

UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA
FACULTATEA BIOLOGIE ȘI GEOȘTIINȚE
DEPARTAMENTUL BIOLOGIE ȘI ECOLOGIE

CURRICULUM

la disciplina

Organisme modificate genetic

Ciclul I, Licență

AUTOR:
Port Angela,
dr. în biol., conf. univ.

CHIȘINĂU 2023

APROBAT

la ședința Departamentului

din „ ____ ” _____ 2023

Șef Departament _____

PRELIMINARII

Cursul *Organisme modificate genetic* (OMG) este destinat studenților anului II de studii, specialitatea *Biologie moleculară*. Importanța cursului pentru pregătirea specialiștilor derivă din implicațiile pe larg ale realizărilor contemporane în biotehnologii vegetale și animale, semnificative pentru diverse domenii: agricultura, industria alimentară și medicina veterinară, farmaceutică, terapia și medicina umană etc. Potențialele beneficii ale aplicațiilor ingineriei genetice pentru ameliorarea standardului de viață al omenirii, inclusiv eventualele riscuri ce țin de biosecuritate și siguranță alimentară, au determinat o evoluție ascendentă a cercetărilor fundamentale și aplicative, care necesită continuu o resursă umană bine pregătită cu cunoștințe și competențe în domeniul biologiei moleculare și în particular al tehnicii ADN-lui recombinant.

Acest curs de lecții are scopul de a dezvolta competențe generale de cunoaștere a situației actuale privind introducerea în mediu a plantelor modificate genetic, importanța proiectelor de transgenză la plante și animale pentru cercetare și problemele societale, aspecte de biosecuritate și evaluare a risurilor aferente activităților cu organisme modificate genetic. Competențele specifice de cunoaștere și aplicare a metodelor de obținere a organismelor modificate genetic, de utilizarea a modelelor transgenice în cercetare sau proiecte cu valoare economică, de realizare a screening-ului și analizei materialului transgen, completează finalitățile deținute de absolventul programului de studii Biologie moleculară, oferind acestuia avantajul de angajare în câmpul muncii.

I. ADMINISTRAREA DISCIPLINEI

Forma de învățământ	Codul disciplinei	Denumirea disciplinei	Responsabil de disciplină	Semestrul	Ore total				Evaluarea	Nr.de redite	
					total	inclusiv					
						C	S	L			LI
cu frecvență	S.04.A.039	Organisme modificate genetic	Port A.	IV	120	26	26	-	68	examen	4

II. TEMATICA ȘI REPARTIZAREA ORIENTATIVĂ A ORELOR

Nr. crt.	Unități de conținut	Total	Curs	Seminar	Lucrul individual
1	Transgeneza vegetală, istoric, obiective, importanță	8	2	2	4
2	Elemente de bază ale tehnologiei de obținere a OMG	10	2	2	6
3	Transformarea genetică a plantelor (I). Constructul genetic. Metode de transfer indirect	10	2	2	6
4.	Transformarea genetică a plantelor (II). Metode de transfer direct. Regenerarea, selecția și analiza eficienței transferului de gene	10	2	2	6
5.	Transferul de gene la animale. Metode de clonare și transgenză	10	2	2	6
6.	Rolul ingineriei genice la animale în cercetări fundamentale și aplicative	9	2	2	5
7.	Reglementarea activităților cu OMG. Siguranța și securitatea biologică. Cadrul normativ și instituțional	9	2	2	5
8.	Izolare și alte precauții privind activitățile cu organisme modificate genetic în condiții de laborator	10	2	2	6
9.	Izolare și alte precauții pentru activitățile în unități cu animale	10	2	2	6

10.	Introducerea PMG în mediu (I). Aspecte de biosecuritate privind testarea PMG în condiții de seră și câmp a plantelor transgenice	9	2	2	5
11.	Introducerea PMG în mediu (II). Beneficii și riscuri	8	2	2	4
12.	Plantele modificate genetic în alimentație	9	2	2	5
13.	Detectia, identificarea și cuantificarea OMG	8	2	2	4
	TOTAL	120	26	26	68

