

**СИЛАБУС**  
**«Метаболічні стреси та методи їх дослідження»**

**Вибіркова компонента**

рівень вищої освіти

**фахівців другого (магістерського)**  
**рівня вищої освіти**

галузь знань  
спеціальність  
кваліфікація освітня

**09 «Біологія»**  
**091 «Біологія та біохімія»**  
**магістр з біології**

освітньо-професійна  
програма  
форма навчання  
курс(и) та семестр(и)  
вивчення навчальної  
дисципліни

**Біологія**  
заочна

**1 курс (I семестр)**

## ДАНІ ПРО ВИКЛАДАЧІВ, ЯКІ ВИКЛАДАЮТЬ НАВЧАЛЬНУ ДИСЦИПЛІНУ

Прізвище, ім'я, по батькові викладача (викладачів), науковий ступінь, учене звання	Костенко В.О. - завідувач кафедри патофізіології, д.мед.н., професор
Профайл викладача (викладачів)	<i>Костенко Віталій Олександрович</i> – д.мед.н., професор, завідувач кафедри патофізіології Полтавського державного медичного університету <a href="https://polso.pdmu.edu.ua/team">https://polso.pdmu.edu.ua/team</a> <a href="https://orcid.org/0000-0002-3965-1826">https://orcid.org/0000-0002-3965-1826</a> <a href="https://scholar.google.com.ua/citations?user=QDaSeiAAAAAJ&amp;hl=uk">https://scholar.google.com.ua/citations?user=QDaSeiAAAAAJ&amp;hl=uk</a> <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7005666852">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7005666852</a>
Контактний телефон	(0532) 56-08-81, (0532) 60-96-10.
Е-mail:	v.kostenko@pdmu.edu.ua
Сторінка кафедри на сайті університету	<a href="https://ptphysiology.pdmu.edu.ua/">https://ptphysiology.pdmu.edu.ua/</a>

## ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Обсяг навчальної дисципліни

Кількість кредитів / годин – 3 кредити/90 годин, із них:

Лекції (год.) - 4

Практичні (семінарські) заняття (год.) - 8

Консультації (год.) - 6

Самостійна робота (год.) – 72

Вид контролю Залік

### Політика навчальної дисципліни

*Під час перебування на кафедрі здобувачі повинні:*

- дотримуватись розкладу лекційних і практичних занять;
- дотримуватись ділового стилю одягу спеціаліста-професіонала, предмети одягу повинні бути білими, чистими та випрасуваними - халат, шапочка;
- підтримувати порядок в аудиторіях та навчальних приміщеннях;
- дбайливо та охайно відноситись до майна (меблів, обладнання, технічного оснащення);
- не виносити без дозволу речі та різне обладнання з навчальних кімнат та лабораторій кафедри, а в разі умисного пошкодження – компенсувати їх вартість в порядку, визначеному чинним законодавством; не допускати протиправних дій, аморальних вчинків.

### Опис навчальної дисципліни

Дисципліна "Метаболічні стреси та методи їх дослідження" є ключовим курсом, що розглядає питання розвитку метаболічних стресів, спричинених дисбалансом поживних речовин, та механізми їх усунення через молекулярні реакції в клітинах. Цей курс надає уявлення про різноманітні методи дослідження метаболічних стресів.

### Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна "Метаболічні стреси та методи їх дослідження" базується на знаннях, отриманих з загальної біології, біоорганічної хімії та цитології, і інтегрується з цими предметами. Під час

навчання розглядаються основні закономірності розвитку клітинних і метаболічних стресів, що сприяє інтеграції дисципліни з іншими біологічними предметами.

Здобуті знання у рамках цієї дисципліни створюють основу для подальшого вивчення молекулярної біології, біологічної хімії, біофізики, імунології, патології, ендокринології та інших наукових галузей. Це сприяє інтеграції з викладанням цих дисциплін і розвиває вміння застосовувати отримані знання в майбутній професійній діяльності.

#### **Мета та завдання навчальної дисципліни:**

Мета навчальної дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти цілісної системи сучасних знань про закономірностей клітинних і метаболічних стресів у організмі, їх регуляцію та реакцій на нестачу або надлишок поживних речовин.

Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- сформулювати уявлення про механізми, які лежать в основі виникнення метаболічних стресів та їх наслідків для клітин та організму в цілому;
- ознайомити здобувачів вищої освіти з різноманітними факторами, які можуть спричинити метаболічні стреси, такими як нутрієнтна дисбаланс, токсичні речовини, стресори екзогенної природи;
- поглибити спеціальні знання здобувачів вищої освіти щодо сучасних методів дослідження метаболічних стресів, включаючи біохімічні, молекулярні та біофізичні підходи;
- розширити фаховий світогляд майбутніх спеціалістів-біологів і біохіміків щодо аналізу та інтерпретації досліджень метаболічних стресів для розробки стратегій профілактики та лікування різноманітних захворювань.
- поглибити знання здобувачів вищої освіти з питань метаболічних стресів та підготувати їх до подальшої наукової та професійної діяльності в галузі біології, медицини та дослідницької роботи.

