



**CD 8.5.1 CURRICULUM DISCIPLINĂ PENTRU  
STUDII UNIVERSITARE**

**Redacția: 09**

**Data: 08.09.2021**

**Pag. 1/12**

**FACULTATEA MEDICINĂ nr. 1**

**PROGRAMUL DE STUDII 0912.1 MEDICINĂ**

**CATEDRA DE BIOCHIMIE ȘI BIOCHIMIE CLINICĂ**

**APROBATĂ**

la ședința Comisiei de asigurare a calității și  
evaluării curriculare facultatea Medicină

Proces verbal nr. \_\_\_ din \_\_\_\_\_

**APROBATĂ**

la ședința Consiliului Facultății de Medicină nr. 1

Proces verbal nr. \_\_\_ din \_\_\_\_\_

Președinte Pădure Andrei,

dr. hab. șt. med., conf. univ. \_\_\_\_\_

Decanul Facultății Plăcintă Gh.

dr. hab. șt. med., conf. univ. \_\_\_\_\_

**APROBAT**

la ședința Catedrei de Biochimie și biochimie clinică

Proces verbal nr. 11 din 19 martie 2024

Șef catedră Tagadiuc Olga

dr. hab. șt. med., prof. univ. \_\_\_\_\_

**CURRICULUM**

**DISCIPLINA**

**TEHNOLOGIILE *OMIX* ÎN CERCETARE ȘI MEDICINĂ**

**Studii integrate**

Tipul cursului: **Disciplină opțională**

**Curriculum elaborat** de expertul Gladchi Viorica, dr. șt., conf. univ., în cadrul implementării subproiectului Fortificarea educației prin cercetare în medicină în cadrul USMF „Nicolae Testemițanu” (FORCE-med) din cadrul proiectului MEC Învățământul Superior din Moldova

**Responsabili de disciplină:**

Olga Tagadiuc, dr. hab. șt. med., prof.conf. univ.

Silvia Stratulat, dr. șt. med., conf. univ.

Svetlana Protopop, dr. șt. med., conf. univ.

Pavlovski Ecaterina, dr. șt. med., conf. univ.

Simioncă Eugen, dr. șt. biol., asistent univ.

Darii Felicia, asistent univ.

Chișinău, 2024



## CD 8.5.1 CURRICULUM DISCIPLINĂ PENTRU STUDII UNIVERSITARE

Redacția:

09

Data:

08.09.2021

Pag. 2/12

### I. PRELIMINARII

- **Prezentarea generală a disciplinei: locul și rolul disciplinei în formarea competențelor specifice ale programului de formare profesională / specialității**

Cursul *Tehnologiile Omix în cercetare și medicină* reprezintă o disciplină opțională în pregătirea specialiștilor la programul de studii 0912.1 Medicină.

Actualitatea disciplinei este determinată de rezultatele marcante obținute în cercetările biochimice și domenii adiacente – biologie moleculară, genetica, bioinformatica și altele. Acestea au fost posibile, inclusiv și prin aplicarea metodelor moderne de analiză fizico-chimică de înaltă performanță și precizie, care oferă posibilitate de a investiga parametrii sistemelor biologice la toate cele patru niveluri principale ale organizării funcționale a sistemelor vii (moleculare, celulare, tisulare și a organismului) și transmiterea de informații în ele prin schimbările biochimice în componența genomului, proteinelor, glucidelor, lipidelor și sinteza/degradarea metaboliților în celule. Toate acestea constituie tehnologiile *Omix*, care au generat noi abordări pentru crearea fundamentului unui tip de medicină de generație nouă – medicina personalizată, care va genera noi medicamente și noi metode de diagnostic. Pe lângă problemele fundamentale, studiile ce țin de genomică, proteomică și transcriptomică, glicomică, lipidomică și metabolomică au ca scop rezolvarea problemelor cheie din biochimia medicală și diagnosticul clinic de laborator, datorită, inclusiv, și studiului metabolomului - totalității metaboliților cu masa moleculară mică.

Metabolomul constituie produsul final în lanțul genomics – proteomics – glicomics – lipidomics și compoziția sa calitativă și cantitativă reprezintă dinamica activității celulare. Metaboliții, pe lângă participarea în procese biochimice în calitate de substraturi și produși de reacție sau ca molecule de semnalizare, contribuie la reglarea activității proteinelor, oferind astfel feedback pentru procesele de reglare biochimică a activității celulare în perioada concretă.

**Scopul** disciplinei *Tehnologiile Omix în cercetare și medicină* constă în formarea unui sistem consolidat de cunoștințe despre conținutul, metodele, obiectele și utilizarea practică a diferitelor tehnologii omice pentru o caracterizare integrată a proceselor biochimice metabolice în organism și diagnosticarea diferitelor patologii.

#### **Sarcinile de bază:**

- cunoașterea metodelor de analiză fizico-chimice moderne a materialului biologic;
- formarea cunoștințelor sistematice despre legăturile proceselor biochimice care stau la baza metabolismului uman;
- însușirea legăturilor de bază ale proceselor metabolice, reglarea metabolismului și relația acestuia cu activitatea funcțională a organelor și țesuturilor;
- identificarea legăturilor de influență a factorilor fizico-chimici și biologici asupra metabolomului și utilizarea acestor date pentru corectarea țintită a metabolismului;
- utilizarea bazelor de date computerizate pentru interpretarea și analiza proceselor metabolice a diferitelor clase de biomolecule;
- formarea viziunii de utilizare a legăturilor biochimice ale metabolomului în calitate de indicatori care pot fi utilizați ca biomarkeri sensibili sau specifici în diagnosticarea bolilor.

