

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Факультет біологічний**  
**Кафедра фізіології та екології рослин**

Затверджено  
На засіданні кафедри  
фізіології та екології рослин  
біологічного факультету  
Львівського національного  
університету імені Івана Франка  
протокол № 12 від 25 березня 2021 р.

Завідувач кафедри



**Силабус з навчальної дисципліни**  
**"Biochemistry and Molecular Biology of Plants",**  
що викладається в межах ОНП Біологія третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти  
для здобувачів спеціальності 091 Біологія

Львів

<b>Назва курсу</b>	<b>Biochemistry and Molecular Biology of Plants</b>
<b>Адреса викладання курсу</b>	Курс буде тимчасово викладатися on-line з використанням корпоративної платформи Microsoft Teams (MS Office365). Аспірантам, котрі ще не мають скриньки, звертатись з відповідним листом на скриньку <a href="mailto:supportOffice365@lnu.edu.ua">supportOffice365@lnu.edu.ua</a> . Матеріали курсу (лекції, завдання та питання для практичних занять та ін.) будуть публікуватися на платформі Teams.
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Біологічний факультет, кафедра фізіології та екології рослин
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	09 Біологія спеціальність 091 Біологія
<b>Викладачі курсу</b>	доцент кафедри фізіології та екології рослин, к.б.н., доцент Романок Наталія Дмитрівна
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:Nataliya.romanyuk@lnu.edu.ua">Nataliya.romanyuk@lnu.edu.ua</a>
<b>Консультації по курсу відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю). Писати на електронну пошту викладача. Також можливі консультації через e-mail або в системі MicrosoftTeams
<b>Інформація про курс</b>	Дисципліна "Biochemistry and Molecular Biology of Plants" є дисципліною вільного вибору зі спеціальності 091 – Біологія освітньої програми докторської філософії, яка викладається в III семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). Курс складається з 32 год лекційних занять, 16 год практичних занять та 42 год самостійної роботи, завершується іспитом. Програма навчальної дисципліни містить один змістовий модуль.
<b>Коротка анотація курсу</b>	Програма дисципліни передбачає всебічне вивчення структурної організації та біохімічних процесів всередині рослинних клітин та обговорення найновіших досягнень у біології рослин із врахуванням молекулярно-генетичних аспектів, зокрема механізмів, що лежать в основі реакцій рослин на біотичні та абіотичні фактори стресу, сучасні методи та фундаментальні відкриття в площині Рослини-Довкілля-Рослинництво і біотехнології. Курс складається з шести основних тем: 1) Загальні особливості та молекулярна організація рослинних клітин; 2) Сигнальні системи рослин; 3) Клітинний цикл; 4) Функціональна активність рослинних клітин; 5) Енергетичний метаболізм; 6) Вторинний метаболізм.
<b>Мета та цілі курсу</b>	Метою і завданням навчальної дисципліни "Biochemistry and Molecular Biology of Plants" є поглиблення базових знань у області біохімії та молекулярної біології рослини, формування компетенцій, необхідних для творчої теоретичної та експериментальної роботи в галузі біології рослин із розумінням особливостей будови та функціональної активності рослинного організму та врахуванням основних тенденцій у експериментальних дослідженнях у цій галузі; а також вільне володіння фаховою термінологією англійською мовою. По завершенні курсу аспірант зможе фахово пояснити та навести приклади використання:

