

**UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA
FACULTATEA CHIMIE ȘI TEHNOLOGIE CHIMICĂ
DEPARTAMENTUL CHIMIE**

**CURRICULUM
la unitatea de curs**

Chimie organică II

**Ciclul I, Licență, anul I
Specialitatea - 0500.2 Chimie biofarmaceutică**

AUTOR:

 dr. hab., prof. univ.
Veaceslav Kulcițchi

APROBAT

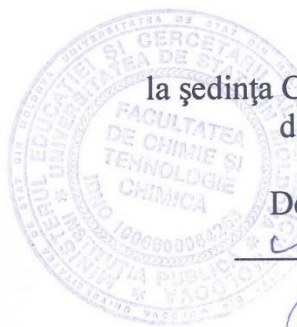
la ședința Departamentului
din „29” august 2024
proces verbal nr. 1

Șef Departament, dr., conf. univ.
 I. Bulimestru

APROBAT

la ședința Consiliului Facultății
din „29” august 2024
proces verbal nr. 1

Decan, dr., prof. univ.
 V. Gladchi



PRELIMINARII

Prezentarea generală a unității de curs – „Chimia organică II” (Derivați organici funcționali) este o disciplină fundamentală și reprezintă o continuare a cursului „Chimie organică I”. Cunoștințele care se acumulează în cadrul acestei discipline se utilizează pentru formarea bazelor teoretice și practice ale chimiei organice și familiarizează studenții cu clasele de derivați halogenați, alcooli, fenoli, derivați cu azot, compuși carbonilici și carboxilici care posedă proprietăți aplicative relevante.

În cadrul orelor teoretice la cursul „Chimie organică II” studenții vor face cunoștință cu unele metode de sinteză, proprietăți chimice, mecanisme specifice de reacții ale celor mai importanți derivați organici funcționali, legătura genetică dintre clasele de compuși organici, utilizarea acestora în domeniul biofarmaceutic, cosmetic și alimentar, precum și aplicarea cunoștințelor acumulate în cadrul studiului corelației dintre compoziție-structură-proprietăți.

Conținutul teoretic al acestui curs va fi consolidat și utilizat la orele de laborator, iar misiunea acestui curs este de a stabili baza teoretică pentru asimilarea eficientă a disciplinelor cu caracter aplicativ (chimia bioanorganică, chimia compușilor naturali, sinteza organică a compușilor farmaceutici, farmacognozie, biochimie medicală, cataliză și catalizatori, analiza chimică a produselor biofarmaceutice, aspecte aplicative ale analizei organice în chimia biofarmaceutică).

Locul și rolul unității de curs în formarea rezultatelor învățării ale programului – Cunoștințele și aptitudinile formate de acest curs sunt necesare la studiul compușilor organici cu diferite proprietăți funcționale, inclusiv cu activitate biologică și relevanță farmacologică, reprezentând o parte esențială și indispensabilă în formarea profesională a specialistului chimist, absolvent al Facultății de Chimie și Tehnologie Chimică.

Limba de predare – limba română.

Beneficiari - Cursul *Chimia organică II* face parte din cursurile fundamentale și este destinat studenților anului I, ciclul I, Facultatea de Chimie și Tehnologie chimică, specialitatea Chimie Biofarmaceutică, secția zi și frecvență redusă.

I. ADMINISTRAREA DISCIPLINEI

Forma de învățământ	Codul disciplinei	Denumirea unității de curs	Responsabil de disciplină	Semestrul	Ore total:				Evaluarea	Nr. de credite	
					Total	inclusiv					
						C	S	L			LI
cu frecvență la zi	F02O010	Chimie organică II	Veaceslav KULCIȚKI	II	180	30	-	45	105	ex	6
cu frecvență redusă	F02O009			II	180	14	-	16	150	ex	6

II. TEMATICA ȘI REPARTIZAREA ORIENTATIVĂ A ORELOR

Nr d/o	Unități de conținut	Ore					
		Curs		Laborator		Lucrul individual	
		zi	f/r	zi	f/r	zi	f/r
1.	Derivații organici funcționali. Halogenuri, alcooli, fenoli și eteri.	10	4	15	5	20	30
2.	Compuși organici cu azot.	4	2	6	2	19	30
3.	Compuși carbonilici - aldehide și cetone.	6	3	9	3	19	20
4.	Acizi carboxilici saturați, nesaturați și aromatici.	4	2	6	2	14	20
5.	Hidroxi-, oxo- și aminoacizi carboxilici.	3	1	4	2	19	30
6.	Derivații acizilor carboxilici	3	2	5	2	14	20
Total		30	14	45	16	105	150