Pe parcursul studiului disciplinei studenții vor obține abilități de selectare și prelucrare a materialului din baze de date computerizate; de cunoaștere a metodelor moderne de analiză a materialului biologic – cromatografiei gazoase și lichide, a spectroscopiei de masă și electroforezei; de aplicare a cunoștințelor în diagnosticarea diferitelor patologii, precum și analiza complexă a datelor investigațiilor medicale biochimice. Pentru realizarea acestor sarcini, studenții vor lucra individual sau în echipă, sub ghidarea titularului de disciplină.

- **Misiunea curriculumului (scopul) în formarea profesională** constă în:

- generarea cunoștințelor despre compoziția și funcțiile genomilor, transcriptomilor, proteomilor, glicomilor, lipidomilor și metabolomilor sistemelor vii, variabilitatea acestora în condiții normale și patologice;



## CD 8.5.1 CURRICULUM DISCIPLINĂ PENTRU STUDII UNIVERSITARE

Redacția: 09

Data: 08.09.2021

Pag. 3/12

- familiarizarea cu metodele analitice performante în studiul biomoleculilor și interpretarea complexă a rezultatelor investigațiilor;
  - explorarea posibilităților de aplicare a metodelor omice în soluționarea problemelor fundamentale și aplicative ale biochimiei moderne, medicinei și farmacologiei;
  - dezvoltarea unei abordări sistematice față de fenomenele biochimice;
  - cunoașterea avantajelor și limitărilor științelor omice în comparație cu abordările tradiționale ale studiului sistemelor biochimice.
- Limba/limbile de predare a disciplinei: ROMÂNĂ, RUSĂ, ENGLEZĂ, FRANCEZĂ;
  - Beneficiari: studenții anului II, facultatea de Medicină.

### II. ADMINISTRAREA DISCIPLINEI

Codul disciplinei	S.03.A.029.4		
Denumirea disciplinei	Tehnologiile omix în cercetare și medicină		
Responsabil (i) de disciplină	Tagadiuc Olga		
Anul	II	Semestrul/Semestrele	I
Numărul de ore total: 30, inclusiv:			
Curs	10	Lucrări practice/ de laborator	10
Seminare	-	Lucrul individual	10
Forma de evaluare	E	Numărul de credite	1

### III. OBIECTIVELE DE FORMARE ÎN CADRUL DISCIPLINEI

*La finele studierii disciplinei studentul va fi capabil:*

- **la nivel de cunoaștere și înțelegere:**
  - să cunoască principii și metode de genomică, transcriptomică, proteomică, lipidomică, glicomică, metabolomică;
  - să descrie domeniile ale biochimiei și medicinei în care sunt utilizate metode omice de cercetare;
  - să însușească avantajele și dezavantajele cercetărilor omice;
  - să relateze despre cele mai recente realizări în domeniul științelor omice și perspective de utilizare ale acestora în cercetările fundamentale și aplicative.
- **la nivel de aplicare:**
  - să utilizeze cunoștințele și abilitățile dobândite pentru a rezolva probleme profesionale;
  - să stabilească relații sistemice între fundamentele teoretice ale cercetărilor omice și algoritmul practic pentru implementarea acestora;
  - să argumenteze legăturile dintre transformările biochimice și apariția diferitelor patologii;
  - să aplice mijloacele hardware și software de bază pentru implementarea cercetărilor omice;
  - să interpreteze corect rezultatele investigațiilor biochimice complexe.
- **la nivel de integrare:**
  - să selecteze cea mai optimă metodă omică în funcție de sarcina atribuită;
  - să estimeze corelațiile dintre procesele metabolice în diverse sisteme biologice și apariția patologiilor posibile
  - să organizeze lucrul independent de studiu bibliografic din domeniu pentru a căuta informații necesare.



## CD 8.5.1 CURRICULUM DISCIPLINĂ PENTRU STUDII UNIVERSITARE

Redacția:	09
Data:	08.09.2021
Pag. 4/12	

### IV. CONDIȚIONĂRI ȘI EXIGENȚE PREALABILE

Conținutul cursului se bazează pe cunoștințele obținute în diverse ramuri ale Chimiei și Biologiei, domeniile Anatomiei omului, analizei matematice și informatică, obținute în cadrul studiilor universitare. De aceea, conținuturile au fost elaborate ținând cont de cunoștințele și deprinderile dobândite în timpul studierii disciplinelor din cadrul studiilor preuniversitare și celor din anul I de studii superioare integrate: „Chimie organică”, „Anatomia omului”, „Biologie moleculară”, „Biochimie”, „Tehnologii informaționale” și altele.

Student care începe să studieze disciplina *Tehnologiile Omice în cercetare și medicină*, trebuie să cunoască metodele de bază, teoriile și legile disciplinelor anterioare din științele naturale:

- *chimie*: structura și proprietățile fizico-chimice ale principalelor clase de compuși; modele de reacții chimice; cataliză enzimatică, metode chimice pentru studiul moleculelor bioorganice;
- *biologie*: fundamente moleculare ale teoriei evoluției; structura și proprietățile proteinelor și a acizilor nucleici; procesele matriceale în celulă și reglarea acestora; nomenclatura și taxonomia în biologie;
- *matematică*: bazele modelării matematice.
- *informatică*: structura și proprietățile generale ale informației; colectarea, stocarea, căutarea, prelucrarea, transformarea, distribuția și utilizarea acesteia; abilități de utilizare a internetului în scopul identificării informațiilor necesare.

