

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Department of plants physiology, biochemistry and bioenergetic

«**APPROVED**»

Faculty of Plant protection, Biotechnology and Ecology
«21» May 2025

CURRICULUM OF ACADEMIC DISCIPLINE **BIOCHEMISTRY**

Area of knowledge 16 “Chemical and Bioengineering”

Specialty 162 «Biotechnology and bioengineering»

Academic program «Biotechnology and bioengineering»

Faculty of Plant protection, Biotechnology and Ecology

Developed by: Head of department, Dr of Sci., Prof. Prylutska S.V., ass. Prof. Tkachenko T.A.

Description of discipline «BIOCHEMISTRY»

The discipline "Biochemistry" studies the chemical composition of the living organisms and environment, as well as the relationships between them. Comprehensive knowledge of the structure, physical, chemical and biological properties of chemical and organic compounds, which are a component of the environment and all living things, their rational complementarity, are essential and necessary for the further application of the knowledge and skills of biotechnologists in their professional activities. In the living nature, there is a constant balance between diversity and stability due to the presence of numerous regulatory mechanisms and communications, which are based on complex biochemical transformations. Therefore, the study of biochemical foundations lays the foundation for understanding the deep processes of interaction between different living organisms, both among themselves and in ecosystems.

The academic discipline Biochemistry consists in familiarizing students with the structure, properties of chemical elements and their compounds, the main classes of bioorganic compounds, their classification, functions and properties, biochemical mechanisms of adaptation of living organisms and the transformation of exo- and endogenous compounds. Theoretical aspects of the discipline are reinforced by students in laboratory classes in order to acquire and consolidate practical skills when working in a chemical, biochemical, biotechnological laboratory, which will allow them to plan scientific research and analyse the obtained experimental data in the future.

Area of knowledge, specialty, academic programme, academic degree		
Academic degree	«Bachelor»	
Specialty	162 «Biotechnology and bioengineering»	
Academic program	«Biotechnology and bioengineering»	
Characteristics of discipline		
Type	Normative	
Total number of hours	180	
Number of ECTS credits	4	
Number of modules	2	
Coursework	50 hours	
Form of assessment	Exam	
Indicators of the discipline for full-time and part-time forms of university study		
	Full-time	Part-time
Year of study	2	2
Term	4	4
Lectures	45 h	4 h
Practical, seminars	-	-
Labs	60 h	6 h
Self-study	75 h	170 h
Number of hours per week for full-time students	7h	

1. The aim, competences and expected learning outcomes of the discipline

The aim of discipline "Biochemistry" is studying the chemical composition of the living organisms and environment, as well as the relationships between them. Comprehensive knowledge of the structure, physical, chemical and biological properties of chemical and organic compounds, which are a component of the environment and all living things, their rational complementarity, are essential and necessary for the further application of the knowledge and skills of biotechnologists in their professional activities. In the living nature, there is a constant balance between diversity and stability due to the presence of numerous regulatory mechanisms and communications, which are based on complex biochemical transformations. Therefore, the study of biochemical foundations lays the foundation for understanding the deep processes of interaction between different living organisms, both among themselves and in ecosystems.

Competencies of the academic discipline:

Competence acquired (IC):

The ability to solve complex specialized tasks and practical problems characterized by complexity and uncertainty in biotechnology and bioengineering, or in a learning process involving the application of theories and methods of biotechnology and bioengineering.

General competence (GC):

K01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

K02. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування)

K03. Здатність спілкуватися іноземною мовою

K05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

K09. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

Special (professional, subject) competences (SC):

K12. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми

K14. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти)

K15. Здатність здійснювати експериментальні дослідження з вдосконалення біологічних агентів, у тому числі викликати зміни у структурі спадкового апарату та функціональній активності біологічних агентів

Додаткові (фахові, предметні) компетентності)

K27. Здатність до використання серологічних та імунологічних тестів, картування геному, методів імунодіагностики, планування і організація

діагностики та ідентифікації патологій плодоовочевих культур, технологічних процесів регенерації рослинних клітин, керування ними згідно сучасних методів контролю технологічних операцій та готової продукції; проектування виробництва згідно вимог захисту навколишнього середовища.

Program learning outcomes (PR):

ПР02. Вміти здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного, органічного та біологічного походження, використовуючи відповідні методи.

ПР06. Вміти визначати та аналізувати основні фізико-хімічні властивості органічних сполук, що входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди).

