнішня еластична мембрана; 8 – сполучна
 тканина; 9 – судини судин

Середня оболонка – *media* – побудована з еластичних волокон та гладких м'язових клітин. Останні мають спіральний напрямок відносно поздовжньої осі судини. Залежно від кількісного співвідношення цих елементів розрізняють артерії еластичного, м'язового та змішаного (м'язово-еластичного) типу.

Середня оболонка стінки вен розвинута значно слабше, ніж артерій. Залежно від наявності в ній м'язових елементів вени поділяють на м'язові та безм'язові. Безм'язові вени є в сітківці очного яблука, селезінці, кістковому мозку, мозкових оболонках.

Зовнішня оболонка артерій і вен – *адвентиція* – утворена волокнистою сполучною тканиною, в якій є еластичні та колагенові волокна, гладкі м'язові клітини, судини судин та нерви.

Між артеріями і венами розташовані мікроциркуляторні судини. До них належать артеріоли, капіляри, венули і артеріоло-венулярні анастомози. Артеріоли – це розгалуження артерій. Їх стінка має таку ж будову, як і стінка артерій, але вона дуже тонка. **Артеріоли** розділяються на капіляри, через стінку яких відбувається обмін речовин і газів між кров'ю і оточуючими тканинами. Діаметр капілярів коливається від 4 до 50 мкм. Їх стінка утворена шаром ендотеліоцитів, що знаходяться на базальній мембрані. Між ендотеліоцитами окремих капілярів великого діаметра, а також у їхній базальній мембрані є значні щілини. Вони знаходяться в печінці, кістковому мозку та деяких інших органах. Із капілярів беруть початок **венули**. Їх стінка за будовою подібна до такої артеріол. **Артеріоло-венулярні анастомози** з'єднують однойменні судини.

Лімфатичні судини – це судини якими тече лімфа. Вони, як відмічено вище, морфологічно і функціонально доповнюють кровоносні, а саме їх венозну частину. Ними відводяться із тканин органів продукти обміну речовин, які не можуть проникнути у кровоносні капіляри. Це тканинна рідина, яка містить органічні речовини з великою молекулярною масою і клітинний детрит, а при патології ще й мікроорганізми, клітини злоякісних пухлин, продукти запалення тощо.

До лімфатичних судин належать капіляри, внутрішньо- і позаорганні судини.

Лімфатичні капіляри – це початкові лімфатичні судини, які розташовані разом з мікроциркуляторними кровоносними судинами, тобто в місцях утворення тканинної рідини. Вони відсутні в головному і спинному мозку, селезінці, плаценті, оболонках очного яблука, епітеліальній та хрящовій тканинах. Лімфатичні капіляри починаються сліпо. Анастомозуючи один з одним, вони утворюють сітки капілярів. Діаметр лімфатичних

капілярів значно перевищує діаметр кровоносних капілярів. Їх стінка утворена тільки шаром ендотеліоцитів, до зовнішньої поверхні яких фіксуються особливі мікрофіламенти (якірні).

Внутрішньоорганні лімфатичні судини починаються з лімфатичних капілярів. Вони мають різний діаметр і дуже тонку стінку, яка утворена інтимою та адвентицією. У складі інтими виявляються ендотеліальний і слабо виражений підендотеліальний шари. Внутрішньоорганні лімфатичні судини середнього і великого діаметрів мають і медію. Інтима лімфатичних судин утворює клапани, а самі судини формують сплетення.

Позаорганні лімфатичні судини починаються із сплечень внутрішньоорганних судин. Вони відводять лімфу від органів і прямують до лімфатичних вузлів (їх приносні судини). З лімфатичних вузлів починаються виносні лімфатичні судини, які з'єднуються і дають початок лімфатичним стовбурам і протокам. Найбільш крупні лімфатичні протоки впадають у краніальну порожнисту вену. Стінка позаорганих лімфатичних судин утворена інтимою, медією і адвентицією, які найкраще виражені в крупних лімфатичних протоках. Інтима позаорганих судин також утворює клапани.

2.2.2. Лімфатична система

До складу лімфатичної системи відносять лімфатичні судини й органи гемо- і лімфопоезу. Лімфатичні судини, з методичної точки зору, як було відмічено вище, розглядають при вивченні серцево-судинної системи.

Органи гемо- і лімфопоезу поділяють на центральні й периферичні. До *центральных органів* належать червоний кістковий мозок, тимус, а у птахів ще й клоакальна сумка. Групу *периферичних органів* складають лімфатичні вузли, селезінка і лімфоїдні утворення органів травлення (мигдалики) та інших органів.

У центральних органах утворюються клітини крові, а в периферичних – лімфоцити під впливом антигенної стимуляції перетворюються в ефекторні (зрілі) клітини, які зумовлюють

імунітет. Ефекторними клітинами Т-лімфоцитів є кілери, хелпери, супресори, В-лімфоцитів – плазмоцити, а Т- і В-лімфоцитів – клітини пам'яті.

Червоний кістковий мозок знаходиться переважно у комірках плоских кісток (ребра, кістки черепа, таза, груднина тощо) і в кінцевих відділах трубчастих кісток кінцівок, а в молодих тварин ще й у кістково-мозковій порожнині тіла останніх. Він має напіврідку консистенцію і червоний колір. Його маса становить 4-5% маси тіла тварин. Сполучнотканинну строму червоного кісткового мозку утворює ендост та його перекладини, а основу паренхіми – ретикулярна тканина.

В червоному кістковому мозку містяться стовбурові клітини крові, з яких у ньому розвиваються еритроцити, гранулоцити, моноцити, тромбоцити (кров'яні пластинки) і клітини – попередниці Т-і В лімфоцитів.

Клітинний склад червоного кісткового мозку, в зв'язку з його функціями, надзвичайно різноманітний. Крім ретикулярних і стовбурових клітин, в ньому є клітини еритроцитопоезу, гранулоцитопоезу, моноцитопоезу, мегакаріоцитопоезу і лімфоцитопоезу, а також макрофаги і жирові клітини.

Червоний кістковий мозок пронизаний численними кровоносними судинами. Серед них є багато синусоїдних капілярів, в які потрапляють тільки зрілі клітини крові.

Тимус є місцем розвитку Т-лімфоцитів. Їх попередники надходять до нього із червоного кісткового мозку. Крім того, в тимусі продукуються біологічно активні речовини, що впливають на ріст і розвиток організму та процеси утворення Т-лімфоцитів. Максимального розвитку тимус досягає в період статевої зрілості тварин, після чого настає його інволюція (зворотний розвиток).

Зовні тимус вкритий сполучнотканинною капсулою, від якої всередину відходять перегородки – трабекули. Вони поділяють орган на часточки. В капсулі й трабекулах проходять численні судини. Паренхіма часточок утворена видозміненою епітеліальною тканиною, клітини якої мають довгі відростки.

З'єднуючись між собою, ці клітини формують сітчасту структуру, між петлями якої знаходяться лімфоцити на різних стадіях розвитку (Рис. 2. 27).

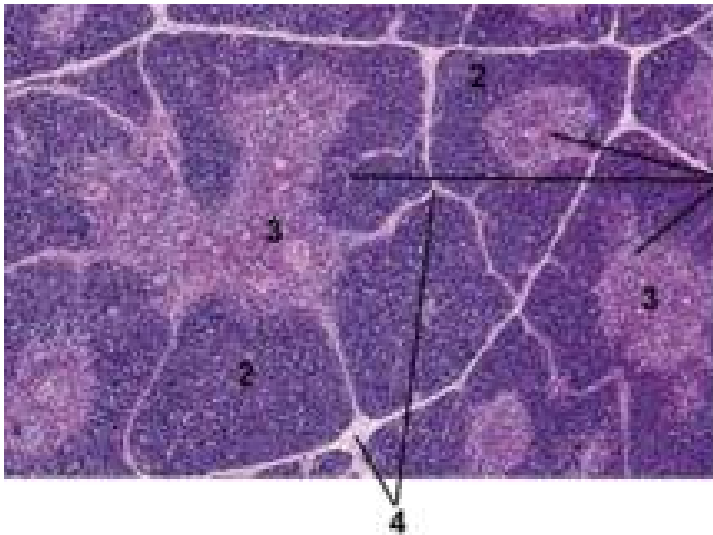


Рис. 2. 27. Мікроскопічна будова тимуса: 1 – часточки; 2 – кіркова речовина; 3 – мозкова речовина; 4 – перегородки. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 15$, об. $\times 10$

У паренхімі часточок тимуса розрізняють кіркову та мозкову речовини.

Кіркова речовина знаходиться на периферії часточок і завдяки більшій кількості в ній лімфоцитів має темніший колір. У кірковій речовині відбувається перетворення попередників Т-лімфоцитів на Т-лімфоцити.

Мозкова речовина знаходиться в центральній частині часточок і має менш інтенсивне забарвлення. В ній, крім лімфоцитів, є тимусні тільця, що являють собою концентрично накладені одна на одну пластинчасті клітини з малопомітним ядром.

Т-лімфоцити з тимуса кров'ю заносяться в периферичні органи гемо- і лімфопоезу, де під впливом антигенів відбувається їх остаточне дозрівання й диференціація.

Клоакальна (фабрицієва) сумка є тільки у птахів. У ній утворюються В-лімфоцити і відбувається їх диференціація в ефекторні клітини. Тобто вона поєднує в собі функції центрального і периферичного органів гемо- та лімфопоезу. Також в ній синтезуються біологічно активні речовини, які впливають на В-лімфоцитопоез.

Клоакальна сумка – це дивертикул (випинання) дорсальної стінки заднього відділу клоаки. Стінка клоакальної сумки утворена слизовою, м'язовою і серозною оболонками. Серозна оболонка сформована пухкою волокнистою сполучною тканиною, яка вкрита мезотелієм. М'язова оболонка представлена гладкою м'язовою тканиною і утворює зовнішній поздовжній та внутрішній циркулярний шари. Слизова оболонка утворена простим багаторядним епітелієм (місцями він простий циліндричний), власною пластинкою і підслизовою основою та фомує складки, які орієнтовані вздовж органа. В складках розміщені часточки, які за будовою подібні часточкам тимуса. У них відбувається розвиток В-лімфоцитів.

Вікова інволюція клоакальної сумки птахів починається ще до настання їх статеві зрілості. Вона проявляється заміщенням лімфоїдних вузликів волокнистою сполучною і жировою тканинами. Через деякий час, після настання зрілості птахів клоакальна сумка повністю зникає.

Де утворюються В-лімфоцити у ссавців до цього часу точно не відомо. З цього приводу є декілька версій. Прихильники першої версії вважають, що ці клітини у ссавців розвиваються у червоному кістковому мозку, а другої – у лімфоїдних утвореннях органів травлення.

Селезінка, крім функції периферичного органа гемо- та лімфопоезу, є депо крові, місцем утилізації еритроцитів і тромбоцитів, які завершили свій життєвий цикл. У плодів це універсальний орган кровотворення.

Селезінка зовні вкрита серозною оболонкою, яка зростається з її капсулою (Рис. 2. 28). Від капсули в середину органа відходять трабекули. Вони формують сполучнотканинний каркас, між елементами якого знаходиться

паренхіма органа. Капсула і трабекули побудовані зі щільної сполучної тканини, в якій є гладкі м'язові клітини. Основа паренхіми, яка представлена білою і червоною пульпами, утворена ретикулярною тканиною.

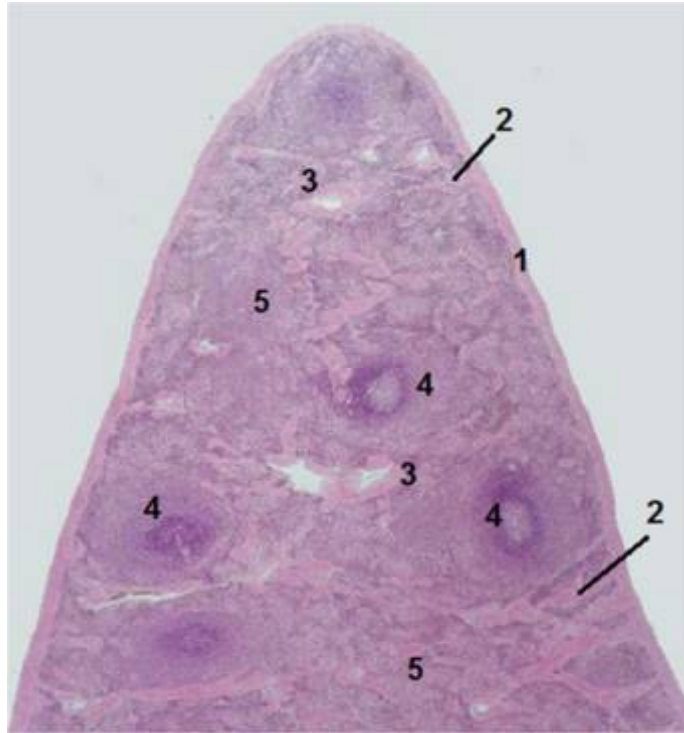


Рис. 2.28. Селезінка: 1 – капсула; 2 – трабекули; 3 – кровоносні судини; 4 – лімфоїдний вузлик; 5 – червона пульпа. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 15$, об. $\times 9$

Біла пульпа селезінки представлена утворами світло-сірого кольору, округлої форми – фолікулами (лімфоїдними вузликами). В них відбувається антигензалежна диференціація лімфоцитів у ефекторні клітини. Всередині фолікулів, проте, як правило, не по центру проходить артеріальна судина – центральна артерія.

Біла пульпа селезінки без чітких меж переходить у **червону**, яка розміщена між фолікулами. Її основу формує ретикулярна тканина з розташованими в ній численими клітинами крові, які надають цій пульпі червоного кольору, макрофагами та

кровоносними судинами. У червоній пульпі депонується кров і В-лімфоцити диференціюються в зрілі клітини – плазмоцити.

Лімфатичні вузли (лімфовузли), крім вищезазначеної функції, є органами очищення лімфи від сторонніх частинок та місцем її депонування. Вони завжди розміщені за ходом лімфатичних судин, які відводять лімфу від окремих органів, їх груп та ділянок і частин тіла тварин (Рис. 2.29).

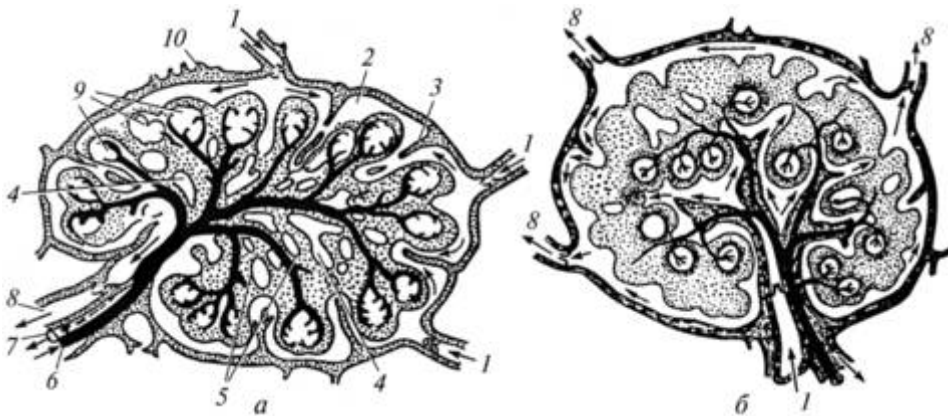


Рис. 2. 29. Схема будови лімфатичного вузла: а – загальна схема; б – схема будови лімфатичного вузла свині; 1 – приносяна лімфатична судина; 2 – крайовий синус; 3 – трабекула; 4 – ворітний синус; 5 – мозкові тяжі; 6 – артерія; 7 – вена; 8 – виносяна лімфатична судина; 9 – лімфоїдні вузлики; 10 – капсула

Лімфатичний вузол побудований зі сполучнотканинної строми, паренхіми і системи синусів. **Сполучнотканинна строма** представлена капсулою, яка вкриває вузол зовні, і трабекулами, що відходять від неї, і проникають у паренхіму. Сполучнотканинна строма утворена щільною сполучною тканиною, в якій є пучки гладких м'язових клітин.

Основа **паренхіми** лімфовузлів сформована ретикулярною тканиною. У паренхімі лімфовузлів виділяють кіркову і мозкову речовини. **Кіркова речовина** представлена лімфоїдними фолікулами (вузликами), які мають світлі центри. Вважають, що у фолікулах під впливом антигенів відбувається перетворення В-лімфоцитів у ефекторні клітини – плазмоцити, які забезпечують

загальний (гуморальний) імунітет. *Мозкова речовина* представлена мозковими тяжами. В ній також відбувається антигензалежна спеціалізація В-лімфоцитів. Між кірковою і мозковою речовинами розміщена паракортикальна зона, заселена Т-лімфоцитами. Під впливом антигенів вони перетворюється у ефекторні клітини, які зумовлюють місцевий, або клітинний, імунітет, сприяють розвитку загального імунітету або пригнічують його.

Система синусів включає крайовий (підкапсулярний), проміжні кіркові, мозкові та ворітний синуси. Стінки синусів вистелені ендотеліоцитами, між якими є багато макрофагів. Відростки останніх виступають у порожнину синусів. У крайовий синус, що знаходиться у вигляді щілини під капсулою лімфатичного вузла, вступають приносні (аферентні) лімфатичні судини. Далі лімфа надходить у проміжні кіркові (розміщені в кірковій речовині лімфовузла) та проміжні мозкові (розміщені в мозковій речовині лімфовузла) синуси, а з них – до ворітного синуса, який знаходиться в ділянці воріт лімфатичного вузла. Лімфа в синусах лімфатичного вузла тече дуже повільно завдяки тому, що сумарний діаметр їх значно перевищує об'єм приносних лімфатичних судин. Проходячи через синуси, вона очищається від сторонніх речовин.

Очищена лімфа з ворітного синуса надходить у виносні лімфатичні судини.

2.2.3. Ендокринна система

Ендокринна система об'єднує ендокринні залози і окремі ендокринні клітини, які здатні продукувати біологічно активні речовини – **гормони**, що стимулюють або пригнічують діяльність органів, які забезпечують такі функції організму як обмін речовин, ріст, розвиток та репродуктивну функцію. Тобто ендокринна система паралельно з нервовою системою регулює і координує діяльність організму.

В основі взаємодії між ендокринними залозами та ними і органами – мішеннями є принцип зворотнього зв'язку. З течією крові молекули гормонів потрапляють до клітин органів –

мішеней де з'єднуються з специфічними для них рецепторами плазмолемі їх клітин. Цей зв'язок впливає на ферментні системи клітин, унаслідок чого їх діяльність стимулюється або пригнічується. При цьому клітини органів – мішеней продукують і виділяють у кров певні хімічні речовини. Збільшення концентрації останніх у крові призводить до пригнічення діяльності ендокринних залоз, а зменшення – до стимуляції.

Ендокринні залози мають ряд особливостей. На відміну від екзокринних залоз, вони не мають вивідних проток і продукти їх діяльності надходять у кров, або лімфу. Ендокринні залози, як і інші паренхіматозні органи, утворені сполучнотканинною стромою і паренхімою. Паренхіма може бути представлена залозистою епітеліальною або нервовою тканиною. Залозисті епітеліоцити ендокринних залоз називають **ендокриноцитами**. Вони формують тяжі (трабекули) або пухирці (фолікули). Нервова тканина паренхіми ендокринних залоз утворена **нейросекреторними клітинами** і нейроглією. Нейросекреторні клітини поєднують у собі функції нервових і секреторних клітин. Як секреторні клітини вони продукують не тільки медіатори, що властиво нервовим клітинам, а й гормони.

Ендокринні залози поділяють на центральні і периферичні. **Центральні залози** продукують гормони, які регулюють не тільки названі вище функції організму, а й діяльність інших ендокринних залоз. До них відносять нейросекреторні ядра гіпоталамуса, гіпофіз і епіфіз, що входять до складу головного мозку. Групу **периферичних залоз** формують щитоподібна, прищитоподібна та надниркові залози. Їх гормони регулюють тільки відмічені вище функції.

Нейросекреторні ядра гіпоталамуса утворені нейросекреторними клітинами і їх налічується 32 пари. Дві пари ядер – паравентрикулярні й супраоптичні – продукують гормони **вазопресин** і **окситоцин**. Вазопресин звужує просвіт кровоносних судин, підвищує тиск крові, регулює обмін води і впливає на процес утворення сечі. Окситоцин стимулює скорочення м'язової оболонки стінки матки, особливо під час

родів, і впливає на міоепітеліюцити молочної залози, збільшуючи молоковіддачу.

Нейросекреторні клітини інших пар ядер продукують гормони, які стимулюють (*ліберини*) або пригнічують (*статини*) діяльність аденогіпофіза.

Гіпофіз продукує гормони, які впливають на діяльність периферичних ендокринних залоз (гіпофіззалежних) і багатьох неендокринних клітин різних тканин та органів. У гіпофізі виділяють аденогіпофіз і нейрогіпофіз (Рис. 2. 30).

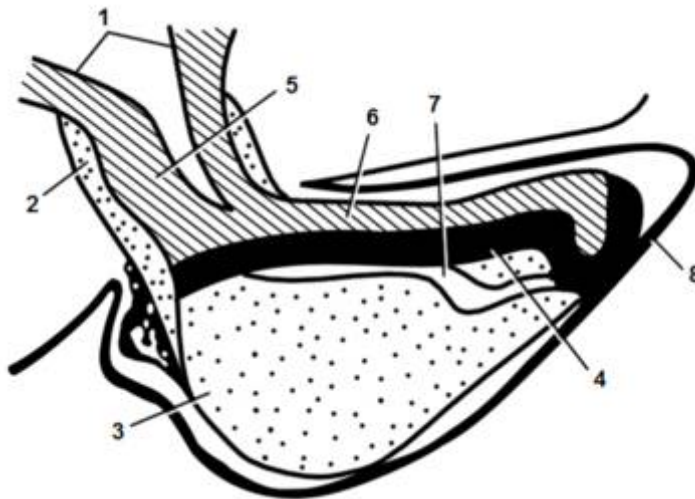


Рис. 2. 30. Схема будови гіпофіза великої рогатої худоби: 1 – лійка; 2 – туберальна; 3 – дистальна; 4 – проміжна частини аденогіпофіза; 5 – стовбур лійки; 6 – нейрогіпофіз; 7 – щілина між дистальною і проміжною частинами аденогіпофіза; 8 – тверда мозкова оболонка

Аденогіпофіз епітеліального походження і має три частини – *дистальну, проміжну і туберальну*. У ньому синтезуються гормони, які впливають на ріст тіла тварини, на розвиток статевих залоз і статевих клітин, на діяльність надниркових залоз і щитоподібної залози, на функцію молочних залоз, а також на обмін ліпідів і пігментів.

У **нейрогіпофізі**, основа якого утворена клітинами нейроглії, гормони не утворюються. Він акумулює гормони

вазопресин і окситоцин у вигляді накопичувальних тілець, які продукуються нейросекреторними клітинами ядер гіпоталамуса. Із накопичувальних тілець вони надходять у кровоносні судини.

Епіфіз має вигляд зерна пшениці або шишки. Його сполучнотканинна строма сформована капсулою і трабекулами, між якими розміщена паренхіма. Вона представлена нейросекреторними пінеалоцитами і гліоцитами. **Пінеалоцити** синтезують гормон **мелатонін**, попередником якого є **серотонін**. Мелатонін впливає на діяльність ендокриноцитів аденогіпофіза, які регулюють функцію статевих залоз, запобігаючи тим самим передчасному статевому дозріванню, контролює пігментний обмін, добові та сезонні ритми. З віком настає інволюція епіфіза, що виявляється атрофією пінеалоцитів, розростанням трабекул і накопиченням у них карбонатних і фосфатних солей (мозковий пісок).

Щитоподібна залоза побудована зі сполучнотканинної строми і паренхіми (Рис. 2. 31). Сполучнотканинна строма представлена капсулою та трабекулами. Останні ділять паренхіму на часточки.

Часточки залози утворені **фолікулами** та **міжфолікулярними острівцями**, між якими є ніжні прошарки пухкої волокнистої сполучної тканини з численними кровоносними судинами. **Фолікули** мають кулясту форму. У них розрізняють стінку й порожнину, яка заповнена колоїдом. Стінка утворена ендокриноцитами, які називають тироцитами, і парафолікулярними клітинами та базальною мембраною. Тироцити синтезують йодовмісні гормони **тироксин** і **трийодтиронін**, які регулюють окисні процеси, що впливають на всі види обміну речовин. **Парафолікулярні клітини** розміщені поодинокі в стінці між тироцитами. Крім того, парафолікулярні клітини знаходяться і в міжфолікулярній сполучній тканині. Вони продукують гормони **кальцитонін** і **соматостатин**. Перший зменшує вміст кальцію в крові, другий пригнічує синтез білків.



Рис. 2.31. Щитоподібна залоза собаки: 1 – капсула; 2 – трабекули; 3 – кровоносні судини; 4 – часточки; 5 – фолікули; 5а – стінка фолікула; 5б – порожнина фолікула з колоїдом; 6 – міжфолікулярні острівці. Гематоксилін і еозин. Ок.× 15, об. × 9

Міжфолікулярні острівці – це скупчення тироцитів між фолікулами. Вважають, що вони є джерелом розвитку нових фолікулів, або зрізаними під час виготовлення гістопрепаратів краями стінки зрілих фолікулів. У них можуть бути і парафолікулярні клітини.

Прищитоподібна залоза – парний орган. Кожна залоза ділиться на зовнішню і внутрішню. Перша лежить на частці щитоподібної залози або поряд з нею, друга – міститься в середині частки або на її внутрішній поверхні. Залози мають округлу форму, невеликі розміри, червоний колір і пухку консистенцію.

Зовні залоза вкрита капсулою, яка утворена пухкою сполучною тканиною. Від капсули в товщу паренхіми відходять ніжні прошарки пухкої сполучної тканини, які розміщені між тяжами ендокриноцитів. Ендокриноцити залози мають

епітеліальне походження і називаються **паратироцитами**. Вони продукують **паратгормон (паратирин)**, який збільшує вміст кальцію в крові і є антагоністом гормону кальцитоніну. Взаємодія цих гормонів забезпечує сталий рівень кальцію в крові.

Надниркова залоза – це парний орган (Рис. 2. 32).

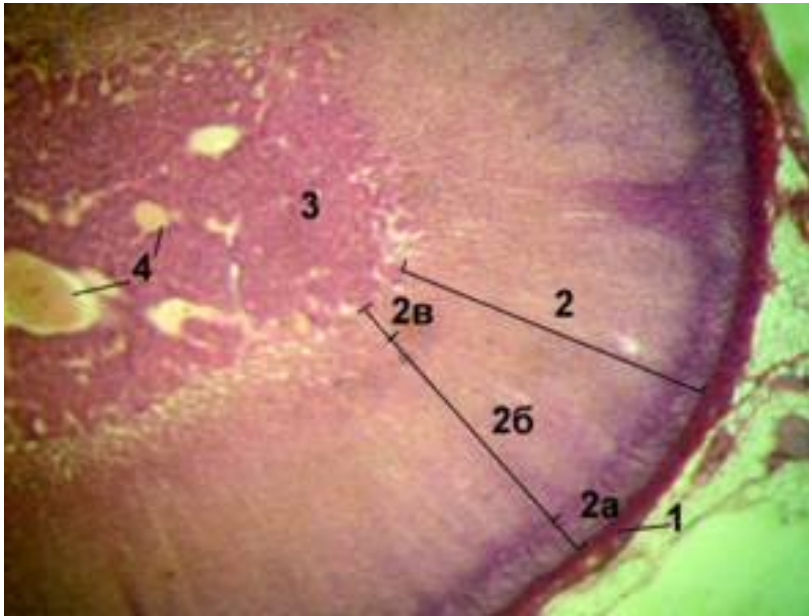


Рис. 2. 32. Надниркова залоза: 1 – капсула; 2 – кіркова речовина; 2а – клубочкова зона; 2б – пучкова зона; 2в – сітчаста зона; 3 – мозкова речовина; 4 – кровоносна судина. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 7$, об. $\times 8$

Зовні залоза оточена сполучнотканинною капсулою, від якої в паренхіму залози відходять ніжні перегородки, розміщені між тяжами ендокриноцитів. У перегородках знаходяться численні гемокапіляри.

Паренхіма залози представлена кірковою і мозковою речовинами. Перша розміщена на периферії, друга – в центрі. Ендокриноцити **кіркової речовини** формують тяжі, які утворюють клубочкову, пучкову і сітчасту зони. У першій зоні синтезується гормон **альдостерон**, який регулює вміст натрію в крові й посилює перебіг запальних процесів, у другій – **кортизон**,

гідрокортизон, кортикостерон, які регулюють обмін білків, вуглеводів, ліпідів, стимулюють енергетичний обмін і пригнічують запальні процеси, а в третій – гормни зі слабкою андрогенною дією

Мозкова речовина утворена хромафінними клітинами, нейронами симпатичної нервової системи, нервовими волокнами та синусоїдними гемокапілярами. *Хромафінні клітини* поділяють на епінефроцити і норепінефроцити. Перші синтезують *адреналін*, другі – *норадреналін*. Адреналін посилює роботу серця, бере участь в обміні вуглеводів. Норадреналін є медіатором нервового збудження, звужує просвіт кровоносних судин і підвищує тиск крові.

2.2.4. Загальний покрив організму

Загальний покрив організму формують шкіра та її похідні.

Шкіра є найбільшим органом організму тварин, який вкриває його зовні. Завдяки пограничному положенню вона захищає організм від негативної дії багатьох чинників (фізичних, хімічних, біологічних) зовнішнього середовища. Шкіра бере участь в обміні речовин, газів і теплорегуляції. В ній відбувається синтез і депонування вітаміну D. Вона виконує видільну функцію, є депо крові та вмістилищем багатьох чутливих нервових закінчень. Шкіра утворена епідермісом (надшкір'я), дермою (власне шкіра) та гіподермою (підшкірна основа) (Рис. 2. 33).

Епідерміс є багатошаровим плоским зроговілим епітелієм, який зумовлює захисну і чутливу функції шкіри. Його товщина і клітинний склад залежать від виду, породи тварин та наявності волосся. У безволосій шкірі епідерміс товстіший, ніж у шкірі, вкритій волоссям. Його товщина значно збільшується в ділянках шкіри, які зазнають тиску або тертя.

Власне шкіра складається із сосочкового та сітчастого шарів. Більш поверхневий *сосочковий шар* сформований з пухкої волокнистої сполучної тканини. Сосочковий шар переходить у сітчастий без чітких меж. Сосочковий шар виконує трофічну функцію і збільшує поверхню контакту дерми з епідермісом.

Сітчастий шар утворений щільною волокнистою сполучною тканиною, в якій є багато колагенових і еластичних волокон.

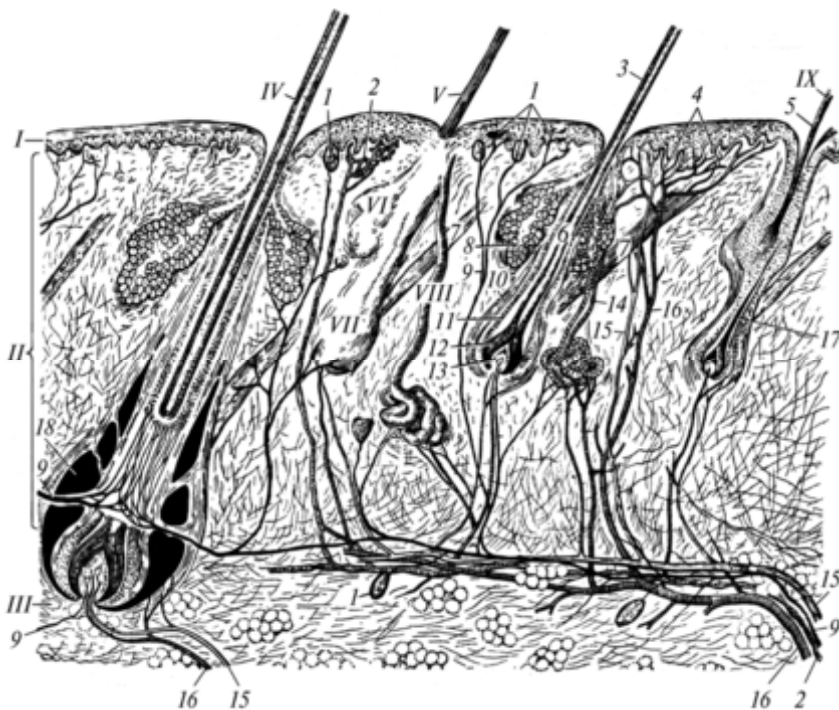


Рис. 2. 33. Схема будови шкіри: I – епідерміс; II – власне шкіра; III – підшкірна основа; IV – чутлива волосина; V – покривна волосина; VI – сальна залоза; VII – фолікул волосини; VIII – потова залоза; IX – зміна волосини; 1 – рецептори шкіри; 2 – лімфатична судина; 3 – стрижень волосини; 4 – судинне сплетення; 5 – линька волосини; 6 – корінь волосини; 7 – м’яз-підіймач волосини; 8 – сальна залоза в розрізі; 9 – нерви; 10 – сумка волосини; 11 – коренева піхва; 12 – волосяна цибулина; 13 – сосочок волосини; 14 – потова залоза в розрізі; 15 – вена; 16 – артерія; 17 – нова волосина; 18 – синуси волосяної сумки

У власне шкірі розміщені потові й сальні залози, корені волосся, м’язи-підіймачі волосся, кровоносні й лімфатичні судини, нерви та нервові закінчення.

Підшкірна основа з’єднує шкіру з глибше розміщеними

органами і утворена пухкою волокнистою сполучною тканиною, яка має багато жирових клітин. Саме тут відкладається жир, особливо при надмірній годівлі тварин.

Похідні шкіри поділяють на залозисті і рогові. До складу рогових похідних входить волосся, пальцеві утворення (копито, копитця, кігті), мякуші і роги, а до залозистих – потові, сальні та молочні залози.

Волосся вкриває шкіру і захищає її від впливу вологи та механічних чинників. У **волосині** розрізняють *корінь*, розміщений у шкірі, й *стрижень*, що виступає зі шкіри (Рис. 2. 34). Корінь волосини починається потовщенням, яке називають *волосяною цибулиною*.

