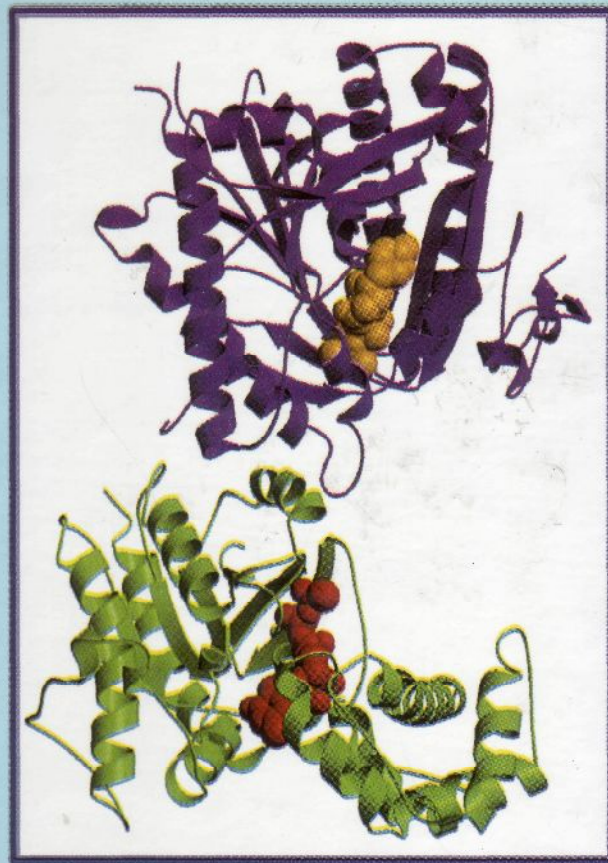


Universitatea de Stat de Medicină  
și Farmacie "N. Testemițanu"

L. LÎSÎI



**BIOCHIMIE**  
**MEDICALĂ**

Chișinău 2007

Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie  
"N. Testemițanu"

L. LÎȘÎ



# BIOCHIMIE

MEDICALĂ

665146

UNIVERSITATEA DE STAT  
DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
"NICOLAE TESTEMIȚEANU"  
BIBLIOTECA

*cd*

Chișinău 2007



**Aprobat de Consiliul metodic central al U.S.M.F. "Nicolae Testemițanu"**

**Recenzenți:**

I.Vaintraub, șef al laboratorului "Biochimia proteinelor" de la U.S.M., profesor universitar, doctor habilitat în biologie

V.Gudumac, șef al laboratorului "Biochimie" în L.Ș.C. de la U.S.M.F. "Nicolae Testemițanu", profesor universitar, doctor habilitat în medicină

V.Hotineanu, profesor universitar, doctor habilitat în medicină, Laureat al Premiului de Stat al RM în domeniul Științei și Tehnicii, Om Emerit

# CUPRINS

<i>Cuprins</i> .....	IV-IX
<i>Cuvînt înainte</i> .....	X

## *Prefață*

- Noțiuni generale .....	1
- Particularitățile materiei vii .....	3

## *Cap.I. Proteinele.Enzimele*

- Structura și funcția biologică a proteinelor .....	12
- Structura primară .....	20
- Structura secundară .....	27
- Structura tridimensională .....	31
- Foldingul. Problema împachetării specifice a lanțului polipeptidic .....	35
- Peptidele active .....	40
- Clasificarea proteinelor .....	44
- Holoproteinele .....	45
- Heteroproteinele .....	48
- Proprietățile generale ale proteinelor .....	49
- Solubilitatea .....	49
- Proprietățile electrochimice .....	50
- Precipitarea și denaturarea proteinelor .....	52
- Metodele de identificare a proteinelor .....	54
- <b>Enzimele</b> .....	58
- Structura enzimelor .....	59
- Specificitatea enzimelor .....	61
- Exprimarea activității enzimaticе .....	68
- Enzimele alosterice .....	70
- Inhibiția activității enzimelor .....	75
- Izoenzimele .....	81
- Clasificarea enzimelor .....	83
- Coenzimele .....	87
- Metaloproteinazele.....	94