III. COMPETENȚE GENERALE, PROFESIONALE ȘI REZULTATELE ÎNVĂȚĂRII

COMPETENȚE GENERALE (CG)	REZULTATELE ÎNVĂȚĂRII (RI) Absolventul/ candidatul la atribuirea calificării poate:
CG 1. Interpretarea compoziției, structurii, proprietăților compușilor chimici și a proceselor fizico-chimice cu participarea acestora.	RI.1 investiga date teoretice/experimentale referitoare la compoziția, structura, proprietățile compușilor chimici și a proceselor fizico-chimice cu participarea acestora;
CG 2. Evaluarea rezultatelor experimentale prin analiză statistică și control.	RI.3 interpreta compoziția, structura, proprietățile compușilor chimici și procesele fizico-chimice cu participarea acestora prin prisma teoriilor și legităților chimiei moderne;
CG 3. Monitorizarea proceselor fizico-chimice.	RI.4 aplica instrumente științific argumentate în analiza și evaluarea datelor obținute experimental;
COMPETENȚE PROFESIONALE (CP)	RI.6 verifica/corela corespunderea rezultatelor experimentale obținute cu legitățile fundamentale, cu natura și caracteristicile substanțelor/produselor chimice preconizate;
CP 1. Analiza proceselor de sinteză, analiză și caracterizare a compușilor biologic activi și a precursorilor lor.	RI.13 interpreta procesele cu implicarea substanțelor cu activitate biologică/farmacologică prestabilită modelând scheme și mecanisme tipologice de reacție;
CP 2. Coordonarea proceselor cu implicarea substanțelor biologice active.	RI.15 elaborează rapoarte și note informative privind sinteza și caracterizarea substanțelor cu activitate biologică/farmacologică prestabilită;
CP 3. Evaluarea cantitativă și calitativă a proceselor cu implicarea substanțelor cu activitate biologică prestabilită.	RI.22 corela proprietățile agenților biofarmaceutici cu caracteristicile lor compoziționale și structurale.
CP 4. Utilizarea modelelor de bază din domeniul chimiei biofarmaceutice în designul agenților biofarmaceutici.	

IV. UNITĂȚI DE ÎNVĂȚARE

Tema 1. Derivații organici funcționali. Halogenuri, alcooli, fenoli și eteri. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: RI.1, RI.3, RI.4, RI.6, RI.13, RI.15, RI.22		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități (Aptitudini)</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: derivați funcționali, grupe funcționale. Unități de conținut: – Grupele funcționale și reactivitatea compușilor organici. – Clasificarea, izomeria, proprietățile și utilizarea derivaților halogenați. – Reacții de substituție nucleofilă și eliminare. Mecanisme SN1, SN2, E1, E2. – Clasificarea, izomeria, proprietățile și utilizarea alcoolilor monohidroxilici și polihidroxilici. – Enolii și fenolii. Eterii alifatici și aromatici. Eterii ciclici. – Combinații biologice active din clasa derivaților halogenați, alcoolilor și fenolilor.	Studentul: – descrie structura și proprietățile specifice ale derivaților compușilor alifatici și aromatici; – aplică cunoștințele acumulate; – identifică clasele de compuși mono- și polifuncționali; – evidențiază reactivitatea în funcție de structură; – explică mecanismele de substituție și eliminare în șirul alifatic; – estimează activitatea biologică a unor compuși funcționali;	Absolventul în mod autonom interpretează compoziția, structura și proprietățile compușilor chimici și procesele fizico-chimice cu participarea acestora prin prisma teoriilor și legiților chimiei moderne, aplică instrumente științifice argumentate în analiza și evaluarea datelor obținute experimental, interpretează procesele cu implicarea substanțelor cu activitate biologică prestabilită modelând scheme și mecanisme tipologice de reacție.
Tema 2. Compuși organici cu azot. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: RI.1, RI.3, RI.4, RI.6, RI.13, RI.15, RI.22		
<i>Cunoștințe/ unități de conținut</i>	<i>Abilități</i>	<i>Responsabilitate și autonomie</i>
Termeni cheie: amine, nitrocompuși. Unități de conținut: – Sinteza și proprietățile nitrocompușilor alifatici. – Sinteza și proprietățile aminelor alifactice. – Sinteza și proprietățile aminelor aromatice. Bazicitatea aminelor aromatice și alifactice. – Diazocompușii alifatici. Compuși organici cu azot de interes biofarmaceutic.	Studentul: – descrie structura nitro- și amino derivaților; – explică diferența dintre clase și proprietăți; – reproduce metode de sinteză; – evidențiază reactivitatea în funcție de clasă și natura grupei funcționale; – estimează utilizarea unor reprezentanți în farmacologie.	Absolventul în mod autonom interpretează compoziția, structura și proprietățile compușilor chimici și procesele fizico-chimice cu participarea acestora prin prisma teoriilor și legiților chimiei moderne, aplică instrumente științifice argumentate în analiza și evaluarea datelor obținute experimental, interpretează procesele cu implicarea substanțelor cu activitate biologică prestabilită modelând scheme și mecanisme tipologice de reacție.
Tema 3. Compuși carbonilici - aldehide și cetone Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: RI.1, RI.3, RI.4, RI.6, RI.13, RI.15, RI.22		
Termeni cheie: compuși carbonilici. Unități de conținut:	Studentul: – descrie structura compușilor	Absolventul în mod autonom interpretează