	сучасних технологій в галузі біології рослин, буде ознайомлений із сучасними науковими публікаціями, способами вирішення наукових проблем, що сприятиме розвитку критичного мислення; допоможе у майбутній професійній діяльності, самостійному вивченні і вирішенні питань у науково-дослідній роботі та повсякденному житті.
Література для вивчення дисципліни	<p style="text-align: center;"><b>Основна література</b></p> <p>1. <i>Biochemistry &amp; Molecular Biology of Plants</i>, 2<sup>nd</sup> edition, edited by Bob. B. Buchanan, Wilhelm Gruissem, and Russell L. Jones. ASBP and Wiley Blackwell, 2018. - ISBN:9780470714218.</p> <p style="text-align: center;"><b>Додаткова література</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. R. L. Jones, H. Ougham, H. Thomas, S. Waaland, <i>The Molecular Life of Plants. Textbook</i> —N.Y.: Wiley-Blackwell 2013.</li> <li>2. <i>Plant Metabolism and Biotechnology</i>, First Ed. Ed. H. Ashihara, A. Crozier, and A. Komamine – N.Y.: Wiley &amp; Sons, Ltd. , 2011.</li> <li>3. <i>Plant Cells and their organelles</i>. 1st Ed. Ed. W. V. Dashek and G.S. Miglani – N.Y.: John Wiley &amp; Sons, Ltd., 2017.</li> <li>4. Кобилецька М. С. Біохімія рослин: навч. посіб. / М. С. Кобилецька, О. І. Терек; Львів. нац. ун-т ім. І. Франка. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2017. – 269</li> <li>5. Красільнікова Л.О., Авксентьєва О.О., Жмурко В.В., Біохімія рослин — Харків: Колорит, 2007.</li> <li>6. Филиппова Г.Г., Смолич И.И. Основы биохимии растений. Курс лекций по специальному курсу — М.: БГУ, 2004.</li> </ol> <p><b>Допоміжна:</b></p> <p>Періодичні видання</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>The Plant Cell</i> (<a href="https://academic.oup.com/plcell">https://academic.oup.com/plcell</a>)</li> <li>2. <i>Plant Physiology</i> (<a href="https://academic.oup.com/plphys">https://academic.oup.com/plphys</a>)</li> <li>3. <i>Current Opinion in Plant Biology</i> (<a href="https://qrqo.page.link/ep4Qs">https://qrqo.page.link/ep4Qs</a>)</li> <li>4. <i>Studia Biologica</i> (<a href="https://qrqo.page.link/9moCs">https://qrqo.page.link/9moCs</a>)</li> <li>5. Фізіологія рослин і генетика (<a href="https://qrqo.page.link/FsQFT">https://qrqo.page.link/FsQFT</a>)</li> <li>6. Український біохімічний журнал (<a href="http://ua.ukrbiochemjournal.org/">http://ua.ukrbiochemjournal.org/</a>)</li> <li>7. <i>Biopolymers and Cell</i> (<a href="https://www.biopolymers.org.ua/home/uk/">https://www.biopolymers.org.ua/home/uk/</a>).</li> </ol> <p><b>Інформаційні ресурси:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="http://www.wiley.com/legacy/wileychi/buchanan">http://www.wiley.com/legacy/wileychi/buchanan</a></li> <li>2. <a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a></li> <li>3. <a href="http://onlinelibrary.wiley.com">http://onlinelibrary.wiley.com</a>.</li> <li>4. <a href="https://www.plos.org/">https://www.plos.org/</a></li> <li>5. <a href="http://www.aspb.org">www.aspb.org</a></li> <li>6. <a href="http://www.plantcell.org">http://www.plantcell.org</a></li> <li>7. <a href="http://www.plantcell.org/site/teachingtools/teaching.xhtml">http://www.plantcell.org/site/teachingtools/teaching.xhtml</a></li> </ol> <p><b>Інтернет-ресурси:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Teaching Tools in Plant Biology</i> <a href="http://www.plantcell.org/content/teaching-tools-plant-biology">http://www.plantcell.org/content/teaching-tools-plant-biology</a></li> <li>2. <a href="http://www.bryoccol.mtu.edu/">http://www.bryoccol.mtu.edu/</a></li> </ol>



