

# ЗМІСТ

Вступ .....	8
<b>Розділ 1. Біохімічна характеристика живих організмів .....</b>	<b>12</b>
1.1. Хімічний склад організму людини .....	13
1.2. Структура клітини .....	16
1.3. Роль обміну речовин у життєдіяльності організму .....	21
1.4. Значення харчових факторів у забезпеченні процесів життєдіяльності .....	22
<i>Контрольні питання</i> .....	26
<i>Тести для контролю знань</i> .....	26
<b>Розділ 2. Хімія білків .....</b>	<b>31</b>
2.1. Біологічна роль білків .....	31
2.2. Амінокислоти .....	34
Класифікація протеїногенних амінокислот .....	35
Стереοізомерія амінокислот .....	39
Фізико-хімічні властивості амінокислот .....	40
Амінокислотний склад білків .....	45
2.3. Біологічна роль окремих амінокислот .....	47
2.4. Будова й структурна організація білкової молекули .....	50
Поліпептидна будова білків .....	50
Типи хімічних зв'язків у білковій молекулі .....	51
Будова білків і пептидів .....	52
Рівні структурної організації білкових молекул .....	53
Рівні організації білкової молекули .....	54
Доменні білки .....	64
2.5. Фізико-хімічні властивості білків .....	66
Амфотерні властивості білків .....	66
Розчинність білків .....	68
Денатурація білків .....	72
2.6. Класифікація й характеристика білків .....	73
Прості білки .....	73
Складні білки .....	75
2.7. Біологічна цінність білків .....	81
2.8. Білки харчової сировини .....	83
Білки м'яса .....	83
Білки субпродуктів .....	84

Білки яєць сільськогосподарської птиці .....	85
Білки молока .....	85
<i>Контрольні питання</i> .....	86
<i>Тести для контролю знань</i> .....	87
<b>Розділ 3. Хімія нуклеїнових кислот</b> .....	98
Загальна характеристика .....	98
Хімічний склад і будова .....	100
Будова, властивості й біологічні функції РНК .....	107
<i>Контрольні питання</i> .....	110
<i>Тести для контролю знань</i> .....	110
<b>Розділ 4. Ферменти</b> .....	116
4.1. Загальне поняття про ферменти .....	116
4.2. Будова ферментів .....	118
Кофактори та коферменти .....	120
Структурно-функціональна організація ферментів .....	126
4.3. Властивості ферментів .....	127
4.4. Загальні уявлення про механізм дії ферментів .....	131
4.5. Регуляція ферментативних реакцій .....	134
4.6. Номенклатура й класифікація ферментів .....	136
4.7. Використання ферментів в харчовій промисловості .....	138
Характеристика деяких ферментів і їх використання у виробництві харчової продукції .....	139
<i>Контрольні питання</i> .....	147
<i>Тести для контролю знань</i> .....	148
<b>Розділ 5. Хімія ліпідів</b> .....	156
5.1. Біологічна роль, будова й властивості ліпідів та їхніх похідних .....	156
5.2. Прості ліпіди .....	161
5.3. Складні ліпіди .....	166
5.4. Властивості ліпідів .....	173
5.5. Біологічна цінність харчових ліпідів .....	174
<i>Контрольні питання</i> .....	175
<i>Тести для контролю знань</i> .....	176
<b>Розділ 6. Хімія вуглеводів</b> .....	182
6.1. Біологічна роль, будова, властивості вуглеводів та їх похідних .....	182
6.2. Утворення вуглеводів в процесі фотосинтезу .....	207
6.3. Використання вуглеводів у харчовій промисловості .....	209
<i>Контрольні питання</i> .....	212
<i>Тести для контролю знань</i> .....	212