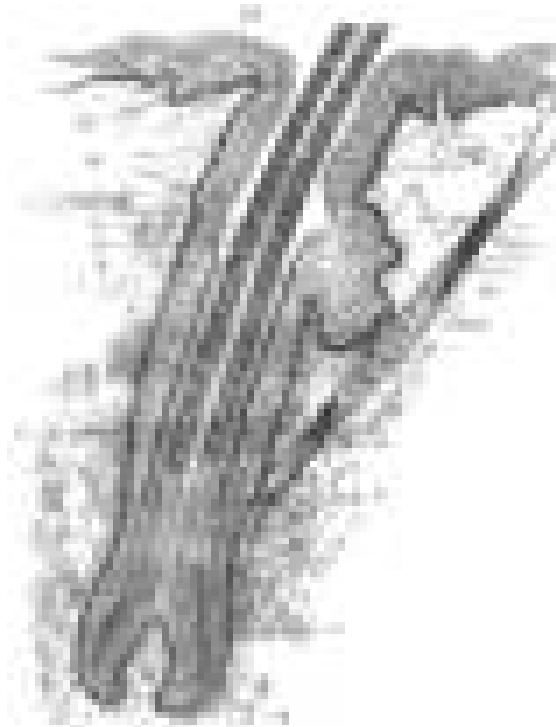


Рис. 2. 34. Схема будови волосини: 1 – сумка волосини; 2 – кіркова і 3 – мозкова речовина; 4 – кутикула; 5 – зовнішня коренева піхва; 6 – внутрішня коренева піхва; 7 – волосяна цибулина; 8 – волосяний сосочок; 9 – волосяна лійка; 10 – сальна залоза; 11 – м’яз-підіймач волосини; 12 – ростковий шар епідерміса; 13 – роговий шар епідерміса

Клітини волосяної цибулини живі, вони постійно розмножуються і дають початок волосяній нитці (волосині).

Волосина складається з трьох шарів: мозкової речовини, кіркової речовини та кутикули (шкірки). Мозкова речовина (серцевина) знаходиться в центрі. Вона утворена великими клітинами, які перебувають у стадії зроговіння. Кіркова речовина оточує мозкову. Вона представлена кількома рядами зроговілих клітин, у яких крім кератину є пігмент, що зумовлює колір волосся, і повітря. Кутикула – це зовнішній шар волосини. Вона утворена одним шаром плоских зроговілих клітин – лусочок, які черепицеподібно накладаються одна на одну.

Корінь волосини оточений волосяним фолікулом. Його стінка утворена внутрішньою й зовнішньою епітеліальними кореневими піхвами та волосяною сумкою. Порожнину фолікула, в якій розміщений корінь волосини, називають *каналом фолікула*. Біля поверхні шкіри він розширюється і формує *лійку фолікула (волосяна лійка)*. *Волосяна сумка* – це зовнішній шар стінки фолікула. Вона утворена волокнистою сполучною тканиною. Дно волосяної сумки сформоване пухкою волокнистою сполучною тканиною, яка впирається у волосяну цибулину і утворює *волосяний сосочок*. В останньому є багато кровоносних судин, завдяки яким забезпечується живлення клітин волосяної цибулини.

Копито – це спеціалізоване шкірне утворення дистальної ділянки пальця однокопитних тварин. На ньому виділяють облямівку, вінець, стінку і підшву. Всі вони утворені епідермісом і дермою, а облямівка і вінець ще й гіподермою. Роговий шар епідермісу облямівки, вінця і стінки утворює рогову стінку, а підшви – рогову підшву, які разом формують *рогову капсулу*.

Копитця (ратиці) – це спеціалізовані шкірні утворення дистальної ділянки пальців парнокопитних тварин. Їх частини і будова подібні таким копита.

Кігті – це спеціалізовані шкірні утворення дистальної ділянки пальців хижаків і гризунів. У кігті виділяють валик, вінець, стінку і підшву. Валик – це місце переходу шкіри у

кіготь, формує кігтьову борозну. Вінець, стінка і підошва утворені епідермісом, дермою, а вінець ще й гіподермою. Роговий шар епідермісу вінця, стінки і підошви формує кігтьову пластинку.

М'якуші є локальними потовщеннями шкіри на противоспинковій поверхні лапи. Вони, як і шкіра, утворені епідермісом, дермою і гіподермою. Із них дуже добре розвинені епідерміс і гіподерма. В останній є багато еластичних волокон і жирових клітин. У м'якушах одно- і парнокопитних тварин добре виражений роговий шар епідермісу. В гіподермі пальцевого м'якуша однокопитних міститься хрящ. У м'якушах є багато чутливих нервових закінчень. У хижаків, у цих органах містяться залози.

Роги вкривають рогові відростки лобових кісток у жуйних. Вони утворені епідермісом і дермою. Дерма зростається з окістям рогових відростків. У ділянці переходу рога в шкіру голови (епікерас) на ній міститься ростковий шар епідермісу, який продукує трубчастий ріг, що утворює роговий чохол.

Потові залози (Рис. 2. 33) продукують піт. З ним виділяються надлишок води, продукти мінерального обміну та деякі інші речовини. Піт змочує волосся та епідерміс шкіри і захищає їх від висихання. Випаровуючись, він охолоджує шкіру. Залози мають секреторний відділ і вивідну протоку. Їх стінка утворена сектероними епітеліоцитами і міоепітеліоцитами.

Сальні залози (Рис. 2. 33) розташовані майже у всіх ділянках шкіри. Їх немає у шкірі носо-губного дзеркала, рила, в м'якушах і сосках вимені корови. Утворені секреторними відділами та вивідними протоками. Останні відкриваються в канал фолікула волосини.

Секреторні відділи цих залоз не мають порожнин. Їх стінка утворена кількома шарами клітин, оточених базальною мембраною. Безпосередньо на мембрані розміщений шар камбіальних клітин, які діляться і дають початок клітинам інших шарів. У цих клітинах накопичуються ліпіди, і вони зміщуються до вивідних проток, де руйнуються, формуючи секрет. Секретом залоз є *шкірне сало*, яке захищає волосся й шкіру від намокання,

висихання та дії мікроорганізмів.

Молочні залози властиві ссавцям. Їх секрет – *молоко*. Побудовані з сполучнотканинної строми і паренхіми.

Сполучнотканинна строма утворена пухкою волокнистою тканиною, яка містить багато жирових клітин. Вона формує капсулу, яка вкриває залозу зовні. Від капсули відходять перегородки, що ділять залозу на часточки. В перегородках є багато кровоносних судин, нервових волокон і міжчасточкові вивідні протоки.

Паренхіма залози представлена часточками, які сформовані кінцевими секреторними відділами і внутрішньочасточковими вивідними протоками. Між ними є ніжні прошарки пухкої волокнистої сполучної тканини з численими кровоносними судинами.

Кінцеві секреторні відділи мають вигляд адъвеол або трубок (Рис. 2. 35). Їх стінка утворена *лактоцитами* і міоепітеліоцитами, які розташовані на базальній мембрані. Лактоцити розміщені в один шар, у них синтезується молоко.

Із секреторних відділів починаються вивідні протоки, які поділяють на внутрішньо- і позачасткові. Ними молоко надходить у молочну пазуху, із соскової частини якої воно потрапляє у сосковий канал. Стінка великих проток (молочна пазуха, сосковий канал) утворена слизовою оболонкою, яка вкрита багат шаровим плоским епітелієм.

У нелактаційний період структура молочної залози дещо змінюється. У ній значно розростається сполучнотканинна строма і волокниста сполучна тканина в часточках залози. Це призводить до стискання секреторних відділів, їх спустошення і часткового зникнення. При цьому, в часточках і між ними добре виявляються тільки вивідні протоки. Перед настанням лактації структури часточок відновлюються.

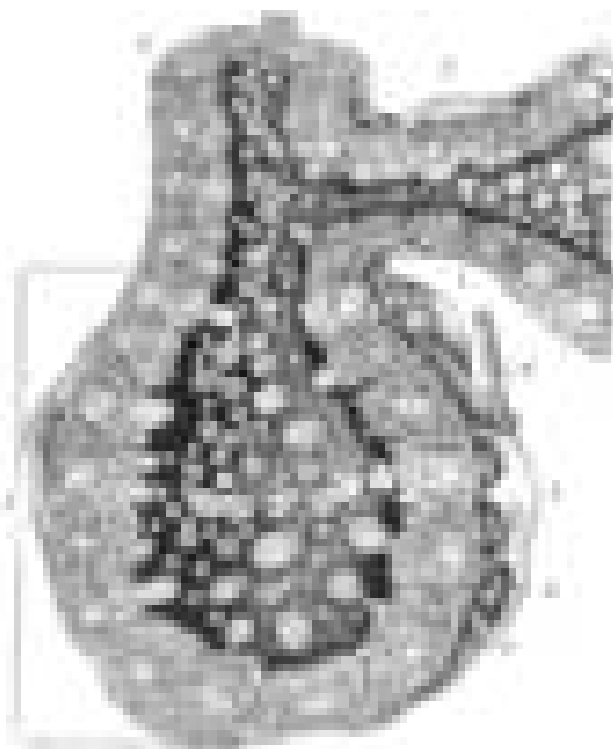


Рис. 2. 35. Схема будови секреторного відділу молочної залози: 1 – ацинус; 2 – мала внутрішньочасточкова протока; 3 – середня внутрішньочасточкова протока; 4 – секреція; 5 – міоепітеліоцити; 6 – нервові волокна; 7 – кровоносний капіляр; 8 – лактоцит

2.2.5. Апарат травлення

Апарат травлення забезпечує організм поживними речовинами. Процес травлення включає такі етапи: прийом їжі і води, механічна та хімічна обробка корму, всмоктування поживних речовин та видалення неперетравлених решток.

Апарат органів травлення представлений *травною трубкою*, яка починається ротовою щілиною і закінчується відхідниковим (анальним) отвором. До складу апарату травлення відносять також застінні травні залози.

Ротова порожнина є початковим відділом травної трубки. Вона виконує функції прийому корму і води, механічну обробку корму та обстеження його на смак, зволоження корму та

формування кормової грудки, розщеплення вуглеводів ферментами слини, а також формування звуків, захисну функцію.

До складу органів ротової порожнини входять губи, щоки, ясна, тверде й м'яке піднебіння, зуби, язик та застінні слинні залози. Спереду ротова порожнина обмежена губами, з боків – щоками, згори – твердим і м'яким піднебінням. Дно ротової порожнини заповнене язиком. Остов ротової порожнини має кісткову основу, а її стінки вистелені слизовою оболонкою, яка представлена багатошаровим плоским епітелієм (з ділянками зроговіння), власною пластинкою і підслизовою основою.

Губи рота – шкірно-м'язові утвори, що обмежують вхід у ротову порожнину. Внутрішня оболонка губ – слизова оболонка, середня – скелетна м'язова тканина, зовні губи вкриті шкірою. В підслизовій основі знаходяться залози.

Щоки утворюють бічні стінки ротової порожнини. Зовні вони вкриті шкірою, середню оболонку формують скелетна м'язова тканина, внутрішня – слизова оболонка. У підслизовій основі щік і скелетних м'язів розміщені залози.

Ясна – утвори слизової оболонки, що вкривають зубні краї щелеп з їх губною, щічною та язиковою поверхнями. Ясна мають мало нервових закінчень, але багаті на кровоносні судини.

Тверде піднебіння обмежує ротову порожнину зверху і зростається з окістям кісток кісткового піднебіння. Це слизова оболонка, яка формує валики і сосочки та утворена епітелієм і власною пластинкою.

М'яке піднебіння або піднебінна завіска, основу якого утворюють відповідні м'язи, є продовженням твердого піднебіння. М'яке піднебіння рухливе і знаходиться на межі ротової порожнини і глотки. Слизова оболонка м'якого піднебіння з боку ротової порожнини вкрита багатошаровим плоским епітелієм, на якому є отвори проток піднебінних залоз. Протилежна поверхня слизової цього органа вистелена псевдобагатошаровим війчастим епітелієм. В товщі слизової оболонки знаходиться піднебінний мигдалик.

Язик – рухливий м'язовий орган, що знаходиться на дні

ротової порожнини. Він захоплює, утримує і перемішує корм, приймає воду, в ньому розміщений орган смаку. Основа язика утворена склетною м'язовою тканиною, яка вкрита слизовою оболонкою.

На язиці виділяють верхівку, тіло й корінь. Його слизова оболонка формує механічні (ниткоподібні та конічні) та смакові (грибоподібні, валикоподібні і листоподібні) сосочки (Рис. 2. 36, 2. 37). У стінці останніх розташовані смакові бруньки, які формують орган смаку. В м'язовій основі кореня язика містяться залози.



Рис. 2. 36. Ниткоподібні сосочки язика: 1 – м'язова основа язика; 2 – слизова оболонка; 3 – ниткоподібні сосочки. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 15$, об. $\times 10$

Зуби розміщені у верхній та нижній щелепі та різцевих кістках. Вони служать для захоплення й подрібнення їжі. Їх поділяють на різці, ікла та кутні (моляри і премоляри). Зуби також є молочні та постійні.



Рис. 2. 37. Листоподібні сосочки язика: 1 – м'язова основа язика; 2 – язикові залози; 2а – серозного типу; 2б – слизового типу; 3 – слизова оболонка; 4 – листоподібні сосочки; 5 – смакові бруньки. Ок. $\times 15$, об. $\times 10$

На зубі виділяють коронку, шийку і корінь. У коронці є порожнина, яка продовжується у канал кореня зуба. Зуб побудований із дентину, емалі, зубного цементу та пульпи (Рис. 2. 38).

Дентин утворює основу коронки, шийки і кореня зуба. Він твердий, мінералізований, в ньому відсутні клітини та кровоносні судини. Містить 72 % неорганічних речовин і 28 % органічних речовин.

Емаль вкриває дентин у ділянці коронки зуба. Це найтвердіша речовина тіла тварин, до її складу входить 96–98 % мінеральних і 2–4 % органічних речовин.

Зубний цемент розміщений у ділянці кореня зуба. За своєю будовою він подібний до кісткової тканини. В зубному цементі немає кровоносних судин. До його складу входить 70 % мінеральних речовин.

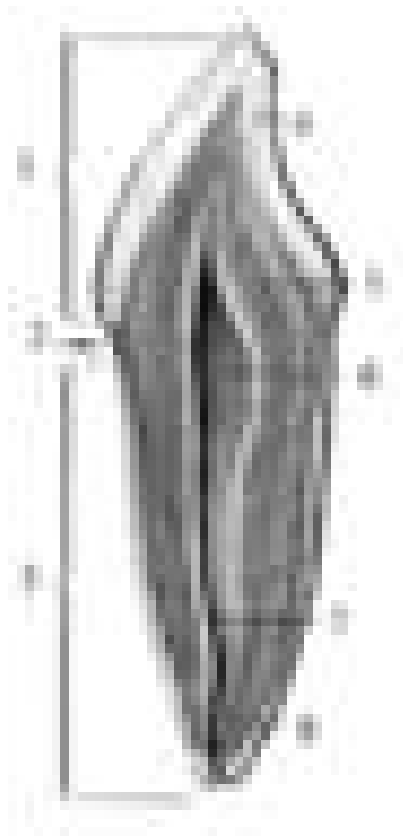


Рис. 2. 38. Схема будови зуба: 1 -коронка; 2 – шийка; 3 – корінь; 4 – емаль; 5 – дентин; 6 – порожнина коронки; 7 – канал кореня; 8 – зубний цемент

Пульпа заповнює порожнину коронки і канал кореня зуба. Вона забезпечує живлення, іннервацію, захист і регенерацію складових зуба. Утворена пульпа пухкою волокнистою сполучною тканиною, в якій є багато судин і нервів.

Закріплюється зуб в зубній альвеолі за допомогою *періодонту* (зубної зв'язки). В ньому є багато чутливих нервових закінчень.

Залози ротової порожнини – це екзокринні залози, які утворені секреторними відділами і вивідними протоками. Їх поділяють на пристінні (губні, щічні, піднебінні, язикові) та застінні (привушні, піднижньощелепні, під'язикові). Вони

виділяють серозний або слизовий секрет, що утворює слину, яка містить воду, мінеральні та органічні речовини.

Слина зволожує корм, сприяє його механічній обробці, формуванню кормової грудки та її ковтанню. Ферменти слини беруть участь у хімічній обробці корму. Слина, завдяки наявності в ній лізоциму і лейкоцитів, проявляє бактерицидну дію.

Застінних слинних залоз є три пари: привушна, піднижньощелепна і під'язикова. Вони є паренхіматозними органами та утворені стромою і паренхімою. Сполучнотканинна строма побудована із пухкої волокнистої сполучної тканини. Вона представлена капсулою, яка оточує залози зовні і перегородками, що відходять від неї. Перегородки поділяють паренхіму залози на часточки. У стромі містяться кровоносні та лімфатичні судини, нервові вузли, волокна і закінчення та міжчасточкові вивідні протоки. У часточках розташовані секреторні відділи і внутрішньочасточкові вивідні протоки: вставні та посмуговані. Навколо складових часточок містяться прошарки пухкої волокнистої сполучної тканини з кровоносними судинами. Секреторні відділи застінних слинних залоз бувають трьох типів: серозні, слизові та змішані (Рис. 2. 39).

Глотка розміщена між ротовою й носовою порожнинами та входом у стравохід і гортань. Має носову і травні (ротову і гортанну) частини. Це трубчастий орган. Носова частина глотки описана в апараті дихання.

Епітелій слизової оболонки у травних частинах глотки багатшаровий плоский. У підслизовій основі містяться слизові залози. М'язова оболонка утворена скелетною м'язовою тканиною, пучки м'язових волокон якої формують зовнішній циркулярний і внутрішній поздовжній шар. Адвентиційна оболонка сформована пухкою волокнистою сполучною тканиною.

На межі порожнин рота і носа з глоткою у її стінці розташоване глоткове лімфоїдне кільце, яке утворене піднебінними, язиковим, глотковим і трубними мигдаликами і

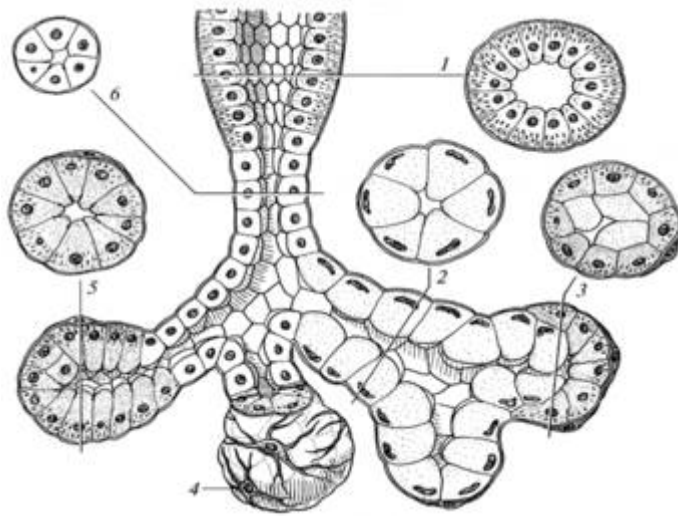


Рис. 2. 39. Схема будови секреторних відділів і внутрішньочасточкових проток слинних залоз: 1 – посмугована протока; 2 – слизовий секреторний відділ; 3 – змішаний секреторний відділ; 4 – міоепітеліоцити; 5 – серозний секреторний відділ; 6 – вставна протока

відноситься до периферичних органів гемо- і лімфопоезу.

Стравохід служить для проведенні корму з глотки до шлунка. Він також є трубчастим органом. Його слизова оболонка, формує складки (Рис. 2. 40). Епітелій слизової багатошаровий плоский, незроговілий, з ділянками зроговіння. Підслизова основа містить залози. М'язова оболонка передньої частини стравоходу утворена скелетною м'язовою тканиною, а задньої – гладкою м'язовою тканиною. У м'язовій оболонці розрізняють внутрішній – коловий і зовнішній – поздовжній шари. Зовнішня оболонка стравоходу у шийній частині адвентиційна, у грудній і черевній частинах – серозна.

Шлунок – це орган, в якому під впливом ферментів, відбувається травлення і всмоктування окремих хімічних речовин (вода, солі, моносахариди, спирти). Він також виконує екскреторну функцію (через його слизову оболонку виділяються аміак, сечовина тощо), механічну (перемішування вмістимого і транспорт його в дванадцятипалу кишку), ендокринну (продукує



Рис. 2. 40. Схема мікроскопічної будови стравоходу
1 – епітелій; 2 – власна пластинка; 3 – м'язова пластинка слизової оболонки; 4 – залози в підслизовій основі; 5 – протока залози; 6 – коловий, 7 – поздовжній шари м'язової оболонки; 8 – судини в адвентиції

біологічно активні речовини, які впливають на секрецію шлункових залоз і скорочення стінки шлунка).

Шлунки у свійських тварин бувають однокамерні (свиня, кінь), багатокамерні (жуйні) і двокамерні (птахи). Вони також є трубчастими органами. Їх стінка утворена слизовою, м'язовою і серозною оболонками. Епітелій слизової оболонки неоднаковий в окремих камерах багатокамерного, двокамерного і однокамерного шлунка. У слизовій оболонці, що вкрита простим циліндричним залозистим епітелієм, містяться шлункові залози, які продукують шлунковий сік. Останній виділяється на поверхню слизової.

М'язова оболонка стінки шлунка утворена внутрішнім косим, середнім циркулярним і зовнішнім поздовжнім шарами гладкої м'язової тканини. Між шарами м'язової тканини знаходяться прошарки пухкої волокнистої сполучної тканини, кровоносні судини, нервові закінчення і лімфоїдна тканина.

Зовнішня оболонка шлунка серозна.

Тонка кишка включає дванадцятипалу, порожню і клубову кишки, які є типовими трубчастими органами. У них відбувається подальше травлення (після шлунка) за участі ферментів кишкового соку, секрету підшлункової залози та печінки і всмоктування поживних речовин. Вони виконують також евакуаторну функцію (транспорт вмістимого в товсту кишку).

Стінка тонкої кишки, як і стінка шлунка, утворена слизовою, м'язовою і серозною оболонками (Рис. 2. 41).

У тонкій кишці є структури, які збільшують поверхню її контакту з вмістимим і забезпечують всмоктування поживних речовин. До них належать циркулярні складки, ворсинки і крипти.

Циркулярні складки утворені всіма шарами слизової оболонки. Вони не розправляються при наповненні кишки.

Ворсинки – це пальцеподібні вирости власної пластинки слизової оболонки, які вкриті епітелієм і своїми верхівками спрямовані в порожнину кишки.

Крипти розташовані між ворсинками і є впинаннями епітелію у власну пластинку. Вони збільшують всмоктувальну поверхню слизової оболонки, а також виділяють секрет.

Епітелій слизової оболонки тонкої кишки – простий стовпчастий облямітковий. Він містить багато келиховодібних клітин.

М'язова оболонка тонкої кишки утворена гладкою м'язовою тканиною, пучки гладких м'язових клітин формують циркулярний і поздовжній шари.

Серозна оболонка має типову для неї будову.

У **товстій кишці**, до складу якої входять сліпа, ободова і пряма, відбувається подальше травлення за участі ферментів кишкового соку і бактерій, інтенсивне всмоктування води і електролітів, нагромадження екскреторних речовин (солі важких металів), формування та виведення калових мас.

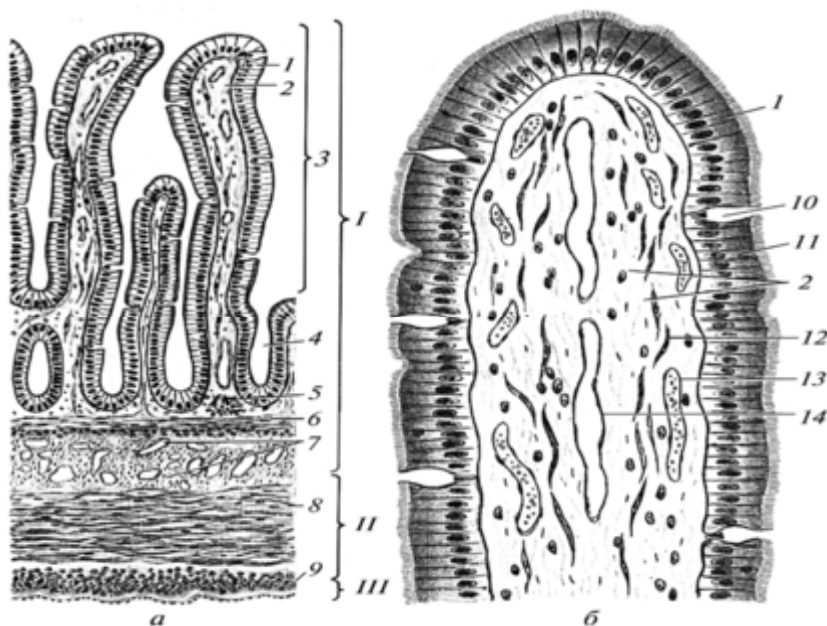


Рис.2. 41. Схема мікроскопічної будови стінки тонкої кишки (а) і ворсинки (б) ссавців: I – слизова оболонка; II – м'язова оболонка; III – серозна оболонка; 1 – епітелій; 2 – власна пластинка; 3 – ворсинка; 4 – крипта; 5 – лімфоїдний вузлик; 6 – м'язова пластинка; 7 – підслизова основа; 8 – циркулярний шар м'язової оболонки; 9 – поздовжній шар м'язової оболонки; 10 – келихоподібні клітини; 11 – облямівкові епітеліоцити; 12 – гладкі м'язові клітини; 13 – кровоносні судини; 14 – лімфатичні судини

Стінка товстої кишки подібна до такої стінки тонкої кишки, однак має особливості. Слизова оболонка товстої кишки не утворює ворсинок, а представлена лише складками і криптами. Серед епітеліоцитів багато келихоподібних клітин. Слизова оболонка відхідникової частини прямої кишки вкрита багат шаровим плоским епітелієм. У власній пластинці слизової оболонки знаходиться багато крипт і скупчень лімфоїдної тканини. У кишках, що мають тенії, поздовжній шар м'язової оболонки розвинений нерівномірно. Він переважно сконцентрований у ділянці тенії. М'язова оболонка кінцевої частини прямої кишки утворена скелетною м'язовою тканиною.

Вона формує окремі м'язи прямої кишки та відхідника.

Зовнішньою оболонкою частини прямої кишки, яка розташована за межами тазової порожнини, є адвентиція.

Печінка – застінна залоза органів травлення, у якій синтезується жовч, що сприяє перетравленню жирів, синтезуються білки плазми крові, депонуються глікоген, ліпіди і вітаміни, знешкоджуються шкідливі речовини, у плодів відбувається кровотворення.

Печінка зовні печінка вкрита серозною оболонкою і як паренхіматозний орган складається зі строми й паренхіми (Рис. 2. 42). Строма представлена капсулою, від якої відходять перегородки, що поділяють цей орган на часточки. Між ними розміщені міжчасточкові артерія, вена і жовчна протока, які формують триади.

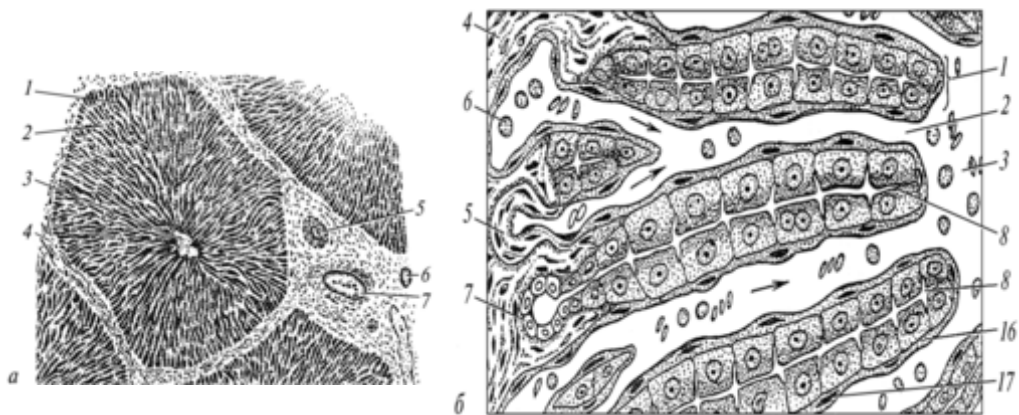


Рис. 2. 42. Схема мікроскопічної будови печінки: а – часточка; б – розміщення синусоїдних і жовчних капілярів у часточці; 1 – печінкова пластинка; 2 – синусоїдний гемокапіляр; 3 – центральна вена; 4 – трабекула; 5 – міжчасточкова артерія; 6 – міжчасточкова жовчна протока; 7 – міжчасточкова вена; 8 – жовчний капіляр; 9 – мікрроворсинки; 10 – навколосинусоїдний простір; 11 – мітохондрії; 12 – гранулярна ендоплазматична сітка; 13 – комплекс Гольджі; 14 – лізосоми; 15 – агранулярна ендоплазматична сітка; 16 – ендотеліюцити синусоїдного гемокапіляра; 17 – макрофаг

Часточки утворюють паренхіму печінки. Вони мають полігональну форму. До їх складу входять центральна вена, печінкові пластинки (балки), синусоїдні гемокапіляри та жовчні капіляри. Кров у печінковій часточці тече від її периферії до центру, а жовч – від центру до периферії.

Центральна вена розміщена в центрі часточки. Радіально від неї розміщені *печінкові пластинки*, утворені двома рядами гепатоцитів. Гепатоцити мають полігональну форму і забезпечують майже всі функції печінки. На них виділяють дві поверхні. Поверхню спрямовану до жовчного капіляра називають *біліарною (жовчною)*, а направлену до синусоїдного гемокапіляра – *васкулярною (судинною)*.

У печінкових пластинках між рядами гепатоцитів розміщені *жовчні капіляри*, які починаються сліпо на середині пластинок. Їх стінка сформована оболонкою гепатоцитів, з'єднаних щільними контактами. Завдяки їм жовч у нормі не може потрапити в кровоносні судини. Жовчними капілярами кров потрапляє в навколочасточкові жовчні протоки, які відкриваються в міжчасточкові жовчні протоки. Останні дають початок печінковим протокам.

Між печінковими пластинками знаходяться синусоїдні гемокапіляри (у них тече змішана кров), що впадають у центральну вену.

До печінки надходить артеріальна і венозна кров, яка тече до часточок частковими, сегментними, міжчасточковими і навколочасточковими артеріями і венами. У міжчасточковій сполучній тканині їх гілки утворюють міжчасточкові вени та артерії, які входять до складу триад. На периферії часточок навколочасточкові артерії і вени розгалужуються на капіляри, які дають початок синусоїдним капілярам часточок. По них тече змішана кров (артеріальна й венозна). Проходячи через часточку печінки кров звільняється від шкідливих речовин і надходить в центральну вену, яка продовжується у підчасточкову вену. Підчасточкові вени дають початок печінковим венам, що впадають в каудальну порожнисту вену. Течію крові з ворітної вени через печінку до каудальної порожнистої вени називають

ворітним кровообігом.

Підшлункова залоза має екзокринний та ендокринний відділи. Зовні залоза вкрита серозною оболонкою, під якою є капсула. Від капсули відходять перегородки, які ділять її паренхіму на часточки. Капсула й перегородки побудовані з пухкої волокнистої сполучної тканини і формують строму. В ній знаходяться кровоносні і лімфатичні судини, нерви, нервові вузли та закінчення, а в перегородках ще й міжчасточкові вивідні протоки. В часточках розміщені екзокринні та ендокринні відділи залози (Рис. 2. 43).

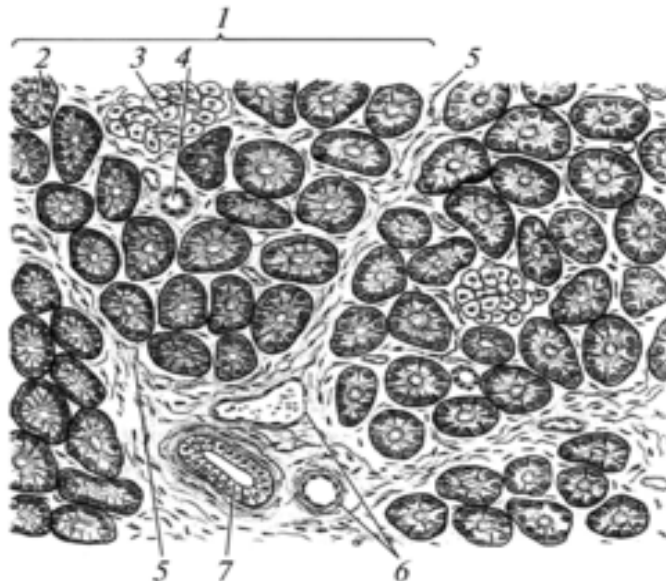


Рис. 2. 43. Схема мікроскопічної будови підшлункової залози: 1 – часточка; 2 – секреторний відділ; 3 – острівцеву Лангерганса; 4 – внутрішньочасточкова протока; 5 – трабекули; 6 – кровоносні судини; 7 – міжчасточкова протока

Структурно-функціональною одиницею *екзокринного відділу* є *панкреатичний ацинус*. До його складу входять секреторний відділ і вставна протока.

Секреторний відділ утворений екзокринними панкреатоцитами (ациноцитами), розміщеними на базальній мембрані. Ці клітини мають конічну форму. Їх апікальна частина звужена.

Вставна протока утворена плоскими або кубічними клітинами, розміщеними на базальній мембрані. Вставні протоки дають початок внутрішньочасточковим протокам, які переходять у міжчасточкові. Останні об'єднуються в панкреатичну протоку, що впадає у дванадцятипалу кишку.

Ендокринний відділ залози представлений панкреатичними острівцями (Лангерганса). До їх складу входять ендокринні клітини (інсулоцити) і фенестровані кровоносні капіляри, оточені прошарком пухкої волокнистої сполучної тканини. Інсулоцити синтезують гормони, які регулюють вміст цукру в крові, знижують артеріальний тиск і сприяють виділенню шлункового та підшлункового соків.

2.2.6. Апарат дихання

Органи апарату дихання забезпечують зовнішнє дихання – газообмін між кров'ю і повітрям, яке вдихається. При цьому в кров потрапляє Оксиген з повітря, а вуглекислий газ виділяється з крові у повітря. Апарат дихання також містить органи звуку, нюху, виконує видільну та захисну функції.

До складу апарату дихання входять повітроносні шляхи (ніс із носовими порожнинами, носоглотка, гортань, трахея, бронхи) і респіраторні відділи легень (структури у стінках яких розташовані альвеоли).

Повітроносними шляхами повітря проводиться до респіраторних відділів легень і від них. У них також повітря звільняється від механічних домішок, зволожується, зігрівається або охолоджується. Вони починаються носом, який містить парну *носову порожнину*. Входом до носової порожнини є ніздрі, а виходом із неї – хоани. Стінки носової порожнини вистелені слизовою оболонкою, яка в її присінку вкрита багатошаровим плоским зроговілим епітелієм. У дихальній частині носової порожнини слизова оболонка вкрита війчастим епітелієм, а в нюховій – нюховим епітелієм (орган нюху). Завдяки останньому носова порожнина виконує ще й нюхову функцію.