ПР11. Вміти здійснювати базові генетичні та цитологічні дослідження з вдосконалення і підвищення біосинтетичної здатності біологічних агентів з урахуванням принципів біобезпеки, біозахисту та біоетики (індукований мутагенез з використанням фізичних і хімічних мутагенних факторів, відбір та накопичення ауксотрофних мутантів, перенесення генетичної інформації тощо).

ПР12. Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агента тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення.

ПР22. Вміти враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень. Вміти використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ПР25. Вміти використовувати методи мікроскопічних досліджень, технологій моноклональних антитіл, антигенів, імунодіагностики, ідентифікації антигенів у тканинах рослин, ізоферментів та запасних білків, ДНК-маркерів, основних принципів ПЛР, ДНК-зондів, молекулярно-генетичних маркерів.

2. Program and Structure of the discipline Biochemistry

Modules and topics	Number , hours												
	full-time							part-time					
	numb er	tot al	including					total	including				
			1	pr	lab	ind	indep		1	pr	lab	ind	indep
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Module I. Molecular and chemical composition of living organisms.													
Theme 1. Introduction to the Biochemistry.	1	7	2		2		3	8					8
Theme 2. Modern biochemical methods.	2-3	10	4		2		4	10	1				9
Theme 3. The molecular and chemical composition of living organisms.	4	10	2		4		4	10	1				9
Theme 4. Buffer systems.	5	10	2		4		4	10			1		9
Theme 5. The role of water in the life of living organisms.	5	10	2		4		4	9					9
Theme 6. The molecular and supramolecular organization of cells.	6	8	2		2		4	9					9
Theme 7. Xenobiotics, bioactivity and biotransformation	7	10	4		2		4	9					9
Number for thematic module 1	65		18		20		27	65	2		1		62
Module II. Bioorganic compounds - structure and properties													
Theme 1. Protein	7	10	2		4		4	10	1				9
Theme 2. Amino acids	8	10	2		4		4	10			1		9
Theme 3. Physico-chemical properties of proteins and amino acids	9	10	2		4		4	10			1		9
Theme 4. The	9	8	2		2		4	9					9

levels of structural organization of protein.													
Theme 5. Plant proteins. Nitrogen cycle	10	8	2		2		4	9					9
Theme 6. Carbohydrates.	11	10	2		4		4	11	1		1		9
Theme 7. Nucleic acids.	11	10	2		4		4	10			1		9
Theme 8. Structure and properties of DNA.	12	10	2		4		4	9					9
Theme 9. Structure and properties of RNA.	13	10	2		4		4	9					9
Theme 10. Lipids.	13	10	2		4		4	10			1		9
Theme 11. Biologically active substances of plants	14-15	8	4		2		4	9					9
Theme 12. Antioxidant system of living organisms	15	9	3		2		4	9					9
Number for thematic module 2	115		27		40		48	115	2		5		108
Total number	180		45		60		75	180	4		6		170

3. Topics of Lectures

№	Topic	Number, hours
1	Introduction to the Biochemistry	2
2	Modern biochemical methods	4
3	The molecular and chemical composition of living organisms	2
4	Buffer systems	2
5	The role of water in the life of living organisms	2
6	The molecular and supramolecular organization of cells	2
7	Xenobiotics, bioactivity and biotransformation	4
8	Protein	2
9	Amino acids	2
10	Physical and chemical properties of proteins and amino acids	2
11	The levels of structural organization of protein	2

12	Plant proteins. Nitrogen cycle	2
13	Carbohydrates	2
14	Nucleic acids	2
15	Structure and properties of DNA	2
16	Structure and properties of RNA	2
17	Lipids	2
18	Biologically active substances of plants	4
19	Antioxidant system of living organisms	3
	Total	45

4. Topics of Labs

№	Topic	Number, hours
1	Safety techniques in a biochemical laboratory. Provision of first aid in case of accidents.	2
2	Familiarization with the operation of laboratory devices and equipment (potentiometer, magnetic stirrer, centrifuge, photoelectrocolorimeter, spectrophotometer)	2
3	Preparation of solutions of a given concentration (molar, percentage, etc.)	4
4	Preparation of buffer solutions: acid (acetate buffer system ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$); hydrophosphate ($\text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{KH}_2\text{PO}_4$); bicarbonate ($\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$); hemoglobin ($\text{HHb} + \text{KHb}$); oxyhemoglobin ($\text{HHbO}_2 + \text{KHbO}_2$), basic (ammonia buffer: $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$), phosphate buffer system, hydrogen carbonate buffer system ($\text{H}_2\text{CO}_3, \text{NaHCO}_3$).	4
5	Determination of pH in buffer solutions, water, soil, biological fluids.	2
6	Study of osmotic phenomena in living cells	2
7	Preparation and research of the properties of colloidal solutions.	2
8	Qualitative determination of mineral substances. Ashing methods. Microchemical analysis of ash.	4
9	Qualitative reactions of non-protein nitrogenous compounds.	2
10	Qualitative reactions of nitrates in plant material.	2
11	Color (qualitative) reactions of proteins and amino acids.	4
12	Protein precipitation reactions. Physicochemical properties of proteins.	4
13	Isolation of proteins from plant material.	2
14	Determination of the isoelectric point (IP) of proteins.	2
15	Qualitative reactions of monosaccharides.	2
16	Qualitative reactions of polysaccharides. Hydrolysis of	2