<b>Розділ 7. Енергетичні процеси в організмі</b> .....	221
7.1. Обмін речовин. Загальні закономірності обміну речовин .....	221
7.2. Роль окисно-відновних ферментів у біологічному окисненні .....	232
7.3. Транспорт електронів та протонів при біологічному окисненні ..	236
7.4. Окисне фосфорилування .....	238
<i>Контрольні питання</i> .....	242
<i>Тести для контролю знань</i> .....	243
<b>Розділ 8. Вітаміни</b> .....	248
8.1. Загальне поняття про вітаміни та їх класифікація .....	248
Класифікація вітамінів .....	251
8.2. Водорозчинні вітаміни .....	257
8.3. Жиророзчинні вітаміни .....	274
8.4. Вітаміноподібні сполуки .....	283
<i>Контрольні питання</i> .....	289
<i>Тести для контролю знань</i> .....	289
<b>Розділ 9. Регуляція обміну речовин в організмі. Гормони</b> .....	293
9.1. Загальні уявлення про регуляцію обміну речовин .....	293
9.2. Роль нервової системи в регуляції обміну речовин .....	296
9.3. Роль гормонів у регуляції обміну речовин .....	300
9.4. Класифікація гормонів .....	301
<i>Контрольні питання</i> .....	315
<i>Тести для контролю знань</i> .....	315
<b>Розділ 10. Обмін білків</b> .....	320
10.1. Біологічне значення білкового обміну .....	320
10.2. Перетравлювання білків у шлунково-кишковому тракті .....	321
10.3. Утворення в кишечнику отруйних продуктів розпаду білків і їх знешкодження .....	325
10.4. Катаболізм білків і амінокислот у тканинах .....	327
Шляхи обміну амінокислот .....	328
Дезамінування амінокислот .....	329
Трансамінування (переамінування) амінокислот .....	331
Декарбосилоування амінокислот .....	335
10.5. Процеси знешкодження аміаку .....	337
Шляхи утворення аміаку в організмі людини .....	337
10.6. Обмін хромопротеїнів. Розщеплення хромопротеїнів на прикладі обміну гемоглобіну крові .....	347
10.7. Обмін нуклеїнових кислот в організмі .....	349
Утворення сечової кислоти .....	350
10.8. Біосинтез білка .....	351
10.9. Регуляція біосинтезу білка .....	356
<i>Контрольні питання</i> .....	358
<i>Тести для контролю знань</i> .....	358

<b>Розділ 11. Обмін вуглеводів .....</b>	<b>365</b>
11.1. Розщеплення вуглеводів у шлунково-кишковому тракті людини .....	365
11.2. Регуляція обміну вуглеводів та його порушення .....	371
11.3. Проміжний обмін вуглеводів .....	374
Гліколіз .....	378
<i>Контрольні питання .....</i>	<i>396</i>
<i>Тести для контролю знань .....</i>	<i>396</i>
<b>Розділ 12. Обмін ліпідів .....</b>	<b>404</b>
12.1. Розщеплення ліпідів у шлунково-кишковому тракті людини ..	404
12.2. Обмін ліпідів у тканинах .....	413
12.3. Біосинтез ліпідів .....	419
12.4. Регуляція обміну ліпідів і його порушення .....	434
12.5. Псування ліпідів .....	437
<i>Контрольні питання .....</i>	<i>440</i>
<i>Тести для контролю знань .....</i>	<i>441</i>
<b>Розділ 13. Біохімічні процеси, що відбуваються в харчовій сировині при зберіганні та технологічній обробці .....</b>	<b>445</b>
<i>Контрольні питання .....</i>	<i>452</i>
<i>Тести для контролю знань .....</i>	<i>452</i>
<b>ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ. Біологічна хімія .....</b>	<b>455</b>
Правила техніки безпеки для студентів, які працюють у біохімічній лабораторії .....	456
Перша допомога при нещасних випадках у біохімічній лабораторії .....	457
<i>Тема 1. Будова тіла людини і його хімічний склад .....</i>	<i>458</i>
<i>Лабораторна робота № 1. Хімічний склад організму .....</i>	<i>458</i>
<i>Тема 2. Загальні властивості амінокислот .....</i>	<i>459</i>
<i>Лабораторна робота № 2. Загальні властивості амінокислот. Кольорові реакції на амінокислоти .....</i>	<i>459</i>
<i>Тема 3. Білки. Пептиди. Структурна організація білкової молекули. Фізико-хімічні властивості білків. Перетравлення білків у травному тракті .....</i>	<i>464</i>
<i>Лабораторна робота № 3. Фізико-хімічні властивості білків .....</i>	<i>464</i>
<i>Лабораторна робота № 4. Дослідження білків молока .....</i>	<i>466</i>
<i>Лабораторна робота № 5. Визначення ізоелектричної точки розчинів білків. Визначення кількості білків за біуретовою реакцією. Визначення білка за методом Лоурі. Вивчення перетравлюваності білків ферментами шлунково-кишкового тракту .....</i>	<i>468</i>