Слизова оболонка крім епітелію утворена і власною пластинкою. В останній знаходяться кровоносні і лімфатичні

судини, нервові закінчення і залози, протоки відкриваються на поверхні слизової оболонки.

Носоглотка слугує для проведення повітря із нової порожнини в гортань. Її стінка утворена слизовою, м'язовою і адвентиційною оболонками. У слизовій оболонці міститься глотковий мигдалик.

Гортань, крім відмічених вище функцій, ізолює повітроносні шляхи, що розташовані позаду неї від попадання в них корму при ковтанні, а також є органом формування звуків.

Стінка гортані утворена слизовою, волокнисто-хрящовою і адвентиційною оболонками. Середня оболонка утворена гіаліновими і еластичними хрящами та волокнистою сполучною тканиною.

Трахея з'єднує гортань з бронхами. Місце поділу трахеї на головні бронхи називають біфуркацією (роздвоєнням). Стінка трахеї утворена таким ж оболонками як і стінка гортані (Рис. 2. 44). Гіалінова хрящова тканина середньої оболонки формує хрящові кільця.

Бронхи поділяють на позалегенові (головні, трахейні та міжчасткові) і внутрішньолегенові (розгалужуються в легенях). Розгалуження внутрішньолегенових бронхів формують бронхіальне дерево (Рис. 2. 45).

До його складу входять великі, середні малі бронхи і термінальні бронхіоли. Стінка бронхів подібна до такої стінки трахеї, але їх різновиди мають особливості будови середньої оболонки. У головних бронхах ця оболонка така як і в стінці трахеї, а в інших бронхах хрящова тканина редукується і представлена окремими пластинками, які відсутні в малих бронхах і термінальних бронхіолах.

Респіраторний відділ легень представлений структурами у стінках яких розташовані альвеоли. До його складу входять респіраторні бронхіоли, альвеолярні ходи і альвеолярні мішечки.

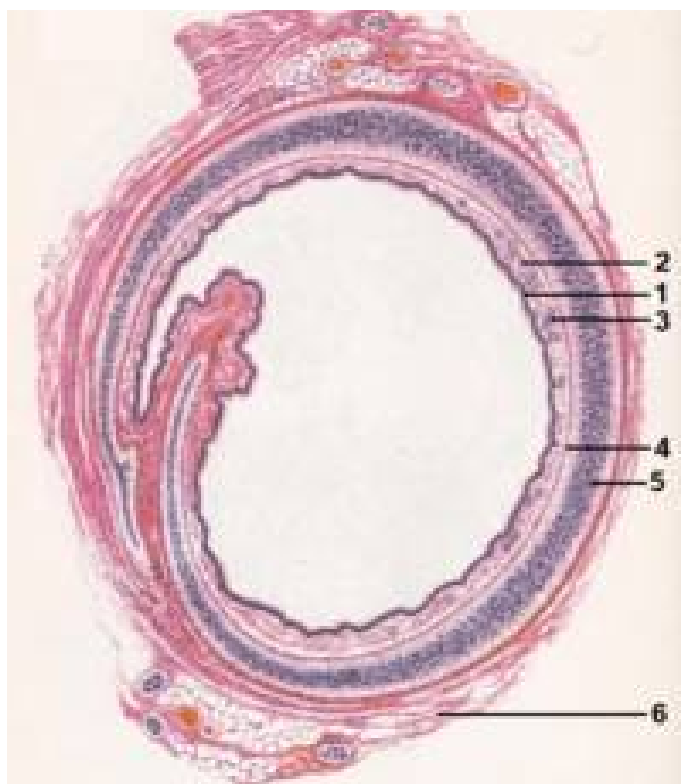


Рис. 2. 44. Мікроструктура трахеї: 1 – епітелій слизової оболонки; 2– власна пластинка слизової оболонки; 3 – залози в підслизовій основі; 4 – волокнисто-хрящова оболонка; 5 – гіалінова хрящова тканина; 6 – адвентиція

Альвеоли легень – це відкриті пухирці стінка яких утворена клітинами – альвеолоцитами, які розташовані на базальній мембрані. Внутрішня поверхня альвеол вкрита сурфактантом, який запобігає злипанню їх при видиху та проявляє бактерицидну дію. До зовнішньої поверхні альвеол прилягають кровоносні капіляри. Їх стінка, стінка альвеол і сурфактант утворюють *аерогематичний бар'єр* через який відбувається газообмін між повітрям, що заповнює альвеоли і кров'ю, що тече в капілярах (Рис. 2. 46).

Легені – парні паренхіматозні органи, які знаходяться в грудній порожнині. За вони формою нагадують конус зі звуженою вершиною і розширеною основою.

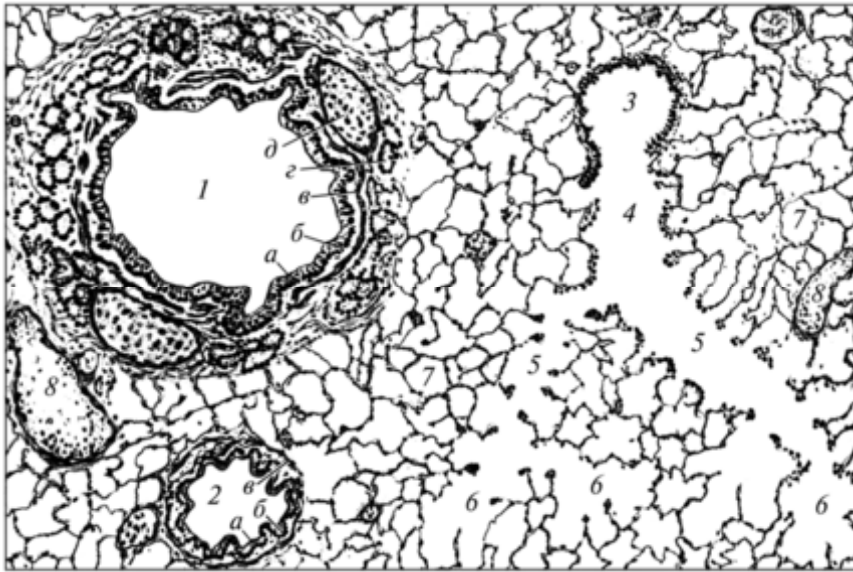


Рис. 2. 45. Мікроструктура легень: 1 – середній бронх; 2 – малий бронх; 3 – кінцева (термінальна) бронхіола; 4 – респіраторна бронхіола; 5 – альвеолярний хід; 6 – альвеолярний мішок; 7 – альвеола; 8 – кровоносні судини; а – війчастий епітелій; б – власна пластинка слизової оболонки; в – м’язова пластинка слизової оболонки; г – підслизова основа з бронхіальними залозами; д – хрящова пластинка

Респіраторний відділ легень представлений структурами у стінках яких розташовані альвеоли. До його складу входять респіраторні бронхіоли, альвеолярні ходи і альвеолярні мішечки.

Зовні легені вкриті серозною оболонкою – *легеневою плеврою*. Легені утворені розгалуженнями повітроносних шляхів (бронхіальне дерево) і респіраторного відділу (альвеолярне дерево), які супроводжують кровоносні та лімфатичні судини і нерви. Кровоносні та лімфатичні судини і нерви містяться у прошарках пухкої волокнистої сполучної тканини (строми), яка містить багато еластичних волокон.



Рис. 2. 46. Схема аерогематичного бар'єра: 1 – порожнина альвеоли; 2 – альвеолоцит; 3 – ендотеліоцит кровоносного капіляра; 4 – просвіт кровоносного капіляра; 5 – базальна мембрана; 6 – еритроцит

2.2.7. Сечо-статевий апарат

До складу сечо-статевого апарату входить сечова і статева системи.

2.2.7.1. Сечова система

До складу органів сечової системи входять нирки, сечоводи, сечовий міхур і сечівник. Останні три органи відносять до складу сечовивідних шляхів.

Органи сечової системи спеціалізовані на виконанні видільної функції. В них утворюється сеча, з якою з організму виділяється біля 80 % кінцевих продуктів обміну речовин. Крім

видільної функції, вони беруть участь у регуляції осмотичного тиску крові, підтриманні кислотно-лужної рівноваги і виконують ендокринну функцію.

Нирки – парні паренхіматозні органи, бобоподібної форми, в яких утворюється сеча і починаються сечовивідні шляхи. Вони розміщені у поперековій ділянці.

Зовні нирки вкриті жировою капсулою, під якою знаходиться волокниста капсула, що утворена щільною волокнистою сполучною тканиною.

На розрізі нирки розрізняють кіркову (сечоутворювальну) та мозкову (сечовидільну) речовини. Між речовинами нирки міститься її погранична зона, де розміщені кровоносні судини.

Паренхіма нирок розміщена під капсулою, утворена нирковими тільцями і прямими та звивистими нирковими епітеліальними каналцями (Рис. 2. 47). Звивисті каналці та

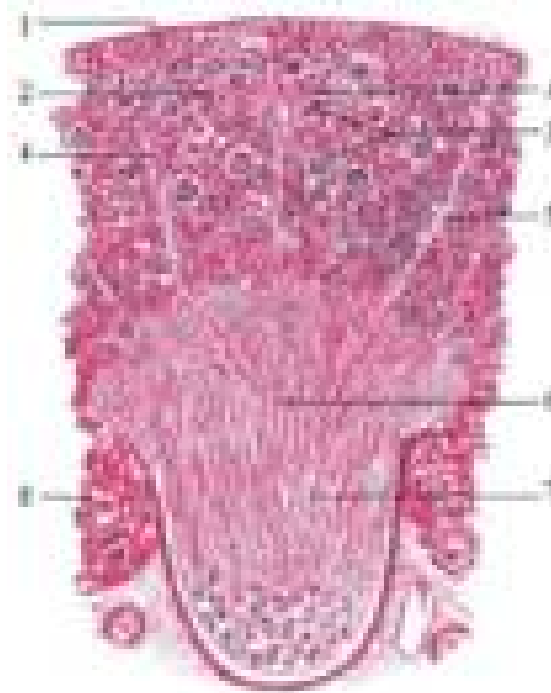


Рис. 2. 47. Мікроструктура нирок: 1 – капсула; 2 – кіркова речовина; 3 – ниркові тільця; 4 – звивисті ниркові каналці; 5 – мозкові промені; 6 – мозкова речовина; 7 – прямі ниркові каналці; 8 – ниркові стовпи

ниркові тільця утворюють кіркову, а прямі – мозкову речовину. Між структурами паренхіми нирок є тонкі прошарки пухкої волокнистої сполучної тканини, які разом з капсулою формують сполучнотканинну строму нирок. У прошарках цієї тканини знаходяться кровоносні судини.

Кіркова речовина розташована на периферії, місцями впинається у мозкову, формуючи ниркові стовпи.

Мозкова речовина розташована в центрі, представлена нирковими пірамідами, які розділені нирковими стовпами. Мозкова речовина впинається у кіркову речовину, утворюючи мозкові промені. Розширена основа піраміди спрямована до кіркової речовини, а звужена верхівка утворює нирковий сосочок, який виступає у ниркову чашечку (багатососочкові нирки). Ниркова чашечка відкривається короткою протокою в ниркову миску.

Структурно-функціональною одиницею нирок є *нефрон* – нирковий каналець, який починається сліпо і має звивисті та прямі частини. У нефроні розрізняють капсулу клубочка, проксимальний, тонкий і дистальний відділи (Рис. 2. 48). Капсула нефрона оточує судинний клубочок, формуючи ниркове тільце. Нефрони поділяють на кіркові (1 %), проміжні (79 %) та юкстамедулярні (20 %).

Процес утворення сечі здійснюється в три фази. Фільтраційна фаза відбувається в ниркових тільцях. В наслідок чого утворюється первинна сеча. У проксимальному, тонкому і дистальному відділах нефрона проходить друга фаза – реабсорбційна. При цьому з первинної сечі поглинаються і відводяться в кров надлишок води, електроліти, глюкоза, амінокислоти та білки. Первинна сеча перетворюється на вторинну. Третя фаза – секреторна відбувається в збірних ниркових трубочках, у які відкриваються нефрони.

Сечовивідні шляхи забезпечують виведення сечі. Частина з них знаходиться в нирках (збірні і сосочкові каналці, ниркові чашечки, ниркова миска), а частина – за їх межами і є окремим органами (сечовід, сечовий міхур, сечівник).

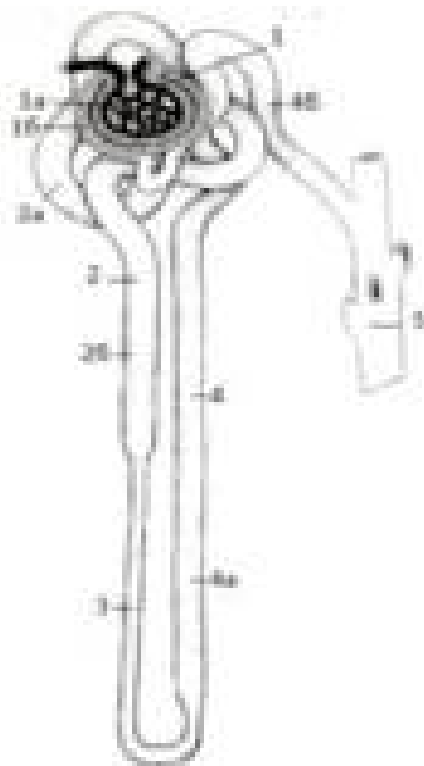


Рис. 2. 48. Схема будови нефрона: 1 – ниркове тільце; 1а – судинний клубочок; 1б – капсула клубочка; 2 – проксимальний каналець; 2а – звивистий; 2б – прямий; 3 – тонкий каналець; 4 – дистальний каналець; 4а – прямий; 4б – звивистий; 5 – збірний нирковий каналець (трубочка)

Стінка цих шляхів, крім збірних і сосочкових каналців, утворена слизовою, м'язовою та адвентиційною оболонками. Слизова оболонка складається з перехідного епітелію і власної пластинки. У сечоводах і сечовому міхурі вона утворює складки. Власна пластинка побудована з пухкої волокнистої сполучної тканини. М'язова оболонка ниркової чашечки і миски виражена слабо і представлена внутрішнім циркулярним і зовнішнім поздовжнім шарами. М'язова оболонка утворена гладкою м'язовою тканиною. Її товщина і кількість шарів гладких м'язових клітин збільшується. В задній частині стінки сечоводу і сечового міхура вона формує три шари: внутрішній і зовнішній поздовжні і середній коловий. Адвентиція утворена пухкою

волокнистою сполучною тканиною.

Сечовід – парний трубчастий орган, який проводить сечу з нирки в сечовий міхур. У слизовій оболонці сечоводу містяться залози.

Сечовий міхур – непарний, еластичний, порожнистий орган овальної форми, що виконує роль резервуара, в якому накопичується сеча. Його розмір, а відповідно і форма, змінюється залежно від наповнення. Порожній сечовий міхур має округлу форму, зморшкуватий, з товстими стінками.

Дорсально сечовий міхур межує з прямою кишкою (у самців) і з маткою та піхвою (у самок).

Сечівник має неоднакову будову у самців і самок. У самців він також є органом для виведення сперми і його будова описана в розділі «Статева система». У самок він починається внутрішнім отвором із стінки сечового міхура і закінчується зовнішнім отвором сечівника на межі піхви та її присінка. Його стінка утворена слизовою, м'язовою і адвентиційною оболонками.

2.2.7.2. Статева система

Органи статеві системи забезпечують репродуктивну функцію. Вони також впливають на ріст і розвиток організму тварин. Їх поділяють на статеві органи самців і самок, які включають статеві залози, статеві шляхи, додаткові статеві залози і копуляційні органи.

До **статевої системи самок** ссавців належать яєчники, яйцепроводи, матка, піхва, присінок піхви і зовнішні статеві органи.

Яєчник – парна статева залоза в якій розвиваються яйцеклітини і синтезуються статеві гормони (Рис. 2. 49). Зовні яєчник вкритий простим кубічним епітелієм. Під епітелієм знаходиться білкова оболонка, яка утворена щільною волокнистою сполучною тканиною.

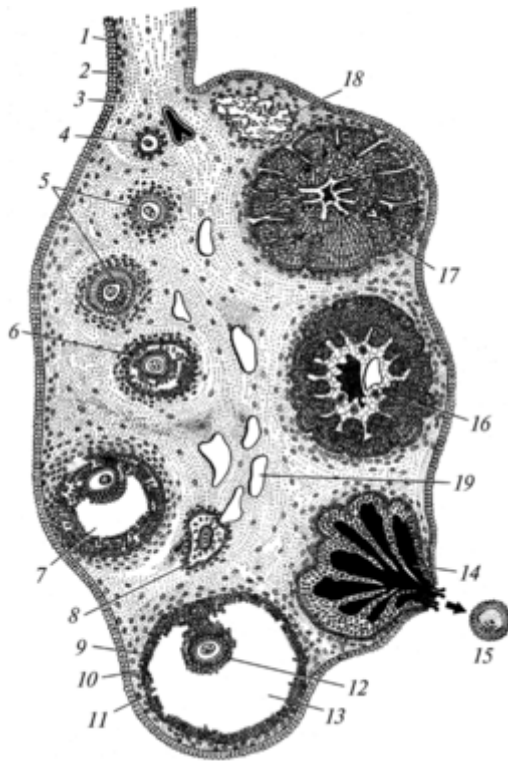


Рис. 2. 49. Схема будови яєчника: 1 – зв'язка яєчника; 2 – поверхневий епітелій; 3 – білкова оболонка; 4 – примордіальний, 5 – первинний, 6 – що росте, 7 – вторинний, 8 – атретичний, 9 – зрілий фолікули; 10 – тека; 11 – фолікулярні клітини; 12 – яйценосний горбок з овоцитом; 13 – порожнина фолікула; 14 – овульований фолікул; 15 – овоцит; 16, 17 – жовте тіло; 18 – білувате тіло; 19 – судини

У яєчнику виділяють кіркову (на периферії) і мозкову (в центрі) речовини. Строма кіркової речовини утворена волокнистою сполучною тканиною. В ній є ендокринні клітини, які продукують статевий гормони самки – *естрогени*, які впливають на розвиток органів, що визначають стать. Основну кіркової речовини утворюють фолікули різного ступеня зрілості, червоні, жовті тіла і білуваті тіла та атретичні фолікули.

В усіх фолікулах на різних стадіях розвитку містяться яйцеклітини. Залежно від зрілості фолікули поділяють на примордіальні, первинні, вторинні й третинні. Із третинного

фолікула відбувається овуляція яйцеклітини, яка потрапляє у яйцепровід. Порожнина цього фолікула заповнюється кров'ю (червоне тіло). Згодом червоне тіло перетворюється у жовте тіло, яке є залозою внутрішньої секреції, що продукує гормон *прогестерон*. Останній впливає на зміни слизової оболонки матки (підготовка її до імплантації), а також гальмує ріст фолікулів яєчника при вагітності. У разі вагітності жовте тіло зберігається впродовж цього періоду. Після родів воно перетворюється на білувате тіло. У деяких випадках розвиток фолікулів припиняється, що призводить до утворення атретичних фолікулів.

Мозкова речовина утворена з пухкою волокнистою сполучною тканиною. В ній міститься багато кровоносних і лімфатичних судин, нервових волокон та закінчень. У мозковій речовині також розташовані клітини, які синтезують статевий гормон самця (*тестостерон*).

Яйцепровід (маткова труба) – парний трубчастий орган, у якому відбувається запліднення і, яким зародок транспортується в матку.

Його стінка утворена слизовою, м'язовою і серозною оболонками. Слизова оболонка формує численні і розгалужені складки. Вона утворена простим стовпчастим епітелієм і власною пластинкою. Серед епітеліоцитів є війчасті і секреторні. Колювання війок сприяє попаданню овоцита після овуляції в маткову трубу і транспорту зародка в матку. Секреторні клітини продукують слиз. Власна пластинка побудована із пухкої волокнистої сполучної тканини. М'язова оболонка утворена циркулярним і поздовжнім шарами пучків гладких м'язових клітин. Серозна оболонка має характерну для неї будову.

Матка – непарний, порожнистий орган, у якому відбувається внутрішньоутробний розвиток тварин. Стінка матки утворена такими ж оболонками як і стінка яйцепровода, але вони мають специфічні назви.

Слизова оболонка – ендометрій – утворений епітелієм і власною пластинкою. Епітелій одношаровий стовпчастий. В окремі періоди статевого циклу він може змінюватись. У власній

пластинці в ділянці є маткові залози. Секрет залоз використовується зародком на ранніх етапах його розвитку для живлення.

М'язова оболонка матки – міометрій – утворена гладкою м'язовою тканиною. Пучки гладких м'язових клітин формують три шари: внутрішній – циркулярний, середній – косий і зовнішній – поздовжній.

Серозна оболонка матки – периметрій – складається з власної пластинки і мезотелію.

Піхва і присінок піхви – це копуляційні органи, які також слугують і для виведення плода при родах. Їх стінка утворена слизовою, м'язовою і адвентиційною оболонками. У слизовій оболонці присінка піхви є печеристі тіла (видозмінені кровоносні судини) і залози.

Зовнішні статеві органи представлені соромітними губами і клітором. Соромітні губи – це валикоподібні складки шкіри, які обмежують статеву щілину і переходять у слизову оболонку присінка піхви. В основі складок міститься скелетна м'язова тканина. В шкірі губ є багато чутливих нервових закінчень. Клітор є аналогом статевго члена самців.

До складу **статевої системи самців** належать сім'яниковий мішок, яєчка з придатками, сім'явиносні протоки, сім'яні канатики, сечо-статевий канал, додаткові статеві залози, статевий член і препуцій.

Яєчко (сім'яник) – це парний паренхіматозний орган, який розташований у сім'яниковому мішку. В ньому утворюються статеві клітини самця – сперматозоїди і синтезується статевий гормон (*тестостерон*). У сім'янику починаються сім'явиносні шляхи. Зовні він вкритий серозною оболонкою, яка щільно зростається з розташованою під нею білковою оболонкою. На одному з кінців сім'яника вона впирається всередину органа і формує його середостіння. Від білкової оболонки відходять перегородки (септи), які поділяють паренхіму сім'яника на часточки. Білкова оболонка, середостіння й перегородки утворюють сполучнотканинну строму сім'яника.

Часточки сім'яника є його структурно-функціональними одиницями. У них розташована паренхіма, яка представлена звивистими сім'яними каналцями, у яких розвиваються сперматозоїди (Рис. 2. 50). Між ними містяться ніжні прошарки пухкої волокнистої сполучної тканини, які містять кровоносні судини та інтерстиційні клітини (клітини Лейдіга), які продукують статевий гормон самців – тестостерон.

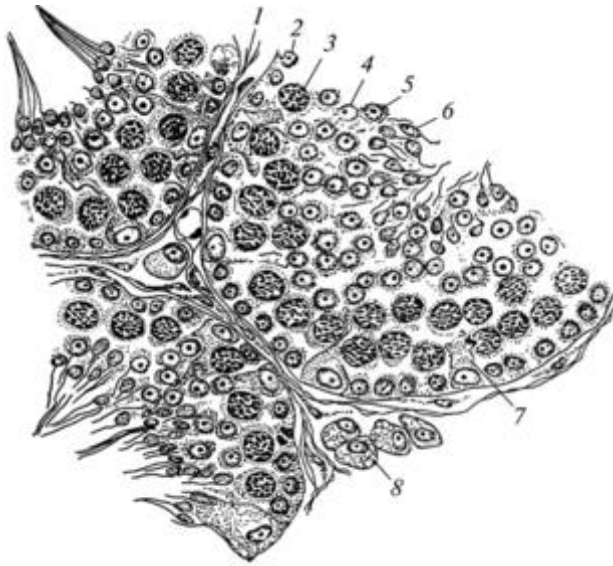


Рис. 2. 50. Схема мікроскопічної будови звивистого сім'яного каналця: 1 – стінка каналця; 2 – сперматогонії; 3 – первинні сперматоцити; 4 – вторинні сперматоцити; 5 – сперматиди; 6 – сперматозоїди; 7 – підтримувальні клітини; 8 – ендокриноцити

Стінка звивистого каналця утворена власною оболонкою, на якій розміщені сперматогенний епітелій і підтримувальні клітини. Останні виконують опорну й трофічну функції для сперматогенного епітелію. Сперматогенний епітелій представлений клітинами сперматогенезу – це сперматогонії, первинні сперматоцити, вторинні сперматоцити, сперматиди й сперматозоїди. Звивисті сім'яні каналці продовжуються у прямі, які у середостінні сім'яника утворюють сітку. Прямими сім'яними каналцями починаються сім'явиносні шляхи. До них

належать сім'явиносні каналці, придаток яєчка, сім'япровід, сечо-статевий канал. Їх стінка утворена слизовою, м'язовою і адвентиційною оболонками.

Додаткові статеві залози продукують секрет, який розріджує сперму, очищує сечостатевий канал до і після еякуляції. До їх складу входять сім'яні пухирці, передміхурова залоза і цибулинно-сечівникові залози. Секрет із сім'яних пухирців потрапляє у сім'япроводи, а із інших залоз – у сечостатевий канал.

Статевий член є копуляційним органом і слугує для виведення сечі та сперми. По довжині у ньому виділяють корінь, тіло і головку. Він зовні вкритий шкірою і утворений двома печеристими тілами (видозмінене кровоносне русло) і статевочленною частиною сечо-статевого каналу, в якому теж є печеристі тіла. При статевому збудженні печеристі тіла переповнюються кров'ю і статевий член переходить у стан ерекції.

2.2.8. Нервова система

Нервова система включає ряд органів і структур, які в сукупності забезпечують зв'язок організму із його зовнішнім та внутрішнім середовищем, регуляцію, координацію та інтеграцію роботи всіх органів, об'єднуючи організм в єдине ціле. До складу нервової системи входять органи, що утворені нервовою тканиною. Морфологічно нервову систему поділяють на центральну і периферичну, а функціонально – на соматичну і автономну. До центральної нервової системи належать головний і спинний мозок, а до периферичної – нервові вузли, нерви і нервові закінчення. Соматична нервова система іннервує усе тіло, крім нутрощів, серця, кровоносних і лімфатичних судин та залоз, іннервацію яких забезпечує автономна нервова система. Обидві класифікації нервової системи є умовними, оскільки в основі її діяльності знаходяться рефлексорні дуги, які охоплюють різні її відділи та органи.

Головний мозок розташований у черепній порожнині. Він сформований сірою та білою речовинами. *Сіра речовина*

утворена нервовими клітинами, нервовими волокнами і нейроглією, а **біла** – нервовими волокнами і нейроглією. Сіра речовина – це нервові центри, а біла – утворює провідні шляхи.

Попереочною щілиною головний мозок поділяється на великий і ромбоподібний. **Великий мозок** складається із кінцевого, проміжного і середнього мозку, а **ромбоподібний** – із заднього та довгастого мозку. До складу заднього мозку входять мозковий міст і мозочок. У головному мозку виділяють **стовбурову частину**, яка включає базальну частину кінцевого мозку, проміжний, середній і задній мозок (Рис. 2. 51).

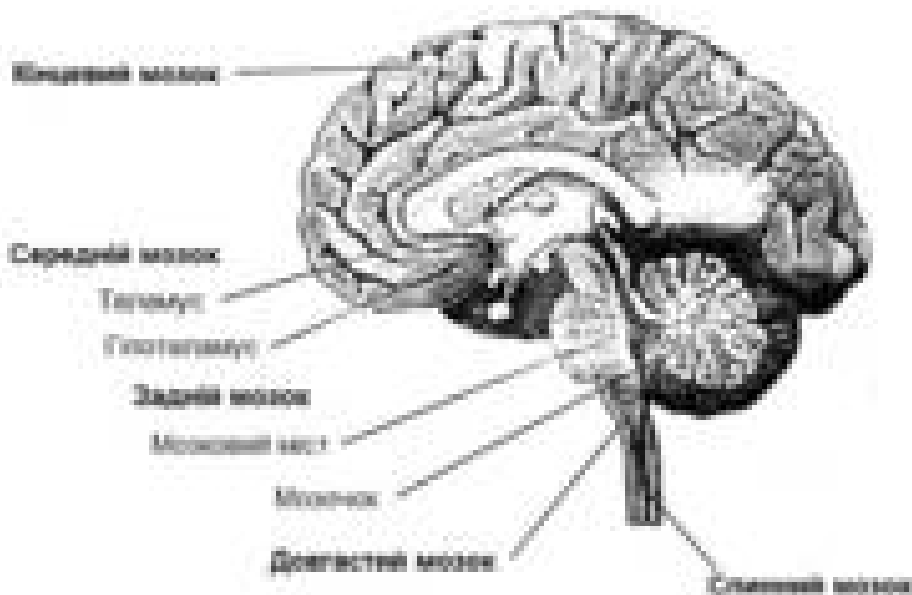


Рис. 2. 51. Основні відділи центральної нервової системи ссавців

Кінцевий мозок представлений двома півкулями великого мозку, у базальній частині яких міститься нюховий мозок. *Півкулі великого мозку* утворені сірою і білою мозковою речовиною. Сіра речовина знаходиться поверхнево і формує *кору півкуль великого мозку*. З поверхні на корі помітні закрутки, які розділені борознами. Вони збільшують її площу. Кора півкуль великого мозку є матеріальним субстратом вищої

нервової діяльності. Її окремі ділянки, що відповідають за певні прояви цієї діяльності (зір, слух, нюх, смак тощо) називають центрами. Нейрони кори переважно мають пірамідну форму. Вони утворюють шість нечітко розділених шарів: молекулярний, зовнішній зернистий, пірамідний, внутрішній зернистий, гангліонарний і шар поліморфних клітин (Рис. 2. 52).

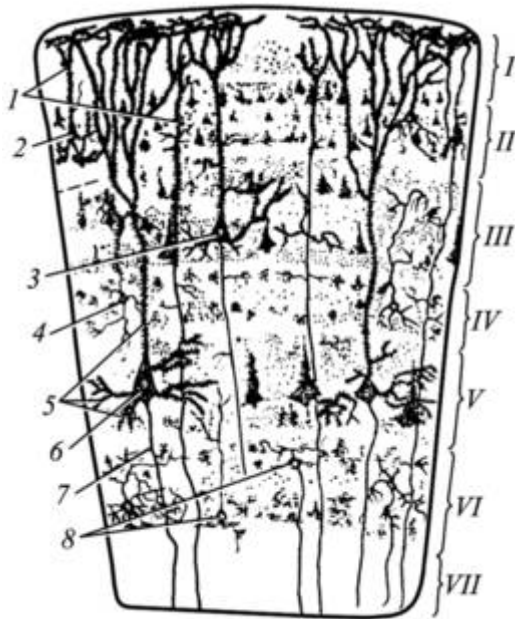


Рис. 2. 52. Мікроскопічна будова кори півкуль великого мозку (схема): I – молекулярний, II – зовнішній зернистий, III – пірамідний, IV – внутрішній зернистий, V – гангліонарний шари; VI – шар поліморфних клітин; VII – біла речовина півкулі; 1 – дендрити глибше розміщених клітин; 2 – мала пірамідна клітина; 3 – середня пірамідна клітина; 4 – клітина-зерно; 5 – дендрити; 6 – тіло, 7 – аксон великої пірамідної клітини; 8 – поліморфні клітини

Біла речовина півкуль великого мозку розташована під корою. Вона утворює провідні шляхи які з'єднують півкулі між собою та їх з іншими відділами головного та спинного мозку.

Стовбурова частина головного мозку теж утворена сірою і білою речовиною. Сіра речовина представлена окремими

ядрами, які розташовані в товщі білої речовини. Нейрони ядер представлені трьома функціонально різними групами: моторними, чутливими і асоціативним.

Довгастий мозок містить частину ядер черепних нервів, між якими розташована сітчаста формація, яка складеться з нервових клітин і волокон. Вона виконує координувальну функцію і є центром дихання та серцево-судинної системи. Біла речовина довгастого мозку утворює провідні шляхи, які йдуть від спинного мозку до різних відділів головного мозку та в зворотному напрямку.

Задній мозок складається із мозкового моста і мозочка.

Мозковий міст містить власні ядра, які є центрами переключення нервових імпульсів з кори півкуль великого мозку до кори мозочка. Біла речовина моста утворює провідні шляхи, що з'єднують його ядра з ядрами мозочка.

Мозочок є центром рівноваги і координації рухів, який забезпечує підтримання тону м'язів. Він утворений двома півкулями. Сіра речовина півкуль розташована на їх периферії і формує кору мозочка, яка має звивини і борозни. **Кора мозочка** побудована із трьох шарів нейронів: молекулярного, гангліонарного і зернистого (Рис. 2. 53). Біла речовина мозочка

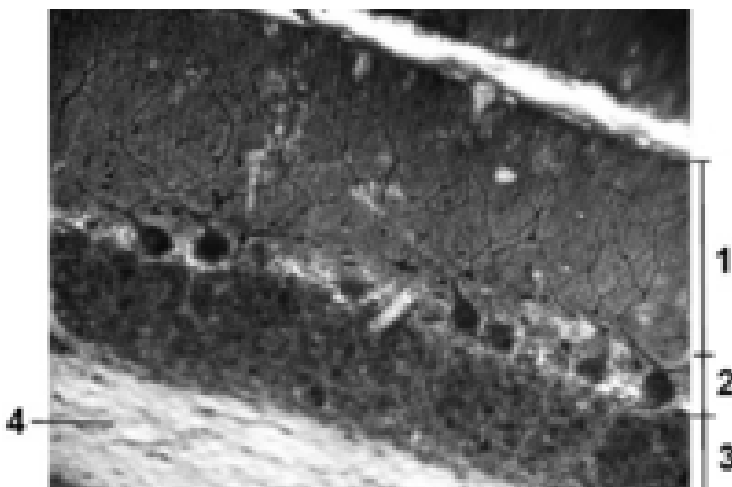


Рис. 2. 53. Мікроскопічна будова кори мозочка: 1 – молекулярний, 2 – гангліонарний, 3 – зернистий шари кори; 4 – біла речовина

формує провідні шляхи. У ній знаходяться ядра мозочка (підкіркові), на нейронах яких закінчуються аксони гангліонарних клітин.