### V. TEMATICA ȘI REPARTIZAREA ORIENTATIVĂ A ORELOR

*Cursuri (prelegeri), lucrări practice/ lucrări de laborator/seminare și lucru individual*

Nr. d/o	TEMA	Numărul de ore		
		Prelegeri	Lucrări practice/ seminare	Lucru individual
1.	Biomoleculele și tehnologiile omice: definiție, obiective, sarcini, domenii de aplicare.	2	2	2
2.	Genomica și Transcriptomica. Metodele cercetărilor genomice și transcriptomice	2	2	2
3.	Proteomica. Metode de cercetare și aplicarea datelor proteomice	2	2	2
4.	Glicomica și Lipidomica	2	2	2
5.	Metabolomica ca metodologie de analiză biochimică a metaboliților în lichide biologice și țesuturi	2	2	2
		10	10	10
<b>Total 30 ore</b>				

### VI. MANOPERE PRACTICE ACHIZIȚIONATE LA FINELE DISCIPLINEI

- Să analizeze metode fizico-chimice avansate utilizate în biochimia medicală modernă.
- Să aplice practica NGS (*next generation sequencing*) în secvențierea AND-ului.
- Să stabilească etiologia maladiei Alzheimer prin analiza proteinei modificate de beta-amiloidă în țesuturile nervoase cu utilizarea bazei de date din platforme proteomice integrale automatizate (UniProt)
- Să interpreteze corect patologii cauzate de tulburări ale metabolismului aminoacizilor glicina (hiperglicinemia, glicinuria), metionina (homocistinuria), histidina (histidinemia), fenilalanina (fenilcetonuria), tirozina (tirozinemia, boala Parkinson, albinism), leucina (leucinoza).
- Să estimeze metabolismul glucidelor, interacțiunea acestora cu proteine și alte substanțe în sistemele biologice și unele patologii – diabet, glicogenoză (boala Von Gierke, boala Pompe).
- Să aplice analiza metabolismului colesterolului în depistarea patologiilor posibile – ateroscleroză, tromboză, embolia vaselor cardiace.
- Să efectueze analiza complexă a datelor privind metabolismul diferitelor clase de substanțe cu utilizarea Bazelor de date Metabolom database (HMDB), METLIN, Golm Metabolome Database (GMD), MassBank.



## CD 8.5.1 CURRICULUM DISCIPLINĂ PENTRU STUDII UNIVERSITARE

Redacția:

09

Data:

08.09.2021

Pag. 5/12

### VII. OBIECTIVE DE REFERINȚĂ ȘI UNITĂȚI DE CONȚINUT

Obiective	Unități de conținut
<b>Capitolul 1. "Biomoleculele și tehnologiile Omix: definiție, obiective, sarcini, domenii de aplicare."</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Să cunoască rolul biomoleculelor în organismul uman.</li><li>2. Să clasifice biomoleculele funcție de rolul biologic al acestora.</li><li>3. Să analizeze corelările dintre funcțiile biomoleculelor și prezența în structura chimică ale acestora a grupărilor funcționale specifice.</li><li>4. Să selecteze clase de biomolecule funcție de transformările biochimice specifice.</li><li>5. Să argumenteze importanța transformărilor biochimice în medicină.</li><li>6. Să definească termenii <i>genomica</i>, <i>transcriptomica</i>, <i>proteomica</i>, <i>glicomica</i>, <i>lipidomica</i> și <i>metabolomica</i>.</li><li>7. Să argumenteze importanța cercetărilor omice pentru dezvoltarea biochimiei moderne și pentru diagnosticarea și tratatea diferitelor boli.</li><li>8. Să cunoască metodele specifice cercetărilor omice.</li><li>9. Să explice implicarea cercetărilor omice în dezvoltarea medicinei personalizate</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Biomoleculele în calitate de participanți de bază în funcționarea sistemelor vii. Clasificarea biomoleculelor și rolurile biologice ale acestora.</li><li>2. Rolul biomoleculelor și transformărilor biochimice în medicină.</li><li>3. Tehnologiile Omix ca un complex de tehnologii moderne care include genomica, transcriptomica, proteomica, glicomica, lipidomica și metabolomica.</li><li>4. Diversitatea metodelor în cercetările omice: secvențierea acizilor nucleici, determinarea activității genelor cu ajutorul metodelor din transcriptomică și proteomică, determinarea activității metabolice a culturilor celulare și utilizarea acestei abordări <i>in vivo</i>, etc.</li><li>5. Dezvoltarea conceptului de medicină personalizată bazată pe cercetările omice.</li></ol>
<b>Capitolul 2. "Genomica și Transcriptomica. Metodele cercetărilor genomice și transcriptomice."</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Să argumenteze necesitatea dezvoltării cercetărilor genomice în dezvoltarea biochimiei medicale.</li><li>2. Să cunoască realizările inovatoare în genomică.</li><li>3. Să explice fenomenul de <i>secvențiere</i> și importanța acestuia în cercetările genomice.</li><li>4. Să cunoscă deosebirile esențiale dintre metodele de secvențiere clasice și moderne.</li><li>5. Să explice particularitățile metodelor de secvențiere de prima generație.</li><li>6. Să identifice originalitatea metodelor de secvențiere din etapa de cercetare SGS.</li><li>7. Să caracterizeze prioritățile aplicării aparaturii modern în realizarea metodelor de secvențiere de generație a III-a.</li><li>8. Să cunoască diferite baze de date computerizate necesare pentru analiza secvențierii genomului.</li><li>9. Să poată utiliza și analiza informația din bazele de date computerizate.</li><li>10. Să definească termenul <i>transcripția</i> și să</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Definiție și sarcinile genomicsii. Istoria genomicsii și realizările recente.</li><li>2. Secvențierea. Metode de secvențiere clasice și moderne. Metode de prima generație (FGS) – secvențiere Sanger, secvențiere Maxam-Gilbert. Metode de generație a II-a (SGS sau NGS) – sinteza (SBS) Illumina/Solexa bazată pe metoda terminației reversive (<i>reversible termination</i>); secvențiere ABI (Sequencing by Oligonucleotide Ligation and Detection, SOLiD). Metode de generația a III-a – secvențiere monomoleculară în timp real (Single-molecule real-time sequencing (SMRT)).</li><li>3. Utilizarea practicii NGS (<i>next generation sequencing</i>) în secvențierea AND-ului. Lucru cu baze de date: HGNC, GenBank, EMBL, DDBJ, UniGene, GeneCard, GEO, NCBI Gene, NCBI Nucleotide.</li><li>4. Transcripția, transcriptomi, istoria dezvoltării.</li><li>5. Principale metode în transcriptomică – metoda microcipurilor și secvențierea ARN.</li><li>6. Proiecte genomice: secvențiere <i>de novo</i>, resecvențierea genomului, secvențierea exomului, studiul transcriptomului, secvențierea metagenomului,</li></ol>