<b>Тема 4.</b> Складні білки. Нуклеїнові кислоти .....	472
<i>Лабораторна робота № 6.</i> Виділення та якісне визначення складу нуклеопротейнів, глікопротейнів, фосфопротейнів .....	472
<b>Тема 5.</b> Ферменти .....	474
<i>Лабораторна робота № 7.</i> Властивості ферментів .....	475
<i>Лабораторна робота № 8.</i> Окисно-відновні ферменти (оксидоредуктази) .....	478
<i>Лабораторна робота № 9.</i> Визначення активності каталази .....	482
<b>Тема 6.</b> Вуглеводи .....	484
<i>Лабораторна робота № 10.</i> Дослідження вуглеводів. Виявлення редуруючих вуглеводів. Визначення глюкози за наявності фруктози йодометричним методом .....	484
<b>Тема 7.</b> Ліпіди .....	489
<i>Лабораторна робота № 11.</i> Дослідження ліпідів та ліпоїдів. Омилення тригліцеридів у водно-спиртовому розчині. Якісні реакції на альдегіди (з реактивом Шиффа) .....	489
<b>Тема 8.</b> Обмін вуглеводів. Обмін речовин: метаболізм, катаболізм, анаболізм .....	494
<i>Лабораторна робота № 12.</i> Дослідження продуктів обміну вуглеводів .....	494
<b>Тема 9.</b> Обмін ліпідів. Хімічний склад продуктів рослинного походження .....	497
<i>Лабораторна робота № 13.</i> Дослідження продуктів обміну ліпідів .....	498
<i>Лабораторна робота № 14.</i> Вивчення хімічного складу продуктів рослинного походження. Візуальний метод визначення органічних кислот. Визначення вмісту чистого пектину універсальним методом. Визначення лужності .....	499
<b>Тема 10.</b> Вітаміни .....	502
<i>Лабораторна робота № 15.</i> Дослідження водорозчинних вітамінів. Визначення аскорбінової кислоти у продуктах рослинного походження. Дослідження жиророзчинних вітамінів ....	502
<b>Тема 11.</b> Гормони. Регуляція обміну речовин .....	506
<i>Лабораторна робота № 16.</i> Дослідження гормонів .....	506
<b>Список рекомендованої літератури .....</b>	<b>508</b>

## ВСТУП

Біохімія – наука про хімічний склад живих організмів і перетворення в процесі життєдіяльності речовин, що їх утворюють. Інакше кажучи, біологічна хімія вивчає хімічну природу речовин, з яких побудований організм, та закономірності їх перетворень, тобто всі хімічні процеси, що відбуваються в живому організмі від надходження поживних речовин до утворення та виведення кінцевих продуктів обміну, а також роль хімічних речовин, що регулюють ці процеси. Саме тому знання з біохімії мають важливе значення для спеціалістів, які працюють у харчовій галузі, забезпечують виробництво, транспортування, зберігання, приготування та споживання продуктів харчування та страв.

Як фундаментальна наука біохімія пов'язана з математикою, фізикою, неорганічною, органічною і фізико-колоїдною хімією, біологією та медициною. Вона лежить в основі наукових уявлень про природу живої матерії, про складні закони й механізми керування процесами життєдіяльності.

Біохімія відіграє важливу роль при вивченні причин захворювань людини, тварин, рослин, пошуках ефективних засобів їх лікування й профілактики, виробництва лік.

Біохімічні процеси і методи застосовуються в різних галузях сільськогосподарського виробництва, харчової промисловості: у переробці рослинної і тваринної сировини, забезпеченні її збереження, захисті від псування готової продукції, у боротьбі з наслідками несприятливого впливу людини на навколишнє середовище.