## Cap.II. Acizii nucleici

- Structura chimică .....	95
- Proprietățile fizico-chimice .....	96
- Rolul nucleotidelor .....	98
- DNA. Structura primară .....	98
- Structura secundară .....	100
- Structura terțiară .....	102
- Structura RNA .....	107
- <i>Replicarea (biosinteza DNA)</i> .....	111
- Repararea DNA .....	115
- Particularitățile biosintezei DNA la eucariote .....	117
- Telomeraza .....	118
- <i>Transcrierea (biosinteza RNA)</i> .....	130
- Particularitățile transcrierii la eucariote .....	136
- Sinteza DNA pe matricea de RNA .....	137
- Codul genetic .....	139
- Mutațiile .....	142
- Recombinarea genetică (ingineria genetică) .....	145
- <i>Biosinteza proteinelor</i> .....	152
- Particularitățile biosintezei proteice la eucariote .....	161
- Inhibitorii sintezei proteinelor .....	161
- Reglarea biosintezei proteinelor .....	163

## Cap.III. Bioenergetica

- Aspecte generale .....	171
- Metabolismul .....	174
- Ciclul ATP .....	176
- Mecanismele de reglare ale metabolismului .....	179
- Decarboxilarea oxidativă a piruvatului .....	181
- Ciclul Krebs .....	185
- Reacții anaplerotice .....	189
- Reglarea ciclului Krebs .....	190
- Patologiile medicale .....	190
- <i>Oxidarea biologică-respirația tisulară</i> .....	192
- Lanțul respirator .....	193
- Caracteristica complexelor lanțului respirator.....	196
- Inhibitorii lanțului respirator .....	200
- Generarea radicalilor liberi .....	201
- Mecanismele fosforilării oxidative(cuplarea oxidării cu fosforilarea) .....	202
- Decuplării fosforilării oxidative .....	208
- Bolile mitocondriale .....	209



- Citopatiile mitocondriale .....	210
- Sistemele-navetă de transport al echivalenților de reducere .....	211
- Reglarea fosforilării oxidative .....	212
- Oxigenazele. Citocromul P <sub>450</sub> și reacțiile de oxido-reducere .....	213

**Cap.IV. Glucidele și metabolismul lor**

- Structura, proprietățile, funcțiile .....	214
- Oligozaharidele .....	220
- Polizaharidele .....	220
- Homozide .....	220
- Heterozide .....	222
- <i>Digestia și absorbția glucidelor</i> .....	224
- Transferul intracelular al glucozei .....	226
- Reglarea exprimării și afinității transportatorilor pentru glucoză .....	227
- Patologiile medicale .....	227
- Glicogenoliza .....	228
- Glicogenogeneza .....	231
- Reglarea proceselor de liză și sinteză ale glicogenului .....	231
+ <i>Glicoliza</i> .....	235
- Reglarea glicolizei .....	240
- Patologiile medicale .....	242
- <i>Căile alternative de degradare a glucozei</i> .....	244
- HMS și celulele roșii ale sîngelui .....	247
- Sinteza acidului glucuronic .....	249
- Metabolismul fructozei .....	251
- Patologiile medicale .....	251
- Metabolismul galactozei .....	253
- Patologiile medicale .....	253
- Manoză .....	255
+ <i>Gluconeogeneza</i> .....	255
- Principalele substraturi ale gluconeogenezei .....	257
- Reglarea gluconeogenezei .....	257
- <i>Reglarea nivelului de glucoză în sînge</i> .....	260
- Insulina .....	260
- Reglarea secreției insulinei .....	262
- Efectul insulinei .....	262
- Patologiile medicale .....	267
- Glucagonul .....	268
- Studiul metabolismului glucidic .....	268