III. COMPETENȚE PROFESIONALE ȘI FINALITĂȚI DE STUDIU

Competențe profesionale

- cunoașterea metodelor de obținere a organismelor modificate genetic;
- aplicarea cunoștințelor teoretice din domeniul ingineriei genetice a plantelor și animalelor în rezolvarea problemelor cu importanță aplicativă pentru societate;
- argumentarea semnificației și actualității investigațiilor în domeniul transformării genetice a organismelor și interpretarea rezultatelor cercetărilor proprii;
- realizarea proiectelor de cercetare prin utilizarea programelor TIC și a programelor bioinformatică specializate;
- organizarea activității științifice în echipă în scopul realizării sarcinilor de cercetare și elucidare a problemelor din domeniul profesional.

Finalități de studiu

- **La nivel de cunoaștere și înțelegere**
 - să definească noțiunile de inginerie genetică;
 - să identifice direcțiile principale de cercetare în transgeneza vegetală și animală;
 - să descrie strategiile și etapele principale în obținerea organismelor modificate genetic;
 - să determine aplicațiile transgenezei în diferite ramuri ale economiei;
 - să explice riscurile și beneficiile determinate de introducerea organismelor modificate genetic în mediu;
 - să descrie aspectul social, politic și economic al securității biologice;
 - să cunoască strategiile de bază în reglementarea activităților cu organisme modificate genetic.
- **La nivel de aplicare:**
 - să aplice cunoștințele de inginerie genetică la plante și animale în elaborarea diferitor proiecte de cercetare;
 - să utilizeze cunoștințele fundamentale în evaluarea riscului privind activitățile cu plante modificate genetic;
 - să aplice cunoștințele privind reglementarea activităților cu organisme modificate genetic în soluționarea problemelor de securitate biologică.
- **La nivel de integrare:**
 - să aprecieze rolului gnosiologic al ingineriei genetice în înțelegerea organizării genomului la plante și animale (genomica funcțională), a funcției genelor, a rolului metaboliților, a importanței lor în reglarea și autoreglarea creșterii și dezvoltării plantelor;
 - să integreze informațiile din diferite domenii ale biologiei pentru a soluționa probleme fundamentale și aplicative;
 - să propună soluții de monitorizare, protecție a mediului și a biodiversității etc. reieșind din realizările transgenezei la diferite organisme.

