БІОЛОГІЧНА І БІООРГАНІЧНА ХІМІЯ

За редакцією чл.-кор. НАМН України,
професора **Ю.І. ГУБСЬКОГО**,
професора **І.В. НІЖЕНКОВСЬКОЇ**

В 2 КНИГАХ
2
КНИГА

БІОЛОГІЧНА ХІМІЯ

ЗАТВЕРДЖЕНО
Міністерством освіти і науки України
як підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів IV рівня акредитації

ВИДАНО
відповідно до Наказу Міністерства охорони здоров'я України № 502 від 22.06.2010 як національний підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів IV рівня акредитації

КИЇВ
ВСВ «МЕДИЦИНА»
2016

УДК 577.1я73
ББК 547:57(075)
Б63

Затверджено Міністерством освіти і науки України як підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів (лист № 1/11-3466 від 18.03.2016)

Рекомендовано Вченою Радою Національного медичного університету імені О.О. Богомольця до друку як підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів IV рівня акредитації (протокол № 4 від 15.02.2013)

Видано відповідно до Наказу Міністерства охорони здоров'я України № 502 від 22.06.2010 як національний підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів IV рівня акредитації

Автори:
Ю.І. Губський, чл.-кор. НАМН України, проф.; *І.В. Ніженковська,* проф.; *М.М. Корда,* проф.; *Б.Г. Борзенко,* проф.; *О.З. Бразалук,* проф.; *Г.М. Ерстенюк,* проф.; *К.О. Єфетов,* проф.; *В.І. Жуков,* проф.; *Н.В. Заїчко,* проф.; *І.О. Комаревцева,* проф.; *М.Б. Луцюк,* проф.; *О.О.Мардашко,* проф.; *І.Ф. Мещишен,* проф.; *К.С. Непорада,* проф.; *О.Я. Скляров,* проф.; *Л.М. Тарасенко,* проф.; *О.М. Торохтін,* проф.; *Т.І. Бондарчук,* доц.; *О.В. Кузнецова,* доц.; *О.В. Лозова,* доц.; *А.С. Ягупова,* доц.

Рецензенти:
Л.І. Остапченко, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біохімії, директор ННЦ "Інститут біології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка;
О.Г. Резніков, доктор медичних наук, професор, академік НАМН України, член-кореспондент НАН України, завідувач відділу ендокринології репродукції і адаптації ДУ "Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України";
В.О. Калібабчук, доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри медичної та загальної хімії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця

Біологічна і біоорганічна хімія : у 2 кн. : підручник. Кн. 2. Біологічна хімія /
Б63 Ю.І. Губський, І.В Ніженковська, М.М. Корда та ін. ; за ред. Ю.І. Губського, І.В. Ніженковської. — К. : ВСВ "Медицина", 2016. — 544 с.
ISBN 978-617-505-401-7

Підручник містить систематизований виклад курсу біологічної хімії відповідно до програми з дисципліни, затвердженої для студентів вищих медичних (фармацевтичних) навчальних закладів IV рівня акредитації. В основному тексті підручника розглянуті структура та ферментативні реакції перетворення основних класів біомолекул — білків, амінокислот, вуглеводів, ліпідів, нуклеотидів, порфіринів; висвітлені питання будови та властивостей інформаційних нуклеїнових кислот ДНК і РНК, молекулярної біології та генетики, біохімічні основи фізіологічних функцій організму людини та їх нейрогуморальної регуляції. Значну увагу приділено молекулярним механізмам функціонування клітин крові, печінки, нирок, м'язів, сполучної тканини, імунної та нервової систем. Розглянуто біохімічні основи патогенезу атеросклерозу, цукрового діабету, ожиріння, хвороб ендокринної, імунної, нервової систем та сполучної тканини.

Кожен розділ підручника містить, крім інформаційного матеріалу, тестові завдання для самоперевірки та контролю засвоєння знань.

УДК 577.1я73
ББК 547:57(075)

© Ю.І. Губський, І.В. Ніженковська, М.М. Корда, Б.Г. Борзенко, О.З. Бразалук, Г.М. Ерстенюк, К.О. Єфетов, В.І. Жуков, Н.В. Заїчко, І.О. Комаревцева, М.Б. Луцюк,О.О.Мардашко, І.Ф. Мещишен, К.С. Непорада, О.Я. Скляров, Л.М. Тарасенко, О.М. Торохтін, Т.І. Бондарчук, О.В. Кузнецова, О.В. Лозова, А.С. Ягупова, 2016
© ВСВ "Медицина", оформлення, 2016