## CD 8.5.1 CURRICULUM DISCIPLINĂ PENTRU STUDII UNIVERSITARE

Redacția: 09

Data: 08.09.2021

Pag. 6/12

Obiective	Unități de conținut
<p>explice importanța procedurii pentru cercetările genomice.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>11. Să cunoască specificul metodelor de bază în transcriptomică și importanța acestora în cercetările biochimice fundamentale și aplicative.</li><li>12. Să explice specificul principalelor proiecte genomice și consecințele a acestora pentru diagnosticarea diferitor patologii.</li><li>13. Să aplice fenomenul SNP în diagnosticarea patologiilor.</li><li>14. Să poată realiza analiza complexă a informației despre polimorfismul în gene prezentată în baze de date computerizate.</li></ol>	<p>etc.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>7. Polimorfismul uninucleotidic (SNP). Utilizarea SNP în diagnosticul molecular al patologiilor umane. Baze de date ce conțin informația despre polimorfismul în gene - dbSNP, ClinVar, SNPedia, GWAS.</li></ol>
<b>Capitolul 3. „Proteomica. Metode de cercetare și aplicarea datelor proteomice”</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Să cunoască necesitatea apariției direcției de cercetare proteomica în cadrul biochimiei.</li><li>2. Să definească proteomica și să identifice scopul și obiectivele cercetărilor proteomice în medicină.</li><li>3. Să identifice deosebirile principale dintre proteomica structurală, funcțională și aplicativă.</li><li>4. Să poată face legătura logică dintre proiectele Proteomul uman și Genomul uman.</li><li>5. Să cunoască deosebirile de bază dintre proiectele Proteomul uman și Genomul uman.</li><li>6. Să explice aplicarea cunoștințelor din cadrul cercetărilor proteomului uman pentru cunoașterea schimbărilor proteice în cazul diferitor patologii, diagnosticarea bolilor, crearea de noi medicamente.</li><li>7. Să cunoască metodele moderne folosite pentru identificarea și separarea proteinelor prin 2D- electroforeză, cromatografie și mass-spectroscopie.</li><li>8. Să cunoască principiile de lucru a aparatelor utilizate în proteomică și informația obținută în rezultatul analizelor.</li><li>9. Să prelucreze rezultatele experimentale obținute în cercetările proteomice pentru identificarea patologiilor posibile.</li><li>10. Să cunoască direcțiile de aplicare a cercetărilor proteomice fundamentale și aplicative.</li><li>11. Să aplice rezultatele analizelor proteomice pentru diagnosticarea diferitelor boli specifice.</li><li>12. Să cunoască Platformele proteomice computerizate cu navigarea sigură în</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Proteomica – definiția, scopul și sarcinile.</li><li>2. Istoria și direcțiile cercetărilor: proteomica structurală, funcțională și aplicativă.</li><li>3. Proiectul proteomului uman (<i>Human Proteome Project</i> sau <i>HPP</i>) ca continuarea proiectului Genomul Uman. Obiectivele programului: identificarea modificărilor specifice în proteom la diferite patologii, stabilirea disproporționărilor semnificative din punct de vedere diagnostic a proteinelor în organul afectat, crearea de noi medicamente și agenți de diagnosticare cu eficiență avansată.</li><li>4. Metodele de bază în proteomică structurală – 2D- electroforeza, cromatografia și mass-spectroscopia.</li><li>5. Aplicarea metodelor proteomice în rezolvarea sarcinilor științifice și clinice.</li><li>6. Căutarea și validarea markerilor unor boli umane.</li><li>7. Aplicarea datelor proteomice în diagnosticarea unor maladii – ateroscleroza, diabetul zaharat, infarctul miocardic și altele.</li><li>8. Analiza bioinformațională a structurilor proteinelor. Platforme proteomice integrale automatizate (aprotein databases) – UniProt, Swiss-Prot, NCBI Protein Database, PDB.</li></ol>