### Cap.V. *Lipidele și metabolismul lor*

- Structura, proprietățile, funcțiile .....	270
- Acizii grași .....	271
- Proprietățile .....	272
- Lipidele saponifiabile .....	273
- Lipidele nesaponifiabile .....	277
- Acizii biliari .....	279
- Membranele biologice .....	281
- Sistemele transport .....	292
- <i>Digestia și absorbția lipidelor</i> .....	298
- Lipidele sîngelui .....	302
- Lipidele organismului uman .....	308
- <i>Degradarea oxidativă a acizilor grași</i> .....	311
- Transportul acizilor grași în mitocondrii. Carnitina .....	312
- Oxidarea acizilor grași în mitocondrii .....	314
- Oxidarea acizilor grași cu număr impar de atomi de carbon .....	316
- Oxidarea acizilor grași în peroxizomi .....	318
- Cetogeneza .....	319
- <i>Biosinteza lipidelor</i> .....	322
- Biosinteza triacilglicerolilor .....	328
- Biosinteza lipidelor membranare .....	329
- Metabolismul colesterolului .....	336
- Ateroscleroza .....	341
- Patologia lipidelor .....	343
- Reglarea metabolismului lipidic .....	345
- Eicosanoizii - prostaglandinele .....	346

### Cap.VI. *Metabolismul proteinelor și al aminoacizilor.*

#### *Metabolismul nucleotidelor, cromoproteidelor*

- <i>Digestia proteinelor alimentare</i> .....	351
- Absorbția aminoacizilor .....	356
- Fondul metabolic comun al aminoacizilor. Valoarea biologică a proteinelor ..	358
- Asimilarea aminoacizilor .....	360
- Metabolizarea NH <sub>2</sub> -grupelor. Dezaminarea .....	362
- Decarboxilarea aminoacizilor .....	366
- Soarta amoniacului .....	368
- <i>Utilizarea scheletului de carbon al aminoacizilor</i> .....	373
- Familia aminoacizilor cu C <sub>3</sub> .....	376
- Metabolismul aminoacizilor ce conțin sulf .....	378
- Familia aminoacizilor cu C <sub>4</sub> .....	383
- Familia aminoacizilor cu C <sub>5</sub> .....	385



- Metabolismul aminoacizilor ramificați .....	388
- Metabolizarea fenilalaninei și tirozinei .....	389
- Metabolismul triptofanului .....	394
- Metabolismul lizinei .....	396
- Sinteza creatinei .....	397
- <i>Biosinteza aminoacizilor</i> .....	399
- Reglarea sintezei aminoacizilor .....	404
- <i>Metabolismul nucleotidelor</i> .....	
- Digestia și absorbția nucleotidelor .....	406
- Biosinteza nucleotidelor purinice .....	406
- Reutilizarea purinelor .....	410
- Reglarea biosintezei .....	410
- Catabolismul purinelor .....	410
- Patologia metabolismului purinelor .....	413
- Metabolismul nucleotidelor pirimidinice .....	415
- Biosinteza nucleotidelor pirimidinice .....	415
- Reglarea metabolismului pirimidinic .....	419
- Reutilizarea și catabolismul nucleotidelor pirimidinice .....	419
- <i>Metabolismul cromoproteidelor. Structura hemoglobinei</i> .....	421
- Hemoglobina. Funcțiile .....	424
- Patologia moleculară a hemoglobinei .....	428
- Sinteza hemului .....	430
- Degradarea hemului .....	431
- <i>Rolul ficatului în metabolism</i> .....	433
- Patologia biochimică a ficatului .....	438

**Cap. VII. Sistemul hormonal. Vitaminele**

- Noțiuni generale .....	441
- Proprietățile comune ale hormonilor .....	444
- Metabolismul molecular al acțiunii hormonilor. Mesagerii secundari .....	449
- Sistemul neuroendocrin .....	462
- Neurohipofiza .....	464
- Adenohipofiza .....	465
- Glandele paratiroide .....	470
- Hormonii tiroidieni .....	471
- Hormonii corticosuprarenalieni .....	475
- Hormonii medulosuprarenalieni .....	482
- Hormonii sexuali-testiculari .....	486
- Hormonii ovarieni .....	487
- Controlul endocrin al foliculogenezei .....	488
- Vitaminele. Generalități .....	491
- Vitaminele hidrosolubile .....	495
- Vitaminele liposolubile .....	510