ISBN 978-617-505-401-7

ЗМІСТ

Вступ. Історія розвитку біохімії 7
Частина І. ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ РЕГУЛЯЦІЇ МЕТАБОЛІЗМУ 15
Розділ 1. Біомолекули і клітинні структури 15
1.1. Хімічний склад живих організмів 15
1.2. Біомолекули та їхні функції 15
1.3. Схема будови прокаріотичних та еукаріотичних клітин 17
1.4. Біологічні мембрани 18
Розділ 2. Ферменти 23
2.1. Ферменти: структура, властивості та класифікація 23
2.2. Механізм дії ферментів 34
2.3. Кінетика ферментативних реакцій. Одиниці активності ферментів 38
2.4. Регуляція ферментативних процесів 53
2.5. Медична ензимологія 56
2.6. Кофактори і коферменти: хімічна будова і функції 65
Розділ 3. Основні закономірності обміну речовин. Цикл трикарбонових кислот 77
3.1. Спільні шляхи перетворення білків, ліпідів, вуглеводів 77
3.2. Включення піровиноградної кислоти в цикл трикарбонових кислот 81
3.3. Цикл трикарбонових кислот, або цикл Кребса 84
Розділ 4. Молекулярні основи біоенергетики 95
4.1. Шляхи споживання кисню в реакціях біологічного окиснення 95
4.2. Тканинне дихання 98
4.3. Хеміосмотичний механізм синтезу АТФ у мітохондріях 104
4.4. Нефосфорилювальне окиснення в дихальному ланцюзі як механізм утворення теплоти в мітохондріях 109
4.5. Інгібітори і роз’єднувачі окисного фосфорилювання 110
Розділ 5. Гормональна регуляція обміну речовин 113
5.1. Загальні властивості гормонів 114
5.2. Класифікація гормонів 116
5.3. Механізм дії гідрофільних гормонів 119
5.4. Механізм дії гормонів, що взаємодіють з внутрішньоклітинними рецепторами 123
5.5. Регуляція секреції гормонів 126

Частина II. МЕТАБОЛІЗМ ВУГЛЕВОДІВ, ЛІПІДІВ, АМІНОКИСЛОТ І ЙОГО РЕГУЛЯЦІЯ 128
Розділ 6. Метаболізм вуглеводів та його регуляція 128
6.1. Гліколіз 129
6.2. Спиртове бродіння 138
6.3. Пентозофосфатний шлях катаболізму глюкози 139
6.4. Метаболізм фруктози 144
6.5. Метаболізм сорбітолу 145
6.6. Метаболізм галактози 146
6.7. Глюконеогенез 147
6.8. Метаболізм глікогену 150
6.9. Регуляція глікогенолізу і глікогенезу 155
Розділ 7. Метаболізм ліпідів та його регуляція 159
7.1. Обмін триацилгліцеролів 160
7.2. Обмін жирних кислот 164
7.3. Метаболізм гліцеролу 174
7.4. Біосинтез і утилізація кетонових тіл у нормі та в умовах патології 174
7.5. Обмін фосфоліпідів 179
7.6. Обмін холестеролу 181
7.7. Патологія ліпідного обміну 185
Розділ 8. Метаболізм амінокислот. Ензимопатії амінокислотного обміну 191
8.1. Загальні шляхи перетворення амінокислот 191
8.2. Шляхи утворення і детоксикації амоніаку. Біосинтез сечовини 198
8.3. Спеціалізовані шляхи обміну ациклічних і циклічних амінокислот 203
8.4. Біосинтез порфіринів 225
8.5. Спадкові порушення обміну порфіринів 228
Частина III. МОЛЕКУЛЯРНА БІОЛОГІЯ. БІОХІМІЯ МІЖКЛІТИННИХ КОМУНІКАЦІЙ 231
Розділ 9. Метаболізм нуклеотидів 231
9.1. Біосинтез і катаболізм пуринових та піримідинових нуклеотидів 231
9.2. Порушення обміну пуринових і піримідинових нуклеотидів 244
Розділ 10. Основи молекулярної біології 248
10.1. Структура дезоксирибонуклеїнової кислоти 249
10.2. Біосинтез дезоксирибонуклеїнової кислоти 251
10.3. Біосинтез рибонуклеїнової кислоти 258
10.4. Біосинтез білка на рибосомах (трансляція) 264
10.5. Антибіотики — інгібітори матричних синтезів 281
10.6. Віруси і токсини — інгібітори матричних синтезів у еукаріотичних клітинах 283
10.7. Біохімічні механізми противірусної дії інтерферонів 284