## CD 8.5.1 CURRICULUM DISCIPLINĂ PENTRU STUDII UNIVERSITARE

Redacția: 09

Data: 08.09.2021

Pag. 7/12

Obiective	Unități de conținut
interiorul acestora. 13. Să poată obține informația complexă din bazele de date computerizate pentru proteinele concrete.	
<b>Capitolul 4. „Glicomica și Lipidomica”</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Să cunoască necesitatea cercetărilor glicomice în biochimie modernă și medicină.</li><li>2. Să diferențieze glucidele după structura și complexitate.</li><li>3. Să argumenteze cauzele metabolismului avansat al glucidelor, reieșind din structura chimică a acestora și prezența în ele a diferitelor grupări funcționale.</li><li>4. Să poată argumenta viteza de transformare a diferitor clase de glucide și consecințele metabolice ale proceselor.</li><li>5. Să cunoască aplicarea cercetărilor glicomice în medicină.</li><li>6. Să cunoască principiul clasificării moderne a lipidelor cu indicarea grupărilor funcționare specifice în molecule în fiecare clasă.</li><li>7. Să caracterizeze diferite clase ale lipidelor, reieșind din activitatea metabolică a acestora.</li><li>8. Să explice importanța determinării calitative și cantitative a lipidelor în celule.</li><li>9. Să cunoască consecințele interacțiunii lipidelor celulare cu alte lipide sau metaboliți pentru diagnosticarea diferitor boli.</li><li>10. Să cunoască esența spectroscopiei de masă și rezonanței magnetice nucleare (RMN), utilizate în analiza glucidelor și lipidelor.</li><li>11. Să cunoască principiul de lucru a aparatului modern aplicat în cercetările glicomice și lipidomice.</li><li>12. Să interpreteze rezultatele analizelor practice efectuate.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Problemele de bază în glicomică: dinamica avansată a glucidelor, complexitatea structurii ale acestora.<ol style="list-style-type: none"><li>1. Clasificarea lipidelor (<a href="http://www.lipidmaps.org">http://www.lipidmaps.org</a>) - glicerofosfolipide (GP), sfingolipide (SL), glicerolipide, lipide sterolice, acizi grași liberi, lipide prenolice, lipide zaharoase, policetide.</li><li>2. Cercetările în lipidomica privind identificarea și evaluarea cantitativă a lipidelor celulare și a interacțiunii a acestora cu alte lipide sau metaboliți.</li><li>3. Prelucrarea profilurilor lipidice prin aplicarea metodelor computerizate.</li><li>4. Aplicarea metodelor spectroscopiei de masă și RMN în identificarea glucidelor, lipidelor și metaboliților.</li></ol></li></ol>
<b>Capitolul 5. „Metabolomica ca metodologie de analiză biochimică a metaboliților în lichide biologice și țesuturi”</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Să definească metabolomica ca ramura contemporană a biochimiei.</li><li>2. Să explice relațiile în lanțul genoma-proteomica-glicomica-lipidomica-metabolomica.</li><li>3. Să explice obiectivele de bază ale metabolomicii în contextul diagnosticării și tratării bolilor.</li><li>4. Să cunoască diferența dintre noțiunile metabolomica și metabonomica.</li><li>5. Să poată analiza metabolitii pentru estimarea proceselor fiziologice și patologice.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Metabolomica – definiția, scopul și obiectivele.</li><li>2. Istoria dezvoltării metabolomicii, metabolom, metabolom uman, metabonomica.</li><li>3. Metabolomi în calitate de indicatori ai sănătății umane și a desfășurării proceselor fiziologice în organism.</li><li>4. Tulburări ereditare (congenitale) și importanța studiilor de screening a probelor de sânge/urină ale nou-născuților pentru identificarea abaterilor în metabolismul aminoacizilor, grăsimilor, glucidelor, etc.</li><li>5. Tulburări metabolice dobândite la adulți cauzate de dezvoltare a patologiilor, vârstă, alimentație, stres,</li></ol>



## CD 8.5.1 CURRICULUM DISCIPLINĂ PENTRU STUDII UNIVERSITARE

Redacția: 09

Data: 08.09.2021

Pag. 8/12

Obiective	Unități de conținut
<ol style="list-style-type: none"><li>6. Să analizeze metaboliții principali ai aminoacizilor, glucidelor, grăsimilor în lanțul transformărilor biochimice ale acestora.</li><li>7. Să cunoască procedeele de bază în screeningul sângelui și urinei a nou-născuților în scopul depistării tulburărilor ereditare.</li><li>8. Să folosească analiza metaboliților în diagnosticarea patologiilor.</li><li>9. Să aplice în activitatea profesională rezultatele cercetărilor metabolomice în toxicologie și farmacologie.</li><li>10. Să cunoască modalitățile de identificare a markerilor metabolici în diagnosticarea diferitor boli.</li><li>11. Să cunoască diferite metode fizice care se aplică la analiza complexă a metaboliților și avatajele cuplării a acestora.</li><li>12. Să interpreteze rezultatele analizelor complexe a metaboliților.</li><li>13. Să poată naviga sigur prin baze de date a metaboliților cu utilizarea multiplelor funcții de căutare și prezentare a informației.</li><li>14. Să folosească pentru analiza integrală a metaboliților și diagnosticarea bolilor bazele de date ale metaboliților.</li></ol>	<p>activitate fizică, etc.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>6. Cercetările metabolomice aplicate: în toxicologie, genomica funcțională, farmacologie.</li><li>7. Identificarea markerilor metabolici la diferite patologii.</li><li>8. Metode utilizate în metabolomică – mass-spectroscopia cuplată cu diverse tipuri de cromatografie, RMN, electroforeză.</li><li>9. Baze de date a metaboliților - Baza de date Metabolom database (Human Metabolome Database, HMDB), METLIN, Golm Metabolome Database (GMD), MassBank.</li></ol>
Evalarea lucrului individual	
Evaluarea finală	