Успіхи в різних галузях і науках обумовили виникнення й розвиток біохімії як самостійної науки.

У першій половині ХХ століття сформувалися окремі сучасні напрямки біохімії: вітамінологія, ензимологія, біохімія гормонів тощо. Період становлення біохімії характеризувався активним використанням фізико-хімічних і математичних методів у біохімічних лабораторіях, вивченням основних життєвих процесів – молекулярних основ збереження і передачі генетичної інформації, розшифрування структури окремих білків з використан-

ням методів генної інженерії, дослідженням структури і функцій біомембран.

Сучасна біохімія охоплює різні галузі і напрямки. Традиційно біохімію поділяють на статичну, динамічну та функціональну.

**Статична біохімія** вивчає хімічний склад живих організмів, тобто хімічну природу і кількісний вміст різних речовин та їх комплексів в організмі. Цей розділ тісно пов'язаний з біоорганічною хімією, яка вивчає залежність між особливостями структури органічних речовин і їх біологічними властивостями.

Найбільш важливим напрямком є **динамічна біохімія**, що досліджує всі процеси обміну речовин у здоровому та хворому організмі. Вона розкриває механізми перетворення речовин від моменту їх надходження в організм до утворення кінцевих продуктів. Динамічна біохімія вивчає закономірності обміну, що лежать в основі життя, усі зміни, які відбуваються в різних умовах існування здорового і хворого організму, можливості впливу на них лікарських препаратів і харчових речовин.

**Функціональна біохімія** досліджує хімічні процеси, що лежать в основі формування й функціональної діяльності окремих органів і систем, а також біохімічні основи зміни цих функцій відповідно до умов середовища.

Проте поділ біохімії на статичну, динамічну і функціональну є дещо умовним. Залежно від особливостей об'єктів вивчення живого світу загальний курс поділяється на біохімію тварин (зоохімія), біохімію рослин (фітохімія), біохімію мікроорганізмів і вірусів. Важливе практичне значення має медична біохімія. Значну роль у виробництві відіграє технічна біохімія, яка розробляє технологічні методи для харчової, фармацевтичної і деяких інших галузей промисловості (текстильної, шкіряної та ін.). Особлива увага приділяється дослідженням у галузі біохімії сільськогосподарських тварин, біохімії зерна і борошна, вітамінів, гормонів, м'язів, біоорганічної хімії, біохімічної генетики, ензимології, радіаційної і космічної біохімії і т.п. Однією з провідних галузей біохімії є молекулярна біохімія, що вивчає на молекулярному рівні механізм основних проявів життя (спадковість, мінливість). Квантова біохімія встановлює зв'язок між квантово-механічними параметрами й особливостями біоорганічних сполук, що беруть участь у передачі спадкоємних властивостей, у патологічних процесах та інших проявах норми і патології.

Об'єктом дослідження сучасної біохімії стали фундаментальні проблеми: будова макромолекул і їх біосинтез, молекулярна організація клітини, механізми ферментативної активності, молекулярні основи різних фізіологічних процесів.

У свою чергу, розвиток таких дисциплін, як загальна фізіологія, фізіологія харчування, гігієна харчування, товарознавство харчових продуктів, технологія виробництва продуктів харчування в харчовій промисловості і на підприємствах харчування, неможливе без знання біохімії. Вона тісно пов'язана з проблемою обсягу продовольчих ресурсів, оскільки об'єктами рослинництва і тваринництва є живі організми. Збільшення їх виробництва можливе лише на основі сучасних наукових досягнень біохімії в галузі генної інженерії, що розробляє шляхи підвищення врожайності сільськогосподарських культур, продуктивності тварин, боротьби з втратами сировини, нераціональним харчуванням та ін.

Студентам технологічних факультетів необхідне вивчення курсу біохімії як основи раціонального вибору асортименту харчових продуктів, що має забезпечувати потреби різних груп населення в пластичних та енергетичних речовинах, оптимальних способів технологічної обробки харчової сировини й умов її збереження.