IV. UNITĂȚI DE ÎNVĂȚARE

Subiectul 1. Transgeneza vegetală, istoric, obiective, importanță	
Obiective de referință	Unități de conținut
<ul style="list-style-type: none"> • Să definească noțiunile de organism modificat genetic, alogenă, transgeneză, • Să identifice scopul și importanța transformării genetice a plantelor ca un domeniu al ingineriei genetice • Să identifice rolul transgenezei în cercetare și proiecte aplicative utile pentru societate. • Să argumenteze caracterul inter- și multidisciplinar al cercetărilor în domeniu 	<ul style="list-style-type: none"> – Noțiuni introductive privind ingeneria genetică la plante – Evoluția cercetărilor privind obținerea și investigarea plantelor modificate genetic – Diversitatea culturilor agricole modificate genetic – Baze de date privind plante modificate genetic – Transgeneza în cercetări aplicative și fundamentale – Exemple de proiecte de interes agronomic și industrial etc. <p>Cuvinte cheie: organisme modificate genetic, transgeneză, diversitatea culturilor transgenice, baze de date, importanța PMG pentru societate</p>
Subiectul 2. Elemente de bază ale tehnologiei de obținere a OMG	
Obiective	Unități de conținut
<ul style="list-style-type: none"> • Să cunoască date cronologice ale cercetărilor care au facilitat dezvoltarea tehnologiei ADN-ului recombinant • Să conștientizeze semnificația unui proiect de transgeneză • Să stabilească principalele etape ale unei strategii de obținere a OMG • Să cunoască principalele enzime utilizate în obținerea ADN recombinant • Să identifice tipul de enzime necesar în funcție de scopul propus • Să cunoască ce reprezintă plasmidele, fagii, cosmide etc. • Să explice diferențele între diferite tipuri de vectori de clonare și biblioteci de gene • Să evidențieze rolul și tipul genelor selective utilizate în ingenerie genetică 	<ul style="list-style-type: none"> – Obținerea moleculelor de ADN recombinant, noțiuni generale, istoric – Etape generale în transformarea genetică – Cerințele esențiale ale unui protocol de transformare genetică – Enzime utilizate în obținerea moleculelor de ADN recombinant. – Tehnici de identificare și izolare a genelor – Clonarea genelor. Vectori de clonare. <p>Cuvinte cheie: ADN recombinant, enzime de restricție, clonare, vectori de clonare, biblioteci de ADN</p>
Subiectul 3. Transformarea genetică a plantelor (I). Constructul genetic. Metode de transfer indirect	
Obiective de referință	Unități de conținut
<ul style="list-style-type: none"> • Să cunoască elementele unui construct genetic utilizat în transformare • Să identifice funcția fiecărui element al unei casete de gene • Să cunoască etapele/ metodologiile de obținere a informației privind genele de interes 	<ul style="list-style-type: none"> – Elementele de bază ale unui insert genetic (construct genetic) – Promotori utilizați în transgeneza plantelor – Gene de interes – Clasificarea metodelor de transfer a alogenelor la plante – Transformarea mediată de Agrobacterium, elemente de bază

<ul style="list-style-type: none"> • Sa argumenteze relația dintre gena de interes și fenotipul plantei modificate genetic • Să argumenteze posibilitatea utilizării bacteriei din genul <i>Agrobacterium</i> în calitate de vector de transfer • Sa diferențieze rolul vectorilor de clonare versus vectori de transfer • Să evidențieze rolul și tipul genelor marker in transgeneză • Să cunoască metodele de transfer indirect ale alogenelor la plante 	<ul style="list-style-type: none"> – Particularitățile bacteriilor <i>Agrobacterium tumefaciens</i> și <i>Agrobacterium rhizogenes</i> (familia Rhizobiaceae) – Structura sistemului <i>Agrobacterium</i> ca vector de transfer – Vectori virali de transfer a genelor <p>Cuvinte cheie: construct genetic, gene de interes, <i>Agrobacterium</i>, vector de transfer</p>
<p align="center">Subiectul 4. Transformarea genetică a plantelor (II) Metode de transfer direct. Regenerarea, selecția și analiza eficienței transferului de gene</p>	
<p align="center">Obiective</p>	<p align="center">Unități de conținut</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Să clasifice metodele de transfer direct în protocoalele de transgeneză • Să cunoască principiul metodele de transfer direct a genelor • Să compare diferite metode de transfer direct a genelor • Să elaboreze și să argumenteze un exemplu de transformare genetică • Să cunoască etapele de bază în regenerarea plantelor modificate genetic (laborator, sere) • Să definească noțiunea de genă marker și raportoare • Să determine tipurile de gene marker utilizate în selecția plantelor modificate genetic 	<ul style="list-style-type: none"> – Transferul genelor în protoplaști – Metoda biolistică, caracteristici – Alte tehnici de transfer direct a genelor, aspecte comparative – Aspecte generale privind cultura <i>in vitro</i> în obținerea plantelor modificate genetic – Gene marker utilizate în selecția plantelor modificate genetic – Analiza eficienței transferului de gene <p>Cuvinte cheie: transferul direct al alogenelor, metoda biolistică, gene marker, gene raportoare, screening PMG</p>
<p align="center">Subiectul 5. Transferul de gene la animale. Metode de clonare și transgeneză</p>	
<p align="center">Obiective</p>	<p align="center">Unități de conținut</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Să cunoască realizările de bază care au condus la aplicarea ingineriei genice pentru obținerea animalelor transgenice • Să cunoască etapele și metodele de obținerea animalelor transgenice • Să clasifice metodele de transfer a genelor la animale • Să cunoască principiul metodelor de clonare prin transfer de nucleee, prin transfer mediat de diferiți vectori • Să evidențieze avantajele și dezavantajele/limitările diferitor metode fizice utilizate în obținerea animalelor modificate genetic • Să cunoască metodele de identificare și selectare a celulelor transformate 	<ul style="list-style-type: none"> – Evoluția cercetărilor privind transferul de gene la animale – Elementele de bază în transferul de gene în celula animală – Clonare prin transfer de nucleee – Metode biologice, transfer mediat de vectori adenovirusuri/retrovirusuri – Metode fizice. Microinjectare, electroporare, biolistic, mediat de lipozomi etc. – Transfer mediat de celule embrionare stem – Transfer de nucleee de la celulele transformate genetic în ovule anucleate – Identificarea și selectarea celulelor transformate genetic <p>Cuvinte cheie: clonare celule animale, transfer de nucleee, microinjectare, blastocyst, animale transgenice, celule embrionare stem, metode de transfer a genelor</p>