### VIII. COMPETENȚE PROFESIONALE (SPECIFICE (CS) ȘI TRANSVERSALE (CT)) ȘI FINALITĂȚI DE STUDIU

#### ✓ Competențe profesionale (specifice) (CS)

CP1. Cunoașterea, înțelegerea și utilizarea limbajului specific biochimiei medicale moderne.

CP2. Cunoașterea compușilor chimici vitali și ale metaboliților acestora în organismul uman. Analiza principalelor procese metabolice ce asigură viabilitatea organismului și a mecanismelor celor mai importante dereglări specifice maladiilor. Cunoașterea avansată a particularităților compoziției chimice și ale metabolismului organelor în condiții fiziologice și patologice.

CP6. Cunoașterea principiilor metodelor de analiză fizico-chimice avasate, a valorii diagnostice a principalilor indici de laborator și abilitatea de interpretare a rezultatelor investigațiilor de laborator. Aplicarea informației din bazele de date computerizate pentru analiza complexă a metaboliților și diagnosticarea bolilor.

#### ✓ Competențe transversale (CT)

CT1. Competențe de comunicare, scrisă și orală, în domeniul medicinei și biochimiei medicale.

CT2. Abilități de lucru individual și în echipă.

CT3. Capacitatea de a aplica eficient tehnologiile informației în activitatea medicală, precum și în identificarea surselor de informare și educație continuă în domeniul de activitate.

CT4. Înțelegerea și capacitatea de aplicare a principiilor și valorilor eticii generale și profesionale în activitate.





## CD 8.5.1 CURRICULUM DISCIPLINĂ PENTRU STUDII UNIVERSITARE

Redacția:	09
Data:	08.09.2021
Pag. 9/12	

### ✓ Finalități de studiu

La finalizarea studierii unității de curs studentul va fi capabil:

1. să cunoască principiile și metodele cercetărilor *Omix* din cadrul biochimiei moderne –genomica, proteomica, glicomica, lipidomica și metabolomica.
2. să cunoască structura chimică și rolul principalelor biomolecule, precum și fenomenele și procesele biochimice la nivel molecular, ce decurg în organism.
3. să cunoască scopul utilizării și elementele de bază ale echipamentului de diagnosticare – electroforeza, spectroscopia de masă, cromatografia lichidă și gazoasă, rezonanța magnetică nucleară.
4. să interpreteze rezultatele analizelor biochimice moderne cu estimarea datelor ce cofiră metabolismul fiziologic sau patologic.
5. să cunoască indicatorii biochimici semnificativi ai compoziției lichidelor biologice la o persoană sănătoasă și bazele patogenezei.
6. să analizeze cercetările metabolomice în scopul rezolvării problemelor cheie din biochimie, medicină și farmacologie.
7. să posede deprinderi de utilizare a tehnologiilor informaționale moderne pentru colectarea, prelucrarea și diseminarea informațiilor științifice în domeniul cercetărilor *Omix* și domeniilor conexe, capacitatea de a utiliza baze de date, produse software și resurse informaționale de Internet.
8. să rezolve individual studii de caz de diagnosticare a bolilor reieșind din analiza metaboliților.

### IX. LUCRUL INDIVIDUAL AL STUDENTULUI

Nr.	Produsul preconizat	Strategii de realizare	Criterii de evaluare	Termen de realizare
1.	Lucrul cu sursele informaționale	Selectarea informației de bază și a detaliilor la întrebările temei prin lecturarea prelegerii, a materialul din manual și sursele informaționale suplimentare la tema respectivă. Citirea completă a textului și sistematizarea conținutului esențial. Formularea generalizărilor și a concluziilor referitoare la importanța temei/ subiectului.	Nivelul de asimilare a informației și volumul muncii	Pe parcursul modului
2.	Problemele de situație rezolvate	Rezolvarea de sine stătător a problemelor de situație la tema respectivă, cu verificarea ulterioară și discuție în cadrul seminarelor	Notare	La finele capitolului
3.	Teste de autoverificare rezolvate	Rezolvare de sine stătător a testelor de autoevaluare la tema respectivă, cu verificarea ulterioară și discuție în cadrul seminarelor	Notare	La finele capitolului
4.	Proiect elaborat (individual; de grup)	Elaborarea unui proiect la o temă din conținutul disciplinei . Tema proiectului este repartizată studenților în primele 2 săptămâni. Proiectul este prezentat în cadrul ultimei lucrări practice din semestru.	Notare	La finalizarea modului
5.	Lucrul cu materiale on-line	Studierea materialelor didactice de pe site-ul Catedrei și completarea informației la tematica studiată.	Nivelul de asimilare a informației și volumul muncii	Pe parcursul modului



## CD 8.5.1 CURRICULUM DISCIPLINĂ PENTRU STUDII UNIVERSITARE

Redacția:	09
Data:	08.09.2021
Pag. 10/12	

### X. SUGESTII METODOLOGICE DE PREDARE-ÎNVĂȚARE-EVALUARE

- **Metode de predare și învățare utilizate**

Disciplina *Tehnologiile Omix în cercetare și medicină* este predată în conformitate cu standardul clasic universitar: cursuri, lucrări practice și de laborator.