Другою частиною підручника є лабораторний практикум, розрахований на студентів технологічних факультетів, які готують спеціалістів для галузі харчування, виробництва продуктів харчування, їх зберігання, переробки, контролю якості. У навчальній літературі відсутні такі профільовані практикуми з біохімії, де б урахувалися особливості лабораторно-практичних занять з курсу цієї дисципліни, а також рівень підготовки студентів при вивченні органічної та фізичної хімії на попередніх курсах.

Практикум складений відповідно до програм курсу «Біологічна хімія та фізіологія харчування і підготовлений з метою надання допомоги студентам в оволодінні теоретичним матеріалом та набутті відповідних практичних навичок виконання біохімічних досліджень харчових продуктів. Вибір тем обумовлений не лише необхідністю ілюстрування теоретичного матеріалу та забезпечення його кращого засвоєння, але й важливістю біохімічних методів для практики громадського харчування і харчових виробництв, контролю технологічних процесів, якості сировини та готової продукції відповідних підприємств. Такий практикум сприятиме підвищенню якості підготовки фахівців сфери громад-



ського харчування та торгівлі продовольчими товарами. Опису методів дослідження передує короткий виклад теоретичного матеріалу, який є необхідним для виконання лабораторної роботи з даної теми. Наприкінці кожного заняття наведені контрольні запитання, відповіді на які мають допомогти студентам краще засвоїти навчальний матеріал.

Виконання лабораторних робіт, крім класичних методів, передбачає застосування сучасних, які є доступними за умов лабораторії (наприклад, хроматографія адсорбційна, розділювальна, у тонкому шарі, флюорометрія тощо). Відповідні розділи містять методи, що використовуються в харчових лабораторіях, наприклад, експрес-проба на свіжість молока; визначення активності пероксидази як показника ступеня теплової обробки м'яса; гальмування поліфенолоксидази натрій тіосульфатом, який використовується для попередження потемніння картоплі та інших рослинних об'єктів, і деякі інші.

Практикум призначений для студентів інженерно-технологічних спеціальностей, які навчаються за навчальними планами підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів відповідних фахових напрямків.

## Біохімічна характеристика живих організмів

Біохімія вивчає хімічний склад живої матерії, перетворення в ній речовин і зв'язок хімічних процесів в організмі з його функціями. Біохімія є основою багатьох дисциплін, у тому числі профільних для інженера-технолога: фізіології харчування, технології виробництва продуктів харчування, мікробіології, санітарії та гігієни, товарознавства, загальної технології харчових виробництв.

Тіло людини складається з клітин. Вони об'єднані у тканини, органи, системи, різні за складом і функціями. Цілісність організму забезпечується наявністю нейрогуморальної регуляції, яка складається з двох відділів – нервової системи і гуморальної систем. Нервова система утворюється з розташованих в особливий спосіб клітин – *нейронів*. Тіло нейрона має відростки – *аксони і дендрити*, за допомогою яких нервові клітини поєднуються одна з одною та з іншими клітинами, утворюючи *синапси*. Сигнали від рецепторів надходять до тіла нейрона і через синапси передаються до центральної нервової системи (ЦНС) і далі – до робочих органів. Гуморальна регуляція забезпечується хімічними речовинами – *гормонами*, які виробляються в залозах внутрішньої секреції і переносяться до різних ділянок організму рідинами – кров'ю, лімфою. Гормони беруть участь у регуляції обміну речовин у тканинах і органах. Так, гормони щитовидної залози регулюють інтенсивність енергетичних витрат організму. Виробляють гормони і підшлункова, надниркові, статеві та інші залози. Функції обох відділів нейрогуморальної системи взаємопов'язані, забезпечують тонку регуляцію обміну речовин і процесів життєдіяльності в організмі.

Зв'язок організму з навколишнім середовищем через їжу здійснюється шлунково-кишковим трактом. У ньому відбувається травлення складних харчових речовин, які набувають форму,

доступну для засвоєння. Ця система відіграє важливу роль у виділенні незасвоєних залишків харчових речовин, отруйних продуктів, які утворилися з них і надійшли до організму в процесі виробничої діяльності, а також деяких продуктів обміну речовин, наприклад, холестерину, Кальцію, Феруму та ін. В одному з відділів шлунково-кишкового тракту – товстій кишці – синтезуються деякі вітаміни. Провідну роль у виведенні з організму продуктів обміну речовин відіграють органи виділення: нирки, сечовий міхур, легені, шкіра. Транспорт усіх поживних речовин, а також кисню і продуктів розпаду здійснюють рідкі середовища організму – кров і лімфа, рух яких забезпечується серцем.