Розділ 11. Основи молекулярної генетики 287
11.1. Фази клітинного циклу еукаріотів. Біохімічні механізми контролю вступу клітини в мітоз 288
11.2. Молекулярні механізми мутацій 290
11.3. Генетичні рекомбінації 293
11.4. Ампліфікація генів (гени металотіонеїну, дигідрофолатредуктази) 297
11.5. Генна інженерія: загальні поняття, біомедичне значення 298
Розділ 12. Біохімія гормональної регуляції 303
12.1. Гормони гіпоталамо-гіпофізарної системи 303
12.2. Гормони підшлункової залози 316
12.3. Гормони системи травлення 320
12.4. Гормони щитоподібної залози 323
12.5. Гормональна регуляція гомеостазу кальцію 329
12.6. Стероїдні гормони кори надниркових і статевих залоз 334
12.7. Фізіологічно активні ейкозаноїди 342
12.8. Роль ейкозаноїдів у розвитку запалення 348
Частина IV. БІОХІМІЯ ТКАНИН ТА ФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ 351
Розділ 13. Біохімія харчування людини 351
13.1. Макрокомпоненти поживних речовин 352
13.2. Біохімічна роль мікроелементів 354
13.3. Травлення поживних речовин у травному каналі 358
13.4. Порушення травлення окремих нутрієнтів у травному каналі 368
13.5. Вітаміни 370
Розділ 14. Біохімія крові 385
14.1. Дихальна функція еритроцитів 385
14.2. Нормальні і патологічні форми гемоглобіну 388
14.3. Кислотно-основний стан і буферні системи крові 390
14.4. Небілкові речовини плазми крові 394
14.5. Білки плазми крові 399
14.6. Ліпопротеїни плазми крові 411
14.7. Згортальна, антизгортальна та фібринолітична системи крові 414
Розділ 15. Біохімія імунних процесів 423
15.1. Імуноглобуліни: структура, біологічні функції 424
15.2. Медіатори і гормони імунної системи 427
15.3. Біохімічні компоненти системи комплементу людини 430
15.4. Біохімічні механізми розвитку імунодефіцитних станів 433
Розділ 16. Біохімічні функції печінки 436
16.1. Жовчоутворювальна функція печінки 439
16.2. Роль печінки в обміні жовчних пігментів 441
16.3. Патобіохімія жовтяниць 446

16.4. Порушення біохімічних процесів у печінці при окремих захворюваннях 451
16.5. Біотрансформація ксенобіотиків і ендогенних токсинів 455
Розділ 17. Біохімічні функції нирок 467
17.1. Етапи сечоутворення 467
17.2. Загальні властивості сечі 471
17.3. Хімічний склад сечі 472
17.4. Участь нирок у регуляції кислотно-основної рівноваги 478
17.5. Особливості обміну речовин у нирках 480
17.6. Біохімічні тести функції нирок 482
Розділ 18. Біохімія м'язів 485
18.1. Будова міофібрил 485
18.2. Хімічний склад м'язової тканини 486
18.3. Біохімічні особливості міокарда і гладких м'язів 489
18.4. Біохімічні механізми скорочення і розслаблення м'язів 490
18.5. Джерела енергії для м'язової діяльності 493
18.6. Біохімічні зміни в м'язах при патології 495
Розділ 19. Біохімія сполучної тканини 497
19.1. Будова і обмін колагену 497
19.2. Будова еластину 500
19.3. Будова і обмін протеогліканів 501
19.4. Будова глікопротеїнів 505
Розділ 20. Біохімія нервової системи 507
20.1. Особливості хімічного складу нервової тканини 507
20.2. Особливості метаболізму в нервовій тканині 511
20.3. Молекулярні основи біоелектричних процесів на мембранах нейронів 515
20.4. Нейромедіатори 519
20.5. Порушення обміну медіаторів і модуляторів головного мозку при психічних розладах 523
20.6. Нейрохімічні механізми дії психотропних засобів 524
Відповіді на тести для самоконтролю 526
Предметний покажчик 527
Список літератури 542

ВСТУП

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ БІОХІМІЇ

Біохімія (біологічна хімія) — наука, що вивчає хімічну природу речовин, які входять до складу клітин живих організмів, їх перетворення, зв'язок цих перетворень з діяльністю органів і тканин та шляхи їх регулювання.

Біохімія складається з кількох розділів.

Статична біохімія вивчає хімічний склад організмів і структуру їх молекул (білків, амінокислот, нуклеїнових кислот, нуклеотидів, вуглеводів та їх похідних, ліпідів, вітамінів, гормонів).

Динамічна біохімія вивчає хімічні реакції, що становлять обмін речовин (метаболізм), а саме шляхи перетворення молекул і механізми реакцій, які відбуваються між ними.

Біоенергетика — розділ динамічної біохімії, який вивчає закономірності синтезу, акумуляції та споживання енергії в біологічних системах.

Функціональна біохімія вивчає біохімічні реакції, що лежать в основі фізіологічних функцій — біохімічні основи травлення поживних речовин у травному каналі; механізми м'язового скорочення, проведення нервового імпульсу, дихальної функції крові, регуляції кислотно-основного стану, функції печінки і нирок, імунної системи тощо.