Cursul este ținut de titularii de curs.

Lucrările practice sau de laborator se efectuează cu scopul însușirii unor principii și metode pentru analiza biochimică calitativă și cantitativă. Lucrarea se finalizează cu completarea proceselor verbale și analiza rezultatelor obținute. La fel, se rezolvă teste și probleme de situație, se aplică metode interactive de predare și învățare, cum ar fi observația, analiza, comparația, clasificarea, elaborarea/analiza schemei/figurii, modelarea, deducerea și experimentul.

- **Strategii/tehnologii didactice aplicate (specifice disciplinei)**

În predarea disciplinei *Tehnologiile Omix în cercetare și medicină* se aplică strategiile clasice didactice (inductive, deductive, analogice, algoritmice și euristice), care sunt atinse cu ajutorul mai multor metode de predare-învățare (activ-participative, de studiu individual, de verificare și evaluare) cum ar fi expunerea și conversația didactică, lucrul cu manualul, problematizarea teoretică și a lucrărilor de laborator, studiu de caz, soluționarea testelor, elaborarea proiectelor individuale și de grup etc. Pentru realizarea strategiilor și metodelor sunt utilizate un set de mijloace tehnice de instruire atât în cadrul cursurilor, cât și a lucrărilor practice și de laborator.

- **Metode de evaluare (inclusiv cu indicarea modalității de calcul a notei finale)**

**Evaluarea formativă**

La fiecare lucrare de laborator și seminarii sunt utilizate mai multe metode de evaluare curentă: lucrări de control, rezolvarea problemelor de situație și a testelor, rezolvarea problemelor practice etc.

**Evaluarea sumativă**

**Nota finală** la colocviul diferențiat se va alcătui din nota medie de la modul (cota parte 0.5) și proba test final în sistem computerizat (cota parte 0.5).

Notele vor fi exprimate în numere conform scalei de notare (conform tabelului), iar nota finală obținută va fi exprimată în număr cu două zecimale, care va fi trecută în carnetul de note.

#### Modalitatea de rotunjire a notelor la etapele de evaluare

Grila notelor intermediare (media anuală, notele de la etapele examenului)	Sistemul de notare național	Echivalent ECTS
1,00-3,00	2	F
3,01-4,99	4	FX
5,00	5	E
5,01-5,50	5,5	
5,51-6,0	6	
6,01-6,50	6,5	D
6,51-7,00	7	
7,01-7,50	7,5	C
7,51-8,00	8	
8,01-8,50	8,5	B
8,51-9,00	9	
9,01-9,50	9,5	A
9,51-10,0	10	

*Neprezentarea la examen fără motive întemeiate se înregistrează ca "absent" și se echivalează cu calificativul 0 (zero). Studentul are dreptul la 2 susțineri repetate ale examenului nepromovat.*



## CD 8.5.1 CURRICULUM DISCIPLINĂ PENTRU STUDII UNIVERSITARE

Redacția: 09

Data: 08.09.2021

Pag. 11/12

### XI. BIBLIOGRAFIA RECOMANDATĂ:

#### A. Obligatorie:

1. Lîsîi L., Pavlovschi E. Biochimie medicală (ediția a treia). Chișinău, 2019.
2. Ершов Ю.А. Основы молекулярной диагностики. Метаболомика. Издательство ГЭОТАР-Медиа. ISBN 978-5-9704-3723-0. – 336 с.
3. К.К. Джайн, К.О. Шарипов УЧЕБНИК ОСНОВЫ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ. Медицина XXI века: омикс-технологии, новые знания, компетенции и инновации. Москва Издательство «Литтерра» 2020, - 576 с. ISBN 978-5-4235-0343-7
4. Esemen, Yagmur, Taneri, Bahar, Asilmaz, Esra, Delikurt-Tuncalp, Türem & Savas, P. & Targen, Seniye. (2020). Human Genetics and GenOmix - A Practical Guide. Inroduction To ProteOmix. Tools for the New Biology. Ed. DANIEL C. LIEBLER, 2002, Humana Press Inc.
5. Wolfram Weckwerth W. (2006). MetabolOmix: Methods and Protocols (Methods in Molecular Biology), Humana Press.