Спинний мозок знаходиться в хребетному каналі. На поперечному зрізі видно, що центральна частина спинного мозку утворена сірою речовиною, а периферична – білою речовиною. Вентральна серединна щілина і дорсальна серединна перегородка ділять спинний мозок на дві симетричні половини (Рис. 2. 54). Центральні частини половинок з'єднані білою і сірою спайками. В останній розташований центральний (спинномозковий) канал. **Сіра речовина** формує дорсальні і вентральні та слабо виражені бічні роги. Вона також утворена нейронами, нервовими волокнами та нейроглією. Групи функціонально однакових нейронів формують ядра сірої речовини спинного мозку. **Біла речовина** розташована на

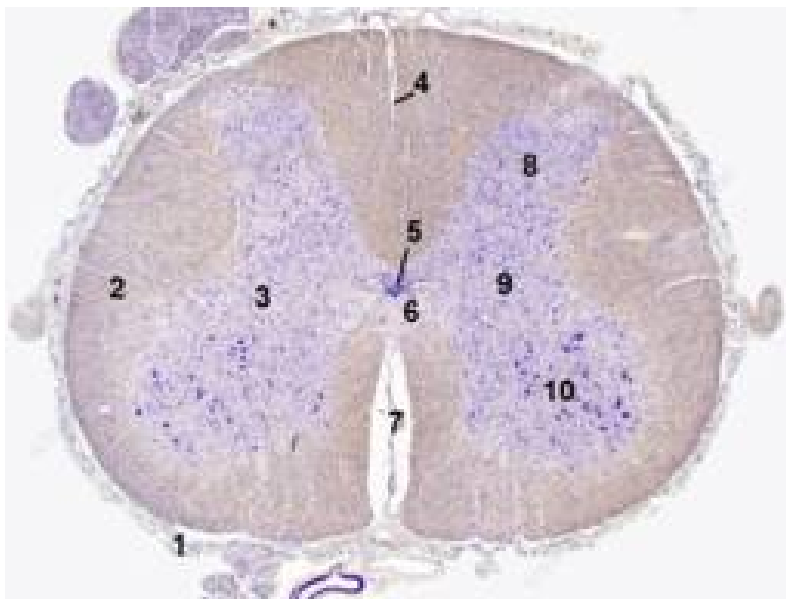


Рис. 2. 54. Схема будови спинного мозку: 1 – оболонки спинного мозку; 2 – біла речовина; 3 – сіра речовина; 4 – дорсальна серединна борозна; 5 – центральний канал; 6 – сіра спайка; 7 – вентральна серединна щілина; 8 – дорсальний ріг; 9 – проміжна зона; 10 – вентральний ріг. Метиленовий синій. Ок. $\times 7$, об. $\times 8$

периферії і утворена нервовими волокнами і нейроглією. Нервові волокна формують провідні шляхи, які з'єднують спинний мозок з головним і провідні шляхи власне рефлекторного апарату спинного мозку. До складу останнього входять спинномозкові нерви, які іннервують шкіру і м'язи тулуба.

Головний і спинний мозок оточені трьома оболонками: м'якою, павутинною і твердою. **М'яка оболонка** прилягає до мозку. Вона утворена пухкою волокнистою сполучною тканиною, містить багато кровоносних судин та нервових закінчень. Над м'якою оболонкою знаходиться **павутинна оболонка**, яка теж утворена пухкою волокнистою сполучною тканиною. Між павутинною і м'якою оболонками знаходиться підпавутинний простір, який заповнений спинномозковою рідиною. Над павутинною оболонкою розташована **тверда оболонка**, яка утворена щільною волокнистою сполучною тканиною. Вона відокремлена від павутинної оболонки підтвердим простором, у якому знаходиться спинномозкова рідина. Тверда оболонка головного мозку зрощена з окістям кісток черепа, а спинного мозку – відмежована від стінки хребетного каналу надтвердим простором, що заповнений пухкою волокнистою сполучною і жировою тканинами. Тверда і павутинна оболонка з боку підтвердого та підпавутинного просторів укриті шаром плоских гліальних клітин.

Нерви відходять від головного і спинного мозку. Перші називають черепними, а другі – спинномозковими. Нерв утворений нервовими волокнами (відростки нервових клітин) і пухкою волокнистою сполучною тканиною. Остання оточує окремі волокна (ендонеурій), їх пучки (перинеурій) та нерв (епінеурій). У перинеурії та епінеурії є кровоносні судини. За функціональними особливостями черепні нерви поділяють на рухові, чутливі і змішані. Спинномозкові нерви утворені двома корінцями дорсальним чутливим і вентральним руховим.

Нерви починаються або закінчуються нервовими закінченнями (кінцеві апарати нервових волокон). Останні поділяють на рецепторні (аферентні, чутливі), які сприймають

подразник, і еферентні – передають нервовий імпульс до робочого органа (м'яз, залоза).

Нервові вузли поділяють на черепні і спинномозкові. Вони мають сполучнотканинну строму і паренхіму. Остання утворена нервовою тканиною.

2.2.9. Органи чуття

Нервова система, регулюючи і координуючи діяльність організму, постійно отримує і аналізує інформацію, що надходить до неї із зовнішнього середовища та від усіх органів. Частину нервової системи, яка виконує цю функцію, називають **аналізаторами**. Кожний аналізатор має три частини: периферичну, проміжну і центральну.

Периферична частина представлена рецептором, який сприймає подразнення і у відповідь на нього генерує нервовий імпульс (збудження). Нервовий імпульс по *проміжній* частині аналізатора, до складу якої входять нерв (нерви) та підкіркові центри, досягає кори півкуль великого мозку. Остання є *центральною* частиною аналізатора. В ній відбувається синтез і аналіз збудження.

Рецептори поділяють на екстеро- і інтерорецептори. *Екстерорецептори* сприймають подразнення із зовнішнього середовища, які у корі півкуль великого мозку відтворюються у вигляді відчуттів. У зв'язку з цим їх називають **органами чуття**. Органів чуття п'ять: зору, дотику, смаку, нюху і присінково-завитковий (статоакустичний) орган.

Інтерорецептори сприймають подразнення від органів, їх тканин і судин. Збудження від цих рецепторів, за винятком рецепторів органів руху, у корі півкуль великого мозку при нормальній життєдіяльності організмів не відтворюються у вигляді відчуттів. Аналіз цих збуджень забезпечує нормальний обмін речовин, регуляцію кровопостачання органів та координацію функцій апаратів і систем органів.

Орган зору, або **око**, є периферичною частиною аналізатора зору. До його складу входять очне яблуко і захисні та допоміжні органи.

Очне яблуко безпосередньо сприймає світлові подразнення. Воно має кулясту форму, міститься в очній ямці (орбіті) і складається з оболонок, світлозаломлювальних середовищ, кровоносних судин та нервів. Очне яблуко має три оболонки: зовнішню – волокнисту, середню – судинну і внутрішню – сітківку (Рис. 2. 55).

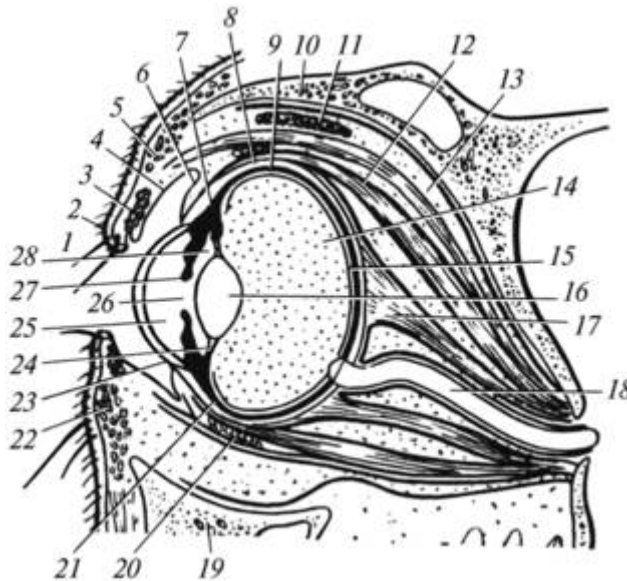


Рис. 2. 55. Око (напівсхема сагітального розрізу): 1 – вії; 2 – шкіра верхньої повіки; 3 – залози у верхній повіці; 4 – кон'юнктива верхньої повіки; 5 – верхня повіка; 6 – кон'юнктива очного яблука; 7 – війкове тіло; 8 – склера; 9 – власне судинна оболонка; 10 – лобова кістка; 11 – слъозова залоза верхньої повіки; 12 – прямий м'яз очного яблука; 13 – періорбіта; 14 – склисте тіло; 15 – сітківка; 16 – кришталік; 17 – м'яз-відтягувач очного яблука; 18 – зоровий нерв; 19 – скронева кістка; 20 – жирове тіло; 21 – сліпа частина сітківки; 22 – круговий м'яз повік; 23 – рогівка; 24 – підвішувальна зв'язка кришталіка; 25 – передня камера очного яблука; 26 – зіниця; 27 – райдужка; 28 – задня камера очного яблука

Волокниста (фіброзна) оболонка має дві частини: білкову оболонку і рогівку. Білкова оболонка, або *склера*, займає

4/5 поверхні очного яблука. Вона товста, непрозора, щільна, білого кольору, утворена щільною сполучною тканиною і має мало кровоносних судин. В її задній ділянці є решітчаста пластинка, через яку виходить зоровий нерв. *Рогівка* розміщена в передній частині очного яблука і займає 1/5 його поверхні. Вона тонка, прозора, не має судин, утворена щільною волокнистою сполучною тканиною, із зовнішньої поверхні вкрита багатошаровим плоским незроговілим епітелієм.

Судинна оболонка утворена пухкою волокнистою сполучною тканиною, містить гладкі м'язові клітини, пігментні клітини і багато кровоносних судин. До її складу входять райдужна оболонка, війкове тіло і власне судинна оболонка. *Райдужна оболонка (райдужка)* знаходиться позаду рогівки. Між ними розміщена передня камера очного яблука, заповнена внутрішньоочною рідиною. Райдужка містить багато пігментних клітин, які зумовлюють колір очей. У центрі райдужки є отвір – *зіниця*. Гладкі м'язові клітини райдужки формують м'язи, які розширюють або звужують зіницю, що забезпечує регуляцію потоку світла в глибину очного яблука. Райдужка продовжується у *війкове тіло*. Його основу утворює війковий м'яз, до якого прикріплюється підвішувальна зв'язка кришталика. Війкове тіло має численні відростки і складки, вкриті епітелієм. Між війковим тілом і кришталиком з одного боку та райдужкою з другого знаходиться задня камера очного яблука, яка через зіницю сполучається із передньою камерою.

Війкове тіло, підвішувальна зв'язка кришталика і кришталик утворюють акомодацийний апарат очного яблука, який забезпечує його установку на далекий або близький зір.

Власне судинна оболонка розміщена в задній частині очного яблука. Містить багато пігментних клітин і кровоносних судин. На внутрішній поверхні цієї оболонки є *блискучий покрив*, який має блакитний, зелений або синьо-зелений колір. Він здатний відбивати світло.

Сітківка складається з передньої – сліпої і задньої – зорової частин. Сліпа частина представлена пігментними клітинами, які вкривають задню поверхню райдужки та війкового тіла. Зорова

частина сітківки складається з шару пігментних клітин, які щільно прилягають до власне судинної оболонки і нервового шару (листка). Останній майже прозорий (за життя), містить нервові клітини, у тому числі й світлочутливі, гліюцити, нервові волокна, кровоносні судини і нещільно з'єднується з пігментним шаром. Серед світлочутливих клітин виділяють паличкові (рецептори чорно-білого зору) і колбочкові (рецептори кольорового зору). Нервові волокна дають початок зоровому нерву.

Світлозаломлювальні середовища забезпечують фокусування світлових променів на сітківку. До їх складу входять: рогівка, внутрішньоочна рідина, яка заповнює передню й задню камери очного яблука, кришталик і склисте тіло.

Кришталик має вигляд двоопуклої лінзи, еластичний, за життя прозорий, не має кровоносних судин і нервів, з'єднаний з війковим тілом підвішувальною зв'язкою кришталика. Кришталик є основним світлозаломлювальним середовищем і пасивною частиною акомодаційного апарату.

Склисте тіло заповнює порожнину очного яблука (склиста камера). Воно прозоре, драглисте, складається з водянистої рідини (98 %), що міститься між тонкими волокнами.

Захисні і допоміжні органи ока. До складу захисних і допоміжних органів ока входять: очна ямка (орбіта), периорбіта, м'язи, повіки та слізний апарат.

Орбіта утворена кістками черепа і виконує захисну функцію. В ній знаходиться око. На внутрішній поверхні орбіти розміщена *периорбіта*. Вона має вигляд мішка конусоподібної форми. В середині периорбіти знаходяться очне яблуко, його м'язи, судини, нерви і жирове тіло, яке є і зовні від периорбіти. *Жирові тіла* – це депо жиру. Вони запобігають також перегріванню очного яблука з боку жувальних м'язів.

М'язи очного яблука забезпечують його рух. Одним кінцем вони прикріплюються до склери, другим – до кісток орбіти.

Повіки виконують захисну функцію. Їх є три: верхня, нижня і третя. Верхня й нижня повіки – це шкірно-м'язові складки, між якими знаходиться очна щілина. Внутрішня поверхня повік

представлена *кон'юнктивою*. Остання переходить з повік на очне яблуко і закінчується по краю рогівки. На краях повік знаходяться отвори сальних залоз і товсті волосини – віії. Віії є на верхній повіці. Третя повіка – це складка кон'юнктиви, розміщена у внутрішньому куті ока.

До складу *слізного апарату* входять слізні залози верхньої й третьої повік, слізне озеро, слізні каналці, слізний мішок та носослізна протока. Сльози зволожують і очищають кон'юнктиву очного яблука і збираються в слізному озері. Зі слізного озера слльози через слізні каналці надходять у слізний мішок. З останнього починається носослізна протока, яка закінчується в носовій порожнині.

Присінково-завитковий орган є периферичною частиною однойменного аналізатора. Він сприймає звукові коливання та зміни положення тіла в просторі і представлений **вухом**, яке поділяють на зовнішнє, середнє і внутрішнє (Рис. 2. 56).

До складу **зовнішнього вуха**, яке сприймає звукові коливання і передає їх до середнього вуха, належать вушна раковина (мушля) з її м'язами, зовнішній слуховий хід і барабанна перетинка.

Вушна раковина – це шкірна складка лійкоподібної форми, в основі якої лежить еластичний хрящ.

Зовнішній слуховий хід складається з хрящової й кісткової частин і вистелений слизовою оболонкою, яка вкрита багат шаровим плоским епітелієм. Його внутрішній отвір закритий барабанною перетинкою.

Барабанна перетинка побудована з волокнистої сполучної тканини. Зовні вона вкрита багат шаровим плоским епітелієм, з боку середнього вуха – слизовою оболонкою з одношаровим плоским епітелієм.

Середнє вухо слугує для проведення звукових коливань від зовнішнього до внутрішнього вуха. До його складу входять барабанна порожнина і слухові кісточки з їхніми м'язами та зв'язками. Барабанна порожнина заповнена повітрям, яке надходить до неї через отвори слухових труб. Останні починаються у носовій порожнині. Одна із стінок представлена

барабанною перетинкою, на інших стінках є вікно присінка, яке закрито підніжкою стремінця, і вікно завитки, закрито вторинною барабанною перетинкою.

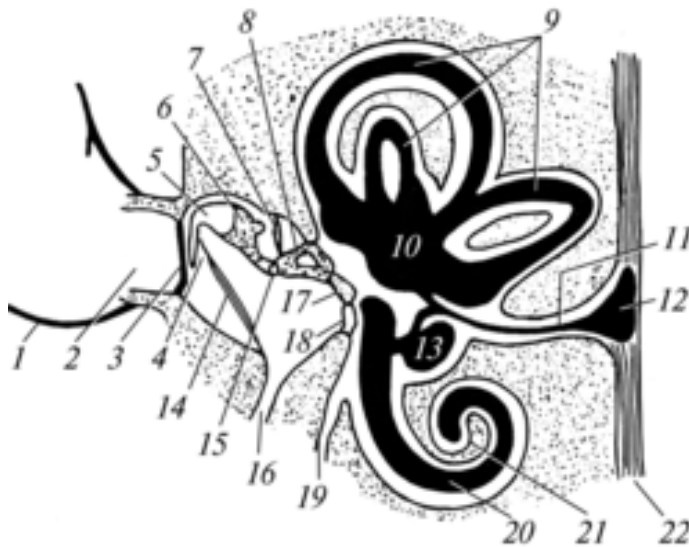


Рис. 2. 56. Схема присінково-завиткового органа:
 1 – частина вушної раковини; 2 – зовнішній слуховий хід; 3 – барабанна перетинка; 4 – барабанна порожнина; 5 – молоточок; 6 – коваделко; 7 – стремінцевий м'яз; 8 – стремінце; 9 – перетинчасті півколові канали; 10 – маточка; 11 – ендолімфатична протока і водопровід присінка; 12 – мішечок ендолімфатичної протоки; 13 – мішечок; 14 – напружувач барабанної перетинки; 15 – сочевицеподібна кісточка; 16 – слухова труба; 17 – мис (виступ); 18 – вікно завитки; 19 – водопровід завитки; 20 – перетинчаста протока завитки в кістковій завитці; 21 – купол завитки; 22 – тверда мозкова оболонка. Простір між перетинчастим лабіринтом (чорний колір) і стінками лабіринту заповнений перилімфою. Кісткові стінки заштриховано

Слухових кісточок чотири: молоточок, коваделко, сочевицеподібна кісточка і стремінце. Вони з'єднані між собою суглобами, а ручка молоточка вправлена в барабанну перетинку. Слухові кісточки утримуються в своєму положенні за

допомогою зв'язок, а їхні м'язи зменшують силу коливання.

Внутрішнє вухо складається з кісткового й перетинчастого лабіринтів, між якими є *перилімфа*, а в середині перетинчастого лабіринту – *ендолімфа*. До складу *кісткового лабіринту* входять: присінок, три півколових кісткових канали та кісткова завитка, а до перетинчастого лабіринту входять маточка з трьома перетинчастими півколовими каналами, мішечок з перетинчастою протокою завитки та ендолімфатична протока.

Завитковий рецептор (слуховий) знаходиться на нижній стінці перетинчастої протоки завитки. Його називають спіральний (кортіїв) орган. Він представлений двома типами клітин – чутливими (волосковими) й підтримувальними – та покривною мембраною (Рис. 2. 57).

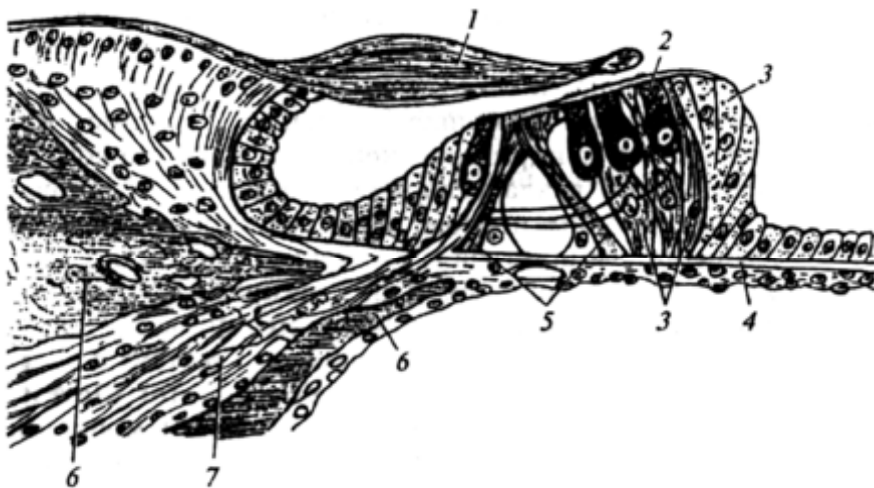


Рис. 2. 57. Схема будови спірального органа: 1 – покривна мембрана; 2 – чутливі клітини; 3 – підтримувальні клітини; 4 – базиллярна пластинка; 5 – клітини-стовпи; 6 – спіральна пластинка; 7 – спіральний вузол

Підтримувальні клітини знаходяться безпосередньо на базиллярній пластинці нижньої стінки завиткової протоки, в заглибинах їхніх апікальних полюсів розміщені чутливі клітини. На верхівках чутливих клітин є мікрроворсинки (волоски). З основами чутливих клітин контактують дендрити нейронів

спірального вузла. Аксони цих нейронів утворюють завитковий нерв. Над чутливими клітинами нависає покривна мембрана драглистої консистенції, з якою контактують мікрворсинки. Покривна мембрана має зовнішній і внутрішній край. Внутрішнім краєм вона з'єднується зі спіральною пластинкою, зовнішній край її вільний.

Присінковий рецептор знаходиться на внутрішній поверхні стінки маточки, мішечка і розширеннях півколових каналів. У маточці й мішечку він представлений плямами, а в розширеннях півколових каналів – гребінцями. *Плями та гребінці* побудовані з чутливих (волоскових) і підтримувальних клітин, які вкриті драглистою *отолітовою мембраною*. Остання в гребінцях куполоподібна. В отолітовій мембрані плям є *отоліти*, утворені кристаликами карбонату кальцію. Чутливі клітини утворюють синапси з дендритами нейронів присінкового вузла. Аксони нейронів цього вузла утворюють присінковий нерв, який з'єднується із завитковим нервом. При зміні положення голови отолітова мембрана зміщується і зумовлює зміщення волосків чутливих клітин, унаслідок чого в них виникає збудження, яке через присінковий нерв досягає головного мозку.

Ендолимфатична протока починається від маточки й мішечка, виходить на внутрішню поверхню кам'янистої кістки, розширюється у вигляді мішечка і залягає в твердій мозковій оболонці. Вважають, що вона бере участь у регуляції внутрішньочерепного тиску.

Орган нюху є периферичною частиною нюхового аналізатора. Це ділянка слизової оболонки задньо-верхньої частини носової порожнини, яка вкрита нюховим епітелієм. Аксони чутливих клітин цього епітелію формують нюховий нерв. Поверхня нюхового епітелію вкрита секретом, який продукують слизові залози, що знаходяться у власній пластинці слизової оболонки. У цьому секреті розчиняються певні хімічні речовини повітря, які взаємодіють з війками нюхових клітин, внаслідок чого в них виникає збудження, яке в корі півкуль великого мозку відтворюється у вигляді запахів.

Орган смаку представлений смаковими бруньками, які розташовані у смакових сосочках язика. До складу смакових бруньок входять чутливі (смакові) і підтримувальні клітини. Зосновами чутливих клітин контактують нервові закінчення.

Орган дотику утворений численними чутливими нервовими закінченнями, які містяться в шкірі.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Які функції виконує серцево-судинна система?
2. Що входить до складу серцево-судинної системи?
3. Будова серця.
4. Як поділяють кровоносні судини?
5. Будова стінки артерій і вен.
6. Назвіть мікроциркуляторні судини.
7. Будова кровоносних капілярів.
8. Що входить до складу лімфатичної системи?
9. Назвіть центральні органи гемо- та лімфопоезу.
10. Будова і функції червоного кісткового мозку.
11. Будова і функції тимуса.
12. Будова і функції клоакальної сумки.
13. Назвіть периферичні органи гемо- та лімфопоезу.
14. Будова і функції селезінки.
15. Будова і функції лімфовузлів.
16. Які органи входять до складу ендокринної системи?
17. Особливості будови і функції ендокринних залоз.
18. Будова і функції гіпофіза та епіфіза.
19. Особливості будови і функції щитоподібної залози.
20. Макро- і мікроскопічна будова та функції надниркової залози.
21. Що входить до складу органів шкірного покриву?
22. Мікроскопічна будова і функції шкіри.
23. Назвіть похідні шкіри.
24. Будова молочної залози.
25. Назвіть органи апарату травлення.
26. Охарактеризуйте ротову порожнину.
27. Назвіть складові зуба.

28. Будова і функції шлунка і кишечника.
29. Охарактеризуйте печінку і підшлункову залозу.
30. Назвіть органи апарату дихання.
31. Будова і функції легень.
32. Охарактеризуйте органи сечової системи.
33. Назвіть статеві органи самки.
34. Будова і функції яєчників.
35. Назвіть статеві органи самця.
36. Охарактеризуйте статеві залози самця.
37. Які функції виконує нервова система?
38. За якими критеріями поділяють нервову систему?
39. Якими органами утворена центральна нервова система?
40. Чим утворений головний мозок?
41. Чим утворені сіра і біла речовина головного мозку?
42. Де розташована сіра речовина у півкулях великого мозку і мозочка та в стовбуровій частині головного мозку?
43. Будова спинного мозку.
44. Що утворює сіра речовина спинного мозку?
45. Що утворює біла речовина спинного мозку?
46. Охарактеризуйте оболонки головного і спинного мозку.
47. Дайте визначення, що таке аналізатор.
48. Назвіть аналізатори та їх складові частини.
49. Що таке органи чуття?
50. Будова очного яблука.
51. Назвіть захисні і допоміжні органи ока.
52. Склад присінково-завиткового органа.
53. Орган нюху, його топографія і будова.
54. Охарактеризуйте орган смаку.
55. Орган дотику.

РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛЬНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІСТОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Тема 3.1. Засоби виміральної техніки, обладнання, матеріали і реактиви для гістологічних досліджень

Гістологічні дослідження проводять у гістологічній лабораторії. Для проведення цих досліджень м'яса і м'ясопродуктів у названій лабораторії необхідно мати засоби виміральної техніки, обладнання, матеріали і реактиви. Усі вони повинні відповідати вимогам державних стандартів.

3.1.1. Засоби виміральної техніки

1. Ареометр для спирту з діапазоном вимірювання від 0 % до 100 % і ціною поділки його шкали 1,0 %.
2. Бюретки скляні, місткістю від 0,1 до 25 мл.
3. Ваги лабораторні 2-го класу точності з максимальною границею зважування 1,0 г, 20,0 г, 200,0 г і 1000,0 г.
4. Годинники піскові на 1 хв, 3 хв, 5 хв і 10 хв.
5. Колби скляні мірні місткістю 100, 200, 300 і 500 мл.
6. Лінійка.
7. Мензурки (стакани) мірні скляні місткістю 50, 100, 150, 200, 500 мл.
8. Піпетки скляні вимірвальні місткістю 1 і 10 см³.
9. Термометр ртутний скляний лабораторний з діапазоном вимірювання від 0°C до 100°C і ціною поділки 0,5°C.
10. Термометр спиртовий скляний лабораторний з діапазоном вимірювання від 0°C до 100°C і ціною поділки 1,0°C.
11. Циліндри скляні мірні місткістю від 1 до 100 мл.

3.1.2. Обладнання

1. Банки скляні місткістю 500–3000 мл.
2. Баня водяна, яка здатна підтримувати температуру 37°C.
3. Голки препарувальні.
4. Голки швацькі.
5. Колба скляна з притертою пробкою, місткістю 100 мл.

6. Колби скляні термохімічностійкі місткістю 100 та 250 мл.

7. Лійка скляна.

8. Мікроскоп біологічний світловий.

9. Мікротом заморожувальний.

10. Мікротом санний або барабанний.

11. Мікротомні ножі.

12. Міксер (побутовий або скляний).

13. Ніж господарський.

14. Ножиці прямі, медичні.

15. Пензлик тонкий.

16. Прилад для заточування мікротомних ножів.

17. Скляні палички.

18. Склянка термостійка місткістю 250 мл.

19. Стаканчики скляні із накривками для зважування або бюкси.

20. Стекла накривні.

21. Стекла предметні.

22. Термостати лабораторні, які здатні підтримувати температуру 37–90°C.

23. Холодильник побутовий.

24. Циліндр скляний для аерометра.

25. Чашки Петрі скляні або пластикові.

26. Чашки циліндричні кристалізаційні.

27. Шафа витяжна.

28. Шафа сушильна.

3.1.3. Матеріали

1. Вата медична.

2. Ватман.

3. Віск бджолиний.

4. Марля медична.

5. Нитки білі бавовняні швацькі.

6. Олівці марки 2М або 4М.

7. Папір фільтрувальний.

8. Папір фотографічний.

9. Парафін.
10. Яйця курячі.

3.1.4. Реактиви

1. Аміак водний (NH_3).
2. Ацетон.
3. Вода дистильована.
4. Галун алюмокалієвий.
5. Гематоксилін кристалічний.
6. Гліцерин дистильований.
7. Еозин водорозчинний.
8. Ефір медичний.
9. Йод.
10. Йодистий калій.
11. Камфора.
12. Карбол-ксилол.
13. Карбонат кальцію.
14. Кислота оцтова льодяна.
15. Кислота пікринова.
16. Кислота соляна, густиною 1,19 г/мл.
17. Ксилол.
18. Натрію гідроксид стандарт-титр молярною концентрацією с (NaOH) = 0,1 моль/дм³.
19. Спирт етиловий ректифікований 96 %.
20. Судан III або судан IV.
21. Фенол.
22. Фенолфталеїн.
23. Формальдегід.
24. Фуксин кислий.
25. Хлорид заліза (III) 6-водний.
26. Хлороформ.

3.1.5. Підготовка посуду для гістологічних досліджень

При проведенні гістологічних досліджень використовують скляний посуд, який попередньо для цього готують. Посуд, який не був у вжитку миють у теплому мильному розчині, потім

промивають дистильованою водою та сушать у сушильній шафі або термостаті.

Скляний посуд, який використовувався для гістологічних досліджень (був в ужитку) готують до повторних досліджень залежно від того, чим він був забруднений. Посуд у якому була водопровідна або дистильована вода, етиловий спирт миють у теплій мильній воді, споліскують у дистильованій воді і висушують. Посуд у якому було ущільнююче середовище (розчин желатину) видаляють із нього, потім миють етиловим спиртом, після дистильованою водою і висушують. Посуд, який використовувався для фіксації матеріалу формаліном, витримують впродовж однієї-двох діб у розчині наступного складу: біхромат калію – 100 г, концентрований розчин H_2SO_4 – 250 мл і звичайна вода – 750 мл. Після цього посуд миють звичайною водою, переносять у дистильовану воду і висушують.

3.1.6. Підготовка предметних стекол

Предметні стекла, які раніше не використовували, як і скляний посуд, миють у теплому мильному розчині, потім промивають дистильованою водою, висушують у термостаті або сушильній шафі і знежирюють у суміші етилового спирту та ефіру (1:1). У цій же суміші їх зберігають.

Перед використанням, стекла виймають із суміші пінцетом, не торкаючись до них пальцями руки, і висушують за кімнатної температури. На одну із поверхонь скла наносять клейку речовину – суміш яєчного білка з гліцерином (2:1). Перед виготовленням суміші яєчний білок збивають до утворення піни і фільтрують через фільтрувальний папір, попередньо змочений дистильованою водою. Після виготовлення суміші, для попередження процесів гниття, до неї додають камфору (0,1 %). Скляною паличкою маленьку краплю суміші наносять на одну поверхню скла і ватним тампоном розтирають її та висушують над полум'ям пальника.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Засоби вимірювальної техніки, які необхідні для гістологічних досліджень.
2. Обладнання, яке необхідне для гістологічних досліджень.
3. Матеріали, які необхідні для гістологічних досліджень.
4. Реактиви, які необхідні для гістологічних досліджень.
5. Як підготовляють скляний посуд для гістологічних досліджень?
6. Правила підготовки предметних стекол.

Тема 3.2. Правила готування реактивів¹ і барвників (фарб)

3.2.1. Правила готування реактивів

Готування 1 % водного розчину соляної кислоти

У мірну колбу, місткістю 100 мл наливають 20 мл дистильованої води. Після цього, циліндром відміряють 1 мл соляної кислоти і доливають її у колбу з дистильованою водою. Розчин ретельно перемішують коловими рухами і додають до нього дистильовану воду до позначки 100.

Готування 10 % водного розчину формаліну

У мірну колбу з притертою пробкою місткістю 100 мл наливають 10 мл формаліну (концентрованого, формальдегід) і доливають до нього 90 мл дистильованої води.

Готування 20 % водного розчину формаліну

У мірну колбу з притертою пробкою місткістю 100 мл наливають 20 мл формаліну (концентрованого, формальдегід) і доливають до нього 80 мл дистильованої води.

¹ На емностях з реактивами і фарбами приклеюють етикетки на яких пишуть назву реактиву або фарби і дату виготовлення.

Нейтралізація розчинів формаліну

Конічну колбу місткістю 250 мл наповнюють 100 мл приготовленого розчину формаліну і до нього піпеткою місткістю 1 мл добавляють 1 мл розчину фенолфталеїну масової концентрації 0,01 г/л. Останній готують у мірній колбі місткістю 100 мл в яку циліндром місткістю 50 мл наливають 30 мл 96 % етилового спирту і розчиняють у ньому 1 г фенолфталеїну. Суміш ретельно перемішують коловими рухами і додають до неї дистильовану воду до позначки. Нейтралізують суміш лужним розчином гідроксиду натрію молярної концентрації $c(\text{NaOH}) = 0,1$ моль/л. Його готують із стандарт-титру відповідно до рекомендацій виробника і додають до суміші краплями із бюретки, до появи світло-рожевого кольору. Якщо через декілька діб суміш втрачає цей колір тоді нейтралізацію повторюють.

Нейтралізація концентрованого формаліну (формальдегіду)

Дуже часто в гістологічній практиці для готування розчинів формаліну використовують нейтралізований концентрований формалін. Для його нейтралізації використовують карбонат кальцію (крейда), або магнію із розрахунку 100 г на 1000 мл формаліну. Термін нейтралізації 24–48 год. Перед готуванням розчинів формаліну нейтралізований концентрований формалін фільтрують.

Готування 1 % водного розчину фенолу (карбонової води)

У мірну колбу місткістю 100 мл вносять наважку фенолу масою 1 г і додають дистильовану воду до позначки 100 і ретельно перемішують коловими рухами.

Готування розчинів етилового спирту

Перед приготуванням необхідно розчину визначають концентрацію етилового спирту на базі якого буде готуватись розчин. Це роблять за допомогою ареометра. Спирт наливають у скляний циліндр такого діаметра і висоти, щоб ареометр вільно занурювався в нього і не торкався стінок та дна циліндра.

Витримують ареометр у спирті 2–3 хв і записують його показники. Вимірювання проводять паралельно два рази і вираховують середньоарифметичне значення з точністю до першого десяткового знаку.

Потім розраховують кількість спирту необхідного для приготування розчину спирту заданої концентрації.

Розрахунок проводять за формулою:

$$X = \frac{A \cdot B}{C}$$

X - кількість спирту на базі якого буде виготовлений розчин спирту необхідної концентрації;

A – кількість необхідного розчину спирту;

B – концентрація необхідного розчину спирту;

C – концентрація спирту (спиртового розчину) на базі якого готується необхідний розчин спирту.