Біохімія людини, або медична біохімія, — розділ біохімії, який вивчає закономірності обміну речовин у людському організмі, зокрема при захворюваннях.

Як самостійна наука біохімія сформувалася в другій половині XIX ст. Термін "біохімія" запропонував і ввів у науковий обіг у 1903 р. німецький хімік Карл Нойберг.

В історії розвитку біохімії як науки виділяють чотири періоди.

І період — з давніх часів до епохи Відродження (XV ст.). Це період практичного використання біохімічних процесів без розуміння їх теоретичних основ і перших, часом дуже примітивних, біохімічних досліджень. Ще з давніх часів люди знали технологію таких виробництв, заснованих на біохімічних процесах, як хлібопечення, сироваріння, виноробство, дублення шкір. Використання рослин з харчовою та лікувальною метою допомагало виявити властивості окремих речовин рослинного походження.

ІІ період — від початку епохи Відродження до другої половини XIX ст., коли біохімія виокремилася як самостійна наука. Великий дослідник того часу, автор багатьох шедеврів мистецтва, архітектор, інженер, анатом Леонардо да Вінчі провів досліди і за їх результатами зробив важливий для тих років висновок, що живий організм може існувати тільки в такій атмосфері, в якій може горіти полум'я. Також

потрібно відзначити роботи таких учених, як Т. Парацельс, М.В. Ломоносов, Ю. Лібіх, А.М. Бутлеров, А. Лавуазьє.

III період — з другої половини XIX ст. до 50-х років XX ст. Ознаменований різким збільшенням інтенсивності та глибини біохімічних досліджень, обсягу одержуваної інформації, використанням досягнень біохімії у промисловості, медицині, сільському господарстві. Основні відкриття цього періоду:

1904 р. — Ф. Кнооп відкрив механізм β-окиснення вищих жирних кислот;

1926 р. — Дж. Самнер виділив у кристалічному вигляді фермент уреазу, започаткувавши ензимологію;

1930 р. — В.О. Енгельгардт відкрив процес окисного фосфорилювання;

1930 р. — Л. Полінг успішно дослідив вторинну структуру білка;

1933 р. — Г.А. Кребс детально вивчив орнітиновий цикл утворення сечовини, а у 1937 р. відкрив цикл трикарбонових кислот (ЦТК);

1933 р. — Д. Кейлін виділив цитохром *c* і відтворив процес перенесення електронів по дихальному ланцюгу на прикладі серцевого м'яза;

1938 р. — О.О. Браунштейн і М.Г. Кріцман вперше описали реакції трансамінування, які є ключовими в азотистому обміні.

IV період — з початку 50-х років XX ст. донині. Характеризується широким використанням у біохімічних дослідженнях фізичних, фізико-хімічних, математичних методів, активним і успішним вивченням основних біологічних процесів (біосинтез білків і нуклеїнових кислот) на молекулярному та надмолекулярному рівнях.

Основними відкриттями у біохімії цього періоду були такі:

1953 р. — Дж. Уотсон і Ф. Крік запропонували просторову модель молекули ДНК;

1953 р. — Ф. Сенгер установив амінокислотну послідовність білка інсуліну;

1961 р. — М. Ніренберг розшифрував генетичний код;

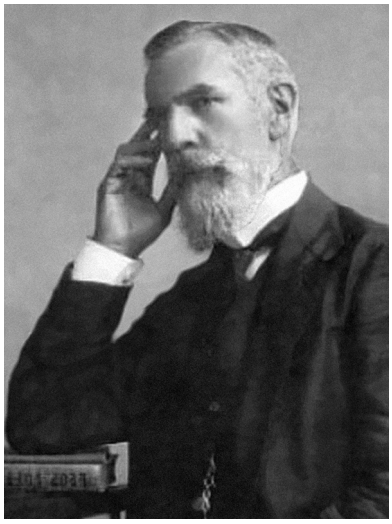
1966 р. — П. Мітчелл сформулював хеміосмотичну теорію спряження процесів дихання і окисного фосфорилювання;

1967 р. — А. Корнберг синтезував ДНК вірусу *in vitro*.

У 2006 р. Е. Фаєра і К. Мелло було нагороджено Нобелівською премією з фізіології та медицини за "відкриття РНК інтерференції — пригнічення експресії генів дволанцюгового РНК". У 2013 р. найпрестижнішу наукову премію отримали Р. Шекман, Дж. Ротман і Т. Зюдхоф за відкриття механізмів везикулярного транспорту — головної транспортної системи в клітинах.

Основні проблеми, що нині вирішує біохімія, такі: зв'язок між будовою і біологічною функцією, шляхи перенесення інформації, просторовий і тимчасовий розподіл біомолекул у клітинах і в усьому організмі, проблема розшифрування механізмів еволюції як біохімічного процесу.