#### B. Suplimentară

1. Zamboni N, Saghatelian A, Patti GJ (2015) Defining the metabolome: size, flux, and regulation. Mol Cell 58(4):699–706. <https://doi.org/10.1016/j.molcel.2015.04.021>
2. Fiehn O. MetabolOmix - the link between genotypes and phenotypes. Plant molecular, 2004. V. 22, I. 12, p. 1601-1606.
3. Griffiths W.J.; Wang Y. (2009). "Mass spectrometry: From proteOmix to metabolOmix and lipidOmix". Chem Soc Rev. 38(7): 1882–96. <https://doi.org/10.1007/s00204-010-0609-6>
4. Johnson CH, Ivanisevic J, Siuzdak G (2016) MetabolOmix: beyond biomarkers and towards mechanisms. Nat Rev Mol Cell Biol 17(7):451–459. <https://doi.org/10.1038/nrm.2016.25>
5. Mamas M, Dunn WB, Neyses L, Goodacre R (2011) The role of metabolites and metabolOmix. Nucleic acids research. 2009. V. 37, p. D603-D610.
6. Nicholson JK, Lindon JC. MetabolOmix. Nature. 2008;455(7216):1054–6. DOI: 10.1038/4551054a
7. Weber RJM, Lawson TN, Salek RM, Ebbels TMD, Glen RC, Goodacre R, Griffin JL, Haug K, Koulman A, Moreno P, Ralser M, Steinbeck C, Dunn WB, Viant MR (2017) Computational tools and workflows in metabolOmix: an international survey highlights the opportunity for harmonisation through galaxy. MetabolOmix 13(2):12. <https://doi.org/10.1007/s11306-016-1147-x>
8. Wishart DS (2016) Emerging applications of metabolOmix in drug discovery and precision medicine. Nat Rev Drug Discov 15(7):473–484. <https://doi.org/10.1038/nrd.2016.32>
9. Ransohoff D F. Opinion – Rules of evidence for cancer molecular-marker discovery and validation. Nat Rev Cancer 2004;4:309–14.
10. Brown M, Dunn WB, Dobson P, Patel Y, Winder CL, Francis-McIntyre S, et al . Mass spectrometry tools and metabolite-specific databases for molecular identification in metabolOmix. Analyst 2009;134:1322–32.
11. Wang H, Thomas DC, Pe'er I, Stram DO. 2006. Optimal two-stage genotyping designs for genome-wide association scans. Genet. Epidemiol. 30:356-368.
12. Puiu Maria, Stoicanescu Dorina, Gug Cristina, Popa Cristina, Farcas Simona, Andreescu Nicoleta, Adela Emandi-Chirita, Corina Pienar, Meszaros Noemi. Genetica medicala – caiet lucrari practice. Editura Eurostampa, ISBN 978-606-569-563-4, 2013
13. Baturina O.A., Chernonosov A.A., Koval V.V., Morozov I.V. Assessment of the Phenylketonuria (PKU)-Associated Mutation p.R155H Biochemical
14. Manifestations by Mass Spectrometry-Based Blood Metabolite Profiling // Acta Naturae. – 2019. – V. 11, N. 2. – P. 42–46.
15. Misra B. Individualized metabolOmix: opportunities and challenges. Clin Chem Lab Med. 2020;58(6):939-47.
16. Jacob M, Lopata AL, Dasouki M, Abdel Rahman AM. MetabolOmix toward personalized medicine. Mass Spectrom Rev. 2019;38(3):221 -38.
17. Tsoukalas D, Alegakis A, Fragkiadaki P, Papakonstantinou E, Nikitovic D, Karataraki A, et al. Application of metabolOmix: Focus on the quantification of organic acids in healthy adults. Int J Mol Med.



## CD 8.5.1 CURRICULUM DISCIPLINĂ PENTRU STUDII UNIVERSITARE

**Redacția:** 09

**Data:** 08.09.2021

**Pag. 12/12**

2017;40(1):112-20.

18. Teixeira MZ. Telomere length: biological marker of cellular vitality, aging, and health-disease process. *Rev Assoc Med Bras* (1992). 2021;67(2):173 -7.
19. Catchpole G., Platzer A., Weikert C. et al. Metabolic profiling reveals key metabolic features of renal cell carcinoma // *J. Cell. Mol. Med.* — 2011. — Vol. 15. — P. 109–118
20. Patti G.J., Yanes O., Siuzdak G. Innovation: metabolOmix: the apogee of the Omix trilogy // *Nat. Rev. Mol. Cell. Biol.* — 2012. — Vol. 13. — P. 263–269
21. Rocha S.M., Caldeira M., Carrola J. et al. Exploring the human urine metabolomic potentialities by comprehensive two-dimensional gas chromatography coupled to time of flight mass spectrometry // *J. Chromatography A.* — 2012. — Vol. 1252. — P. 155–163.
22. Howe F. A., Barton S. J., Cudlip S. A., et al. Metabolic profiles of human brain tumors using quantitative in vivo <sup>1</sup>H magnetic resonance spectroscopy. *Magnetic Resonance in Medicine*. 2003;49(2):223–232
23. Beger R. D. A review of applications of metabolOmix in cancer. *Metabolites*. 2013; 3(3):552–574
24. Dettmer K., Aronov P. A., Hammock B. D. Mass spectrometry-based metabolOmix. *Mass Spectrometry Reviews*. 2007;26(1):51–78
25. Villas-Bôas S. G., Mas S., Åkesson M., Smedsgaard J., Nielsen J. Mass spectrometry in metabolome analysis. *Mass Spectrometry Reviews*. 2005; 24(5):613–646
26. Wu H., Southam A. D., Hines A., Viant M. R. High-throughput tissue extraction protocol for NMR- and MS-based metabolOmix. *Analytical Biochemistry*. 2008;372(2):204–212
27. Katajamaa M., Orešič M. Data processing for mass spectrometry-based metabolOmix. *Journal of Chromatography A*. 2007; 1158(1-2):318–328
28. Smith CA, I'Maille G, Want EJ, Qin C, Trauger SA, Brandon TR, Custodio DE, Abagyan R, Siuzdak G (December 2005). "METLIN: a metabolite mass spectral database". *Ther Drug Monit*. 2005;27 (6): 747–51.
29. Wishart DS, Tzur D, Knox C, et al. (January 2007). "HMDB: the Human Metabolome Database". *Nucleic Acids Research*. 35 (Database issue): D521–6.