Наприклад: необхідно приготувати на основі 96 % етилового спирту 100 мл 70 % спирту. Цифрові значення показників підставляємо у формулу і отримаємо розрахункову формулу.

$$X = \frac{100 \cdot 70}{96} = 72,92$$

Тобто, для приготування 100 мл 70 % розчину спирту необхідно взяти 72,92 мл 96 % спирту і додати до нього 27,08 мл дистильованої води.

Готування 25 % водного розчину желатину

У колбу з притертою пробкою наливають 75 мл 1 % водного розчину фенолу (карбонова вода) і розчиняють у ньому 25 г харчового желатину. Розчин готують на водяній бані за температури 37°C і зберігають у холодильнику (0–5°C) не більше трьох місяців.

Готування 12,5 % водного розчину желатину

Для цього у скляній мірній колбі змішують одну частину 25 % розчину желатину і одну частину 1 % водного розчину фенолу. Розчин зберігають у холодильнику за температури 0–5°C впродовж трьох місяців.

Готування розчину гліцерин-желатину

У конічну колбу місткістю 100 мл вносять 7 г харчового желатину, доливають 42 мл дистильованої води та залишають для набухання на 30 хв. Потім желатин розчиняють підігріванням на водяній бані. У розчинений желатин додають 50 г гліцерину і 0,5 г камфори. Суміш нагрівають на водяній бані до повного розчинення і фільтрують у гарячому стані крізь марлю. Зберігають розчин гліцерин-желатину в холодильнику (0–5°C) не більше трьох місяців, перед використанням розігрівають до повного розчинення.

Готування суміші хлороформ-парафін

Спочатку парафін плавлять у фарфоровій чашці місткістю 300 мл у термостаті за температури 55°C. Для надання більшої пластичності до нього додають 5 % очищеного бджолиного воску. 100 мл розплавленого парафіну вносять у мірний циліндр місткістю 250 мл і додають до нього таку ж кількість хлороформу. Якщо в лабораторії хлороформу немає його можна замінити ксилолом. Зберігають суміш хлороформ-парафін у термостаті за температури 37°C упродовж трьох діб.

Готування 10 % водного розчину алюмокалієвих галунів

У стакан місткістю 500 мл вносять 40 г алюмокалієвих галунів і додають 400 мл дистильованої води. Для повного розчинення галунів розчин нагрівають на електричній плитці або водяній бані. Після охолодження приготовлений розчин фільтрують через відповідний папір. Якщо в лабораторії немає алюмокалієвих галунів їх можна замінити алюмоамонієвими.

Готування карбол-ксилолу

У стакан місткістю 100-150 мл вносять декілька (2–3) кристаликів фенолу і доливають ксилол до позначки 100.

Готування бальзаму

У стакан місткістю 50–100 мл поміщають бальзам і добавляють ксилол. Останній повинен тільки вкривати бальзам. Бальзам розчиняється у ксилолі за кімнатної температури декілька діб. Для прискорення цього процесу посуд з бальзамом переносять у термостат (37–40°C). Розчин доводять до консистенції рідкого меду додаванням до нього ксилолу або шляхом випаровування останнього.

3.2.2. Правила готування барвників (фарб)

Готування 10 % спиртового розчину гематоксиліну

У мірну колбу 100 мл наливають 50 мл 96 % етилового спирту і розчиняють у ньому 10 г гематоксиліну. Розчин ретельно перемішують коловими рухами і додають спирт до позначки 100.

Готування гематоксиліну Ерліха

У скляну банку місткістю 0,5 л наливають 20 мл 10 % спиртового розчину гематоксиліну, 100 мл гліцерину, 80 мл 96 % етилового спирту, 100 мл дистильованої води, 10 мл льодяної оцтової кислоти і добавляють 3 г алюмокалієвого галуну.

Банку зав'язують марлею і ставлять її у світле місце для дозрівання розчину на строк від кількох тижнів до одного місяця. Після цього розчин фільтрують крізь фільтрувальний папір. Зберігають його за кімнатної температури впродовж 6 місяців.

Гематоксилін Ерліха фарбує ядра клітин міжклітинної речовини і м'язових волокон у синьо-фіолетовий колір.

Готування розчину гематоксиліну Бьюмера

У стакан місткістю 500 мл поміщають 40 г простих алюмо-калієвих або алюмо-аміачних галунів і добавляють 400 мл дистильованої води. Для повного розчинення галунів розчин нагрівають. Після охолодження його фільтрують у скляну банку з широкою горловиною (0,5 л) і добавляють 20 мл 10 % спиртового розчину гематоксиліну. Горловину банки обв'язують марлею і залишають для дозрівання, яке триває два-три тижні. При цьому колір барвника стає темно-фіолетовим. Для попередження розвитку пліснявих грибів до нього додають декілька кристаликів тимолу або камфори. Перед фарбуванням розчин фільтрують. Термін фарбування зрізів у ньому 5–10 хв.

Готування розчину гематоксиліну Караці

У колбу або стакан місткістю 150–200 мл наливають 100 мл дистильованої води і розчиняють у ній 5 г калієвих галунів, 2–3 г кристалики йодноватистого калію і 0,1 г гематоксиліну. В розчин додають 25 мл гліцерину. Приготовлений розчин не потребує дозрівання. Перед використанням його фільтрують. Термін фарбування зрізів у ньому 5–20 хв.

Готування 1 % розчину кислого фуксину

У стакан місткістю 100 мл вносять 1 г кислого фуксину і добавляють до позначки 100 дистильовану воду.

Готування пікрофуксину

У стакан або колбу місткістю 150 мл наливають 100 мл дистильованої води і розчиняють у ній 1,2 г пікринової кислоти. До цього розчину добавляють 10 мл 1 % водного розчину кислого фуксину. Пікрофуксин готують перед фарбуванням.

Готування гематоксиліну Вейгерта

Гематоксилін Вейгерта готують з двох розчинів: Вейгерта I і Вейгерта II.

Розчин Вейгерта I готують перед фарбуванням. У стакан або колбу місткістю 100–200 мл вносять 1 г гематоксиліну і доливають до позначки 100 96 % етиловий спирт.

Розчин Вейгерта II готують так. У стакан або колбу місткістю 100–150 мл наливають 95 мл дистильованої води і додають 4 мл офіційного розчину півторахлористого заліза (50 % розчин водного хлорного заліза) і 1 мл соляної кислоти. Цей розчин зберігається за кімнатної температури впродовж трьох-чотирьох місяців.

Перед використанням розчини змішують (1 : 1).

Готування 1 % водного розчину еозину

100 мл дистильованої води наливають у мірну колбу місткістю 200 мл і розчиняють у ній 1 г еозинату натрію. Розчин ретельно перемішують коловими рухами до повного розчинення еозину. При цьому він набуває темно-вишневого кольору. Розчин зберігають у щільно закритій банці за кімнатної температури не більше 6 місяців.

Еозин фарбує цитоплазму клітин, саркоплазму м'язових волокон і міжклітинну речовину в рожевий колір.

Готування розчинів судану III або судану IV

У конічну колбу місткістю 250 мл вносять 0,3 г сухого судану III або судану IV, доливають 100 мл 70 % етилового спирту і нагрівають на водяній бані до закипання. Розчин кип'ятять 5 хвилин, охолоджують і фільтрують крізь фільтрувальний папір та витримують декілька діб у термостаті за температури 37°C. Зберігають розчин у колбі з притертою пробкою впродовж 6 місяців.

За допомогою судану III або судану IV виявляють ліпіди.

Готування розчину судану III і судану IV

У 100 мл суміші ацетону і 70 % етилового спирту (1 : 1) розчиняють по 0,3 г судану III і судану IV, які попередньо змішують. Одержаний розчин дозріває впродовж декількох діб. Після цього його фільтрують на холоді або відсмоктують

піпеткою надосадову рідину. Розчин зберігають у щільно закритому посуді впродовж 5–6 місяців.

Готування розчину Люголя

У конічну колбу місткістю 150 мл наливають 100 мл дистильованої води і розчиняють у ній 2 г йодистого калію, а затим 1 г йоду. Розчин зберігають у темному місці за кімнатної температури впродовж трьох років. За допомогою цього розчину виявляють крохмаль.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Як нейтралізують розчин формаліну?
2. Правила готування розчинів етилового спирту.
3. Правила готування гематоксиліну Ерліха.
4. Правила готування гематоксиліну Караці.
5. Правила готування гематоксиліну Вейгерта.
6. Правила готування 1 % водного розчину еозину.
7. Як готують розчин Люголя?
8. Як готують розчин судану?

РОЗДІЛ 4. ЕТАПИ ВИГОТОВЛЕННЯ ГІСТОПРЕПАРАТІВ З М'ЯСА І М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Тема 4.1. Етапи виготовлення гістопрепаратів з м'яса

Процес виготовлення гістопрепаратів з м'яса включає низку послідовних етапів: відбір проб, фіксування відібраних проб, промивання фіксованих проб водою, ущільнення промитих проб, виготовлення із ущільнених проб зрізів, фарбування зрізів, заведення зрізів у гліцерин-желатин.

4.1.1. Відбір проб

Відбір проб проводить уповноважений спеціаліст (представник гістологічної лабораторії, лікар ветеринарної медицини підприємства) у присутності зацікавлених осіб (постачальник, виробник, одержувач). Від кожного об'єкта дослідження необхідно відбирати дві проби. Одну пробу (дослідну) направляють у гістологічну лабораторію, а другу (контрольну) поміщають у холодильник і зберігають її до закінчення дослідження. У разі невдалого або сумнівного дослідження контрольну пробу направляють для додаткового дослідження.

Для проведення гістологічного дослідження партії м'ясної сировини відбирають первинні проби не менше ніж з трьох туш, півтуш, четвертин або відрізів, свіжість яких сумнівна. Проби відрізають ножем або скальпелем із ділянок, які найшвидше піддаються псуванню. Це шийна частина з зарізом, ділянка розрубу груднини – із глибокого грудного м'яза на рівні 4-го або 5-го ребра, ділянка розрубу лобкового зрощення (для баранини в ділянці заднього проходу), з інших ділянок туші або її частин за рекомендації лікаря ветеринарної медицини.

Із заморожених блоків м'яса, блоків із м'ясної маси та м'яса птиці механічного дообвалювання від партії відбирають не менше ніж три блоки і після розморожування від кожного з них відбирають три проби з ділянок сумнівної свіжості, зокрема з ділянок з неоднорідним кольором м'яса, його малюнком тощо.

Для гістологічного дослідження відбирають із партії сировини об'єднуючу пробу загальною масою не менше 500 г.

Проби м'яса довжиною, шириною і товщиною 30 мм вирізають у напрямку перпендикулярному до поверхні туші, півтуші, четвертини або відрубубу. При цьому одна із поверхонь проби повинна бути зовнішньою поверхнею туші і одна – поверхнею розрубубу, розпилу або розрізу.

Проби з м'ясної маси, м'яса птиці механічного дообвалювання та іншого м'яса дуже пухкої консистенції відбирають такого самого розміру і поміщають у марлеві мішечки вільні ділянки яких зав'язують ниткою для ущільнення проби.

До кожної проби голкою з білою ниткою довжиною 10–15 см прикріплюють етикетку з ватману або фотопаперу, на якій простим олівцем пишуть дату відбору проби та її номер.

В лабораторію проби відправляють разом з супроводжуючим документом у якому зазначають наступне:

- номер і дату відбирання проби;
- номер партії туші, півтуші, четвертини, відрубубу або блоку;
- вид м'яса;
- місце відбирання проби;
- мета подальшого дослідження;
- посаду та прізвище особи, яка відбирала пробу;
- назву підприємства на якому відбирали пробу;
- назву підприємства на якому робили забій або виготовляли блоки.

Відібрані проби поміщають у чисті скляні банки або в поліетиленові пакети і направляють у гістологічну лабораторію. В останній з проб вирізають шматочки об'ємом 3 см³ і виготовляють із них зрізи за допомогою заморожувального мікротома, які фарбують (Див. нижче). Якщо немає можливості направити відібрані проби у гістологічну лабораторію, їх зберігають у холодильнику за температури від 0 до +5°C (разом з контрольними). У разі проведення гістологічних досліджень

проб, які зберігались у холодильнику 12 год і більше після відбору, їх необхідно зафіксувати.

4.1.2. Фіксування проб

Фіксування проб здійснюють для запобігання їх псуванню (гниття). Є два способи фіксування: звичайний і прискорений.

Звичайним способом фіксують проби, дослідження яких проводять не раніше 12 год після їх відбирання та зберігання у холодильнику. Проби незамороженого м'яса фіксують у 10 % розчині нейтралізованого формаліну, яким заповнюють скляну банку. Об'єм розчину формаліну повинен у 10 разів перевищувати об'єм проб. Етикетки останніх виводять за краї банки, яку щільно закривають кришкою. Мінімальний термін фіксації 24 год.

Проби відібрані від замороженої м'ясної сировини фіксують 96 % етиловим спиртом. При цьому товщина проб повинна не перевищувати 15 мм. Об'єм спирту має перевищувати об'єм проб у 20 разів. Фіксування здійснюють за температури від – 6 до – 20°C.

Прискорений спосіб фіксування проб м'яса застосовують при експрес дослідженнях. Воно дає можливість одержати результати досліджень впродовж однієї години. Для цього фіксування відбирають проби м'яса щільної консистенції (містять мало пухкої волокнистої та жирової тканини).

Від відібраної проби вирізають шматочки довжиною і товщиною 15 мм та шириною 4 мм і вміщують їх у конічну колбу або банку, яку попередньо наповнюють 10 % розчином нейтралізованого формаліну. Об'єм розчину має бути у 3–4 рази більший об'єму проб.

Розчин підігривають до появи пухирців газу. З їх появою підігрівання припиняють, розчин обережно струшують і знову підігривають до появи пухирців газу. Цю процедуру повторюють декілька разів.

Правильно зафіксовані проби повинні бути рівномірно ущільненими і мати однаковий вигляд на поверхнях.

Проби м'яса, які фіксували прискореним способом промивають, заморожують у відповідному мікротомі, готують із них зрізи, які фарбують.

4.1.3. Промивання проб

Його проводять для видалення фіксуючої речовини. Зафіксовані проби вміщують у склянку, яку ставлять під водопровідний кран у раковину. В склянку вставляють скляну лійку розширена частина якої повинна бути під краном. Останній відкривають і промивають проби холодною проточною водою від 2 до 15 хв.

Якщо проба м'яса має щільну консистенцію то після промивання з неї можна готувати зрізи на заморожувальному мікротомі.

4.1.4. Ущільнення проб

Ущільнюють зазвичай проби м'яса, які мають нещільну консистенцію внаслідок чого із них неможливо виготовити зрізи. Для ущільнення використовують харчовий желатин. З промитої проби вирізають шматочки об'ємом 3 см³ (це можна зробити і після фіксації проби), які поміщають у 12,5 % розчин желатину і витримують 6 год у термостаті за температури + 37°C. Потім шматочки переносять у 25 % розчин желатину, який знаходиться у цьому ж термостаті і витримують у ньому 24 год. Після цього шматочки розкладають у чашки Петрі, заливають їх свіжим 25 % розчином желатину і швидко охолоджують у холодильнику. Після охолодження скальпелем вирізають блоки (шматочок проби, який оточений желатином), які ущільнюють у 20 % розчині формаліну протягом 12 год. Перед виготовленням зрізів блоки промивають у воді (Див. промивання).

Блоки можна зберігати у 10 % розчині формаліну впродовж 3 років.

4.1.5. Виготовлення зрізів за допомогою заморожувального мікротома

Згідно існуючих стандартів із блоків виготовляють зрізи за допомогою заморожувального мікротома.

4.1.5.1. Будова заморожувального мікротома

Зрізи виготовляють за допомогою заморожувального мікротома. До його складу входять станина, механізм підйому, тримач ножа, мікротомний ніж, термоелектричний охолоджувальний столик і випрямляч постійного струму (Рис. 4. 1).



Рис. 4. 1. Заморожувальний мікротом: 1 – тримач мікротомного ножа; 2 – термоелектричний охолоджувальний столик; 3 – механізм підйому; 4 – станина; 5 – кронштейн тримача ножа; 6 – випрямляч постійного струму

Станина об'єднує усі частини мікротома і струбцину. За допомогою останньої мікротом кріпиться до краю стола. До станини рухомо приєднаний кронштейн тримача ножа до верхньої частини якого під прямим кутом приєднаний сам тримач ножа. **Тримач ножа** має два виступи з заглибленням для

мікротомного ножа і притискними гвинтами для його фіксації. Закінчується тримач ножа ручкою за допомогою якої здійснюються рухи ножа. До нижньої частини кронштейну тримача ножа прикріплена собачка, для зчеплення з храповиком. Храповик з'єднаний з мікрометричним гвинтом, що належить до *механізму підйому*, який вкручений у мікро гайку, що прикріплена до нижнього виступу станини. До складу механізму підйому належить також напрямна стійка з призмою і ручка. Над храповиком знаходиться кулачок, який регулює зчеплення собачки з храповиком і забезпечує подачу об'єкта на задану висоту. До кришки, яка вкриває храповик, прикріплена напрямна стійка по якій переміщується призма.

Нижня частина останньої з'єднана з мікрогвинтом, а у верхню вставлений *термоелектричний охолоджувальний столик*. Він складається з корпусу основу якого утворюють напівпровідникові елементи, що розташовані в декілька шарів. При проходженні через них електричного струму елементи верхніх шарів охолоджуються, а нижніх - нагріваються. Для запобігання перегрівання останніх, їх охолоджують проточною водою. Для цього на столику є два штуцери до яких кріпляться резинові трубки. Крім штуцерів на столику є клеми для підключення електричного струму від випрямляча.

4.1.5.2. Технологія виготовлення зрізів

Ручкою механізму підйому заморожувального мікротома, яка переміщується вздовж поділок, необхідно встановити величину подачі охолоджувального столика з об'єктом дослідження. Завдяки цьому виготовлені зрізи будуть мати бажану товщину (10–30 мкм).

З проби м'яса вирізають шматочок довжиною 15 мм, шириною 4 мм і товщиною 15 мм. Одна з поверхонь шматочка повинна відповідати зовнішній поверхні об'єкта відбору і одна – поверхні розпилу, розрубів або розрізу. Підготовлений шматочок кладуть на охолоджувальний столик. При цьому звертають увагу на те, щоб на зовнішній поверхні шматочка, яка направлена до

площини мікромомного ножа, його м'язові волокна мали повздовжній напрямок.

З'єднують вивідні кінці випрямляча постійного струму з відповідними клемами столика. До штуцерів столика приєднують резинові шланги. Протилежний кінець одного з них з'єднують з водопровідним краном, другий – поміщують у раковину. Відкривають водопровідний кран, забезпечуючи циркуляцію води через столик. Після цього випрямляч з'єднують з джерелом електричного струму і включають його. Відібраний шматочок замерзає впродовж 10–12 хв і стає білим. У тримач ножа вставляють мікромомний ніж і фіксують його під кутом 15° по відношенню до заморожувального столика.

Після заморожування проби із неї виготовляють зрізи. Для цього, користуючись ручкою тримача ножа, ріжучий край мікромомного ножа встановлюють над пробой. Повертаючи мікрометричний гвинт рукою, підіймають охолоджувальний столик до тих пір, поки проба не торкнеться краю мікромомного ножа. Після цього, тримач ножа відводять назад до упору і плавним швидким рухом спрямовують його в зворотньому напрямку на пробу. При цьому мікромомний ніж відрізає від неї зріз, який скручується і залишається на поверхні ножа. Знімають його з ножа пензликом або препарувальною голкою і поміщають в ексікатор з холодною водою, де він розпрямляється.

Якісні зрізи отримують при правильному заморожуванні матеріалу. У випадку його перезаморожування зрізи крихкі і розпадаються на окремі фрагменти. При цьому їх виготовлення припиняють і чекають поки матеріал дещо відтає. За недостатнього заморожування матеріалу із нього замість зрізів отримують зішкріби.

Наносять на предметні скельця тільки рівні та непошкоджені зрізи. Для цього під зріз підводять кінець предметного скла і обережно його підіймають. При цьому зріз залишається на склі, його притримують препарувальною голкою. Потім зріз накривають декількома шарами фільтрувального паперу, яку ребром долоні притискають до зрізу і відповідно зріз до предметного скла. Внаслідок цього зріз

приклеюється до скла. Після приклеювання зрізу фільтрувальний папір знімають.

4.1.6. Фарбування зрізів

Метою фарбування зрізів є диференціація в них структур тканин і клітин, які мають здатність сприймати певні барвники (зафарбовуватись у певний колір).

Фарбувати зрізи на предметних скельцях можна шляхом їх перенесення у барвники або реактиви, а також шляхом нанесення останніх на зрізи.

У першому випадку барвники або реактиви наливають у широкі скляні ємності невеликої висоти. Для фарбування зрізів шляхом нанесення на них барвника використовують ексікатор і скляні палички. На ексікатор кладуть паралельно дві скляні палички, кінці яких з'єднують гумовими трубочками. На паличках розміщують предметні скельця із зрізами. На останні наносять барвник або реактив. Після кожного нанесення залишок із зрізу зливають у ексікатор.

Зрізи, які виготовлені на заморожувальному мікроскопі, рекомендують фарбувати гематоксиліном Ерліха та еозином (оглядові гістопрепарати), суданом III або IV (для виявлення ліпідів).

4.1.6.1. Фарбування зрізів гематоксиліном Ерліха та еозином

1. Фарбування гематоксиліном Ерліха – 3–4 хв.
2. Промивання у водопровідній воді (для видалення залишку гематоксиліну) – 2 хв.
3. Занурення зрізів у 1 % водний розчин соляної кислоти (для видалення залишку гематоксиліну) – до набуття ними рожевого кольору.
4. Перенесення зрізів у водний аміак (для нейтралізації соляної кислоти) – до набуття ними синього кольору.
5. Промивання у водопровідній воді – 2 хв.
6. Фарбування 1 % водним розчином еозину – 1 хв.
7. Ополіскування зрізів у водопровідній воді.

8. Зневоднення зрізів у двох порціях 96 % етилового спирту – у кожній порції по 1 хв.

9. Перенесення зрізів у карбол-ксилол (для просвітлення і дезінфекції зрізів) – 1 хв.

10. Перенесення зрізів у ксилол (для просвітлення зрізів) – 1 хв.

11. Заведення зрізів у гліцерин-желатин.

Результати фарбування. Ядра м'язових волокон і клітин ендомізію та перимізію зафарбовані в синьо-фіолетовий колір. Саркоплазма м'язових волокон і цитоплазма клітин ендомізію та перимізію і їх волокнисті структури рожево-червоні.

4.1.6.2 Фарбування зрізів суданом III або суданом IV

1. Перенесення зрізів у 70 % розчин етилового спирту – 0,5–1 хв.

2. Фарбування зрізів у щойно профільтрованому розчині судану – 25 хв.

3. Перенесення зрізів у 70 % розчин етилового спирту – 1–5 сек.

4. Зафарбовані зрізи дофарбовують гематоксиліном Ерліха і еозином (див. вище).

5. Заведення зрізів у гліцерин-желатин.

Результати фарбування. Ядра м'язових волокон і клітин ендомізію та перимізію зафарбовані в синьо-фіолетовий колір, а жирові клітини – в помаранчевий з різними відтінками.

4.1.6.3. Фарбування зрізів суданом III і суданом IV

1. Промивання зрізів у дистильованій воді.

2. Промивання зрізів у 70 % розчині етилового спиту.

3. Фарбування зрізів розчином барвника – 1 хв.

4. Промивання зрізів у 70 % розчині етилового спиту.

5. Промивання зрізів у дистильованій воді.

6. Фарбування зрізів розведеним розчином (1 : 4) гематоксиліну Ерліха – 5 хв.

7. За необхідності диференціюють зафарбовані зрізи 0,5 % розчином соляної кислоти у 50 % етиловому спирті.

8. Промивають зрізи у дистильованій воді в яку додають декілька крапель нашатирного спирту.

9. Заводять зрізи у гліцерин-желатин.

Результати фарбування. Ядра м'язових волокон і клітин ендомізію та перимізію зафарбовані в синьо-фіолетовий колір, а жирові клітини – в інтенсивно помаранчевий з різними відтінками.

4.1.7. Заведення зрізів у гліцерин-желатин

Предметні скельця із зафарбованими зрізами кладуть на фільтрувальний папір і просушують. На зріз наносять краплю гліцерин-желатину і накривають накривним скельцем. Останнє обережно ручкою препарувальної голки, притискають до зрізу. При цьому гліцерин-желатин рівномірно розподіляється між накривним і предметним склом та зрізом. Через деякий час він застигає.

За необхідності виготовлені гістопрепарати, які зафарбовані гематоксиліном і еозином, можна зберігати три роки.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Назвіть етапи виготовлення гістопрепаратів м'яса?
2. З яких ділянок туші відбирають проби м'яса?
3. Розміри проб м'яса.
4. Що прикріплюють до відібраних проб м'яса?
5. Де зберігають проби м'яса?
6. Коли необхідно проводити фіксування проб м'яса?
7. Які речовини використовують для фіксування проб м'яса?
8. Для чого промивають фіксовані проби м'яса?
9. Чим і як ущільнюють промиті проби м'яса?
10. Будова заморожувального мікротома і правила роботи з ним?
11. Виготовлення зрізів.
12. Для чого фарбують зрізи?
13. Схема фарбування зрізів гематоксиліном Ерліха?
14. Схема фарбування зрізів суданом.

Тема 4.2. Етапи виготовлення гістопрепаратів з м'ясних продуктів

Для гістологічного дослідження м'ясних продуктів згідно існуючих стандартів рекомендована спеціальна методика. Вона дає змогу оцінити стан м'яса (свіже, несвіже, заморожене, солоне тощо), яке було використане для виготовлення м'ясних продуктів і наявність в останніх харчових добавок і добавок не передбачених відповідними стандартами і технічними умовами.

Ця методика включає ті ж самі етапи, що і методика виготовлення гістопрепаратів з м'яса.

4.2.1. Відбір проб

Дослідні проби з м'ясних продуктів відбирають згідно існуючих вимог. Для виготовлення більшості м'ясних продуктів використовують фарш різного ступеня подрібнення. Він може бути свіжим і замороженим. Проби із свіжого фаршу, який використовують для виготовлення ковбас, котлет, шніцелів, разів, пельменів тощо, відбирають залежно від кількості його одиниць упаковок в партії. Якщо в партії нараховується до 10 одиниць упаковок, то для відбору проб відбирають з різних її місць 3 упаковки. З кожної упаковки руками формують м'ясну кульку масою 5 г, яку ущільнюють, поміщаючи в марлевий мішечок. Якщо фарш був заморожений, так його попередньо розморожують за кімнатної температури. Таким чином відбирають проби із заморожених напівфабрикатів (котлети, зрази, пельмені тощо). Після розморожування пельменів із них видаляють тісто.

З виготовлених ковбас, рулетів, сардельок, сосисок, консервів тощо проби відбирають також залежно від кількості їх одиниць у партії. Від кожної партії відбирають не менше трьох одиниць. З кінців товстого батона ковбаси і рулету відрізають шматочки товщиною, довжиною і шириною 30 мм. Від сосисок, сардельок і тонких батонів ковбаси відрізають шматочки довжиною 30 мм. Із вмістимого консервів формують кульку

масою не менше 5 г. Відібрані проби поміщають у марлеві мішечки, до яких прикріплюють етикетки.

На етикетці та супроводжуючому документі зазначають те, що і на етикетці проб м'яса. Відібрані проби фіксують.

4.2.2. Фіксування проб

Є два способи фіксування відібраних проб: звичайний і прискорений. За *звичайного способу* проби поміщають у скляну банку (0,5–1,0 л), етикетку виводять за край горловини банки і заливають їх 10 % водним розчином нейтралізованого формаліну. Об'єм розчину повинен у 20–30 разів перевищувати об'єм проб. Горловину банки закривають кришкою. Термін фіксації за цього способу – 7 діб. Якщо фіксуючий розчин стає мутним, його замінюють свіжим. За *прискореного способу* відібрані проби теж фіксують 10 % водним розчином нейтралізованого формаліну впродовж 5 діб.

4.2.3. Промивання проб

Промивають фіксовані проби проточною водопровідною водою впродовж 2–3 год. Методика промивання така як і методика промивання проб м'яса.

4.2.4. Зневоднення проб

Зневоднюють проби, які фіксували звичайним способом, етиловим спиртом зростаючої концентрації, а прискореним способом – хімічно чистим ацетоном. Перед цим проби звільняють від марлі і підшивають до них етикетки. Готують батарею спиртів зростаючої концентрації (70 %, 80 %, 90 %, 96 %) і в кожному з них, починаючи з 70 %, витримують проби упродовж 24 год. Проби, які фіксували прискореним способом занурюють у хімічно чистий ацетон на 1,5 год. Після цього їх переносять сна такий же термін, у другу порцію ацетону. Третій раз проби поміщають в нову порцію ацетону і витримують їх упродовж 12 год у термостаті за температури + 37°C.

4.2.5. Ущільнення проб

Для ущільнення зневоднених проб використовують парафін. Методики ущільнення проб за різних способів їх фіксації, як і зневоднення, неоднакові. Перед ущільненням із зневоднених проб вирізають шматочки довжиною, шириною і товщиною 1 см, до яких прикріплюють етикетки. Проби, які були зафіксовані звичайним способом, витримують у двох порціях хлороформу впродовж 2,5–3 год, а проби за прискореного фіксування – у двох порціях ксилолу. В першій порції ксилолу проби перебувають 1,5–2 год, а в другій – 3 год. Із хлороформу проби переносять у суміш хлороформ-парафін і витримують у термостаті за температури $+37^{\circ}\text{C}$ упродовж 1–2 год. Після цього всі проби поміщають у дві порції розплавленого парафіну, який знаходиться у термостаті за температури $+56^{\circ}\text{C}$. При цьому проби, які були фіксовані звичайним способом, витримують у кожній порції парафіну – 2 год, а проби за прискореного фіксування – у першій порції – 1,5 год, а в другій – 12 год. У подальшому проби із розплавленого парафіну переносять у підігріту чашку Петрі, донну частину якої попередньо змазують гліцерином та заливають обережно їх новою порцією розплавленого парафіну. Перед заливкою етикетки виводять за край чашки.

Після застигання парафіну, розігрітим на вогні скальпелем, вирізають блок з пробою. При цьому навколо проби повинна бути облямівка парафіну товщиною до 2 мм. Отримані блоки приклеюють на дерев'яні брусочки, довжиною 2,5–3 см, шириною 1,5–2 см і товщиною 1 см, які бажано вирізати із твердих порід дерева. Перед наклеюванням блоків, брусочки необхідно виварити у 25 % розчині соди і обробити етиловим спиртом з ефіром (1 : 1).

Блоки приклеюють до брусочків наступним чином. Від блоків відрізають етикетки і їх дані (або тільки номер) пишуть на одній із поверхонь брусочка. Краще це робити чорною тушшю. Блок розміщують на протилежній поверхні брусочка і між ними вставляють кінець попередньо нагрітого шпателя. При цьому парафін плавиться. Шпатель виймають, а блок

притискають до брусочка. Користуючись нагрітим шпателем або скальпелем, блоку надають форму зрізаної чотирикутної піраміди. При виконанні цієї операції, необхідно не допускати контакту нагрітих інструментів із пробєю. З приготовлених блоків виготовляють зрізи за допомогою санного мікротома.

4.2.6. Виготовлення зрізів за допомогою санного мікротома

4.2.6.1. Будова санного мікротома

Із проб, ущільнених парафіном, зрізи виготовляють за допомогою санного (полоскового) мікротома. До його складу входять: станина, тримач ножа, механізм мікроподачі, тримач блока, мікротомний ніж і механізм, який забезпечує рух тримача ножа (Рис. 4. 2).

Станина надає стійкості мікротому, і до неї кріпляться всі інші його компоненти.

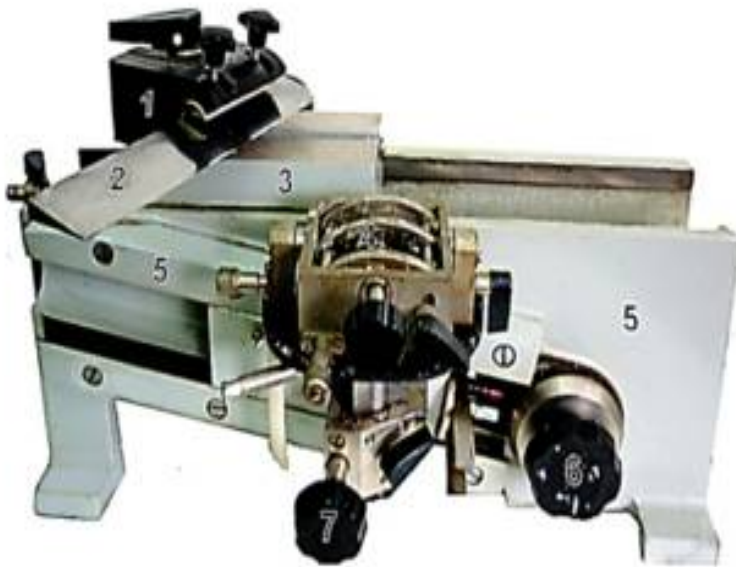


Рис. 4. 2. Санний (полосковий) мікротом МС-2:
1 – утримувач мікротомного ножа; 2 – мікротомний ніж;
3 – полозок; 4 – об’єктоутримувач; 5 – станина; 6 – механізм мікроподачі; 7 – гвинт об’єктоутримувача

Тримач ножа за допомогою гвинтів фіксує мікротомний ніж і регулює його нахил.

Тримач блоку фіксує блок у певному положенні. Механізм мікроподачі забезпечує автоматичну подачу блока разом з його тримачем до мікротомного ножа для отримання зрізів заданої товщини.

Мікротомним ножем нарізають зрізи. Його рух, разом з тримачем забезпечує відповідний механізм (полозки, барабан).

4.2.6.2. Технологія виготовлення зрізів

Брусочок з блоком закріплюють за допомогою гвинта у тримач блока. В тримач ножа вставляють мікротомний ніж, задаючи кут його нахилу (різання) 15° і фіксують гвинтами. Механізмом мікроподачі підіймають або опускають блок до поверхні ножа. Рухами мікротомного ножа зрізають з поверхні блока парафін до тих пір, поки в зрізи почне потрапляти матеріал проби. Після цього, механізмом мікроподачі задають певну товщину зрізів (5–10 мкм) і виготовляють їх. Ручкою, тримач мікротомного ножа відводять назад до його контакту з планкою механізму мікроподачі (чути клацання). Після чого швидким і плавним рухом тримач ножа спрямовують на блок і нарізають зріз заданої товщини. Зазвичай він скручується і залишається на поверхні ножа. З нього його обережно знімають м'яким пензликом або препарувальною голкою і переносять у ємність з теплою водою ($+40^\circ\text{C}$) де він розправляється.