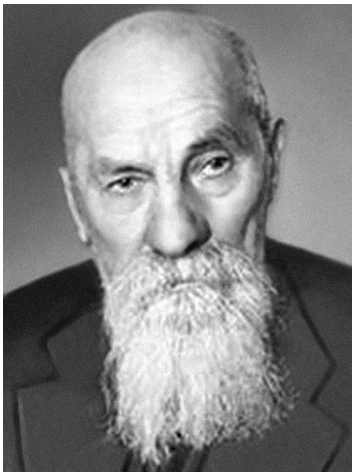
ВИДАТНІ ВІТЧИЗНЯНІ ВЧЕНІ-БІОХІМІКИ



Іван Якович Горбачевський (1854—1942) — український біохімік, гігієніст і епідеміолог, громадсько-політичний та освітній діяч. Уродженець с. Зарубинці (нині Тернопільська обл.). Закінчив лікарський факультет Віденського університету. Один з організаторів Українських університетських курсів, які у 1921 р. було реорганізовано в Український Вільний Університет у Відні, з 23 жовтня того ж року — у Празі. З 1923 р. неодноразово був обраний ректором цього університету, з 1937 р. — почесним професором. У 1922—1923 рр. був також професором Українського технічно-господарського інституту, Української господарської академії у м. Подебради (Чехія), у 1927—1928 рр. — головою номенклатурної хімічної комісії при цій Академії, яка розробляла принципи української хімічної термінології.

І.Я. Горбачевський уперше у світі синтезував сечову кислоту, встановив джерела і шляхи її утворення в організмі, відкрив фермент ксантиноксидазу. Підготував двотомний підручник із органічної та неорганічної хімії українською мовою, що заклав основи української наукової термінології. Автор чотиритомного підручника з лікарської хімії (1904—1908) чеською мовою. У 1898 р. ученого відзначено найвищою нагородою Австро-Угорщини — орденом Залізної Корони.У 1992 р. рішенням Кабінету Міністрів України іменем академіка І.Я. Горбачевського названо Тернопільський державний медичний інститут (нині — університет) і встановлено меморіальну дошку.

Олексій Миколайович Бах (1857—1946) — засновник радянської біохімічної школи, академік АН СРСР. Навчався в Університеті Св. Володимира (нині — Київський національний університет імені Тараса Шевченка). Виступив ініціатором створення Фізико-хімічного інституту імені Л. Карпова, а згодом — Інституту біохімії АН СРСР. Основні напрями його досліджень пов'язані з вивченням фотосинтезу, окисних процесів у живих клітинах та ферментах. О.М. Бах пояснив хімізм процесу асиміляції вуглекислого газу хлорофільними рослинами з утворенням цукру, встановивши, що в основі цього процесу лежить реакція, яка відбувається за участю води. Учений дійшов висновку, що пероксиди відіграють важливу роль в процесі дихання. Автор пероксидної теорії.



Олександр Володимирович Палладін (1885—1972) — один із засновників вітчизняної наукової біохімічної школи, академік ВУАН, академік АН УРСР, академік АН СРСР, дійсний член АМН СРСР, президент АН УРСР, заслужений діяч науки України, Герой Соціалістичної Праці, лауреат Премії ім. В.І. Леніна. Син академіка В.І. Палладіна, учень М.Є. Введенського та І.П. Павлова.

Наукові досягнення О.В. Палладіна пов'язані з вивченням біохімічних процесів нервової системи і м'язової діяльності. Він є засновником вітчизняної функціональної нейрохімії. Показав відмінність хімічного складу і біохімічних характеристик морфологічно й функціонально різних частин центральної та периферійної нервової системи, особливості обміну білків, вуглеводів, медіаторів та інших біологічно активних речовин у нервовій тканині при збудженні й гальмуванні, встановив закономірності внутрішньоклітинної локалізації та вікових змін активності протеолітичних ферментних систем, з'ясував молекулярні механізми транспортування йонів крізь клітинні мембрани.

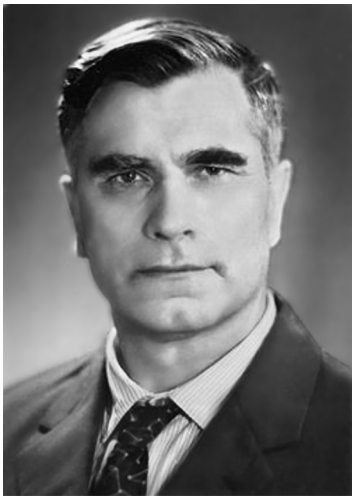
Вивчав особливості обміну речовин у м'язах (під час роботи, відпочинку і тренування), що стало основою теорії фізичної культури. Уперше в СРСР розпочав біохімічні дослідження вітамінів. Виявив зв'язок між порушеннями обміну речовин і дефіцитом вітамінів при експериментальному скорбуті й поліневриті. Синтезував новий водорозчинний аналог вітаміну К — вікасол, який почали широко застосовувати у медичній практиці.