	starch and fiber.	
17	Research of the quantitative content of glucose in plant material	2
18	Isolation of nucleoproteins from yeast.	2
19	Qualitative reactions to the components of nucleoproteins (proteins, monosaccharides (ribose and deoxyribose), purine bases, phosphoric acid).	4
20	Lipid solubility and emulsion formation.	2
21	Determination of chemical parameters of fats.	2
22	Determination of the amount of biologically active substances (anthocyanins) in plant material	2
23	Determination of the activity of antioxidant enzymes in plant leaves	4
	Total	60

5. Topics of self-study

№	Topic	Number, hours
1	The history of the development of biochemistry. The contribution of outstanding domestic and foreign scientists to the development of biochemistry as a science.	5
2	Scientific discoveries in the field of Biochemistry. Nobel laureates.	5
3	Methods of isolation and purification, separation of proteins - salting out, electrophoresis, chromatography, Western blot analysis, PCR, etc.	5
4	Technologies for the selection and storage of biological materials (cell suspensions, tissues, blood, etc.).	5
5	Source of vegetable proteins. Characteristics of plant proteins and their importance. Amino acid composition of plant proteins.	5
6	The role of amino acids in the protection of agricultural crops from stress.	5
7	Biologically active substances of plant origin. Their role in the processes of photosynthesis and respiration.	5
8	Phytohormones and their regulatory role.	5
9	Accumulation of nutrients in plant cells and tissues.	5
10	Ways of entry of substances into the cell and mechanisms of removal from the cell.	5
11	Selective accumulation of chemical and radioactive elements by plant organs and tissues. Consequences.	5
12	Structural, biochemical and physiological features/differences of plant and animal cells.	5
13	Plant antibiotics - classification, mechanism of action and	5

	role.	
14	Molecular biological and biochemical mechanisms of action of chemical carcinogens. Stages, metabolic transformations, cell penetration, etc.	5
15	Plant tumors and their causes. Methods of preventing the development of the tumor process and fighting it.	5
	Total	75

6. Topics of Coursework

№	Topic	Number, hours
1	Cellular bioenergetics	2
2	Bioluminescence and bioluminescent analysis in biochemistry	2
3	Biochemical foundations of immunity	2
4	Biochemistry of the origin of life on Earth	2
5	Biochemistry of rational nutrition	2
6	Study of the accumulation and localization of heavy metals in the soil-plant system	2
7	Use of enzymes as analytical reagents	2
8	Influence of environmental factors on metabolic processes in the body	2
9	Coenzymes, their biological role	2
10	Microelements in wildlife	2
11	Nanopesticides, their influence on metabolic processes	2
12	Redox enzymes, their biological role	2
13	Peculiarities of plant metabolism depending on the conditions of mineral nutrition	2
14	Pigments in plant organisms, ways of their synthesis.	
15	Approaches to the study of the primary structure of proteins and polypeptides. Electrophoresis and chromatography of proteins	2
16	Enzymes in food technology	2
17	Physiological and biochemical adaptations of plants under different water supply regimes	2
18	Functional biochemistry of the endoplasmic reticulum	2
19	Functional biochemistry of mitochondria	2
20	Biochemical role of chaperone proteins	2
21	Comparative morphology and biochemistry of apoptosis and necrosis	2
22	Molecular mechanisms of cell death	2
23	Biochemical aspects of carcinogenesis	2
24	Artificial membranes: principles of obtaining, use as model systems for studying the functional properties of ion	

	channels, active transport systems, receptors	2
25	Repair of DNA damage. Types of repair	2
	Total	50

7. Methods of assessing expected learning outcomes:

- exam;
- module tests;
- essays;
- defense of labs;
- presentations.