Виготовлені зрізи переносять на предметні стекла. Підготовка стекол описана вище, а техніка нанесення на них зрізів такі як і при виготовленні зрізів на заморожувальному мікротомі. Предметні стекла зі зрізами кладуть на 6 год на термоелектричний столик або поміщають у термостат за температури $+36^\circ\text{C}$.

4.2.7. Фарбування зрізів

Фарбують зрізи, виготовлені із м'ясних продуктів двома методами: гематоксиліном Бьюмера і еозином та за Ван-Гізона. Фарбувати можна трьома способами: шляхом перенесення

предметних стекол зі зрізами у ємності з реактивами або барвниками, шляхом нанесення останніх на зрізи (Див. фарбування зрізів, виготовлених на заморожувальному мікротомі) і комбінованим шляхом (поєднання окремих елементів попередніх шляхів).

За фарбування зрізів гематоксиліном Бьомера і еозином та за Ван-Гізон отримують оглядові гістопрепарати, на яких вивчають загальний план мікроскопічної будови структур органа (органів) або тканини (тканин).

4.2.7.1. Фарбування зрізів гематоксиліном Бьомера і еозином

1. Дві порції ксилолу (для видалення парафіну зі зрізу, у кожній порції 2–3 хв).
2. 96% етиловий спирт – 2 хв (для видалення ксилолу).
3. 70% етиловий спирт – 2 хв (для видалення ксилолу).
4. Дистильована вода – 2–3 хв (для видалення спирту).
5. Гематоксилін Бьомера – 5–15 хв (фарбує ядра клітин і м'язових волокон у синьо-фіолетовий колір).
6. Дистильована вода (споліскування 1–3 сек).
7. Водопровідна вода – 5–10 хв (для видалення надлишку гематоксиліну).
8. 1% водний розчин соляної кислоти – 3–30 сек (за необхідності при перефарбуванні зрізів гематоксиліном до набуття ними рожевого кольору). Після цього зрізи переносять на 2–3 хв у водопровідну воду, де вони знову стають синіми).
9. 0,1% водний розчин еозину – 0,5–2 хв (фарбує цитоплазму клітин і саркоплазму м'язових волокон та волокна міжклітинної речовини у рожево-червоний колір).
10. Дистильована вода – 2–5 сек (для видалення надлишку еозину).
11. 70% етиловий спирт – 1–2 хв (для видалення води).
12. 96% етиловий спирт – 1–2 хв (для видалення води).
13. Карбол-ксилол – 2–3 хв (для дезінфекції та просвітлення зрізів).

14. Заведення зрізів у бальзам. Для цього скляною паличкою, або піпеткою наносять краплю бальзаму на край зрізу і в неї під гострим кутом до поверхні предметного скла ставлять край накривного скельця. Останнє тримають за бічні краї великим і вказівним пальцями. Повільно, за допомогою препарувальної голки, опускають накривне скельце на краплю бальзаму, яка рівномірно розподіляється між зрізом і скельцем, прикріплюючи останнє до зрізу і предметного скла. При цьому в бальзам може потрапити повітря. Для його видалення на накривне скельце кладуть важки.

Через декілька діб бальзам застигає і виготовлений гістопрепарат можна розглядати за допомогою світлового мікроскопа.

Результати фарбування. Ядра м'язових волокон або їх фрагментів і клітин волокнистої та жирової тканин синьо-фіолетові. Саркоплазма м'язових волокон і клітин волокнистої сполучної тканини та волокнисті структури останньої – рожево-червоні. Жирова тканина має комірчастий вигляд.

4.2.7.2. Фарбування зрізів за Ван-Гізон

1. Дві порції ксилолу (у кожній порції 2–3 хв).
2. 96% етиловий спирт – 2 хв.
3. 70% етиловий спирт – 2 хв.
4. Водопровідна вода – 5 хв.
5. Гематоксилін Вейгерта – 2–5 хв.
6. Водопровідна вода (промивають зрізи у двох порціях води).
7. Пікрофуксин – 2–3 хв.
8. Дистильована вода (споліскування).
9. Дві порції 96 % етилового спирту (у кожній порції витримують 1–2 хв).
10. Карбол-ксилол – 2–3 хв.
11. Заведення зрізів у бальзам (дивись вище).

Результати фарбування. Ядра клітин і м'язових волокон зафарбовані у чорний колір, а цитоплазма і саркоплазма в жовтий. Колагенові волокна червоні, а еластичні – жовті.

4.2.7.3. Фарбування зрізів розчином Люголя

Для виявлення крохмалю розчином Люголя використовують зрізи виготовлені з м'ясних продуктів на заморожувальному мікротомі. Для цього на зрізи наносять на одну хвилину декілька крапель розчину Люголя і заводять їх під накривне скло в гліцерин-желатин. Зерна крохмалю фарбуються в синьо-чорний або буро-чорний колір. Інтенсивність їх зафарбовування з часом знижується. У зв'язку з цим виготовленні препарати не зберігають.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Як необхідно відбирати проби від м'ясних продуктів?
2. Чим фіксують проби м'ясних продуктів?
3. Як промивають фіксовані проби?
4. Чим і як ущільнюють проби м'ясних продуктів?
5. Будова санного мікротома.
6. Виготовлення зрізів.
7. Схема фарбування зрізів гематоксиліном і еозином.
8. Схема фарбування зрізів за Ван-Гізон.
9. Заведення зафарбованих зрізів у бальзам.
10. Схема фарбування зрізів розчином Люголя.

РОЗДІЛ 5. МІКРОСКОПІЯ ГІСТОПРЕПАРАТІВ

Тема 5.1. Будова світлового мікроскопа і правила роботи з ним. Оформлення результатів досліджень

Досліджують одержані гістопрепарати за допомогою світлового мікроскопа.

5.1.1. Будова світлового мікроскопа

Вивчаючи будову мікроскопа необхідно користуватися самим приладом і його рисунками в посібнику.

До складу світлового мікроскопа входять три частини: механічна, оптична та освітлювальна (Рис. 5. 1).

Механічна частина представлена штативом, револьвером, предметним столиком, макро- і мікрогвинтами. Штатив об'єднує всі частини мікроскопа. В ньому розрізняють підставку, тубусоутримувач і тубус. Підставка (основа мікроскопа) має переважно підковоподібну чи прямокутну форму. Вона надає стійкості мікроскопу. Зверху до неї нерухомо кріпиться коробка з механізмом точного фокусування (МТФ). Він представлений мікрогвинтом. Його рукоятки (рукоятка), залежно від конструкції мікроскопа, можуть бути по боках коробки, або знаходиться в підставці. Тубусоутримувач (колонка штативу) рухомо з'єднується з коробкою МТФ. В його нижній частині, з боків, розташовані рукоятки макрогвинта (кремальєри). За його допомогою тубусоутримувач підіймається або опускається. Цим досягається грубе фокусування мікроскопа. Верхній кінець тубусоутримувача називається головкою. До неї приєднується тубус і револьвер. Тубус має циліндричну форму і з'єднаний з тубусоутримувачем за допомогою гвинта. В його верхній кінець вставляється окуляр. Нижній кінець тубуса розширений і називається футляр призми.

Призма змінює вертикальне положення пучка світлових променів на похиле (45°) і спрямовує його до окуляра. Револьвер рухомо з'єднаний з головкою. На ньому є чотири отвори для об'єктивів. Предметний столик знаходиться на кронштейні, який



Рис. 5. 1. Мікроскоп МІКМЕД–1: 1 – окуляр; 2 – тубус; 3 – футляр призми; 4 – револьвер; 5 – об’єктив; 6 – предметний столик; 7 – конденсор, діафрагма, світлофільтр; 8 – дзеркало; 9 – підставка штатива; 10 – мікрогвинт; 11 – коробка механізму точного фокусування; 12 – макрогвинт; 13 – тубусоутримувач (колонка); 14 – головка тубусоутримувача

з’єднаний з коробкою МТФ. На його верхній поверхні є отвір над яким розміщують гістопрепарат і гнізда для його фіксаторів (затискувачів). З боків предметного столика є гвинти, за допомогою яких столик можна переміщувати навколо своєї осі і по двох взаємно перпендикулярних площинах. Завдяки рухам предметного столика досягається центрування необхідного на гістопрепараті місця.

До складу *оптичної частини* мікроскопа входять об’єктиви і окуляри – системи скомбінованих лінз.

Об’єктиви ділять на чотири категорії: малого збільшення (8×, 9×, 10×), середнього (20×), великого (40×) і дуже великого

(90×). Серед них виділяють сухі (8×, 20×, 40×) та імерсійні (90×). Як імерсійне середовище використовують кедрову олію.

Окуляри також ділять на окуляри малого збільшення (5× або 7×), середнього (10×) і великого (15×).

Збільшення об'єкта дослідження визначають, помножуючи збільшення об'єктива на збільшення окуляра.

Освітлювальна частина мікроскопа представлена дзеркалом, конденсором (освітлювачем), діафрагмою та кільцем для світлофільтра.

Дзеркало розташоване над передньою частиною підставки і з'єднане з коробкою МТФ. Воно має увігнуту і плоску поверхні. При звичайному освітленні користуються увігнутою поверхнею, а при спеціальному – плоскою.

Конденсор (освітлювач) знаходиться під предметним столиком. Він рухомо з'єднаний з коробкою МТФ. Підіймають або опускають конденсор за допомогою гвинта, рукоятка якого розташована на правій стороні його кронштейна. Головною частиною конденсора є лінза (лінзи). Завдяки їй освітлювач концентрує світлові промені на об'єкті дослідження.

Освітленість об'єкта дослідження регулюється за допомогою діафрагми. В сучасних світлових мікроскопах використовують ірис-діафрагму. Вона складається із системи тонких кривих пластинок, які заходять одна на одну і вправлені в кільце, з'єднане з нижньою поверхнею конденсора. Збоку на кільці є ричажок діафрагми, зміщенням якого регулюється отвір діафрагми. Під діафрагмою розташоване кільце світлофільтра, яке за допомогою шарніра рухається в горизонтальній площині. В кільце вставляються світлофільтри. При мікроскопії, залежно від природи джерела світла, використовують матові безколірні або матові сині світлофільтри.

5.1.2. Правила мікроскопії

1. Поставити мікроскоп на столі, відступивши від його краю на ширину долоні. Опустити конденсор і відкрити діафрагму.

2. Обертаючи револьвер за ходом годинникової стрілки встановити над отвором предметного столика об'єктив малого

збільшення. При цьому чути клацання фіксатора. Поворотом рукоятки макрогвинта за ходом годинникової стрілки (від себе) опустити тубусоутримувач так, щоб кінець об'єктива був на віддалі 1,0 см від поверхні предметного столика.

3. Освітити поле зору. Дивлячись в окуляр лівим оком великим і вказівним пальцями обох рух спрямувати дзеркало на джерело світла так, щоб поле зору мікроскопа було рівномірно і яскраво освітленим.

4. Покласти на предметний столик предметне скло з препаратом накривним скельцем догори. При цьому препарат необхідно розташувати над отвором предметного столика. Обертаючи рукоятку макрогвинта до себе або від себе добитися чіткості зображення. За малого збільшення мікроскопа необхідно розглянути весь препарат зміщуючи його положення пальцями рук.

5. Розглядаючи препарат при цьому збільшенні відшукують на ньому ділянки, які необхідно вивчити при великому збільшенні мікроскопа. Ці ділянки (ділянку) центрують в поле зору мікроскопа і переводять його на велике збільшення. Для цього обертають револьвер за ходом годинникової стрілки і встановлюють об'єктив великого збільшення над отвором предметного столика. Коли об'єктив займе правильне положення чути клацання фіксатора. Конденсор підіймають до рівня предметного столика.

6. Під час вивчення препарату за великого збільшення мікроскопа чіткість зображення регулюють мікрогвинтом, обертаючи його рукоятку не більше ніж на півоберту на себе або від себе.

7. Перед тим як зняти препарат з предметного столика, необхідно перевести мікроскоп на мале збільшення. Після цього, підтримуючи препарат лівою рукою, правою відводять затискувачі і знімають препарат.

Проводячи мікроскопію гістопрепаратів необхідно пам'ятати: в окуляр мікроскопа потрібно дивитись тільки лівим оком, а праве при цьому повинно бути відкритим, зображення в мікроскопі обернене.

Спочатку їх розглядають за малого збільшення мікроскопа (об'єктив 9×), пізніше – за великого збільшення (об'єктив 40×).

За малого збільшення мікроскопа визначають загальний план мікроструктури гістопрепарату. При цьому звертають увагу на фіксацію м'язових волокон та їх стан (наявність деформацій, розривів, розширень або звужень ендомізію і перимізію тощо). Розглядаючи гістопрепарат за великого збільшення мікроскопа визначають вираженість поздовжньої та поперечної посмугованості м'язових волокон. Наявність у них ядер та їх стан, звертають увагу на колір м'язових волокон та їх ядер, характер деформації м'язових волокон, стан ендомізію та перимізію, наявність у них пустот, мікрофлори, жиру тощо.

Для одержання точних результатів необхідно провести дослідження двох зрізів, виготовлених від кожного з трьох зразків однієї дослідної проби.

5.1.3. Протоколювання результатів досліджень

Результати дослідження оформляють протоколом у якому зазначають наступне:

- інформацію, яка необхідна для ідентифікації проби;
- методику відбирання проби;
- використаний метод дослідження із посиланням на державні стандарти;
- деталі дослідження, які не зазначені в державних стандартах або необов'язкові, а також опис факторів, які могли вплинути на результати досліджень;
- отримані результати досліджень.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Назвіть частини світлового мікроскопа.
2. Що входить до складу механічної частини мікроскопа?
3. Назвіть складові оптичної частини мікроскопа.
4. Що входить до складу освітлювальної частини мікроскопа?
5. Правила мікроскопії.
6. Оформлення результатів досліджень.

РОЗДІЛ 6. МІКРОСТРУКТУРА М'ЯСА ПРИ ДОЗРІВАННІ

Тема 6.1. Мікроскопічні ознаки м'яса в стадіях його дозрівання

У зв'язку із забоєм тварин припиняються іннервація складових м'яса, їх кровопостачання, відведення крові і лімфи від них. Таке м'ясо починає дозрівати. **Дозрівання** – це процес, що відбувається в м'ясі після забою тварин під впливом власних ферментів та змінах фізико-колоїдної структури білка. Строки дозрівання м'яса залежать від температури оточуючого середовища. Найкращі результати дозрівання отримують за температури 0–4°C в камерах охолодження. В останніх процес дозрівання м'яса (залежно від його виду) відбувається впродовж 36–72 і більше годин. Виділяють чотири стадії дозрівання м'яса: післязабійне розслаблення, посмертне залякання, завершення посмертного залякання і автоліз (власне дозрівання).

6.1.1. Післязабійне розслаблення

Починається після забою тварин і триває 3–3,5 год. У цю стадію м'ясо охолоджується, на його поверхні починає формуватись кірочка підсихання. Мікроструктура проб м'яса в цю стадію буде неоднакова. Вона залежить від терміну відбору проб. У пробах м'яса, які відібрали через 0,5–1,0 год. після забою поверхневі м'язові волокна розташовані більш щільно, вони потоншені, їх поперечна посмугованість виражена слабо, а поздовжня – добре. Ядра м'язових волокон теж виражені слабо, окремі із них зруйновані. Ендомізій майже не проглядається. Описані зміни мікроструктури м'яса пов'язані із формуванням кірочки підсихання. Стан глибше розташованих м'язових волокон і ендомізій на початку стадії післязабійного розслаблення теж неоднаковий. Частина волокон прямолінійні з добре вираженою поперечною посмугованістю і ядрами, а частина деформовані. Останні хвилясті, на окремих із них помітні потовщення, вузли скорочення. Поперечна смугастість на цих волокнах ущільнена, місцями не виявляється. Ендомізій добре виражений, в окремих ділянках він складчастий (Рис. 6.1).



Рис. 6.1. М'язові волокна в стані післязабійного розслаблення. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 20$, об. $\times 10$ (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

Через 1,5–2,5 год після забою тварини починається власне післязабійне розслаблення м'яса. М'язові волокна стають набухлими і прямолінійними та щільно прилягають одне до одного. У них добре виражена поперечна посмугованість і ядра, а поздовжня посмугованість згладжена. Ендомізій слабо виражений. Окремі м'язові волокна хвилясті. На ділянках м'язових волокон, які прилягають до місць розрізу (розпилу, розрубів) помітні вузли скорочення грибоподібної форми. Виникнення останніх пов'язане з реакцією м'язової тканини на значне механічне подразнення.

6.1.2. Посмертне залякання

Посмертне залякання починається через 3–3,5 год після смерті тварини і може тривати 18–36 і більше годин. Макроскопічно воно проявляється затвердінням туші, нерухомістю суглобів, скороченням і ущільненням м'язів, зменшенням їх об'єму та втратою еластичності.

Механізм скорочення м'язових волокон скелетної м'язової тканини у цю стадію відрізняється від такого живих тварин. Як відмічено вище, іннервація м'язів відсутня, до них не надходять нервові імпульси, які є пусковим механізмом скорочення м'язових волокон. У цю стадію відбувається руйнування мембрани агранулярної ендоплазматичної сітки і вихід з неї іонів кальцію, які сприяють відкриванню ділянок молекул білка актину для взаємодії з молекулами білка міозину. Молекули АТФ, які були синтезовані за життя тварини з'єднуються з головками міозинових міофіламент де вони і розщеплюються. Внаслідок цього вивільняється енергія, яка зумовлює формування актино-міозинового комплексу, а також просування актинових міофіламент уздовж міозинових (м'язові волокна і відповідно м'язи скорочуються). Для розслаблення м'язових волокон (відокремлення міозину від актину) теж необхідна енергія, але синтез молекул АТФ у м'язових волокнах після смерті тварин припиняється. Внаслідок цього м'язові волокна знаходяться в стані скорочення тривалий час. Пізніше, зв'язки молекул міозину і актину руйнують ферменти лізосом, внаслідок чого м'язові волокна і, відповідно м'язи пасивно розслаблюються.

Мікроскопічно ця стадія характеризується деформацією більшості м'язових волокон, ослабленням їх поперечної посмугованості і посиленням повздовжньої (Рис. 6. 2).

Для деформованих м'язових волокон властива хвиляста зигзагоподібна форма. На них можуть бути дугоподібні та S-подібні випинання і вузли скорочення. В частині волокон помітні поперечні тріщини. Ядра окремих м'язових волокон також деформовані. В окремих ділянках волокон вони не виявляються. Ендомізій і перимізій місцями розширені, їх волокнисті складові розпушені. Ядра клітин ендомізії і перимізії (фібробласти) інтенсивно забарвлені (гіперхромні).



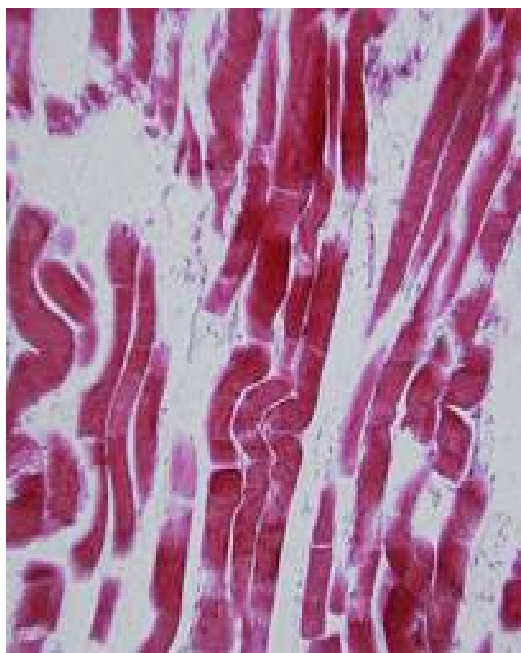
Рис. 6.2. М'язові волокна за посмертного залякання. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$. (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

6.1.3. Завершення посмертного залякання

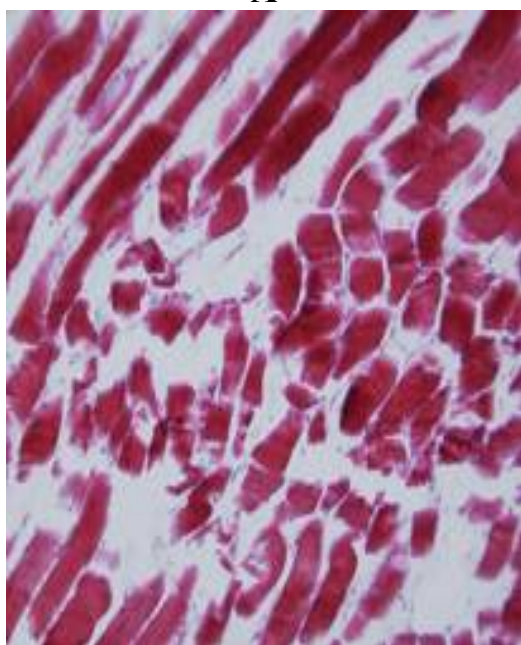
Завершення посмертного залякання м'яса настає через 38–48 год після смерті тварини. Загальний вигляд м'язових волокон у цю стадію неоднаковий. Частина волокон прямолінійні з добре вираженою поперечною посмугованістю і ядрами. Інші волокна хвилясті, з вузлами скорочення. Поперечна посмугованість цих волокон слабо виражена, а поздовжня – добре. В окремих волокнах помітні поперечні тріщини. Волокнисті структури ендомізійу і перимізійу місцями розпушені.

6.1.4. Автоліз

Автоліз або власне дозрівання м'яса може тривати одну дві і більше діб. У цю стадію м'ясо стає ніжним, покращуються його смакові якості та аромат. Таке м'ясо використовують для харчування і технологічної переробки (Рис. 6. 3).



А



Б

Рис. 6. 3. М'язові волокна в стані автолізу: А – початок фрагментації; Б – фрагменти м'язових волокон. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$. (Препарати Хомича В. Т., Усенко С. І.)

Мікроструктура складових м'яса в цій стадії характеризується деструктивними процесами, які відбуваються за впливу ферментів лізосом. При цьому спостерігається збільшення товщини ендомізію і перимізію, поява в них еозинофільної зернистості, розпушення і фрагментація їх волокнистих структур та гомогенізація ядер клітин. У частини м'язових волокон помітні поперечні тріщини і щілини. Останніми, окремі волокна або їх ділянки розділені на фрагменти. У саркоплазмі частині волокон спостерігаються еозинофільні зернисті включення. Поперечна посмугованість м'язових волокон та їх фрагментів виражена слабо. Частина ядер м'язових волокон знаходяться в стані лізису і розпаду.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Що таке дозрівання м'яса?
2. Назвіть стадії дозрівання м'яса.
3. Мікроструктура м'яса в стадії післязабійного розслаблення.
4. Мікроструктура м'яса в стадії посмертного залякання.
5. Механізм скорочення м'язових волокон у стадії посмертного залякання м'яса.
6. Що відбувається у м'ясі в стадії автолізу?

РОЗДІЛ 7. МІКРОСТРУКТУРНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТУПЕНІВ СВІЖОСТІ М'ЯСА

Тема 7.1. Мікроскопічні ознаки ступенів свіжості м'яса

Виділяють чотири ступені свіжості м'яса: свіже, свіже, яке не підлягає тривалому зберіганню, сумнівно свіже і не свіже.

7.1.1. Свіже м'ясо

Для свіжого м'яса характерна добре виражена поперечна посмугованість м'язових волокон, повздожня – може бути згладжена. Забарвлення саркоплазми волокон чітке і рівномірне (Рис. 2. 13, 2. 14). Ядра м'язових волокон рівномірно забарвлені, їхні структури помітні. На поверхні розрубу (розпилу, розрізу) і на зовнішній поверхні зрізу (проби) наявні окремі осередки мікрофлори (бактерії, гриби).

7.1.2. Свіже м'ясо, яке не підлягає тривалому зберіганню

Загальний стан м'язових волокон цього м'яса такий як і свіжого м'яса. Зміни відбуваються тільки в ядрах поверхневих м'язових волокон і в поширенні мікрофлори. Складові ядер (хроматин, ядерце) у м'язових волокнах розташованих на глибині до 3 мм від поверхні м'яса не виражені. При цьому забарвлення ядер помітне і рівномірне. На поверхні розрубу і на зовнішній поверхні зрізу м'яса в ендомізії і перимізії на глибині до 3 мм помітні численні осередки мікрофлори.

7.1.3. Сумнівно свіже м'ясо

На зовнішній поверхні зрізів помітні ослизлі ділянки, які зафарбовані в фіолетовий колір. Посмугованість м'язових волокон, які розташовані на глибині 15 мм від поверхні проби, слабо виражена. Забарвлення цих волокон теж слабке і нерівномірне. Ядра м'язових волокон знаходяться в стані розпаду. У зв'язку з слабким і нерівномірним забарвленням вони тінюподібні. На поверхні розрубу і на зовнішній поверхні зрізів

помітні численні осередки мікрофлори, що поширюються в ендомізії та перимізії на глибину 5 мм від поверхні.

7.1.4. Несвіже м'ясо

Зовнішня поверхня зрізу має фіолетовий колір і волокнисту структуру. Багато м'язових волокон деформовані. Частина з них має нерівномірне забарвлення. У них світлі ділянки чергуються з більш інтенсивно зафарбованими. Частина ядер м'язових волокон теж слабо зафарбовані. У м'язових волокнах, які розташовані на глибині 30 мм від поверхні зрізу, зникає поперечна посмугованість. Їх забарвлення слабке і нерівномірне. Ядра в цих волокнах переважно не виявляються або ледь помітні в зв'язку з слабким забарвленням. На всій поверхні розрубу і в ендомізії та в перимізії виявляються численні осередки мікрофлори, що поширюються на глибину до 10 мм від зовнішньої поверхні зрізу (Рис. 7. 1, 7. 2).

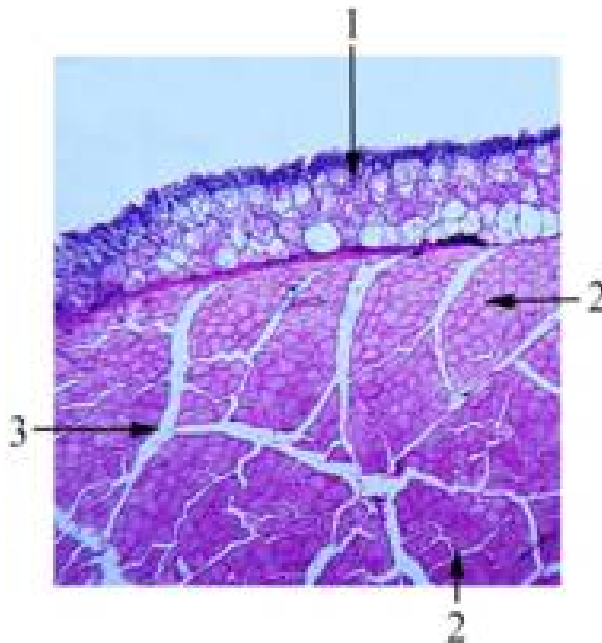


Рис. 7.1. Мікроструктура свіжого м'яса (поперечний зріз). Зовнішня поверхня зрізу: 1 – зовнішня поверхня зрізу; 2 – пучки м'язових волокон; 3 – перимізії. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 4$. (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

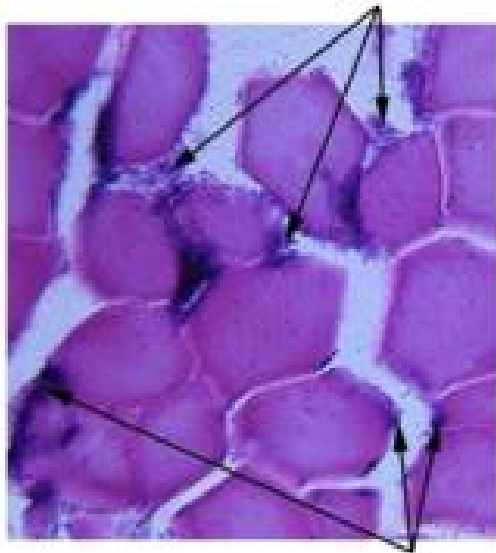


Рис. 7.2. Мікроструктура несвіжого м'яса (поперечний зріз): стрілками вказані колонії мікроорганізмів між м'язовими волокнами. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 40$. (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Назвіть ступені свіжості м'яса.
2. Мікроскопічні ознаки свіжого м'яса.
3. Свіже м'ясо, яке не підлягає тривалому зберіганню.
4. Мікроструктура сумнівно свіжого м'яса.
5. Мікроструктура несвіжого м'яса.

РОЗДІЛ 8. МІКРОСКОПІЧНІ ОЗНАКИ М'ЯСА ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЙОГО ЗБЕРІГАННЯ

Тема 8.1. Особливості мікроструктури розмороженого і солоного м'яса

8.1.1. Розморожене м'ясо

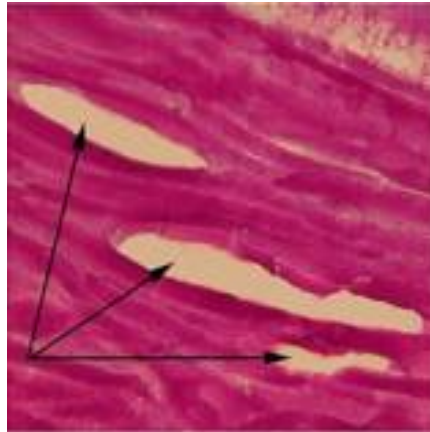
Мікроструктура розмороженого м'яса залежить від стану м'яса, яке заморожують (парне, охолоджене), температури заморожування, його швидкості та тривалості, товщини шматків м'яса і кратності заморожування.

Колір замороженого м'яса, яке зберігається в упаковці та без неї неоднаковий. Заморожене м'ясо в поліетиленових пакетах червоне, без упаковки – світло-рожеве. На поверхні незапакованого м'яса при заморожуванні, в наслідок сублімації льоду і деформації поверхневих м'язових волокон, що пов'язано з їх висиханням, утворюється губкоподібний пласт.

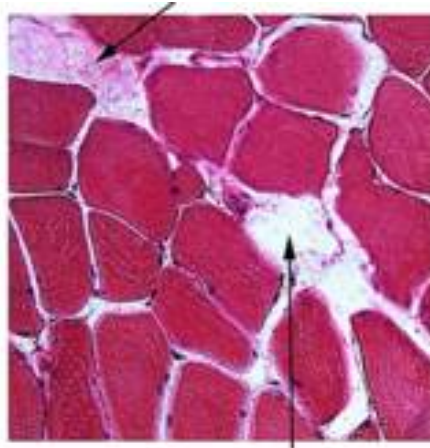
При заморожуванні м'яса його вода (тканинна рідина) перетворюється в кристали льоду. За температури до мінус 20°C кристали льоду формуються переважно в ендомізії і перимізії, а за нижчої – ще й в м'язових волокнах. При швидкому заморожуванні кристали дрібні (10–25 мкм), а при повільному великі (30–40 мкм). Якщо м'ясо заморожується у великих шматках то швидкість заморожування від поверхні в глибину зменшується. У поверхневих шарах кристали льоду будуть дрібні, а в глибоких – більші. В парному замороженому м'ясі, яке зберігається за температури мінус 20°C кристали льоду формуються не тільки в ендомізії та перимізії а й в м'язових волокнах. Подібне спостерігається і в м'ясі кількарязового заморожування. В охолодженому замороженому м'ясі за температури мінус 20°C кристали льоду більші (40–50 мкм) і знаходяться переважно в ендомізії та перимізії, рідше – в середині м'язових волокон.

При мікроскопії розмороженого м'яса, яке зберігалось за температури до мінус 20°C, в ендомізії і перимізії помітні пустоти різної форми і розмірів (місця розташування

кристаликів льоду) (Рис. 8. 1). У цих ділянках ендомізій або перимізій розширений. Ділянки м'язових волокон, які прилягають до пустот, деформовані – в них помітні заглиблення. Поперечна посмугованість м'язових волокон виражена слабо, місцями відсутня. Їх ядра гомогенні, часто зруйновані.



А



Б

Рис. 8. 1. Мікроструктура м'яса, яке зберігалось за температури до мінус 20°C: А – поздовжній зріз (Ок. $\times 10$, об. $\times 10$). Б – поперечний зріз (Ок. $\times 10$, об. $\times 40$). Гематоксилін і еозин. Місця розташування кристаликів льоду між м'язовими волокнами показані стрілками. (Препарати Хомича В. Т., Усенко С. І.)

У м'ясі, яке зберігалось за нижчих температур, пустоти, як зазначено вище, виявляються як в ендомізії, перимізії, так і в м'язових волокнах (Рис. 8.2). При цьому, в останніх спостерігаються тріщини і щілини. Частини м'язових волокон фрагментовані. В їх саркоплазмі виявляється еозинофільна зернистість. Остання реєструється і в ендомізії та перимізії. Поперечна посмугованість м'язових волокон виражена слабо, часто відсутня. У частині волокон і їх фрагментах ядра не виявляються.

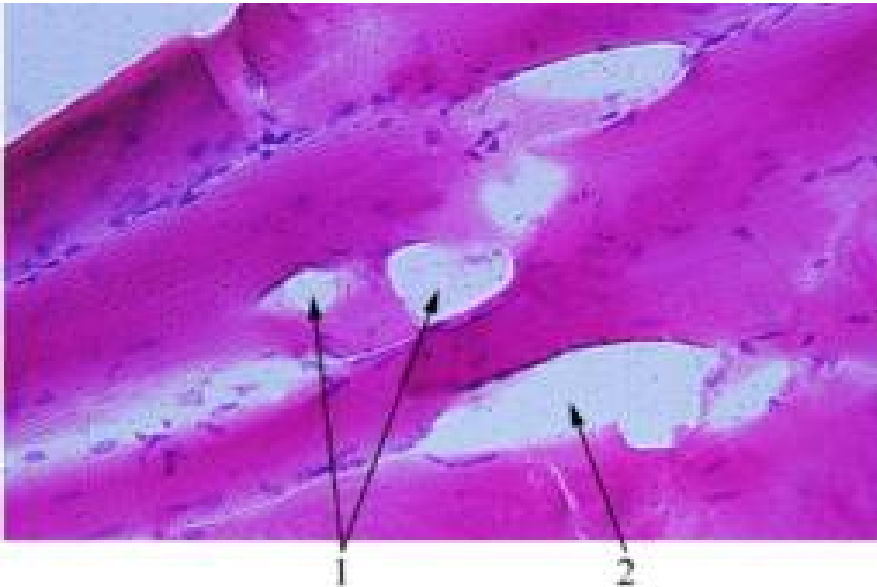


Рис. 8.2. Мікроструктура м'яса, яке зберігалось за температури мінус 40°C (поздовжній зріз): 1 – місця розташування кристаликів льоду в м'язових волокнах; 2 – місця розташування кристаликів льоду між м'язовими волокнами. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 40$. (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

У м'ясі, яке зазнавало повторного заморожування, більшість м'язових волокон фрагментовані (Рис. 8.3). В ендомізії і перимізії видно багато пустот різного розміру і конфігурації. Ядра м'язових волокон виявляються дуже рідко. Поперечна смугастість м'язових волокон та їх фрагментів не виявляється.