	<p>3. <a href="http://www.plantphysiol.org">http://www.plantphysiol.org</a></p> <p>4. <a href="http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1399-3054/issues">http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1399-3054/issues</a></p> <p>5. <a href="http://ftp://www.annualreviews.org/journal/arplant">http://ftp://www.annualreviews.org/journal/arplant</a></p> <p>6. Protein Data Bank  <a href="https://www.rcsb.org/pdb/static.do?p=general_information/about_pdb/index.html">https://www.rcsb.org/pdb/static.do?p=general_information/about_pdb/index.html</a></p>
<b>Тривалість курсу</b>	один семестр
<b>Обсяг курсу</b>	90 год., з яких 48 год. аудиторних занять, з них 32 год. лекцій, 16 год. практичних занять та 42 год. самостійної роботи
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу аспірант буде :</p> <p><b>знати:</b>  основні поняття та терміни, що стосуються біохімії та молекулярної фізіології рослин; особливості будови, властивості та значення представників основних класів органічних речовин у протіканні фізіологічних процесів рослин в звичайних та стресових умовах; основні шляхи синтезу, перетворення та розпаду вуглеводів, білків та ліпідів рослин; основні принципи взаємоперетворень вторинних метаболітів за дії екологічних чинників; можливості практичного використання речовин вторинного метаболізму рослин у медицині, фармації, сільському господарстві</p> <p><b>вміти:</b>  якісно і кількісно аналізувати експериментальні та теоретичні дані, отримані біохімічними методами і методами молекулярної біології, вільно оперуючи відповідною термінологією англійською мовою. Вміти оптимізувати дослідження систем рослинних клітин. Із використанням знань про будову та функції макромолекул вміти інтерпретувати такі біологічні явища як ріст, розвиток рослин та реакції та біотичні й абіотичні чинники.</p>
<b>Ключові слова</b>	Plant cell structure, signaling, cell cycle, cell functional activity, photosynthesis, respiration, stress responses, secondary metabolism
<b>Формат курсу</b>	Очний (денний, вечірній), заочний
	проведення лекцій, практичних робіт та консультації для кращого розуміння тем
<b>Теми</b>	Подано у формі СХЕМИ КУРСУ**
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Іспит в кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань із ботаніки, екології, генетики, біохімії, мікробіології, фізіології та біохімії рослин, англійської мови професійного спрямування.
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	<p>а) <i>словесні</i> – лекція, пояснення, бесіда, дискусія</p> <p>б) <i>наочні</i> – ілюстрування лекційного матеріалу таблицями, схемами та графіками, відеоматеріалами;</p> <p>в) <i>практичні</i> – виконання практичних робіт, що передбачає організацію навчальної роботи для отримання нових знань, перевірки певних наукових гіпотез на рівні досліджень, узагальнень та аналізу та формування вмінь і навичок інтерпретації результатів досліджень різноманітних об'єктів.</p>
<b>Необхідне обладнання</b>	загально вживані програми і операційні системи для представлення презентацій, доступ до інтернету, персональний комп'ютер.
<b>Критерії оцінювання</b>	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Курс завершується іспитом за результатами двох письмових завдань та оглядової статті.