Subiectul 6. Rolul ingineriei genice la animale în cercetări fundamentale și aplicative	
Obiective	Unități de conținut
<ul style="list-style-type: none"> • Să cunoască avantajele și limitările clonării animalelor superioare în scopuri medicale • Să prezinte exemple de modele OMG pentru studiul bolilor umane în scopuri terapeutice • Să cunoască semnificația utilizării modelelor transgene cu gene reporter • Să argumenteze prioritățile și perspectivele utilizării șoarecilor ca model de cercetare a mamiferelor 	<ul style="list-style-type: none"> – Importanța ingineriei genetice la animale în cercetări fundamentale. Model de cercetare a proceselor biologice. Studiul reglării funcției genelor la animale – Importanța ingineriei genetice la animale în cercetări aplicative – Producerea de compuși terapeutici – Generarea modelelor pentru studiul bolilor umane: corectarea unor defecte genetice; producerea donatorilor de xenotransplant; producerea animalelor cu caractere de valoare <p>Cuvinte cheie: modele animale de cercetare, animale <i>knock-out</i>, terapie genică, xenotransplant</p>
Subiectul 7. Reglementarea activităților cu organisme modificate genetic. Cadrul normativ și instituțional	
Obiective	Unități de conținut
<ul style="list-style-type: none"> • Să definească conceptul de siguranță și biosecuritate • Să cunoască criteriile estimării grupelor de risc biologic • Să argumenteze necesitatea diferitelor bariere de izolare în laboratoarele biologice de transformare genetică • Să relateze principalele evenimente și date cronologice de stabilire a cadrului instituțional normativ cu privire la activitățile cu OMG • Să cunoască principalele reglementări la nivel internațional și național • Să identifice bazele de date consacrate și să cunoască instrumente de căutare a datelor • Să cunoască organizații internaționale și naționale care au în politica și strategia de dezvoltare aspecte de biosecuritate 	<ul style="list-style-type: none"> – Siguranța și securitatea biologică, aspecte generale – Estimarea riscului biologic – Nivele de biosiguranță a laboratoarelor biologice – Reglementări naționale și internaționale în domeniul biosecurității. – Baze de date: <i>Biosafety Clearing-House, International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, The Organization for Economic Co-operation and Development related to biotechnology, etc.</i> <p>Cuvinte cheie: siguranța biologică, securitatea biologică, biohazard, riscul biologic, cadrul normativ</p>
Subiectul 8. Izolare și alte precauții privind activitățile cu OMG în condiții de laborator	
Obiective	Unități de conținut
<ul style="list-style-type: none"> • Să cunoască clasele de risc pentru activitățile cu microorganisme/ organisme modificate genetic în sisteme izolate • să aplice cunoștințele acumulate în evaluarea hazardului asociat cu OMG • să cunoască exemple de tulpini receptoare de microorganisme utilizate în transformare genetică. 	<ul style="list-style-type: none"> – Tehnici și practici pentru activitățile cu microorganisme/ organisme modificate genetic în sisteme izolate – Evaluarea hazardului asociat cu OMG – Tulpini receptoare de microorganisme utilizate în obținerea MMG. – Bariere biologice de izolare