– Structura și nomenclatura compușilor monocarbonilici. – Metodele de obținere a aldehydelor și cetonelor. – Proprietățile aldehydelor și cetonelor. Proprietăți fizice și adiția nucleofilă la grupa carbonil. – Enolizarea aldehydelor și cetonelor. Reacția aldol. Compuși 1,3-dicarbonilici. – Compuși carbonilici α,β-nesaturați. Adiția Michael. – Chinone și coloranți chinonici. – Analiza spectrală a aldehydelor și cetonelor.	carbonilici; – explică diferența dintre aldehyde și cetone, izomeria și nomenclatura lor; – reproduce metode de sinteză – evidențiază reactivitatea în funcție de clasă; – estimează utilizarea unor reprezentanți în farmacologie.	compoziția, structura și proprietățile compușilor chimici și procesele fizico-chimice cu participarea acestora prin prisma teoriilor și legităților chimiei moderne, aplică instrumente științifice argumentate în analiza și evaluarea datelor obținute experimental, interpretează procesele cu implicarea substanțelor cu activitate biologică prestabilită modelând scheme și mecanisme tipologice de reacție.
Tema 4. Acizi carboxilici saturați, nesaturați și aromatici. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: RI.1, RI.3, RI.4, RI.6, RI.13, RI.15, RI.22		
Termeni cheie: acizi carboxilici. Unități de conținut: – Nomenclatura acizilor carboxilici. Metodele de sinteză. – Structura grupei carboxil. Aciditatea O-H a acizilor carboxilici și influența altor grupe funcționale asupra acidității. – Reactivitatea grupei carboxil. – Acizii dicarboxilici. Obținerea și proprietăți. – Acizi carboxilici nesaturați. Obținerea și proprietăți. – Analiza spectrală a acizilor carboxilici.	Studentul: – structura grupei carboxilice; – definește izomeria și modul denumirii acizilor carboxilici saturați, nesaturați și aromatici; – explică metodele de preparare și proprietățile chimice; – enumeră căile de utilizare a acizilor carboxilici în dependență de structura lor; – aplică metodele de sinteză a acizilor mono- și dicarboxilici pe baza esterului malonic.	Absolventul în mod autonom interpretează compoziția, structura și proprietățile compușilor chimici și procesele fizico-chimice cu participarea acestora prin prisma teoriilor și legităților chimiei moderne, aplică instrumente științifice argumentate în analiza și evaluarea datelor obținute experimental, interpretează procesele cu implicarea substanțelor cu activitate biologică prestabilită modelând scheme și mecanisme tipologice de reacție.
Tema 5. Hidroxi-, oxo- și aminoacizi carboxilici. Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: RI.1, RI.3, RI.4, RI.6, RI.13, RI.15, RI.22		
Termeni cheie: Hidroxiacizi, oxoacizi, aminoacizi esențiali. Unități de conținut: – Hidroxiacizi carboxilici. Nomenclatura, metodele de sinteză și proprietăți. – Oxoacizi carboxilici. Nomenclatura, metodele de sinteză și proprietăți. – Aminoacizi. Nomenclatura, metodele de sinteză și proprietăți.	Studentul: – descrie structura, obținerea și proprietățile chimice ale acizilor carboxilici funcționalizați cu grupe funcționale oxigenate și azot; – descrie rolul aminoacizilor în procesele biologice și aspectul lor biofarmaceutic.	Absolventul în mod autonom interpretează compoziția, structura și proprietățile compușilor chimici și procesele fizico-chimice cu participarea acestora prin prisma teoriilor și legităților chimiei moderne, aplică instrumente științifice argumentate în analiza și evaluarea datelor obținute experimental, interpretează procesele cu implicarea substanțelor cu activitate