**Cap.VIII. Biochimia sîngelui și a unor țesuturi**

- Sîngele .....	523
- Funcțiile. Proprietățile fizico-chimice .....	524
- Proteinele plasmatică .....	526
- <i>Elementele figurate - particularitățile compoziției și ale metabolismului</i>	
- Particularitățile compoziției chimice și ale metabolismului eritrocitului .....	529
- Particularitățile compoziției și ale metabolismului leucocitelor .....	535
- Caracteristica biochimică a monocitului .....	540
- Caracteristica biochimică a limfocitelor .....	541
- Particularitățile compoziției chimice a trombocitului .....	541
- <i>Constituenții minerali ai plasmei</i> .....	
- Cationii .....	544
- Anionii .....	546
- Oligoelementele .....	547
- Componentele organice .....	549
- Substanțe organice neazotate .....	551
- Enzimele plasmatică .....	553
- Sistemele tampon sanguine .....	554
- <i>Hemostaza și fibrinoliza. Coagularea</i> .....	557
- Caracteristicile principalilor factori ai coagulării .....	558
- Proprietățile structurale și funcționale ale factorilor sistemului de contact .....	561
- Fibrinoliza .....	566
- Reglarea hemostazei .....	567
- <i>Biochimia țesutului conjunctiv</i>	
- <i>Colagenul</i> .....	571
- Biosinteza colagenului .....	575
- Elastina .....	577
- Proteoglicanii .....	578
- Modificările constituenților proteoglicanilor .....	583
- <i>Biochimia răspunsului imun</i> .....	584
- Structura anticorpilor .....	592
- Sistemul complement .....	594
- T-limfocitele și imunitatea celulară .....	596
- Reacțiile la transplant .....	598
- Răspunsul imun la infecția virală .....	560
- <i>Bibliografie selectivă</i> .....	605
- <i>Index</i> .....	606

Publicarea manualului „Biochimie medicală» constituie o inițiativă meritorie a profesorului universitar Leonid Lîsîi, șef catedră biochimie și biochimie clinică, USMF ”N. Testemițanu”, care a extins conținutul cu date relevante în aspect teoretic și aplicativ.

O reediție a manualului precedent, primul manual consacrat biochimiei, e destul de bine venită pentru școala națională. Biochimia, ca produs al gândirii laborioase și al atenției permanente a majorității savanților, are în ultimii ani un succes deosebit.

Materialul redat e compact aranjat și ilustrează esența contemporană a științei date. Progresul în medicină nu poate fi conceput fără o argumentare științifică, de natură biochimică, la diferite niveluri. Implicarea biochimici în specificul medical a fost în explicarea stărilor normale, cât și patologice reclama imperios cunoașterea reacțiilor moleculare, enzimelor specifice, ciclurilor tipice ale metabolismului, care au loc în toate celulele umane. În fiecare capitol sunt ilustrate compartimentele de bază ale biochimiei moderne, cu adaosul concis al realizărilor din ultimii ani. Conținutul e mult apropiat de medicina practică - sunt expuse valorile normale ale majorității indicilor biochimici ce se utilizează în diagnosticul și pronosticul bolilor. O importanță deosebită are redarea mecanismelor fine de reglare a metabolismului de către diferiți factori (hormoni, ioni, vitamine, medicamente) la diverse niveluri de organizare a materiei vii.

Autorul și-a asumat o responsabilitate distinsă de a prezenta acest material vast, profund științific, într-un volum modest, strict necesar pentru înțelegerea și dezvoltarea capacităților intelectuale ale viitorului medic.

Manualul prezintă o bază științifică pentru viitorii savanți și/sau medici practicieni, care doresc să atingă culmile științei moderne, să-și consolideze și să-și completeze nivelul cunoștințelor în domeniul medicinei.

**Ieremia ZOTA**  
**d.h.m., profesor universitar,**  
**Laureat al Premiului de Stat al RM**  
**în domeniul Științei și Tehnicii,**  
**Om Emerit, membru corespondent a AȘM**



## CUVÎNT ÎNAINTE

Prezentarea unui manual de biochimie este o încercare deosebit de dificilă la momentul actual, cauzată de avalanșele de informație ce se succed rapid în acest domeniu. Biochimia nu mai reprezintă o enumerare simplă a proceselor biologice și reacțiilor fermentative ce decurg cu participarea unui număr enorm de compuși organici.