<ul style="list-style-type: none"> • Să argumenteze selectarea clasei de risc și și a nivelului de siguranță pentru activitățile în laborator cu microorganisme modificate genetic, material primar în obținerea plantelor transgene. Să cunoască rolul barierelor biologice de izolare 	<p>Cuvinte cheie: sisteme izolate, hazard asociat cu OMG, microorganisme modificate genetic, bariere biologice de izolare</p>
<p>Subiectul 9. Izolare și alte precauții pentru activitățile în unități cu animale</p>	
<p>Obiective</p> <ul style="list-style-type: none"> • Să cunoască factorii care stau la baza atribuirii factorilor de risc în activitățile cu animale • Să identifice clasele de risc și facilitățile de lucru în siguranță cu animalele transgenice • Să cunoască care sunt precauțiile suplimentare în unități cu anumite artropode, în special cu insectele zburătoare • Să cunoască procedurile de sterilizare asociate activităților cu animale de laborator 	<p>Unități de conținut</p> <ul style="list-style-type: none"> – Clasele de risc și izolare în unitățile de lucru cu animale – Facilități pentru animale, nivelele de biosiguranță 1, 2, 3, 4 – Precauțiile în activități cu nevertebrate – Proceduri de sterilizare <p>Cuvinte cheie: contaminare, sterilizare, stocarea deșeurilor cu biohazard</p>
<p>Subiectul 10. Introducerea OMG în mediu (I). Aspecte de biosecuritate privind testarea PMG în condiții de seră și câmp a plantelor transgenice</p>	
<p>Obiective</p> <ul style="list-style-type: none"> • Să diferențeze nivelele de biosiguranță în funcție de elemente de izolare și alte măsuri de protecție necesare pentru activități în sere și camere de creștere • Să cunoască practicile de management al activităților cu PMG în sere • Să cunoască cerințele privind siguranța introducerii deliberate în mediu pentru testarea în câmp a PMG • Să aprecieze rolul zonelor tampon și alte măsuri de precauție privind testarea plantelor în câmp • Să stabilească particularitățile de coexistența OMG cu non - OMG în agricultură • Să relateze anumite studii de caz privind coexistența OMG cu non - OMG în agricultură • Să explice importanța informațiilor generalizate într-un dosar de autorizare a PMG 	<p>Unități de conținut</p> <ul style="list-style-type: none"> – Nivele de biosiguranță pentru PMG – Elemente de izolare și alte măsuri de protecție pentru sere și camere de creștere – Practici de management al activităților cu PMG în sere – Cerințe privind siguranța introducerii deliberate în mediu pentru testarea în câmp a PMG – Regulamentul privind autorizarea activităților legate de obținerea, testarea, utilizarea și comercializarea organismelor modificate genetic – Zone tampon și alte măsuri de precauție privind testarea plantelor în câmp – Coexistența OMG cu non - OMG în agricultură <p>Cuvinte cheie: introducerea PMG în mediu, biosecuritatea PMG în seră, zone tampon, coexistența OMG/non - OMG</p>
<p>Subiectul 11. Introducerea OMG în mediu (II). Beneficii și riscuri</p>	
<p>Obiective</p> <ul style="list-style-type: none"> • Să analizeze etapele expansiunii PMG • Să cunoască principalele țări ce se ocupă cu comercializarea și cultivarea PMG 	<p>Unități de conținut</p> <ul style="list-style-type: none"> – Aspecte comparative ale diferitelor tipuri de agriculturi. – Avantajele transformării genetice pentru ameliorare – Riscuri asociate OMG