		biologică prestabilită modelând scheme și mecanisme tipologice de reacție.
Tema 6. Derivații acizilor carboxilici Rezultatele învățării preconizate a fi atinse: RI.1, RI.3, RI.4, RI.6, RI.13, RI.15, RI.22		
Termeni cheie: derivați carboxilici. Unități de conținut: – Nomenclatura și structura derivaților acizilor carboxilici. – Halogenurile de acil și anhidridele. Obținere și proprietăți. – Esteri și sursele lor principale. Hidroliza și amonoliza esterilor. Grăsimi și ceruri. – Amide și prepararea lor. Proprietățile amidelor, hidroliza și degradarea Hofmann. – Nitrili și prepararea lor. Adiția nucleofilă la grupa nitril.	Studentul: – descrie formulele de structură și numește derivații acizilor carboxilici; – prezintă mecanismul reacției de esterificare; – aplică metodele de formare a legăturilor C-C; – estimează rolul grăsimilor.	Absolventul în mod autonom interpretează compoziția, structura și proprietățile compușilor chimici și procesele fizico-chimice cu participarea acestora prin prisma teoriilor și legităților chimiei moderne, aplică instrumente științifice argumentate în analiza și evaluarea datelor obținute experimental, interpretează procesele cu implicarea substanțelor cu activitate biologică prestabilită modelând scheme și mecanisme tipologice de reacție.

V. LUCRUL INDIVIDUAL

Nr.	Produsul preconizat	Strategii de realizare	Criterii de evaluare	Termen de realizare
1.	Lucrări de control realizate în scris la subiectul reactivității derivaților organici funcționali. Timp rezervat pentru unitățile de conținut/FR: Temele 1-6 – 105 /150 ore	Rezolvarea problemelor care includ transformări reciproce ale grupelor funcționale. Sunt propuse probleme de dificultate medie (80%) și avansată (20%).	Corectitudinea prezentării soluțiilor problemelor.	Tema 1 – februarie; Temele 2, 3, 4 – aprilie; Temele 5, 6 - mai
2.	Rapoarte în scris în scopul asimilării materialului teoretic aferent lucrărilor practice realizate. Timp rezervat – 25 /25 ore	Raportul include introducere teoretică, prezentare a procedurii sintetice, a rezultatelor obținute și concluzii finale.	Randamentul și puritatea produsului de sinteză obținut, acuratețea și corectitudinea raportului, relevanța concluziilor.	După fiecare lucrare practică

VI. SUGESTII METODICE

Formele de organizare a instruirii la disciplina **Chimie Organică II** sunt:

- Prelegerile, în cadrul cărora se expune conținutul disciplinei, folosind ca metode de instruire -metodele clasice, tradițional asigurându-se toate etapele de predare - învățare - evaluare, recapitularea cunoștințelor anterioare, comunicarea materialului nou necunoscut și consolidarea lui, utilizând astfel de metode ca explicația, povestirea, conversația, algoritimizarea, instruirea programată, problematizarea.
- Lucrările de laborator, în cadrul cărora se realizează studiul bibliografiei și alegerea celei mai eficiente metode de sinteză a compusului organic concret, proiectarea modului de

desfășurare a experimentelor de laborator, modului de lucru, dirijarea procesului, descrierea tehnicilor folosite, colectarea și interpretarea rezultatelor obținute.

Strategii de evaluare a rezultatelor academice.