Ростислав Всеволодович Чаговець (1904—1982) — доктор біологічних наук, професор, академік АН УРСР, заслужений діяч науки УРСР, професор, академік-секретар Відділення біохімії, фізіології і теоретичної медицини АН УРСР.

Народився в м. Києві, закінчив біологічний факультет Київського інституту народної освіти (нині — Київський національний університет імені Тараса Шевченка). У 1932—1950 рр. працював у Київському медичному інституті, водночас з 1933 р. — співробітник Інституту біохімії АН УРСР (у 1948—1976 рр. — завідувач лабораторії вітамінів). Р.В. Чаговець є одним із фундаторів створення і формування наукової школи та головних напрямів фундаментальних досліджень у галузі біохімії вітамінів в Україні.

Основні напрями його досліджень пов'язані з біохімією м'язів, експериментальних основ вітамі-

нотерапії, біохімії вітаміновмісних ферментів, історії вітамінології.



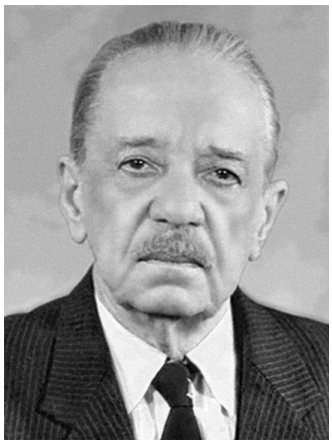
Володимир Олександрович Беліцер (1906—1988) — академік АН УРСР, доктор біологічних наук, професор. Закінчив фізико-математичний факультет Московського університету за спеціальністю "фізико-хімічна біологія". Досліджував зв'язок між дихальною системою та гліколітичними реакціями у тканинах тварин. Установив вплив креатину на м'язове дихання і роль креатинфосфату в цьому процесі. Уперше показав, що аеробне фосфорилювання спряжене з диханням, дослідив стехіометричні відношення між спряженим зв'язуванням фосфату та поглинанням кисню й оцінив термодинамічне значення цього процесу, показавши, що енергія перенесення електронів від субстрату до кисню використовується для утворення трьох молекул АТФ на один атом поглинутого кисню.

З 1944 по 1988 р. В.О. Беліцер працював в Інституті біохімії Академії наук України, очолював лабораторію ферментів, а з 1966 р. — відділ структури і функції білка; в 1969—1972 рр. — директор Інституту. Досліджував властивості нативних і денатурованих білків, створив з білків сироватки крові великої рогатої худоби кровозамінник БК-8. Представники школи В.О. Беліцера вивчили молекулярний механізм однієї з основних реакцій згортання крові — перетворення фібриногену на фібрин, описали організацію та функції фібриногену і фібрину, експериментально довели, що для утворення сітки фібрину суттєве значення мають специфічні центри полімеризації, а перетворення фібриногену на фібрин відбувається у дві стадії — ферментативну і полімеризаційну. В.О. Беліцер запропонував власну концепцію механізму перетворення фібриногену на фібрин, обґрунтувавши кінетичну теорію цієї реакції, дослідив доменну структуру фібриногену. Під керівництвом В.О. Беліцера розроблено і впроваджено в медичну практику ряд діагностичних тестів для диференціальної діагностики серцево-судинних захворювань.

Арон Михайлович Утевський (1904—1988) — доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент АН України. Закінчив Харківський університет у 1924 р. У 1925—1931 рр. працював під керівництвом О.В. Палладіна. З 1931 р. — завідувач новоствореного відділу біохімії Українського інституту ендокринології та кафедри біохімії Харківського медичного інституту.

Наукові роботи А.М. Утевського, присвячені вивченню метаболізму адреналіну та інших біогенних

амінів, заклали фундамент для подальших досліджень шляхів перетворення гормонів на медіатори та каталізатори процесів внутрішньоклітинного метаболізму, вивчення ролі обміну гормонів у механізмі їх дії, розширення уявлень про біохімічні фактори нервово-трофічних процесів. Розроблені ним методи дослідження і теоретичні концепції функціонального значення спрямованості процесів метаболізму гормонів було використано в багатьох клінічних дослідженнях при вивченні ендокринопатій та неендокринних захворювань.



Герман Васильович Троїцький (1913—1992) — доктор біологічних наук, кандидат медичних наук, професор, член-кореспондент АН УРСР, заслужений діяч науки УРСР. У 1951—1988 рр. очолював кафедру біологічної хімії Кримського медичного інституту, був засновником Кримської біохімічної школи.