<p>(окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Під час практичних занять ми аналізуватимемо та обговорюватимемо по дві наукові статті за темою попереднього лекційного заняття. Кожен аспірант повинен прочитати обидва документи перед заняттям, кожен повинен ставити та відповідати на запитання. На початку кожної пари буде час для обговорення будь-яких конкретних запитань, які виникли при читанні статті. Обговорення включатиме аналіз даних, представлених у статті, кожного рисунка та таблиці та отриманих висновків. Кожне практичне заняття завершуватиметься коротким ознайомленням із темою наступного заняття.</p> <p>Підсумкове завдання включатиме написання оглядової статті за темою наукової роботи аспіранта в межах тематики курсу. Аспіранти повинні обговорити ідеї та тему статті із викладачем. Письмові пропозиції щодо тем потрібно надіслати заздалегідь електронною поштою. Презентація статті відбудеться на завершальних практичних заняттях.</p> <p>Бали нараховують за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• доповіді та активність на практичних заняттях: 32 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів 40 балів</li> <li>• оглядова стаття: 30 % семестрової оцінки. Максимальна кількість балів – 20 балів</li> <li>• усний іспит: 30% семестрової оцінки, максимальна кількість балів - 30 балів.</li> </ul> <p>Підсумкова максимальна кількість балів – 100 балів</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> Очікується, що роботи аспірантів будуть її оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі аспіранта є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідування занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що аспіранти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Необхідно інформувати викладача про неможливість відвідати заняття та дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p><b>Література.</b> Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Аспіранти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p>
<p><b>Питання до іспиту</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cell structure: biochemical composition, molecular structure of the main cell components — endomembrane system, plastids, cell wall, vacuolar compartment.</li> <li>2. Membrane Structure and Membranous Organelles Plasma membrane Endoplasmic reticulum Golgi apparatus</li> <li>3. Exocytosis and endocytosis</li> <li>4. Vacuoles</li> <li>5. The nucleus</li> <li>6. Peroxisomes</li> <li>7. Plastids and Mitochondria</li> <li>8. Cell wall architecture, biosynthesis and assembly</li> </ol>



9. Growth and cell walls
10. Cell differentiation
11. Cell walls as sources of food, feed, fiber, and fuel, and their genetic improvement
12. The Cytoskeleton Actin and tubulin gene families Characteristics of actin filaments and microtubules
13. Cytoskeletal accessory proteins
14. Observing the cytoskeleton: Statics and dynamics.
15. Role of actin filaments in directed intracellular movement
16. Cortical microtubules and expansion.
17. The cytoskeleton and signal transduction
18. Plant cell signalling. Genetic, epigenetic, hormonal and membrane regulation.
19. Signal Transduction Characteristics of signal perception, transduction, and integration in plants
20. Signal perception at the plasma membrane
21. Intracellular signal transduction, amplification, and integration via second messengers and MAPK cascades
22. Phytohormones signal transduction
23. Signal transduction from phytochromes
24. Biosynthesis of Hormones
25. Molecular mechanisms of cell cycle regulation.
26. Cell division, elongation, differentiation and cell death.
27. Programmed cell death in plant ontogenesis.
28. Animal vs plant cell cycles.
29. Mechanisms of cell cycle control
30. Senescence and Cell Death
31. Membrane transport, transport systems of vacuolar membrane, protein sorting and vesicle traffic.
32. Energetic aspects of plant cell functioning.
33. Protein Synthesis, Folding, and Degradation
34. Plant viral translation
35. Protein synthesis in plastids
36. Protein degradation
37. Overview of Plant Cell Energetics.
38. Photosystem structure and function Electron transport pathways in chloroplast membranes
39. ATP synthesis in chloroplasts
40. Variations in mechanisms of CO<sub>2</sub> fixation.
41. Respiration and Photorespiration.
42. Plant secondary metabolism. Role in stress reactions.
43. Terpenoids
44. Metabolic engineering of terpenoid production
45. Cyanogenic glycosides Glucosinolates
46. Alkaloids biosynthesis
47. Biotechnological application of secondary metabolites biosynthesis research
48. Phenolic compounds
49. The phenylpropanoid pathway
50. Universal features of phenolic biosynthesis
51. Plant Environment and Agriculture.

	Вказані матеріали будуть розміщені також на платформі MSTeams
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенні курсу.