- Scopul evaluării este de a verifica anumite cunoștințe, competențe și de a motiva studentul să învețe, iar în ansamblu – de a perfecționa procesul educațional. În cadrul orelor de evaluare a cunoștințelor studenților la cursul dat sunt aplicate diverse strategii pe cele trei nivele (cunoaștere, aplicare, integrare) cu respectarea raportului dintre ele. Pentru verificarea cunoștințelor sunt utilizate teste de evaluare curentă, periodică. Pentru acest curs evaluarea este în scris.
- Evaluarea cunoștințelor la disciplina **Chimie Organică II** cuprinde: evaluarea curentă pe parcursul semestrului (60% din ponderea notei finale) și examinarea finală (40% din ponderea notei finale).
- Evaluarea curentă pe parcursul semestrului constă în: testarea curentă pe parcursul semestrului în cadrul lucrărilor practice (30 % din ponderea notei finale); două testări prin lucrări de control care includ probleme de **dificultate medie** (20 % din ponderea notei finale); testări formative individuale – rezolvarea problemelor de **dificultate medie și avansată**, referat tematic (10 % din ponderea notei finale).
- Examinarea finală se realizează în scris cu utilizarea biletelor de examinare aprobate la nivelul departamentului. Subiectele incluse sunt de **dificultate medie** și reprezintă nivelul de cunoaștere, aplicare și integrare.

BIBLIOGRAFIE RECOMANDATĂ

1. Nenițescu C., Chimie organică. Vol. 1. Bucuresti, **2015**, 938 p. ISBN 978-973-0-19403-6 ISBN 978-973-0-19404-3.
2. Barbă N, Dragalina G, Vlad P. Chimie organică. Chișinău, Știința, **1997**, 722 p. ISBN 9975-67-005-9.
3. Organic chemistry. Francis A. Carey. 4th ed., MCGRAW-HILL COMPANY, **2000**. ISBN 0-07-290501-8.
4. Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Высшая школа, **1990**, 751 p. ISBN 5-06-001471-1
5. Cheptănar C. Chimie organică. Chișinău, edit. USMF „Nicolae Testemițanu”, **2019**, 448 p. ISBN 978-9975-56-708-4.
6. Кептэнару К. Органическая химия. Chișinău, edit. USMF „Nicolae Testemițanu”, **2021**, 520 p. ISBN 978-9975-56-914-9.
7. Gețiu I. Chimie organică. Chișinău, edit. „Tehnica-Info”, **1999**.
8. Barbă N. Lucrări practice la chimia organică (Partea II). Chișinău, edit USM, **1997**, 170 p.
9. Corja I., Barbă N. Compuși organici ai azotului. (Partea III). Chișinău, edit USM, **1997**, 59 p.
10. Guțu Iacob. Nomenclatura compușilor organici. Chișinău, Editura Prim, **2008**, 153 p.
11. Kütt, A., Selberg, S., Kaljurand, I., Tshepelevitsh, S., Heering, A., Darnell, A., ... & Leito, I. pKa values in organic chemistry—Making maximum use of the available data. Tetrahedron Letters, **2018**, 59(42), 3738-3748. <https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2018.08.054>.
12. Lin, R., Amrute, A. P., & Perez-Ramirez, J. Halogen-mediated conversion of hydrocarbons to commodities. Chemical reviews, **2017**, 117(5), 4182-4247. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00551>.
13. Legnani, L., Bhawal, B. N., & Morandi, B. Recent developments in the direct synthesis of unprotected primary amines. Synthesis, **2017**, 49(04), 776-789. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1588371>.
14. Froidevaux, V., Negrell, C., Caillol, S., Pascual, J. P., & Boutevin, B. Biobased amines: from synthesis to polymers; present and future. Chemical Reviews, **2016**, 116(22), 14181-14224. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00486>.

15. Maxson, T., Tietz, J. I., Hudson, G. A., Guo, X. R., Tai, H. C., & Mitchell, D. A. Targeting reactive carbonyls for identifying natural products and their biosynthetic origins. *Journal of the American Chemical Society*, **2016**, 138(46), 15157-15166. <https://doi.org/10.1021/jacs.6b06848>.
16. Delidovich, I., & Palkovits, R. Catalytic versus stoichiometric reagents as a key concept for Green Chemistry. *Green Chemistry*, **2016**, 18(3), 590-593. <https://doi.org/10.1039/C5GC90070K>.
17. Mo, F., Qiu, D., Zhang, L., & Wang, J. Recent Development of Aryl Diazonium Chemistry for the Derivatization of Aromatic Compounds. *Chem. Rev.* **2021**, 121, 10, 5741–5829. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.0c01030>.
18. Sissengaliyeva, G., Dénès, F., Girbu, V., Kulcitki, V., Hofstetter, E., & Renaud, P. Radical Mediated Hydroperfluoroalkylation of Unactivated Alkenes. *Advanced synthesis & catalysis*, **2023**, 365(15), 2568-2576. <https://doi.org/10.1002/adsc.202300299>