8. Teaching methods:

- method of practice-oriented learning;
- method of blended learning;
- method of learning through research;
- method of educational discussions and debates;
- method of teamwork, brainstorming.

9. Results Assessment.

Assessment of knowledge of a higher education applicant is carried out on a 100-point scale and is translated into a national assessment in accordance with the current "Regulations on exams and credits at NULES of Ukraine"

9.1. Distribution of points

Type of learning activity	Learning	Assessment
Module 1. Molecular and chemical composition of living organisms		
Module test 1.		100
Total for module 1		100
Module 2. Bioorganic compounds - structure and properties		
Module test 2.		100
Total for module 2		100
Study work	$(M1 + M2)/2 \cdot 0,7 \leq 70$	
Examination	30	
Total per course	$(\text{Study work} + \text{Exam}) \leq 100$	

9.2. Scale for assessing student`s knowledge

Rating of a higher education applicant, points	National system assessment (exam)
90-100	excellent
74-89	good
60-73	satisfactory
0-59	unsatisfactory

9.3. Assessment Policy

Політика дедлайнів та перескладання	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика академічної доброчесності	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Самостійні роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу та/або електронні джерела.
Політика відвідування	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету).

10. Educational and methodological support:

- electronic educational course of the educational discipline (on the eLearn educational portal of NUBiP of Ukraine - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=3693>);
- abstracts of lectures and their presentations (in electronic form);
- textbooks, training aids, workshops;
- methodical materials on the study of the academic discipline for students of higher education full-time and part-time forms of higher education.

11. Recommended sources of information

1. Lehninger Principles of Biochemistry. D.L. Nelson, M.M Cox. Publisher: W.H. Freeman (5th Edition), 2009, ISBN-10: 0-7167-7108-X. ISBN-13: 978-0-7167-7108-1. 1100 p. DOI:[10.1007/978-3-662-08289-8](https://doi.org/10.1007/978-3-662-08289-8).

https://www.researchgate.net/publication/48376766_Lehninger_Principles_of_Biochemistry

2. Fundamentals of Biochemistry A Textbook H.P. GAJERA, S.V. PATEL, B.A. GOLAKIYA. INTERNATIONAL BOOK DISTRIBUTING CO. First Edition, 2008, 557 p. ISBN: 978-81-8189-165-5

<https://labalbaha.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/04/fundamentals-of-biochemistry.pdf>

3. Biochemistry (4-th Edition). U. Satyanarayana, U. Chakrapani. ELSEVIER. 2014, 2014. 809 p. ISBN: 978-81-312-3601-7

<https://recnotes.com/wp-content/uploads/2020/11/Biochemistry-U-Satyanaryan-4th-Edition.pdf>

4. Cell biology. Thomas D. Pollard, William C. Earnshaw. Elsevier Science, 2002. 804 p.

5. Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology (7-th edition). Edited by KEITH WILSON and JOHN WALKER. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. 2010. 761 p. ISBN 978-0-521-51635-8 (hardback) – ISBN 978-0-521-73167-6 (pbk.)

<https://www.kau.edu.sa/Files/0017514/Subjects/principals%20and%20techniques%20of%20biochemistry%20and%20molecular%20biology%207th%20ed%20wilson%20walker.pdf>

6. Біологічна і біоорганічна хімія. Підручник у 2 томах/ Л.І. Остапченко, В.К. Рибальченко /– К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2015. – 918 с.

7. Біохімія. Підручник / Л.І. Остапченко, Т.Р. Андрійчук, Ю.Д. Бабенюк та ін. / За ред. Л.І. Остапченко – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. – 796 с.

8. Біохімія. Підручник / Кучеренко М.Є., Бабенюк Ю.Д., Васильєв О.М., Виноградова Р.П., Войціцький В.М., Курський М.Д., Рибальченко В.К., Цудзевич Б.О. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2002. – 480 с.

9. Молекулярна біологія. Підручник / Сиволоб А.В. – К: ВПЦ «Київський університет», 2008. – 384 с.

10. Кучеренко М.Є., Бабенюк Ю.Д., Войціцький В.М. Сучасні методи біохімічних досліджень. К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 424 с.

11. Thomas D. Pollard, William C. Earnshaw, Ph. D. Cell biology. – Elsevier Science (USA), 2002. – 804 p.

12. Тарасенко Л.М., Непорада К.С., Григоренко В.К. Функціональна біохімія. – Вінниця, Нова книга, 2007. – 378с.

13. Губський Ю.І. Біологічна хімія. – Київ-Вінниця:, Нова книга, 2007. – 656с.