8.1.2. Солоне м'ясо

Мікроструктура солоного м'яса залежить від його стану до засолювання, способу засолювання та терміну останнього. Способів засолювання, як відмічено вище є три: мокрий, сухий і змішаний. Для мокрого засолювання використовують концентрований розчин кухонної солі (NaCl), а для сухого – її кристалічну форму. Для прискорення процесу засолення м'ясо піддають вібрації (струшуванню), розминанню тощо.

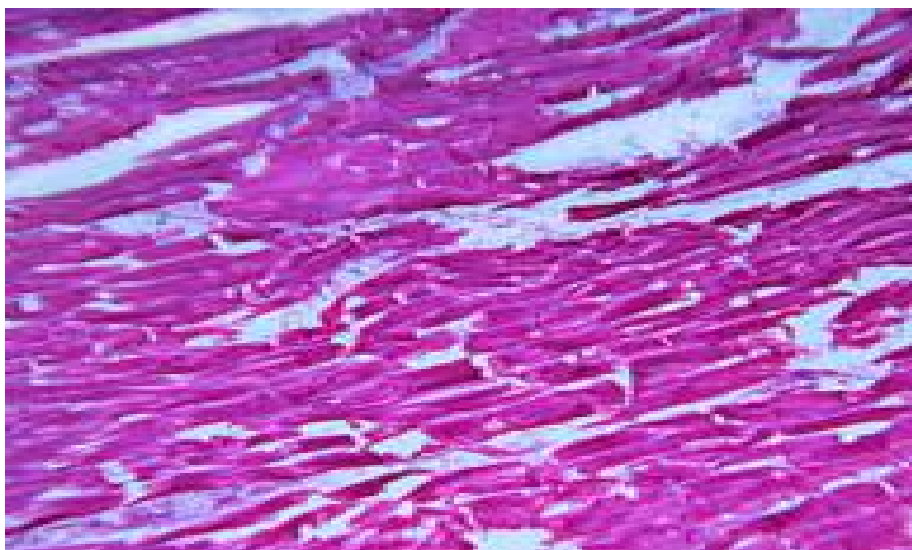


Рис. 8.3. Мікроструктура повторно замороженого м'яса. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$. (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

За мокрого засолювання на другу добу парне м'ясо починає ущільнюватись внаслідок дифузії тканинної рідини із нього в тузлук (фаза зневоднення). При цьому зменшується діаметр м'язових волокон і ширина ендомізію та перимізію. Поперечна і поздовжня смугастість м'язових волокон та їх ядер виражені. У м'язових волокнах накопичується іони Na і Cl . Починаючи з четвертої доби цього способу засолювання починається обводнювання м'язової тканини (фаза обводнення), що пов'язано із збільшенням вмісту іонів Na і Cl в м'язових волокнах. У зв'язку з цим діаметр м'язових волокон

збільшується, більшість із них стає прямолінійними. На м'язових волокнах з'являються поперечні тріщини і щілини. Окремі волокна фрагментовані. Поперечна смугастість м'язових волокон виражена. Частина їх ядер зруйнована. Ендомізій і перимізій розширені. В них виявляється дрібнозерниста еозинофільна субстанція (Рис. 8. 4).

При введенні розсолу в м'ясо під значним тиском фаза його обезводнення відсутня. При цьому спостерігаються зміни у м'ясі, які властиві фазі обводнення. В місцях введення розсолу м'язові волокна зруйновані.

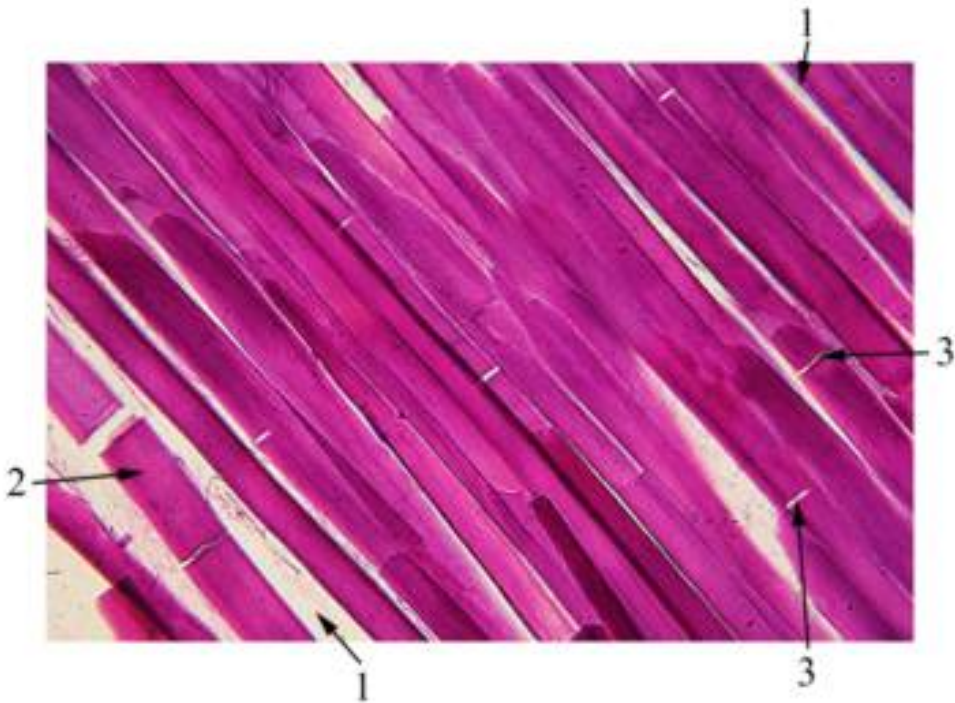


Рис. 8.4. Мікроструктура соленого м'яса (фаза обводнення): 1 – ендомізій; 2 – фрагмент м'язового волокна; 3 – щілини в м'язових волокнах. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$ (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

За сухого способу засолювання м'яса фаза обводнення відсутня, внаслідок чого зменшується і його маса. Зневоднення призводить до його ущільнення і зменшення діаметра м'язових волокон, зменшення товщини ендомізію і перимізію.

Обводнення м'яса за цього способу засолювання може бути на дні тари внаслідок накопичення там м'ясного соку.

За змішаного способу засолювання мікроскопічні зміни в м'ясі в перші чотири доби будуть такі, як і за сухого засолювання, а пізніше – як за мокрого.

Якщо для прискорення процесу засолювання використовували вібрацію або розминання м'яса у ньому буде дуже багато м'язових волокон з тріщинами, щілинами і зруйнованих.

При засолюванні розмороженого м'яса у ньому виявляються ознаки, які властиві м'ясу, що заморожували.

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Мікроскопічні ознаки розмороженого м'яса, яке заморожували за температури – 20°C.

2. Мікроскопічні ознаки розмороженого м'яса, яке заморожували за температури – 30°C.

3. Мікроскопічні ознаки розмороженого м'яса, яке заморожували декілька разів.

4. Мікроструктура солоного м'яса, яке солили мокрим способом.

5. Мікроструктура солоного м'яса, яке солили сухим способом.

Тема 8.2. Особливості мікроструктури висушеного, копченого, смаженого і вареного м'яса

8.2.1. Висушене м'ясо

Для сушіння м'яса з метою його довготривалого зберігання, як відмічено вище, використовують сублімаційний спосіб. Для цього м'ясо попередньо заморожують, а його сублімацію (сушіння) проводять у вакуумних камерах за спеціальних температурних умов. При цьому мікроструктура такого м'яса

буде також залежати від температури заморожування і стадії його дозрівання.

Для м'язової тканини за такого способу сушіння характерна значна прозорість, яку зумовлюють характерні кристали льоду, що розташовані в ендомізії та перимізії м'язів. Пучки м'язових волокон розташовані поодинокі, м'язові волокна в них ущільнені, їх діаметр зменшений. Частина волокон деформована. Ендомізій і перимізій місцями значно розширені. В них помітні пустоти різної форми і розмірів. Поперечна і повздовжня смугастість та ядра волокон виражені слабо, часто відсутні. Багато м'язових волокон мають поперечні тріщини і щілини, значна частина їх фрагментована (Рис. 8. 5). В ендомізії виявляється еозинофільна зерниста субстанція.

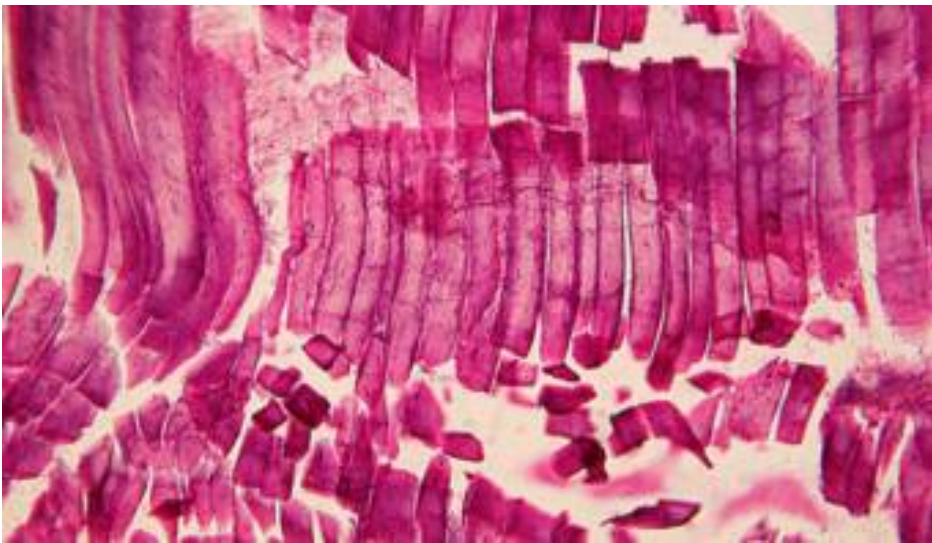


Рис. 8.5. Мікроструктура висушеного м'яса, яке було попередньо заморожене. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$ (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

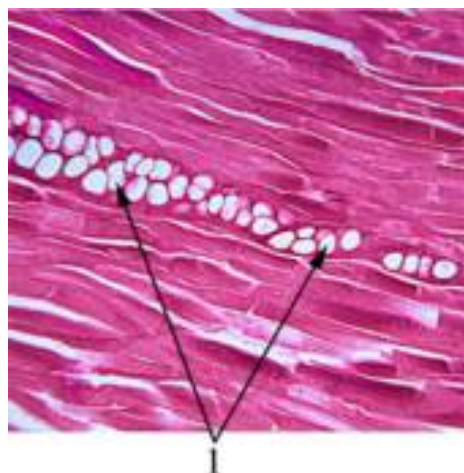
Після регідратації висушеного м'яса його мікроскопічні ознаки зберігаються. Зберігаються також і ознаки, які властиві стадіям дозрівання м'яса при яких його заморожували.

8.2.2. Копчене м'ясо

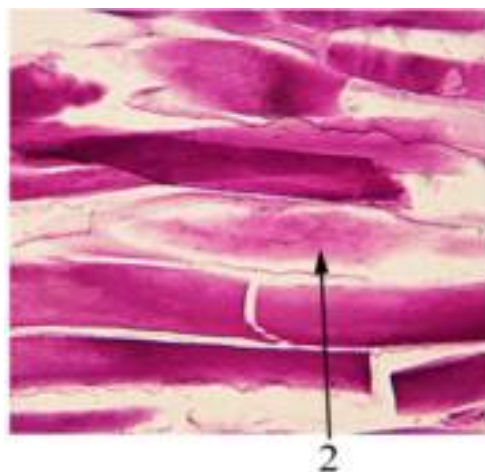
У копченому м'ясі м'язові волокна, ендомізій і перимізій ущільнені. На його поверхні і в перимізії поверхневих шарів спостерігається нашарування червоного кольору (еозинофільна субстанція). Їх поява зумовлена дією на м'ясо продуктів сухої перегонки деревини (Рис. 8. 6). Поперечна смугастість м'язових волокон майже не виражена. М'язові волокна деформовані, на частині із них помітні поперечні тріщини. Більшість їх ядер зруйновані. В перимізії можуть бути скупчення жирової тканини.

8.2.3. Смажене і варене м'ясо

За дії високої температури м'язова тканина ущільнюється. Її волокна щільно прилягають одне до одного, внаслідок чого ендомізій слабо виражений. Місцями він розширений і містить дрібнозернисту масу рожевого кольору. Поперечна смугастість м'язових волокон у вареному м'ясі слабо виражена або відсутня. Вона повністю зникає у м'язових волокнах поверхневих пучків смаженого м'яса. Ядра частини м'язових волокон зруйновані. Перимізій вареного м'яса розширений, пучки його колагенових волокон потовщені. Ці волокна, як відомо приєднують воду, внаслідок чого варене м'ясо стає м'яким і розволокнюється. Місцями в перимізії виявляється безструктурна субстанція рожевого кольору (клейковина). Подібне також реєструється і в перимізії глибоких шарів смаженого м'яса. В перимізії поверхневого шару смаженого м'яса накопичується емульсія рожевого кольору, яка надає м'ясу хрупкості.



А



Б

Рис. 8. 6. Мікроструктура копченого м'яса: А – 1 – жирові клітини в перимізії; Б – 2 – еозинофільна субстанція між пучками м'язових волокон. Гематоксилін і еозин. (А – Ок. $\times 10$, об. $\times 10$; Б – Ок. $\times 10$, об. $\times 40$) (Препарати Хомича В. Т., Усенко С. І.)

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Назвіть характерні мікроскопічні ознаки висушеного м'яса.
2. Охарактеризуйте мікроскопічні зміни, які виникають в м'ясі при його коптінні.
3. Назвіть особливості мікроструктури смаженого м'яса.
4. Назвіть особливості мікроструктури вареного м'яса.

РОЗДІЛ 9. МІКРОСКОПІЧНІ ОЗНАКИ ФАРШУ І ХАРЧОВИХ ДОБАВОК

Тема 9.1. Мікроструктура фаршу і харчових добавок

9.1.1. Мікроструктура складових подрібненого фаршу

Фарш – це подрібнене знежилване м'ясо, яке використовують для виготовлення багатьох м'ясних продуктів (ковбаси, сардельки, сосиски тощо.) Він може бути подрібнений і кутерований фарш.

У подрібненому фарші складові м'яса значно дрібніші, ніж у кутерованому (Рис. 9. 1). В ньому чітко видимі деформовані фрагменти пучків м'язових волокон, окремі м'язові волокна, жирова та пухка волокниста сполучна тканини, численні вакуолі і харчові добавки, якщо їх додавали до фаршу.

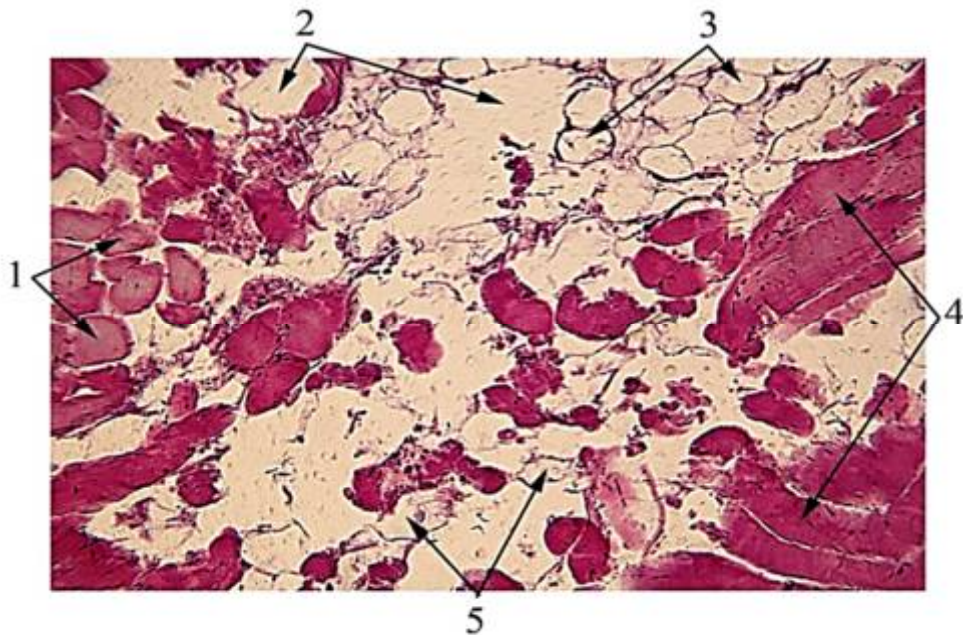


Рис. 9. 1. Подрібнений фарш: 1 – поперечно розрізані м'язові волокна; 2 – вакуолі; 3 – жирова тканина; 4 – м'язові волокна, розрізані вздовж; 5 – пухка волокниста сполучна тканина. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$ (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

Фрагменти пучків м'язових волокон можуть бути розрізані вздовж і поперек. На повздовжніх зрізах м'язових волокон добре помітні їх поперечна посмугованість і ядра. Окремі волокна деформовані. За станом м'язових волокон, розрізаних вздовж, можна встановити, з якого м'яса (свіжого, несвіжого, розмороженого, солоного) був виготовлений фарш. На поперечно розрізаних м'язових волокон видно, що вони мають різноманітну форму (округлу, овальну, полігональну, ромбоподібну тощо) і чітко виражені ядра.

Пухка волокниста сполучна тканина має вигляд розпушених хвилястих тяжів рожевого кольору, які розташовані переважно біля м'язових волокон. На їх тлі помітні окремі ядра клітин цієї тканини.

Жирова тканина розташована в оточенні пухкої волокнистої сполучної тканини. Вона має сіткоподібний вигляд. Комірки цієї сітки – це жирові клітини (адипоцити, ліпоцити) округлої форми. Їх цитоплазма світла, а оболонка і ядро, яке розташоване біля неї, зафарбовані в синьо-фіолетовий колір. Тобто жирові клітини мають перснеподібну форму.

Вакуолі подрібненого фаршу – це порожнини різноманітної форми і розмірів, які переважно заповнені повітрям. В окремих вакуолях помітна субстанція рожевого кольору і різної конфігурації – м'ясний сік.

У кутерованому фарші, внаслідок значного подрібнення м'яса, м'язові волокна не виявляються. Не виявляються в ньому і інші складові м'яса. Цей фарш має вигляд дрібнозернистої однорідної маси рожевого з різними відтінками кольору в якій знаходиться багато вакуолей. Останні мають різні розміри і форму. Вакуолі – це м'ясний сік і краплі жиру, який виділився із зруйнованих жирових клітин. При фарбуванні зрізів фаршу суданами III і IV вакуолі, які утворені жиром, мають помаранчевий колір. У кутерованому, як і в подрібненому фарші, помітні харчові добавки.

9.1.2. Мікроструктура харчових добавок

До найбільш поширених харчових добавок відносять продукти переробки сої, крохмаль, перець, цибулю, карагін, хліб, часник. Продукти переробки сої додають до фаршу у вигляді соєвого концентрату та ізоляту і текстурованого білкового продукту. Соєвий концентрат отримують внаслідок видалення із знежиреної соєвої муки (макухи) розчинних вуглеводів. Він містить до 70 % білка. Соєвий ізолят до складу якого входить 90 % білка, готують шляхом екстрагування білків із знежиреної соєвої муки. Текстурований соєвий білковий продукт отримують із знежиреної соєвої муки, концентрату та ізоляту, імітуючи ним волокнисту структуру м'язової тканини.

Соєвий концентрат у фарші видимий у вигляді групи клітин, які можуть бути розташовані у вигляді стовпчиків (поздовжній зріз) або декількох клітин (поперечний зріз). На поздовжньому зрізі клітини мають переважно прямокутну форму, а на поперечному прямокутну і квадратну, полігональну або округлу. Округле або овальне ядро займає центральне положення в клітині. Воно зафарбоване в синьо-фіолетовий колір (Рис. 9.2).

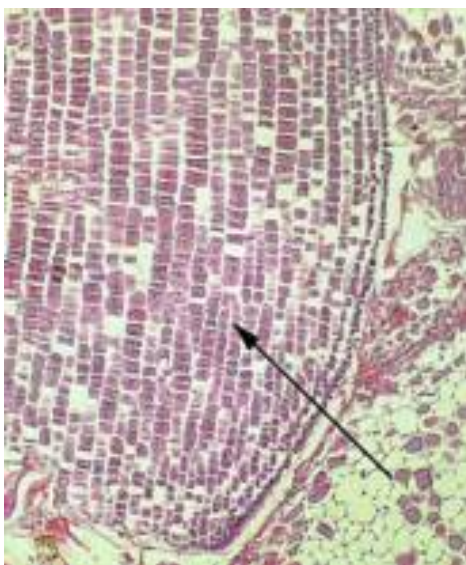
Цитопlasма зафарбована в рожево-червоний колір. Навколо неї видно світлу слабо контуровану ділянку – не зафарбована целюлозна складова оболонка клітини.

Соєвий ізолят немає клітинної будови у фарші (Рис. 9.3.А).

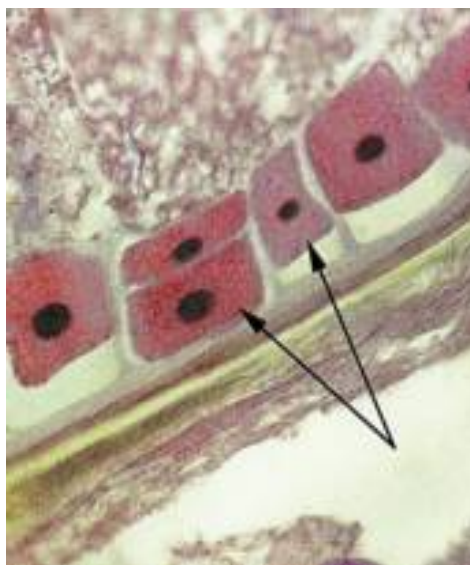
У фарші він помітний у вигляді кільцеподібних і гантелеподібних структур, периферійна частина яких інтенсивно зафарбована в рожевий колір, у центральній частині цих структур можуть бути світлі ділянки.

Текстурований соєвий білковий продукт має волокнисту структуру. Його волокна різної довжини, ширини і конфігурації помітні в фарші завдяки зафарбуванню у коричнево-рожевий колір. В окремих волокнах помітні клітини (Рис. 9.3.Б).

Крохмаль у фарші найкраще можна виявити фарбуючи його зрізи розчином Люголя. На зрізах він має вигляд зерен

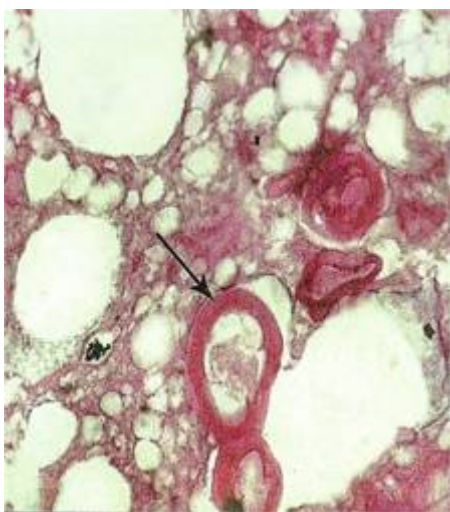


А



Б

Рис. 9.2. А – фарш подрібнений. Соевий концентрат (стрілка). Ок. $\times 10$, об. $\times 40$. Б – кутерований фарш. Соевий концентрат (стрілки). Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 100$

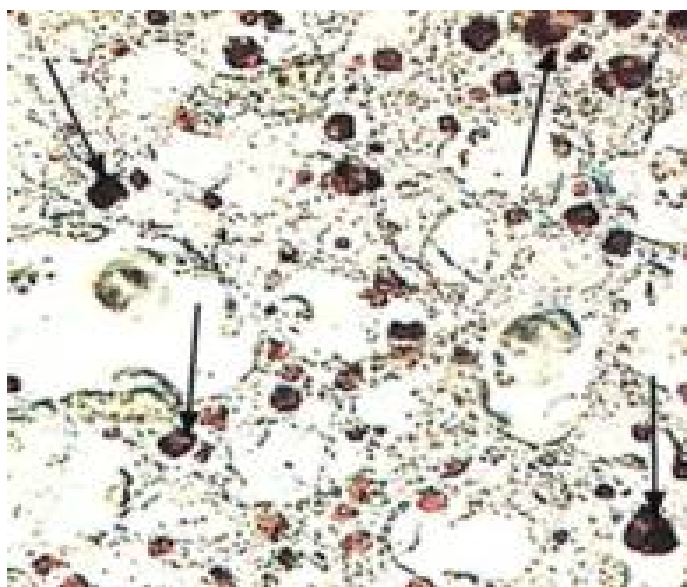


А

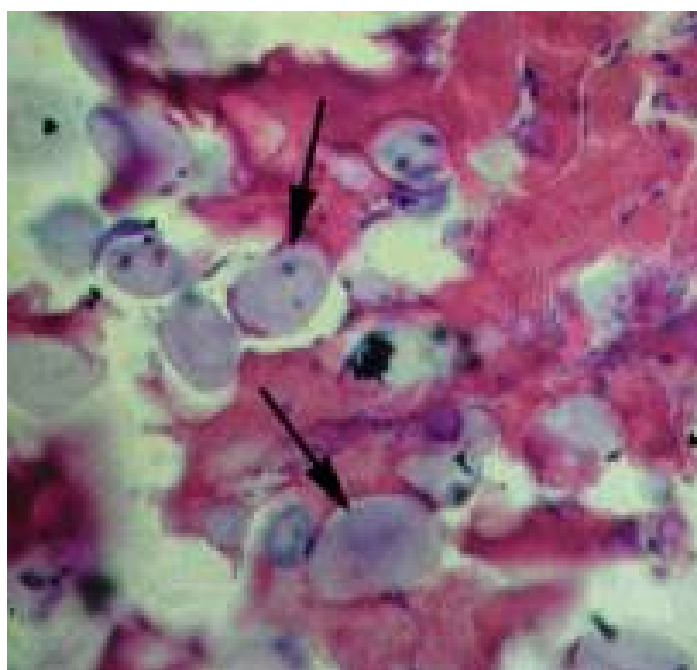


Б

Рис. 9.3. А – кутерований фарш. Фрагмент ізольованого соєвого білка (стрілка). Б – кутерований фарш. Текстурований соєвий білок, фрагмент оболонки (стрілка). Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 40$



А



Б

Рис. 9. 4. Зерна крохмалю (стрілки). А – розчин Люголя. Ок. $\times 10$, об. $\times 20$. Б – Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 40$

різних розмірів, які зафарбовані в жовто-коричневий колір. За більш високих концентрацій йоду в розчині зерна крохмалю набувають синьо-чорного кольору (Рис. 9.4).

Карагінан у фарші має вигляд склоподібних частинок різного розміру і форми, які розташовані у вакуолях і між ними. Частинки зафарбовані в синьо-голубий колір. Більшість із них оточені світлою (незафарбованою зоною). Вважають, що остання є фрагментом оболонки клітин водорості з якої отримують цю добавку (Рис. 9. 5).

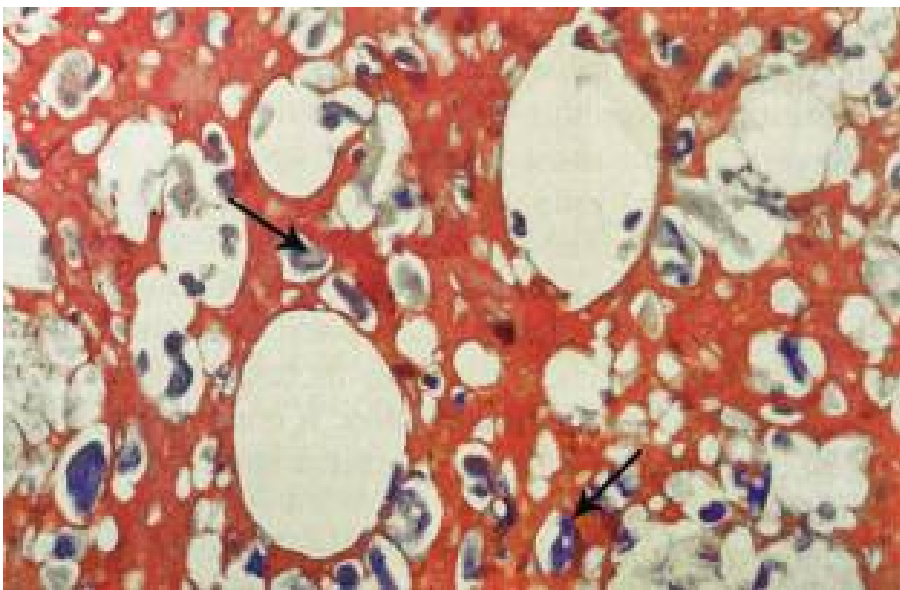


Рис. 9.5. Фрагменти карагінану (стрілки) в кутерованому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 20$

Фрагменти цибулі у фарші подібні до жирової тканини. Вони мають також сіткоподібний вигляд. На відміну від клітин жирової тканини, клітини цибулі видовжені (Рис. 9. 6).

Їх цитопlasма зафарбована в слабко рожевий колір і містить вакуолі. Ядра клітин розташовані в центрі або ексцентрично.

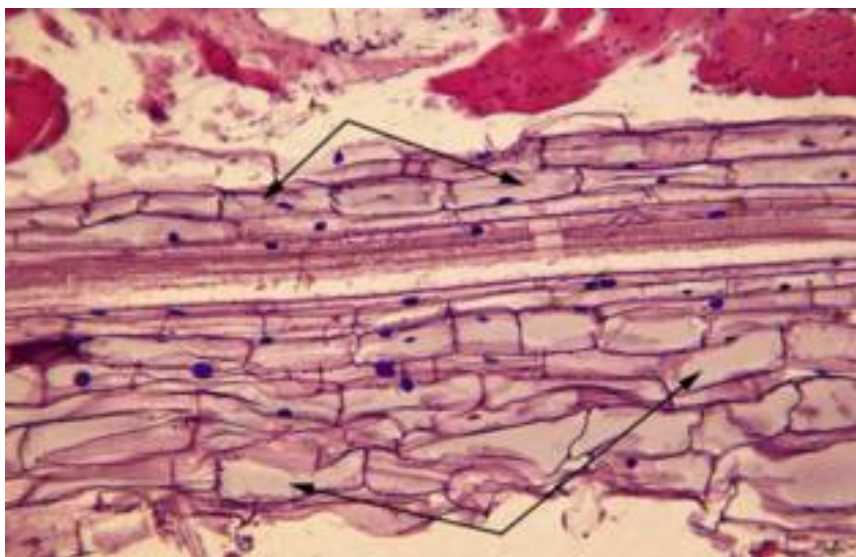


Рис. 9. 6. Фрагменти цибулі (стрілки) в подрібненому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$ (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

Часточки часнику в фарші мають вигляд зерен жовто-коричневого кольору (Рис. 9. 7). В них помітні окремі клітини. Їхні ядра коричневого кольору розташовані в центрі. Цитоплазма клітин має жовтуватий колір.



Рис. 9.7. Фрагмент часнику (стрілка) в кутерованому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 40$

Добавки перцю в фарші розташовані групами. Групи утворені окремими клітинами коричнево-чорного кольору та їх агрегатами. Клітини мають переважно видовжено-овальну форму (Рис. 9. 8).

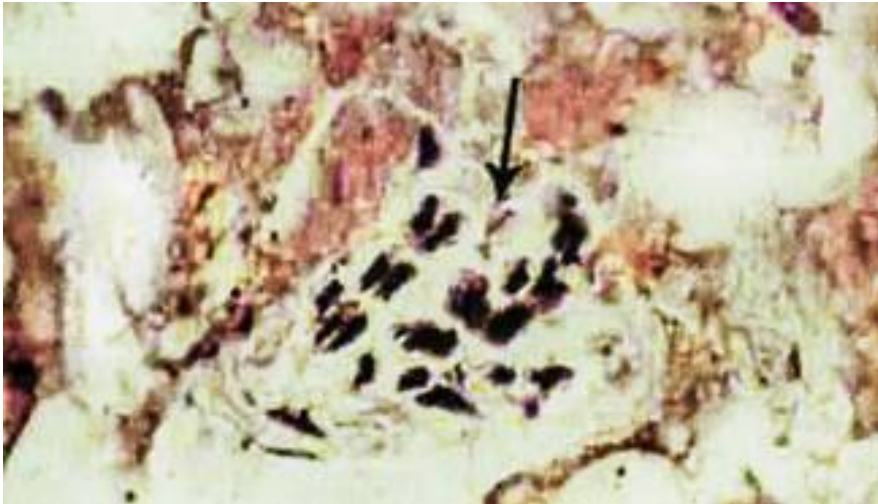


Рис. 9. 8. Перисмерні клітини перцю (стрілка) в кутерованому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 20$

Добавки хліба на зрізах зафарбованих гематоксиліном і еозином мають вигляд пучків коротких волокон, які забарвлені в рожевий колір і розташовані групами (Рис. 9. 9).