<ul style="list-style-type: none"> • Să enumere exemple de companii producătoare de PMG/OMG • Să evalueze potențialele riscuri ale OMG • Să analizeze beneficiile OMG 	Cuvinte cheie: beneficii, ameliorare, sisteme agricole, riscuri ale OMG
Subiectul 12. Plantele modificate genetic în alimentație	
Obiective	Unități de conținut
<ul style="list-style-type: none"> • Să identifice potențiale beneficiile ale utilizării PMG în alimentație • Să enumere și să argumenteze potențialele riscuri ale alimentelor derivate din PMG asupra sănătății omului • Să cunoască principiile de evaluare a securității alimentelor obținute din plante transgenice 	<ul style="list-style-type: none"> – Riscuri potențiale asociate consumului de produse obținute din plante modificate genetic – Evaluarea securității alimentelor obținute din plante transgenice – Drepturile fundamentale ale consumatorilor. Aspecte normative și instituționale de asigurare a protecției consumatorului <p>Cuvinte cheie: produse ce conțin OMG, alimentație, consumatori</p>
Subiectul 13. Detecția, identificarea și cuantificarea OMG	
Obiective	Unități de conținut
<ul style="list-style-type: none"> • Să cunoască normele și legi ce reglementează testarea OMG • Să cunoască care sunt laboratoarele acreditate în identificarea materialului modificat genetic și standardele ISO (Organizația Internațională de Standardizare) • Metode și tehnici utilizate în detecția, identificarea și cuantificarea OMG • Să enumere și descrie principalele metode de testare și cuantificarea OMG • Să analizeze avantajul metodei PCR față de alte metode • Să identifice etapele în detectarea originii transgenice a ingredientelor/alimentelor 	<ul style="list-style-type: none"> – Norme și legi ce reglementează testarea OMG – Laboratoare acreditate în identificarea materialului modificat genetic – Metode și tehnici utilizate în detecția, identificarea și cuantificarea OMG <p>Cuvinte cheie: testare OMG, laboratoare acreditate, detecție, cuantificarea materialului modificat genetic</p>

V. LUCRUL INDIVIDUAL AL STUDENTULUI

<i>Produsul preconizat</i>	<i>Strategii de realizare</i>	<i>Criterii de evaluare</i>	<i>Termen de realizare</i>
<p>Analiza bazelor de date consacrate cercetărilor de ingenerie genetică/ biotehnologii contemporane:</p> <p>http://www.isaaa.org/ https://www.oecd.org/ http://bch.biodiv.org; crl.jrc.ec.europa.eu/ http://www.biosafety.md/ http://www.informatics.jax.org/ https://www.cabi.org/agbiotechnet/transgenic-animals/</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analiza, structurii bazei de date, ▪ Identificare informațiilor ▪ reflecții critice 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ cunoașterea bazei de date ▪ stabilirea tipului de informații ▪ capacitatea de identificarea a informației de interes ▪ integrarea cunoștințelor anterioare 	Săptămâna a doua de studii

<p>Referat pe diferite teme aferente cursului de lecții, exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diversitatea culturilor agricole modificate genetic. Proiecte de interes agronomic și industrial - Aspecte comparative privind metodele de obținere OMG. Avantaje și dezavantaje - Coexistența OMG cu non - OMG în agricultură. Studii de caz - Aspecte comparative ale diferitelor tipuri de agriculturi. Avantajele transformării genetice pentru ameliorare - Aplicații și realizări ale ingineriei genetice la animale 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiu bibliografic ▪ Argumentarea actualității ▪ Prezentarea referatului 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profunzimea studiului ▪ Diversitatea surselor ▪ Analiza critică a rezultatelor prezentate ▪ Identificarea posibilităților de aplicare a rezultatelor ▪ Concordanța dintre obiective stabilite și conținuturile obținute 	<p>Cu cel puțin o săptămână înainte de examen</p>
<p>Proiect de cercetare privind obținerea OMG.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proiectarea etapelor ▪ Documentarea ▪ Realizarea investigației ▪ Prezentarea rezultatelor 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Actualitatea temei ▪ Metode/tehnici adecvate ▪ Analiza datelor ▪ Originalitatea prezentării ▪ Corectitudinea utilizării termenilor ▪ Relevanța concluziilor 	<p>Conform graficului stabilit</p>