Основні праці присвячені вивченню метаболізму вітаміну А, мінливості структури білків крові при патології. Г.В. Троїцький уперше в світі довів наявність β-складчастої структури в глобулярних білках, розробив метод ізоелектричного фокусування в борат-поліольних системах. За допомогою цього методу та методу електрофорезу було отримано високоочищені препарати білка в умовах невагомості на космічній станції “Салют”.

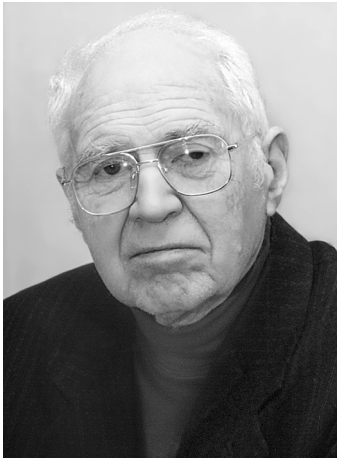
Володимир Петрович Вендт (1906—1993) — доктор біологічних наук, професор, лауреат державної премії України. Закінчив Одеський фізико-фармацевтичний інститут. З 1930 р. працював в Українському інституті патології та гігієни праці в Харкові, згодом — науковий співробітник Українського інституту експериментальної медицини. З 1946 р. — старший науковий співробітник Інституту біохімії АН УРСР. У1963 р. В.П. Вендт очолив лабораторію, потім — відділ фотобіохімії та відділ біохімії стеринів (1976—1983). Він першим здійснив широкомасштабні дослідження біохімії стеролів, передусім вітамінів групи D (показав можливість утворення комплексів стеролів з білками і з’ясував природу хімічних зв’язків між ними). Це дало можливість розробити методи одержання штучних білково-вітамінних комплексів з високою активністю на основі казеїну (або інших білків) з препаратами вітамінів D_2, D_3, Е та каротину. Ці розробки використано для промислового виробництва вітаміну D_3 (відеїну D_3), який застосовували у птахівництві і медицині. Він запропонував метод ранньої діагностики D-гіповітамінозу і розробив та впровадив у медичну практику методи ранньої діагностики рахіту в дітей та визначення ступеня ризику захворювання за аналізом

пуповинної крові. Уперше В.П. Вендт і Р.І. Яхимович одержали кристалічний вітамін D_3 та його комплекс із холестеролом (відехол), який успішно застосовувався для профілактики й лікування рахіту.

Євген Федорович Шамрай (1911—1980) — доктор біологічних наук, професор, заслужений діяч науки УРСР. У 1938 р. після закінчення біологічного факультету Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка працював на кафедрі біохімії першого Київського медичного інституту (КМІ). У 1947—1953 рр. очолював кафедру біологічної хімії Станіславського (Івано-Франківського) медичного інституту, потім знову повернувся до КМІ. Наукова діяльність Є.Ф. Шамрая була присвячена вивченню механізмів біологічної дії поліфенолів рослин, вітамінів С і Р, обґрунтуванню клінічного застосування вітамінів, а також створенню та впровадженню нових вітамінних препаратів. Винайдений ним "Галаскорбін" застосовують у медичній практиці при опіках, у комплексній, оперативній і променевій терапії, а також використовують за кордоном (Франція, США, Японія).

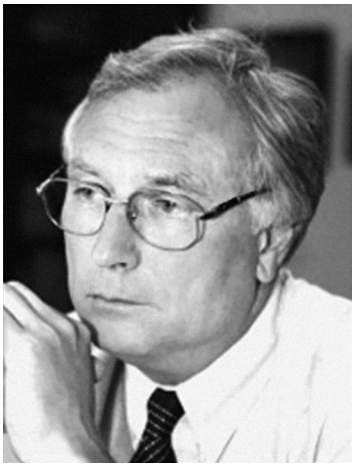
Максим Федотович Гулий (1905—2007) — доктор біологічних наук, професор, академік АН УРСР, лауреат Державних премій СРСР та УРСР, заслужений діяч науки УРСР, Герой України, директор Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна АН УРСР (1972—1977).

Закінчив Київський ветеринарно-зоотехнічний інститут і з 1932 р. працював в Інституті біохімії, з 1944 р. — в Українській сільськогосподарській академії. Основними напрямами наукових досліджень було вивчення проблеми сучасної функціональної біохімії та молекулярної біології щодо метаболічної регуляції фізіологічного стану тварин і людини. М.Ф. Гулий довів, що вуглекислота є активним регулятором обміну речовин; розробив методи діагностики, профілактики і лікування захворювань, пов'язаних з патогенезом кислотно-основного гомеостазу. Розробив клінічний метод визначення глюкози, біотехнологію виробництва молекулярного кисню, лікарський препарат антимікробної дії "Мікроцид". Автор концепції механізмів розвитку алкогольної й наркотичної залежності, нового фармацевтичного препарату "Медихронал" та лікувально-профілактичного засобу "Коректин", який має перспективу використання в ортопедії, онкології, геронтології, метаболічній терапії.