9.1.3. Мікроскопічні ознаки добавок, які не передбачені стандартами і технічними умовами

Із фаршу, як відмічено вище, готують частину м'ясопродуктів (ковбаси, сосиски, сардельки, пельмені, вареники тощо). На жаль, часто трапляється, що окремі підприємці, які виготовляють їх, відступають від вимог стандартів і добавляють до м'яса, з якого готують фарш, інші органи або їх частинки, поживна цінність яких низька. До них належать шкіра, сухожилки, зв'язки, хрящі, кістки, лімфовузли, селезінки, передшлунок жуйних, кишечник, трахея, стравохід,

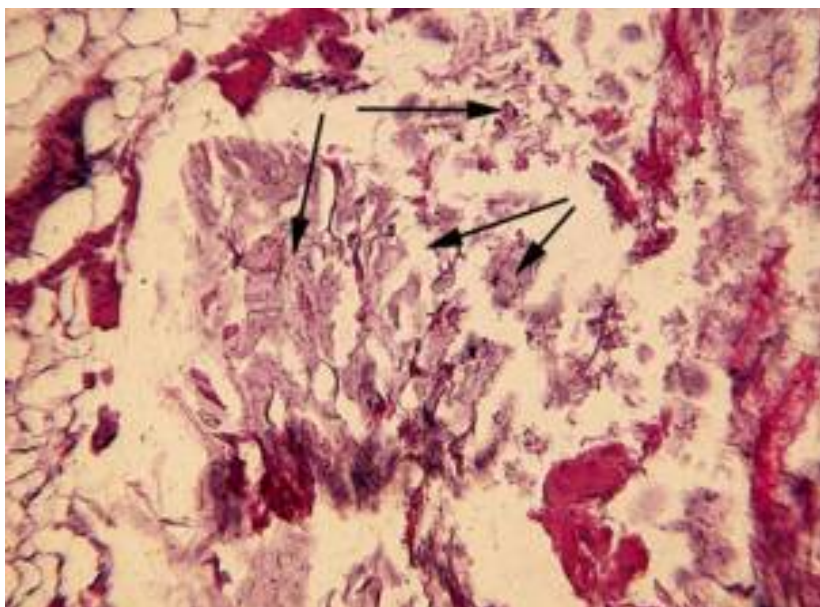


Рис. 9.9. Добавки хліба (стрілки) в подрібненому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$

застінні слинні залози, статеві органи, вим'я тощо. Названі добавки виявляються у фарші і, відповідно, в м'ясних продуктах, виготовлених із нього. Для ідентифікації цих добавок необхідно знати найбільш характерні їх мікроскопічні ознаки.

Шкіру ідентифікують за особливостями будови її надшкір'я (епідермісу) і основи (дерми) (Рис. 9.10).

Надшкір'я – це багатошаровий плоский зроговілий епітелій. Він представлений базальним, остистим, зернистим, блискучим і роговим шарами клітин.

Дуже часто надшкір'я, перед добавлянням шкіри до фаршу, знімають з неї разом з волоссям. Основу шкіри виявляють завдяки волоссяним фолікулам, сальним і потовим залозам, які розміщені в ній.

Сухожилки і зв'язки утворені щільною оформленою волокнистою сполучною тканиною. Першими, як відомо, починаються і закінчуються м'язи. Вони можуть бути пластинчастими і веретеноподібними. За допомогою зв'язок

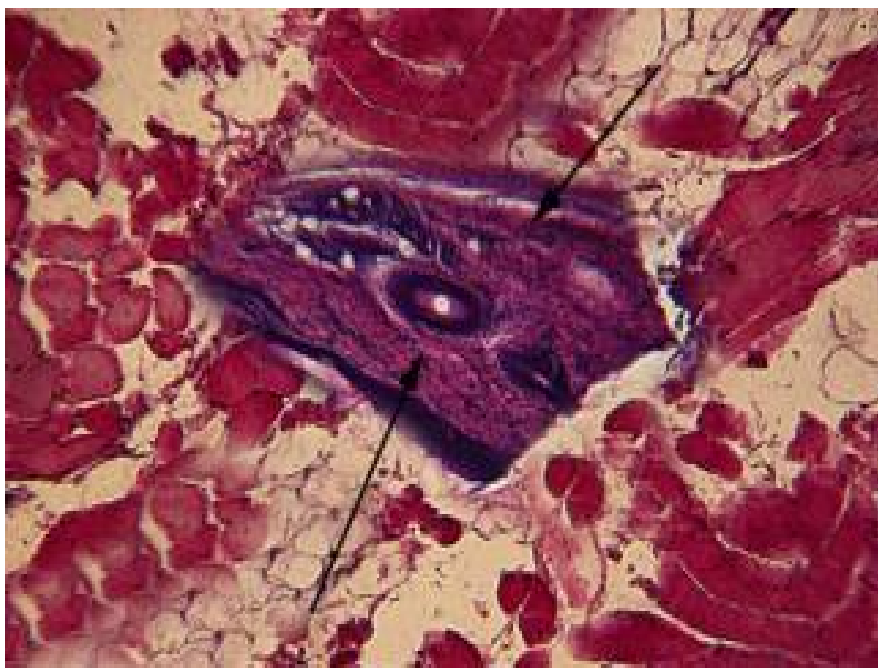


Рис. 9.10. Фрагмент основи шкіри з волосяними фолікулами (стрілки) у подрібненому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$ (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

з'єднані окремі кістки осьового і периферичного відділів скелета. Вони також є необов'язковими складовими суглобів. Шматочки сухожилків і зв'язок у фарші мають вигляд пластинок і включень різних розмірів і конфігурації, які побудовані із паралельно розташованих волокон, що щільно прилягають одне до одного. Між окремими волокнами помітні ядра клітин фіброцитів (Рис. 9.11). Пучки волокон розділені між собою прошарками пухкої волокнистої сполучної тканини.

Хрящі можуть бути утворені гіаліновою, еластичною і волокнистою хрящовою тканинами. Найбільш часто у фарш добавляють гіаліновий хрящ (носова перегородка, хрящі трахеї, частина хрящів гортані) і еластичний (хрящ вушної раковини, частина хрящів гортані) (Рис. 9.12). Виявляють ці хрящі в м'ясопродуктах завдяки наявності в їх складі ізогенних груп хрящових клітин. До складу ізогенної групи може входити від

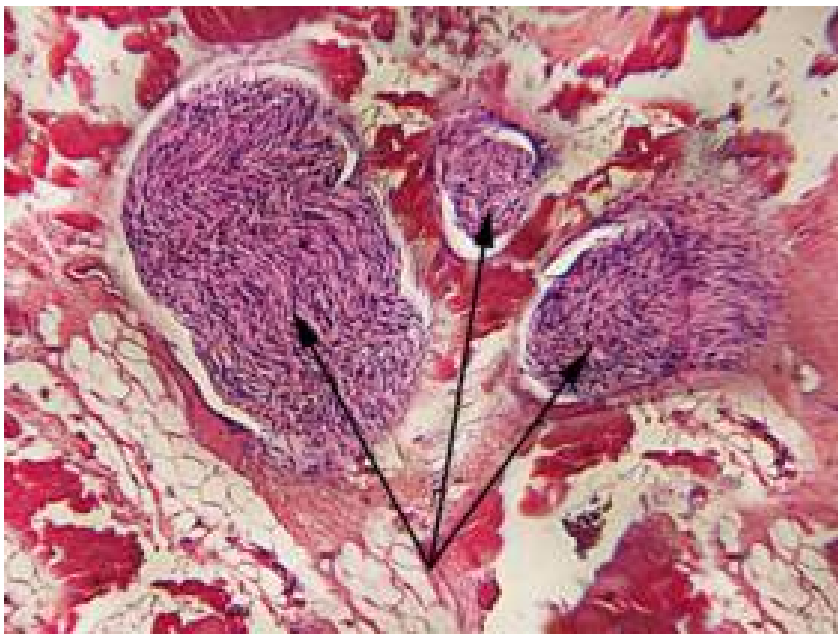


Рис. 9.11. Фрагменти сухожилків (стрілки) у подрібненому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$ (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)



Рис. 9. 12. Фрагменти трахейного хряща (стрілки) у подрібненому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$ (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

2 до 5 клітин, які розташовані в лакунах. Кожна ізогенна група оточена інтенсивно забарвленою у синій колір міжклітинною речовиною. На периферії хряща видно охрястя, яке інтенсивно забарвлено в рожево-червоний колір. У ньому помітні ядра клітин синьо-фіолетового кольору.

Добавки кісток у фарші та м'ясних продуктах, виготовлених із нього, диференціюють за кістковими пластинками і кістковими клітинами, тіла яких розташовані між ними. Між пластинками можуть траплятись комірочки з кістковим мозком (губчаста речовина кістки) (Рис.9. 13).

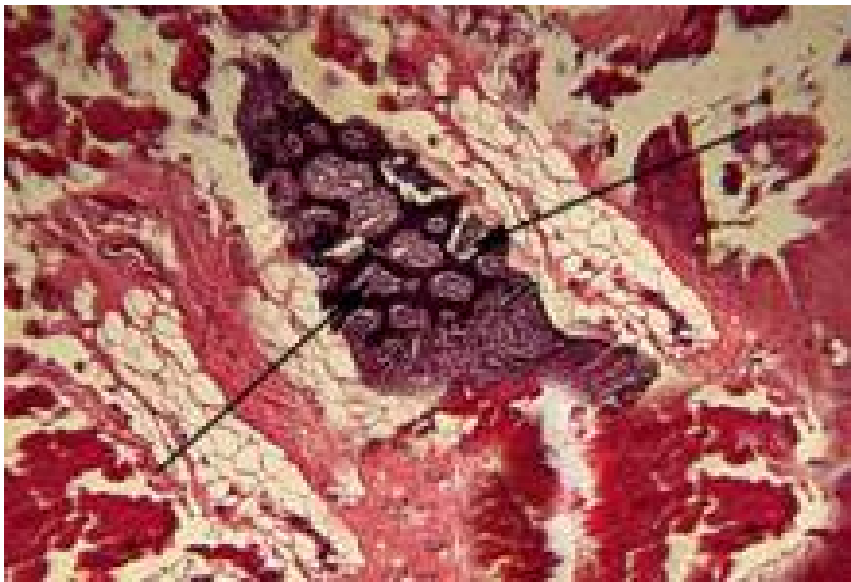


Рис. 9. 13. Губчаста речовина кістки (стрілки) у подрібненому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$ (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

Лімфатичні вузли, як відомо, побудовані із сполучнотканинної строми, паренхіми і системи синусів. Диференціюють лімфовузли у фарші за особливостями їх паренхіми, основа якої утворена лімфоїдною тканиною. Остання формує кіркову і мозкову речовини та паракортикальну зону паренхіми. Кіркова речовина розташована на периферії й утворена лімфоїдними вузликами, які щільно прилягають один

до одного і розташовані переважно в один ряд. Вузлики зафарбовані в синьо-фіолетовий колір. Мозкова речовина займає центральну частину вузла. Вона сформована тяжами лімфоїдної тканини синьо-фіолетового кольору, між якими помітні фрагменти трабекул рожевого кольору. Паракортикальна зона розміщена між кірковою і мозковою речовинами. Вона має вигляд вузької смужки, яка інтенсивно забарвлена в синьо-фіолетовий колір.

Селезінку диференціюють за особливостями будови її паренхіми (пульпи). Основу останньої утворює лімфоїдна тканина, яка забарвлена в синьо-фіолетовий колір. На її тлі помітні лімфоїдні вузлики зі світлими центрами і фрагменти трабекул рожевого кольору (Рис. 9. 14).

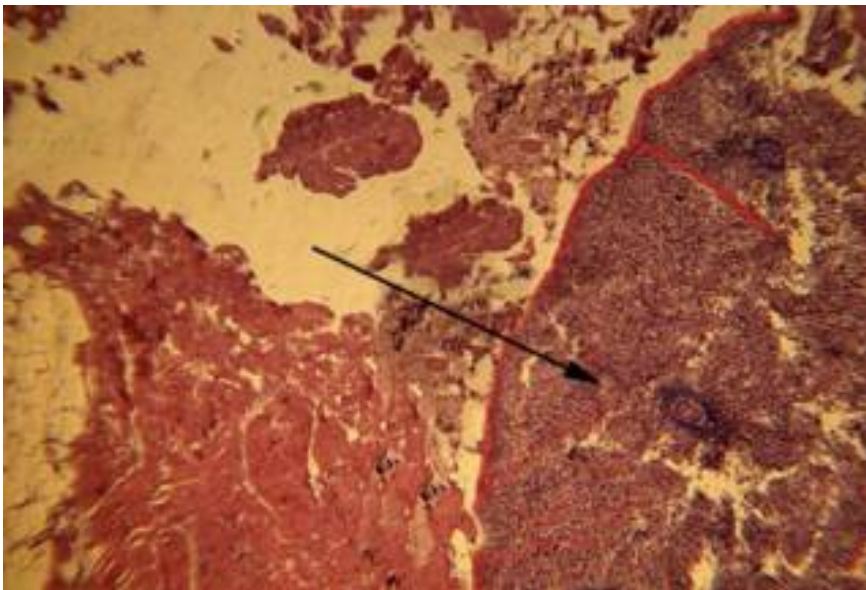


Рис. 9. 14. Фрагмент селезінки (стрілка) у подрібненому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 40$ (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

До складу **передшлунка** жуйних входять рубець, сітка і книжка. Їх стінка утворена слизовою, м'язовою та серозною оболонками. Диференціюють їх за особливостями будови слизової оболонки. У рубці вона утворює сосочки, у сітці –

складки однакової висоти, а в книжці – складки (листочки) різної висоти.

Стінка тонкого і товстого відділів кишечника утворена слизовою, м'язовою і серозною оболонками. Диференціюють кишечник за особливостями будови слизової оболонки (Рис. 9. 15).

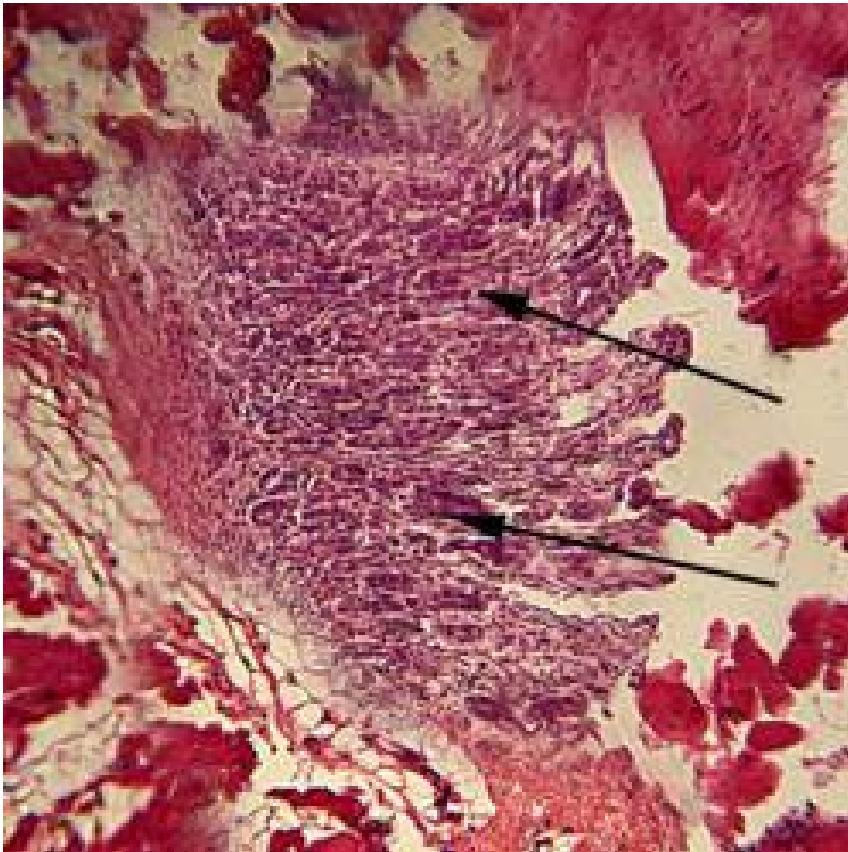


Рис. 9. 15. Фрагмент стінки тонкого кишечника (стрілки) у подрібненому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$ (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

У тонкому відділі вона утворює ворсинки і крипти. Ворсинки мають значну висоту. Вони утворені епітелієм і власною пластинкою слизової оболонки. Епітелій біля основи ворсинок впирається у власну пластинку і утворює крипти – трубкоподібні заглиблення. Слизова оболонка товстого відділу

кишечнику ссавців не утворює ворсинок. Для неї характерні добре виражені крипти, у стінці яких є дуже багато келихоподібних клітин, які продукують слиз.

Стравохід – це трубчастий орган. Його стінка утворена слизовою, м'язовою та адвентиційною оболонками. Диференціюють стравохід за особливостями будови його слизової оболонки. Її епітеліальний шар товстий, утворений багат шаровим плоским епітелієм (Рис. 9. 16). У підслизовій основі розташовані секреторні відділи стравохідних залоз.

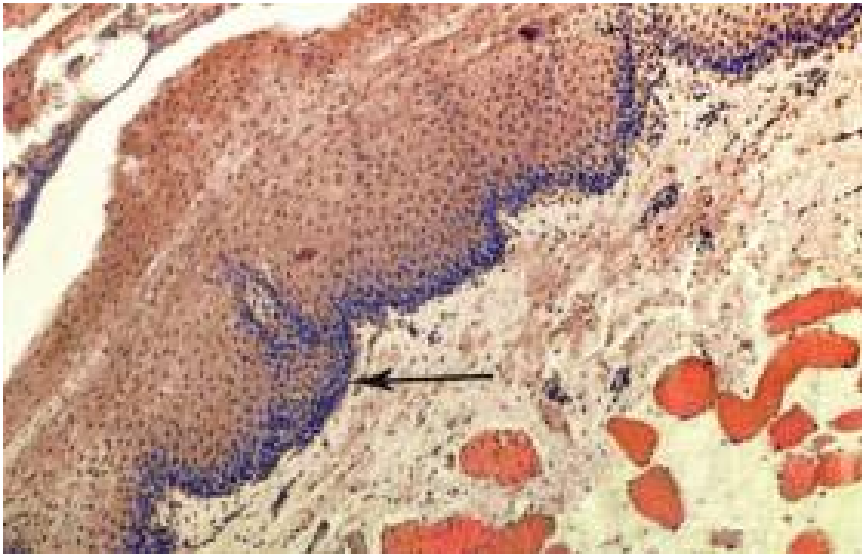


Рис. 9.16. Фрагмент стравоходу (стрілка) у подрібненому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 20$

Із **статевих органів**, при виготовленні фаршу, найчастіше додають статеві органи самиці (яєчники, матку). Яєчники диференціюють за фолікулами, які знаходяться в їх паренхімі. Вони мають округлу форму і різний діаметр. У їх центрі розташований овоцит, який оточений одним або багатьма шарами фолікулярних клітин. У більш зрілих фолікулах є порожнина. Характерною ознакою матки є наявність в її слизовій оболонці розгалужених трубкоподібних залоз.

Застінні слинні залози знаходяться за межами стінки порожнини рота. Їх є три пари: привушна, піднижньощелепна і

під'язикова. Для фальсифікації переважно використовують перші дві залози. Вони мають сполучнотканинну строму і паренхіму, яка розділена на часточки. В останніх розташовані секреторні відділи і внутрішньочасточкові протоки. Диференціюють ці залози за особливостями будови секреторних відділів і посмугованих проток. Секреторні відділи, на зрізах, мають вигляд округлих утворень, які мають стінку, що утворена клітинами, і слабо виражену порожнину (просвіт). Клітини стінки секреторних відділів серозного типу розташовані на базальній мембрані в два шари. Внутрішній шар (звернений до просвіту) представлений клітинами конічної форми з центрально розташованим ядром. Цитоплазма цих клітин слабо забарвлена в синій колір. На її тлі виділяється інтенсивно зафарбоване ядро такого ж кольору. Зверху над цими клітинами помітні ядра плоских клітин другого шару.

Секреторні відділи серозно-слизового типу мають більший діаметр, ніж відділи серозного типу. Їх стінка утворена трьома шарами клітин. Клітини внутрішнього шару крупні, зі світлою цитоплазмою. Їх ядро має плоску форму і розташоване ексцентрично. Наступні шари клітин такі ж, як і клітин серозних відділів (Рис. 9. 17).

Фрагменти посмугованих проток чітко виявляються на тлі секреторних відділів. Їх стінка утворена шаром високих клітин, цитоплазма яких інтенсивно забарвлена в рожево-червоний колір.

Вим'я — це молочна залоза самок жуйних тварин. Ідентифікують її за особливостями будови секреторних відділів, які на зрізах мають округлу форму. Їх стінка утворена шаром кубічних або циліндричних клітин, а в порожнині знаходиться молоко, яке інтенсивно забарвлюється в синьо-фіолетовий колір (Рис. 9. 18).

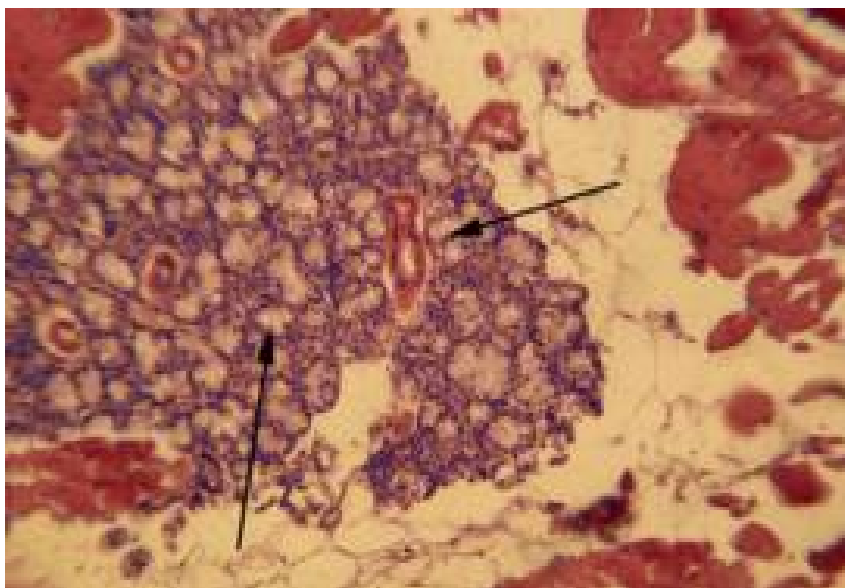


Рис. 9.17. Фрагмент піднижньощелепної слинної залози (стрілки) у подрібненому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 10$ (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

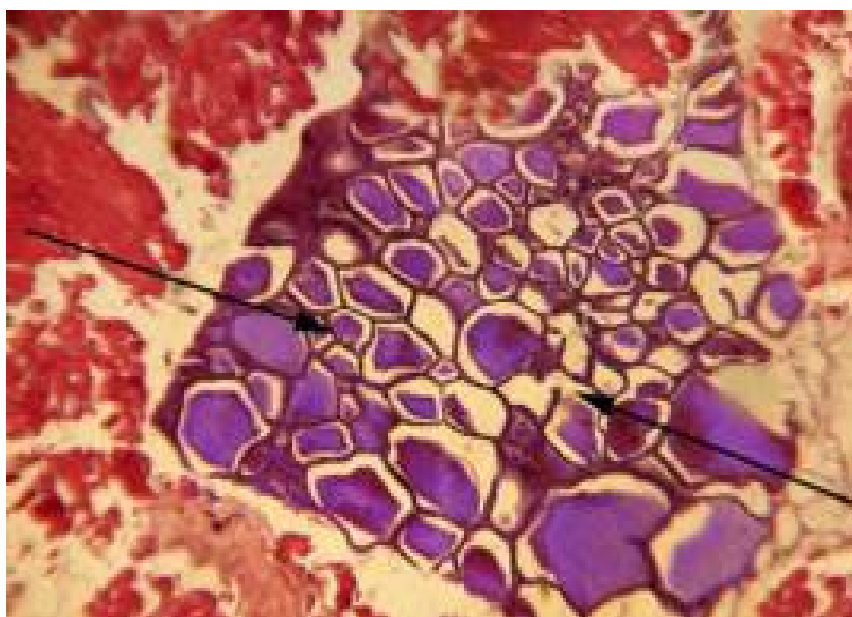


Рис. 9.18. Фрагмент молочної залози (стрілки) у подрібненому фарші. Гематоксилін і еозин. Ок. $\times 10$, об. $\times 40$ (Препарат Хомича В. Т., Усенко С. І.)

Питання для обговорення та самоперевірки

1. Що таке фарш?
2. Назвіть види фаршу.
3. Мікроскопічні ознаки подрібненого фаршу.
4. Мікроскопічні ознаки кутерованого фаршу.
5. Назвіть найбільш поширені харчові добавки.
6. Мікроскопічні ознаки продуктів переробки сої.
7. Мікроскопічні ознаки крохмалю, карагінану і хліба.
8. Мікроскопічні ознаки цибулі, часнику і перцю.
9. Назвіть найбільш поширені фальсифікати фаршу.
10. Мікроскопічні ознаки шкіри і сухожилків.
11. Мікроскопічні ознаки хряща і кістки.
12. Мікроскопічні ознаки стравоходу, передшлунку жуйних і кишкового.
13. Мікроскопічні ознаки селезінки, лімфовузлів і молочної залози.
14. Мікроскопічні ознаки застінних слинних залоз.

Предметний покажчик

- Автоліз, 198
Аміак водний, 153
Апарат дихання, 122
Апарат травлення, 109
Ареометр, 156
Ароматизатори, 42
Ацетон, 153
Бальзам, 159
Банки скляні, 151
Баня водяна, 151
Баранина, 18
Барвники, 41
Білкові речовини, 40
Бюретки, 15
Ваги лабораторні, 151
Вата медична, 152
Ватман, 152
Виготовлення зрізів, 167, 176
Висушене м'ясо, 201
Відбір проб, 163, 173
Відруби, 23, 24, 25
Віск бджолиний, 152
Включення, 51
Вода дистильована, 153
Галун алюмокалієвий, 153
Гематоксилін Бьомера, 160
Гематоксилін Вейгерта, 160
Гематоксилін Ерліха, 159
Гематоксилін Караці, 160
Гематоксилін, 153
Гіалоплазма, 50
Гідроколоїди, 40
Гліцерин дистильований, 153
Гліцерин-желатин, 158
Годинники піскові, 151
Голки препарувальні, 151
Голки швацькі, 151
Дозрівання м'яса, 21, 186
Еластичні волокна, 65
Емульгатори, 45
Ендокринна система, 97
Еозин водорозчинний, 153
Еозин, 161
Епітеліальна тканина, 53
Етиловий спирт, 153, 156
Ефір медичний, 153
Желатин, 158
Жирова тканина, 62, 63
Загальний покрив, 103
Зв'язка, 212
Йод, 153
Йодистий калій, 153
Камфора, 153
Карбол-ксілол, 153, 159
Карбонат кальцію, 153
Кислота оцтова льодяна, 153
Кислота пікринова, 153
Кислота соляна, 153
Кістка, 215
Клітина, 48
Ковбаса, 28
Козлятина, 18
Колагенові волокна, 64
Колби, 151, 152
Конина, 18

Консерванти, 44
Консервування м'яса і м'ясних продуктів, 34
Кролятина, 19
Ксилол, 153
Лійка скляна, 152
Лімфатична система, 91
Лінійка, 151
Марля медична, 152
Мензурки, 151
Мікроскоп, 152, 181
Мікроскопія, 183
Мікротом заморожувальний, 152, 167
Мікротом, 152
Мікротомні ножі, 169
Міксер, 152
М'язова тканина, 69
М'язові волокна, 69
М'ясні продукти, 28, 34
М'ясо, 12
М'ясо безкусткове, 21
М'ясо біле, 21
М'ясо в'ялене, 37
М'ясо дозріле, 21
М'ясо жиловане, 21
М'ясо заморожене, 20, 36
М'ясо несвіже, 193
М'ясо остигле, 20
М'ясо охолоджене, 20, 36
М'ясо парне, 20
М'ясо підморожене, 20, 36
М'ясо розморожене, 21, 195
М'ясо свіже, 192
М'ясо червоне, 21
Напівфабрикати, 28
Нервова система, 135
Нервова тканина, 80
Нитки білі бавовняні швацькі, 152
Обвалювання, 21
Оболонка клітини, 50
Олівці, 152
Опромінення м'яса, 38
Органели, 50
Органи чуття, 141
Папір фільтрувальний, 152
Папір фотографічний, 152
Парафін, 153
Піпетки скляні, 151
Післязабійне розслаблення, 186
Посмертне залякання, 187
Посуд для гістологічних досліджень, 153
Посуд, 153
Правила мікроскопії, 183
Промивання проб м'яса, 166, 174
Пухка волокниста сполучна тканина, 58
Регулятори кислотності, 41
Санний мікротом, 176
Свинина, 16
Серцево-судинна система, 85
Сечова система, 126
Скелетна м'язова тканина, 69
Скляні палички, 152
Смакові добавки, 42
Соління м'яса, 37
Солоне м'ясо, 197

Спирт етиловий, 153, 156
Сполучна тканина, 56
Стабілізатори, 45
Стаканчики скляні, 152
Статева система, 130
Стекла накривні, 152
Стекла предметні, 152, 154
Субпродукти, 30
Судан IV, 153, 161, 171
Судан III, 153, 161, 171
Сумнівно свіже м'ясо, 193
Сухожилки, 213, 215
Сушіння м'яса, 38
Термометри, 151
Термостати, 152
Тканини, 53
Ущільнення проб м'яса, 166
Ущільнення проб м'ясних продуктів, 175
Фарбування зрізів, 170, 171, 177–180
Фарш, 205, 208

Фенол, 153
Фенолфталеїн, 153
Ферменти, 46
Фіксування проб м'яса, 165
Формалін, 153
Формальдегід, 153
Фуксин кислий, 153
Харчові волокна, 41
Харчові добавки, 39
Хлороформ, 153
Хлороформ-парафін, 158
Холодильник побутовий, 152
Циліндр скляний, 152
Циліндри, 152
Цитоплазма, 50
Чашки, 152
Шафа витяжна, 152
Шафа сушильна, 152
Щільна волокниста сполучна тканина, 65
Яловичина, 17

Список використаних джерел

1. Актуальні проблеми м'ясопереробної галузі: підручник / Л. В. Баль-Прилипко та ін. Вид. 2-ге, випр.та доп. Київ: Компринт, 2016. 423 с.
2. Актуальні проблеми м'ясної галузі / Л. В. Баль-Прилипко та ін. К.: ЦП КОМПРИНТ, 2016. 541 с.
3. Баль-Прилипко Л. В. Інноваційні технології якісних та безпечних м'ясних виробів. К.: НУБіП України, 2012. 205 с.
4. Баль-Прилипко Л. В. Інноваційні технології якісних та безпечних м'ясних виробів: монографія. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2012. 207 с.
5. Баль-Прилипко Л. В. Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса: підручник. Київ: КВІЦ, 2010. 468 с.
6. Баль-Прилипко Л. В. Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса. К.: КВІЦ, 2010. 467 с.
7. Бем Р., Плева В. Микроскопия мяса и сырья животного происхождения. М.: Пищевая промышленность, 1964. 334с.
8. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва: підручник / О. М. Якубчак та ін. К.: 2005. 800 с.
9. Влияние на качество мяса породы, пола, возраста, характера от корма и упитанности скота. Режим доступу: <https://www.activestudy.info/vliyanie-na-kachestvo-myasa-porody-pola-vozrasta-haraktera-otkorma-i-upitannosti-skota/>
10. Гопка Б. М., Хоменко М. П., Павленко П. М. Конярство: підручник. К.: Вища освіта, 2004. 320 с.
11. Горальський Л. П., Хомич В. Т. Кононський О. І. Основи гістологічної техніки і морфофункціональні методи досліджень у нормі та при патології. Навчальний посібник. Житомир: Полісся, 2019. 288 с.
12. Коцюмбас Г. І., Урбанович П. П., Мисів О. В. Мікроструктурна характеристика фаршу пельменів в аспекті контролю якості харчових продуктів. *Науковий вісник ЛНАВМ імені С. З. Гжицького*. 2004, Т. 6 (№ 1), ч. 2. С. 37–43.

13. Коцюмбас І. Я., Коцюмбас Г. І., Щербентовська О. М. Експертиза ковбасних виробів гістологічним методом: методичні рекомендації. Львів, 2012. 103 с.

14. Коцюмбас І. Я., Коцюмбас Г. І., Щербентовська О. М. Експертиза напівфабрикатів м'ясних та м'ясо-рослинних січених мікроструктурним методом: методичні рекомендації. Львів: Афіша, 2012 80 с.

15. Литвиненко Г. Р., Воробьев П. А. Овцеводство: учебник. М.: Колос, 1982. 271 с.

16. Лушников Е. Ф., Шапиро Н. А. Аутолиз (морфология и механизмы развития). М.: Медицина, 1974. 200 с.

17. Налетов Н. А., Большаков А. С., Симаков В. Е., Фомин А. К. Гистологические изменения мяса при посоле на различных стадиях автолиза. *Мясная индустрия СССР*. 1963. № 32. С. 19–21.

18. Пабат В. О., Маньковський А. Я. Технологія продуктів забою тварин: підручник. Київ: ТОВ «Оріон», 2000. 361 с.

19. Писменская В. Н. Гистологическая и электронно-микроскопическая структура мяса в процессе автолиза, замораживания и дефрострации: канд. дисс. Москва, 1972. 157 с.

20. Скалинский Е. И., Белоусов А. А. Микроструктура мяса. Москва: Пищевая промышленность, 1978 175с.

21. Технология мяса и мясопродуктов. Учебник / К. Т. Алехина и др.; под ред. И. А. Рогова. Москва: Агропроиздат, 1988. 576 с.

22. Тиняков Г. Г. Гистология мясопромышленных животных. Москва: Пищевая промышленность, 1967 460с.

23. Хвыля С. И. Гиро Т. М. Микроструктурный анализ мяса и мясных продуктов. Саратов, 2008. 132 с.

24. Хомич В. Лекції з цитології, ембріології та гістології свійських тварин: навч. посіб. Київ: АграрМедіаГруп, 2013 296с.

25. Хомич В. Т., Баль-Прилипко Л. В. Мікроструктурний аналіз м'яса та м'ясних продуктів: навч. посіб. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2018. 114 с.

26. Bal-Prylypko, L., Yancheva, M., Paska, M., Ryabovol, M., Nikolaenko, M., Israelian, V., Pylypchuk, O., Tverezovska, N.,

Kushnir, Y., & Nazarenko, M. The study of the intensification of technological parameters of the sausage production process. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022, 16, 27–41. <https://doi.org/10.5219/1712>

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57203393058>

27. Cherednichenko, O., Bal-Prylypko, L. Rationale and economic feasibility of improving the technology of long-term storage of meat products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. 548 (2), 022053

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57203393058>

28. Cherednichenko, O., Bal-Prylypko, L., Paska, M., Nikolaenko, M. Expediency of creation of technology of production of meat products of long term of storage of the combined structure. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, 723(3), 032086

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57203393058>

29. Nikolaenko M, Bal-Prylypko L. Development of an integrated food quality management system. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2020. Vol. 14. P. 862–873. <https://potravinarstvo.com/journal1/index.php/potravinarstvo/article/view/1434/1551>

30. Paska, M., Bal-Prylypko, L., Masliichuk, O., Lychuk, M. Microstructural analysis of forcemeats of ready-to-cook chopped meat with functional ingredients. *Journal of food science and Technology-Ukraine*. 2018. Vol. 12, Is. 4. P. 110–116. <https://app.webofknowledge.com/author/#/record/29780942?SID=E3tyzZZaxEEHcaTE9OH>