VI. SUGESTII METODOLOGICE DE PREDARE-ÎNVĂȚARE-EVALUARE

La orele de curs metodă de bază este prelegerea-dezbatere. În corespundere cu sarcinile și conținutul temei lecției se vor aplica și: metoda conversației euristice, metoda demonstrației didactice cu mijloace multimedia/resurse TIC, algoritimizarea și problematizarea în rezolvarea unor situații-problemă etc. Conținutul subiectelor dezbătute la seminar vor fi pe baza studierii prealabile de către studenți a materialului predat la curs și a materialului studiat individual.

Evaluarea rezultatelor academice se va realiza în conformitate cu cerințele existente, privind tipurile de evaluare (curentă, finală), formele și modalitățile de evaluare (în scris, oral, mixtă). La începutul cursului se realizează o autoevaluare pe materialul precedent pentru determinarea nivelului de pregătire al studenților. Pe parcursul semestrului se realizează 2 – 3 testări pe materialul parcurs la disciplină. Evaluarea finală se realizează în cadrul examenului prin testare cu itemi de diferit nivel cognitiv, distribuiți conform matricei de specificație.

Nota finală a studentului se constituie din nota semestrială (60%) cu care studentul este admis la examen și nota de la examen (40%). Nota semestrială se constituie din media aritmetică a reușitei academice per semestru, media a două atestări și lucrul individual. Nota finală se indică cu sutimi și se reflectă prin calificativul ECTS.

BIBLIOGRAFIE RECOMANDATĂ

1. Ghiorghita G., Organismele modificate genetic si implicatiile lor. Edit. "Pim", Iasi, 2015, 144 p.
2. Popescu A. Ingineria genetică. Editura Universității din Pitești, 2015, p.181-196.
3. Popescu A. Dicționar de genetică moleculară și inginerie genetică. AcademicPres, 2012, 374 p.
4. Mihai Leșanu, Angela Lozan. Biotehnologii clasice și moderne. Chisinau 2010. 166 pp.
5. Duca M., Lozan A., Port A. Glijin A. Lupascu V. Aspecte metodologice în testarea plantelor modificate genetic. Chișinău 2008, 168 p.

6. Port A. Duca M., Lozan A., Tehnici și cerințe privind Securitatea Biologică. Chișinău, 2008,144p.
7. Duca M., Port A. Teleuță A.Plante Modificate Genetic. Beneficii si riscuri. Chișinău, 2003,96 p.
8. Bollon A. Recombinant DNA Products: Insulin, Interferon and Growth Hormone. CRC Pr I Llc, 2017, 202 p.
9. Brown T. Gene cloning and DNA analysis: an introduction [7th Edition]. Wiley Blackwell, 2016, 353 p
10. Kormann M. Modern Tools for Genetic Engineering, InTech, 2016, 220 p.
11. Rajagopal K. Recombinant DNA technology and genetic engineering. Tata McGraw Hill Education Private Limited, 2012, 342 p.
12. Bernard R. Glick, Jack J. Pasternak, Cheryl L. Molecular biotechnology : principles and applications of recombinant DNA, 4th Edition, 2010
13. Resurse informaționale on-line (baze de date)
<http://www.isaaa.org/>
<https://www.oecd.org/>
<http://bch.biodiv.org;> <http://bch.cbd.int/>
<https://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/ENGL/ENGL.html>
<http://www.biosafety.md/>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh?>
<http://www.informatics.jax.org/>
<https://www.cabi.org/agbiotechnet/transgenic-animals/>