Юрій Володимирович Хмелевський (1930—2014) — доктор медичних наук, професор, лауреат премії імені О.В. Палладіна АН УРСР. Закінчив Київський медичний інститут (1952). У 1969—1976 рр. — професор кафедри, з 1976 по 1997 р. — завідувач кафедри біохімії, у 1985—1988 рр. — декан 2-го лікувального факультету Київського медичного університету імені О.О. Богомольця (тепер — Національний медичний університет імені О.О. Богомольця).

Головні наукові дослідження професора Ю.В. Хмелевського присвячені питанням патобіохімії обміну речовин за моделювання різноманітних гіпоксичних станів, біохімії коферментних вітамінів, зокрема тіаміну та піридоксину, вітаміну Е і коротколанцюгових токоферолів, при експериментальному ураженні міокарда та променевій хворобі.



Сергій Васильович Комісаренко (1943 р.н.) — провідний учений у галузі біохімії та молекулярної імунології. Академік НАН України та НАМН України, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії УРСР. Академік-секретар Відділення біохімії, фізіології та молекулярної біології НАН України. Директор Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України. Головний редактор “Українського біохімічного журналу”. Президент Українського біохімічного товариства.

Народився в сім’ї відомого українського вченого-патофізіолога академіка В.П. Комісаренка. Закінчив лікувальний факультет Київського медичного інституту та аспірантуру Інституту біохімії АН УРСР.

Наукові праці академіка С.В. Комісаренка присвячені питанням біохімії та молекулярної імунології, основні напрями наукової діяльності пов’язані з імунохімічним дослідженням антигенної структури білків і пептидів. Упровадив методи імуноензиматичних досліджень і проточної цитофлуориметрії, ввів у дослідження гібридомну техніку одержання моноклональних антитіл. Досліджував імунітет у ліквідаторів аварії на Чорнобильській АЕС; відкрив нові центри полімеризації фібрину, розробив комплекс імуноферментних тест-систем для контролю протидифтерійного імунітету в популяції, для діагностики й моніторингу лікування системи згортання крові та діагностики туберкульозу; виявив протипухлинну та імуномодулюючу активність метиленбісфосфонової кислоти, на основі якої створено протипухлинні препарати для лікування онкологічних захворювань.

Частина I

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ РЕГУЛЯЦІЇ МЕТАБОЛІЗМУ

Розділ 1

БІОМОЛЕКУЛИ І КЛІТИННІ СТРУКТУРИ

1.1. ХІМІЧНИЙ СКЛАД ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ

За хімічним складом живі організми значно відрізняються від об'єктів неживої природи. З 92 хімічних елементів, які виявлено в неживій природі, для життєдіяльності організмів необхідно не більше половини. Найпоширенішими хімічними елементами у живих організмах є такі: перше місце за кількістю посідає гідроген H (63 % загального числа атомів), друге — оксиген O (25,5 %), третє — карбон C (9,5 %) і четверте — нітроген N (1,4 %). Отже, на частку цих елементів припадає понад 99 % атомів. У організмі людини, крім карбону, оксигену, гідрогену та нітрогену, в значній кількості містяться фосфор P і сульфур S.

Серед хімічних елементів, необхідних організму людини для життєдіяльності, розрізняють ***макроелементи*** (вміст яких в організмі становить більш як 0,001 %, рекомендована добова доза споживання — понад 200 мг) і ***мікроелементи*** (вміст менш як 0,001 %, рекомендована добова доза споживання — менше 200 мг). Шість макроелементів (C, O, H, N, P, S) дістали назву ***органогенів***, або ***біоелементів***. Саме з них складається більшість органічних молекул людського організму. До макроелементів також належить натрій, калій, магній, кальцій і хлор, що містяться в організмі у вигляді йонів (Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Cl^-). Мікроелементів відомо понад 30, серед них ферум, цинк, силіцій, купрум, фтор, йод, манган, хром, селен, алюміній, бром, молібден, кобальт, ванадій, нікол та ін.

1.2. БІОМОЛЕКУЛИ ТА ЇХНІ ФУНКЦІЇ

Біомолекули — органічні речовини живих організмів, що виконують пластичну (будівельну), метаболічну (участь в обміні речовин) і регуляторну функції. До біомолекул належать нуклеїнові кислоти, білки, вуглеводи, ліпіди, вітаміни, гормони та проміжні продукти обміну речовин (метаболіти).

Нуклеїнові кислоти (дезоксирибонуклеїнова (ДНК) і рибонуклеїнова (РНК)) — полімери, що складаються з нуклеотидів. До складу кожного нуклеотиду входять азотиста основа (похідні піримідину і пурину), пентоза (рибоза або дезоксирибоза) і