Усі клітини організму на 99% складаються з Гідрогену, Оксигену, Карбону і Нітрогену. Поєднуючись між собою та з іншими елементами, вони створюють органічні речовини. Високомолекулярні органічні молекули у живих організмах побудовані з більш простих сполук – невеликих молекул «будівельних блоків», які утворюють макромолекули білків, нуклеїнових кислот, полісахаридів, ліпідів. Різноманітність хімічних сполук в організмі обумовлена властивостями його складових елементів. Карбон більше, ніж інші елементи, спроможний утворювати стабільні молекули різних конфігурацій і розмірів з різноманітними функціональними групами. Різні сполучення речовин утворюють структурну основу клітин. Постачання організму пластичними та енергетичними ресурсами, необхідними для обміну речовин і процесів життєдіяльності, забезпечує їжа. Вона має містити такі компоненти, які в організмі не можуть синтезуватися: біологічно цінні білки, вітаміни, мінеральні речовини та ін.

### 1.1. Хімічний склад організму людини

Зі 114 елементів періодичної системи Менделєєва у складі клітин виявлено близько 60. Серед хімічних компонентів клітин можна виділити *неорганічні* (вода і мінеральні солі) і *органічні* (білки, вуглеводи, жири і нуклеїнові кислоти). Людина задовольняє потребу в поживних речовинах завдяки вживанню харчових продуктів, які розрізняються за вмістом тих чи інших органічних і неорганічних речовин. Наприклад, молоко містить майже всі необхідні людині речовини; овочі і картопля багаті на вуглеводи; м'ясо, риба, борошняні вироби і сири містять велику кількість білків,

а фрукти – вітамінів. Тому для повноцінного харчування їжа повинна бути різноманітною.

Мінеральні речовини, що входять до складу живих організмів, умовно поділяють на три групи: макро-, мікро- і ультрамікроелементи. До макроелементів відносять ті хімічні елементи, вміст яких перевищує 0,001% (O, C, H, Ca, K, N, P, S, Mg, Na, Cl, Fe і ін.). Якщо вміст хімічного елемента в організмі становить від 0,001 до 0,000001%, то його зараховують до мікроелементів (Cu, Mn, Co і ін.). Речовини, що знаходяться в ще менших кількостях, дістали назву ультрамікроелементів (Pb, V, Au, Hg та ін.).

У найбільшій кількості в тканинах знаходяться Карбон, Гідроген, Оксиген, Нітроген, Фосфор і Сульфур. Ці речовини називаються *органогенами*, оскільки вони входять до складу органічних компонентів клітин. Менше в клітинах Натрію, Калію, Кальцію, Магнію, Мангану, Кобальту, Феруму, Купруму, Селену. Усі ці елементи повинні надходити в організм із зовнішнього середовища. Органогени з'єднуються між собою й з іншими елементами, утворюють білки, нуклеїнові кислоти, ліпіди, вуглеводи й інші складні речовини.

**Карбон** є центром органічних сполук. Він утворює стабільні молекули різноманітної конфігурації з численними функціональними групами.

**Нітроген** часто помилково називають безжиттєвим, тому що він не підтримує горіння. Однак без цього елемента життя неможливе, оскільки він входить до складу білків, нуклеїнових кислот і багатьох інших сполук, що складають основу життєдіяльності організму. Нітроген легко змінює валентність; в організмі він знаходиться в три- або п'ятивалентному стані. У разі зміни валентності він приєднує або втрачає електрон, що обумовлює його роль в обміні речовин.

**Оксиген** бере участь в утворенні кислотних, спиртових та інших груп в органічних сполуках. Без нього неможливі біохімічні процеси. Завдяки реакції з киснем здійснюється дихання в клітинах, відбуваються енергетичні процеси, необхідні для життєдіяльності.