Таблиця 1

\*\*Схема курсу **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**

Тиждень	Тема заняття (короткий перелік)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
1, 2	<b>Biochemistry and molecular biology of plant cell.</b> Membrane Structure Endoplasmic reticulum Golgi apparatus Exocytosis and endocytosis Vacuoles The nucleus Peroxisomes Plastids Mitochondria <b>The Cell Wall</b> <b>The Cytoskeleton</b> The cytoskeleton and signal transduction	Лекції – 4 год, практич. заняття – 2 год, самостійна робота – 4 год.		2 тижні
3-4	<b>Plant cell signaling.</b> Genetic, epigenetic, hormonal and membrane regulation. <b>Signal Transduction</b> <b>Biosynthesis of Hormones</b> Gibberellins Abscisic acid Cytokinins Auxins Ethylene Brassinosteroids Polyamines Jasmonic acid Salicylic acid Strigolactones. Phytomelanins.	Лекції – 4 год, практич. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год.		2 тижні
5-6	Molecular mechanisms of <b>cell cycle regulation.</b> Cell division, elongation, differentiation and cell death. Programmed cell death in plant ontogenesis. <b>Cell Division</b> Animal and plant cell cycles. Historical perspective on cell cycle research Mechanisms of cell cycle control Cell cycle control during development. <b>Senescence</b>	Лекції – 4 год, практич. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год.		2 тижні

	<p><b>and Cell Death</b> Types of cell death PCD during seed development and germination Cell death during the development of secretory bodies, defensive structures and organ shapes PCD during reproductive development Senescence and PCD in the terminal development of leaves and other lateral organs Pigment metabolism in senescence</p>			
7, 8	<p><b>Functional activity of plant cells.</b> Membrane transport, protein sorting and vesicle traffic. Energetic aspects of plant cell functioning. <b>Protein Synthesis, Folding, and Degradation</b> Organellar compartmentalization of protein synthesis. From RNA to protein. Mechanisms of plant viral translation Protein synthesis in plastids Post-translational modification of proteins Protein degradation Endocytosis and endosomal compartments</p>	<p>Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 4 год</p>		2 тижні
9-10	<p><b>Plant Cell Energetics. Photosynthesis</b> Overview of photosynthesis Light absorption and energy conversion Photosystem structure and function Electron transport pathways in chloroplast membranes ATP synthesis in chloroplasts Organization and regulation of photosynthetic complexes Carbon reactions: the Calvin-Benson cycle Rubisco Regulation of the</p>	<p>Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 4 год</p>		2 тижні



	Calvin-Benson cycle by light Variations in mechanisms of CO <sub>2</sub> fixation. C4 rice. Artificial photosynthesis			
11-12	<b>Respiration and Photorespiration.</b> Overview of respiration Citric acid cycle Plant mitochondrial electron transport Plant mitochondrial ATP synthesis Regulation of the citric acid cycle and the cytochrome pathway Integration of the cytochrome pathway and nonphosphorylating pathways Interactions between mitochondria and other cellular compartments Biochemical basis of photorespiration The photorespiratory pathway	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 4 год		2 тижні
13-14	<b>Plant secondary metabolism.</b> Role in stress reactions. Terpenoids Biosynthesis of the basic five-carbon unit Formation of parent carbon skeletons Modification of terpenoid skeletons Metabolic engineering of terpenoid production Cyanogenic glycosides Glucosinolates Alkaloids biosynthesis and Biotechnological application of alkaloid biosynthesis research Phenolic compounds Phenolic biosynthesis the phenylpropanoid-acetate pathway The phenylpropanoid pathway Universal features of phenolic biosynthesis Evolution of secondary pathways. Biotechnology	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год		2 тижні

	of plant secondary metabolites		
15-16	<b>Plant Environment and Agriculture.</b> Responses to Plant Pathogens. Response to Abiotic Stress. Mineral Nutrients Acquisition, Transport and Utilization. Презентації оглядових статей	Лекції – 4 год. практ. заняття – 2 год. самостійна робота – 6 год	2 тижні

Автор

Наталія Романюк

"Погоджено"

Голова методичної ради  
біологічного факультету

Віталій Гончаренко

" 10 " 02 2021 р.

Гарант ОНП

Андрій Бабський

" 10 " 02 2021 р.