Evaluarea accelerată a cunoștințelor în biochimie, mai ales în ultimul deceniu, precum și importanța științei date pentru înțelegerea bazelor moleculare ale fenomenelor fiziologice, patologice și terapeutice impune ca această disciplină să ia o poziție privilegiată în cadrul învățământului medical, farmaceutic, biologic etc.

Aplicațiile practice ale biochimiei sunt atât de imediate în genetică, medicină, nutriție și în alte domenii de activitate, încât progresul lor nu poate fi conceput fără o argumentație științifică de natură biochimică. Aspectul practic farmaceutic este imprimat de faptul că sunt prezentate substanțele biologice active, iar medicamentele valoroase de origine biologică fac parte din categoria enzimelor, vitaminelor, hormonilor, aminoacizilor, acizilor grași esențiali etc.

Conform prevederilor programei analitice sunt abordate problemele cardinale ale cursului disciplinar tratat în opt capitole. Materialul e destinat să contribuie la înțelegerea de către studenții în medicină a bazelor moleculare, care asigură funcția și structura morfologică a organelor și țesuturilor din organismul uman. Implicațiile biochimiei în toate specialitățile medicale la explicarea stării normale și patologice, reclamă cunoașterea reacțiilor moleculare din ciclurile stereotipe ale metabolismului care se desfășoară în toate celulele din organism.

Voi accepta toate sugestiile și observațiile referitoare la conținutul acestei lucrări.

Am avut ocazia deosebită să fac studiile în Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie "N. Testemițanu", să fiu discipolul acelor dascăli care au stat la temelie ei. Sunt recunoscător colegilor cu care permanent colaborez în activitatea pedagogică și științifică pentru ajutorul acordat, susținere și conlucrare benefică.

Închin această carte studenților care sunt speranța acestui popor, fundamentul spiritual al neamului, devenind după o muncă enormă, savanți ce vor proslăvi acest pământ.

*Autorul*

## PREFAȚĂ

Editarea cărții „Biochimie medicală” aflată la a doua ediție are o conotație deosebită. Progresele acestei științe sunt uimitoare, capabile să explice, prin modificări la nivel molecular și atomic, cele mai dificile comportări ale materiei vii.

La dispoziția studenților medici se pune un vast volum de cunoștințe ce corespund cerințelor actuale, demne de atenția celor ce studiază viața. Sunt redată detalii științifice de interes biochimic și medical, sunt expuse diverse aspecte de genetică medicală.

Studenților le sunt oferite aceste date științifice pentru a-i ajuta să-și pună un fundament puternic în studiul medicinei contemporane.

Manualul de biochimie medicală utilizat de studenți trebuie să asigure realizarea următoarelor deziderate:

- a) asimilarea cunoștințelor științifice despre fenomenele studiate în disciplinele inrudite preclinice (fiziologie, fiziopatologie, farmacologie);
- b) stimularea interesului pentru studierea și înțelegerea proceselor fiziologice și patologice predate în cursul clinic medical;
- c) integrarea științifică în variata cazuistică medicală întâlnită în studiul disciplinelor clinice care poate fi înțeleasă numai dacă se va realiza în baza noțiunilor și cunoștințelor acumulate în anii precedenți.

Cunoașterea proceselor biochimice fundamentale și bazate pe elucidarea acestor mecanisme, utilizarea unor teste de diagnostic - acesta e viitorul apropiat pentru diferitele domenii ale medicinei practice.

Cele reprezentate pot fi și un imbold pentru viitorii savanți, care își vor închina viața studiului fascinantelor compartimente ale biochimiei moderne și medicinei.

Exprim cordiale mulțumiri tuturor celor care au favorizat realizarea acestui volum, și îndeosebi colaboratorilor pentru amabilitate și receptivitate.

Și mă gândesc la studenții care, studiind acest material și descoperind tainele vieții, vor conștientiza că s-a depus un efort considerabil pentru viitorul. Mă încred în tinerii, de azi specialiști redutabili de mâine, care vor făuri un viitor demn de înaintașii noștri.

*Autorul*