**Гідроген** – не тільки пластичний компонент органічних сполук, але й «пальне» для рослинного і тваринного світу: при його взаємодії з киснем виділяється значна кількість енергії.

**Сульфур** бере участь в утворенні тиолових груп, що легко окиснюються, дисульфідних містків, які стабілізують структуру визначених ділянок молекул білків. Він – один з компонентів процесів знешкодження токсичних речовин.

**Фосфор** широко представлений в організмі як у вільному вигляді, так і в сполуках з різними речовинами (білками, жирами, вуглеводами). Він входить до складу фосфоліпідів, фосфопротеїнів, мононуклеотидів, АТФ, ГТФ, є частиною буферної системи крові. Фосфор, що знаходиться в організмі, бере участь в активації різних сполук, у формуванні кісткової системи і зубів.

**Ферум** за своїми запасами в земній корі посідає четверте місце після Оксигену, Силіцію та Алюмінію. У біологічних середовищах Ферум, як правило, утворює комплекси з біоорганічними молекулами. Ферумвмісні комплекси відповідають за транспорт і зберігання кисню, за перенесення електронів системою цитохромів у ході біологічного окиснення, а також беруть участь в інших ключових біохімічних процесах.

Однією з найбільш відомих сполук є гемоглобін – дихальний пігмент крові. Міоглобін міститься в м'язах, Ферум – у цитохромах, входить до складу окисно-відновних ферментів – каталаз, пероксидаз.

Нестача Ферума в організмі призводить до розладу клітинних функцій: порушення постачання тканин киснем та його засвоєння, виникнення ферумдефіцитних анемії.

Не менш відповідальну роль у живій матерії відіграють **вода і мінеральні речовини**. Солі і вода становлять близько 2/3 людського тіла. Значна кількість мінеральних речовин припадає на кістки, до складу яких входить нерозчинна у воді сіль – кальцію й ортофосфат. Рідини в тілі людини і тварин є розчинами електролітів. Вони забезпечують сталість осмотичного тиску в рідких фазах організму, кислотно-лужну рівновагу в тканинах. У цих процесах переважають катіони натрію і калію, аніони хлору, карбонати, фосфати. Нормальна життєдіяльність організму (дихання, обмін речовин, кровотворення, робота нервової системи та ін.) можлива тільки за умови порівняно постійного сольового складу тіла.

Усі хімічні процеси в організмі відбуваються у водному середовищі, вода бере безпосередню участь і в багатьох реакціях. Крім того, вона виводить з організму різні речовини. Тварини, позбавлені води, гинуть набагато швидше, ніж тварини, позбавлені їжі. Штучне вилучення однієї п'ятої частки всієї кількості води, що є в організмі, призводить до зупинення життєвих функцій. За незначним винятком (кістки, емаль зубів) вона є переважним компонентом у структурі клітини. Вода – природний розчинник для багатьох речовин, а також дисперсійне середовище, що відіграє важливу роль у колоїдній системі цитоплазми клітин.

Навчальне видання

**Павлоцька Лариса Федорівна  
Дуденко Ніна Василівна  
Левітін Євген Якович та ін.**

**Біологічна хімія**

**Підручник**

Головний редактор В.І. Кочубей  
Технічний редактор А.О. Литвиненко  
Дизайн обкладинки і макет В.Б. Гайдабрус  
Комп'ютерна верстка О.І. Молодецька, А.О. Литвиненко

Підписано до друку 18.10.2010.  
Формат 60x90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір офсетний. Гарнітура Скулбук.  
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 31.9. Обл.-вид. арк. 28.2.  
Тираж 500 прим. Замовлення №

Відділ реалізації  
E-mail: info@book.sumy.ua

ТОВ «ВТД «Університетська книга»  
40030, м. Суми, вул. Комсомольська, 27.  
Тел.: (0542) 67-96-92  
E-mail: publish@book.sumy.ua  
www.book.sumy.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 489 від 18.06.2001

Надруковано відповідно до якості наданих діапозитивів  
у ПП «Принт-Лідер»  
Україна, 61070, м. Харків, вул. Рудика, 8