#### **Компетентності та результати навчання згідно з освітньо-професійною програмою, формуванню яких сприяє дисципліна**

Дисципліна забезпечує набуття студентами *компетентностей*:

*інтегральні:*

здатність розв'язувати типові та складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується комплексністю та невизначеністю умов та вимог;

*загальні:*

- здатність застосовувати знання з дисципліни «Метаболічні стреси та методи їх дослідження» в практичних ситуаціях;
- знання та розуміння предметної області дисципліни «Метаболічні стреси та методи їх дослідження»;
- здатність до вибору стратегії спілкування; здатність працювати в команді; навички міжособистісної взаємодії;
- здатність спілкуватися рідною мовою як усно, так і письмово; здатність спілкуватись другою мовою;
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, здатність вчитися і бути сучасно навченим;
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;
- визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків;

*спеціальні (фахові, предметні):*

- здатність до оцінювання результатів лабораторних досліджень.

*Програмні результати навчання згідно з освітньо-професійною програмою, формуванню яких сприяє дисципліна*

- планувати, виконувати, аналізувати дані і презентувати результати експериментальних досліджень в галузі біології;
- знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей;
- розуміти структурну організацію біологічних систем на молекулярному рівні;
- застосовувати у практичній діяльності методи визначення структурних та функціональних характеристик біологічних систем на різних рівнях організації;

- аналізувати фізико-хімічні властивості та функціональну роль біологічних макромолекул і молекулярних комплексів живих організмів, характер взаємодії їх з іонами, молекулами і радикалами, їхню будову й енергетику процесів.
- оцінювати вплив довкілля, соціально-економічних та біологічних детермінант на стан здоров'я індивідуума, сім'ї, популяції;
- здатність до оцінювання результатів лабораторних досліджень.

*Результати навчання для дисципліни:*

по завершенню вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти повинні

**знати:**

- основні метаболічні процеси в клітинах та їх регуляцію;
- фактори, що можуть спричиняти метаболічний стрес, такі як дефіцит або надлишок поживних речовин, токсичні речовини, екзогенні стресори;
- сучасні методи дослідження метаболічних стресів, включаючи біохімічні, молекулярні та біофізичні підходи;

**вміти:**

- аналізувати та інтерпретувати молекулярні механізми розвитку метаболічних стресів;
- застосовувати отримані знання для розробки стратегій профілактики та лікування захворювань, пов'язаних з метаболічними стресами;
- аналізувати та критично оцінювати наукову інформацію щодо досліджень метаболічних стресів;
- використовувати інтегративний підхід до вивчення метаболічних розладів і розуміння їх в контексті біологічної системи в цілому.

**Вибіркова компонента**

1. Визначення клітинного і метаболічного стресу, наведіть приклади.
2. Основні причини клітинних і метаболічних стресів.
3. Причини і механізми розвитку оксидативного стресу, методи дослідження.
4. Причини і механізми розвитку нітрозативного стресу, методи дослідження.
5. Причини і механізми розвитку нітритивного стресу, методи дослідження.
6. Причини і механізми розвитку оксидативно-нітрозативного стресу, методи дослідження.
7. Причини і механізми розвитку карбонільного та редуکتивного стресу, методи дослідження.
8. Вплив харчових адитивів на розвиток метаболічних стресів.
9. Клінічні та експериментальні моделі, що використовуються для дослідження метаболічних стресів.
10. Основні стратегії профілактики та лікування метаболічних стресів, що використовуються в сучасній медицині.
11. Роль гормональних змін у формуванні метаболічних стресів.
12. Стратегії корекції метаболічних стресів у пацієнтів з різними патологіями.
13. Механізми компенсації метаболічних стресів у клітинах.
14. Перспективи використання новітніх технологій в дослідженні та лікуванні метаболічних стресів.

**Структура навчальної дисципліни.**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усьо-го	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Консультації	СРС
1	2	3	4	5	6
<b>Лекція 1.</b> Визначення клітинного і метаболічного стресу та їх основні причини. Методи дослідження метаболічних стресів.	2	2			
<b>Лекція 2.</b> Механізми розвитку метаболічних	2	2			

стресів. Оксидативний, нітрозативний, нітритивний, оксидативно-нітрозативний, карбонільний і редуکتивний стрес.					
<b>Практичні заняття:</b> Тема 1. Дефіцит та надлишок поживних речовин як основні причини метаболічного стресу. Токсичні речовини та їх вплив на метаболічний статус клітин.	4		2		2
Тема 2. Екзогенні стресори та їх вплив на клітинний гомеостаз. Вплив метаболічного стресу на клітинний та організменний рівні.	4		2		2
Тема 3. Профілактика та лікування метаболічних стресів на основі наукових даних. Практичні випробування методів дослідження метаболічних стресів.	4		2		2
Тема 4. Залік	14		2		12
<b>Консультації:</b> 1. Консультація №1	8			2	6
2. Консультація №2	8			2	6
3. Консультація №3	8			2	6
<b>Опрацювання тем, що не входять до плану аудиторних занять:</b> Тема 1. Визначення клітинного і метаболічного стресу, наведіть приклади. Основні причини клітинних і метаболічних стресів.	6				6
Тема 2. Причини і механізми розвитку карбонільного та редуکتивного стресу, методи дослідження.	6				6
Тема 3. Клінічні та експериментальні моделі, що використовуються для дослідження метаболічних стресів.	6				6
Тема 4. Основні стратегії профілактики та лікування метаболічних стресів, що використовуються в сучасній медицині.	6				6
Тема 5. Роль гормональних змін у формуванні метаболічних стресів.	6				6
Тема 6. Механізми компенсації метаболічних стресів у клітинах. Перспективи використання новітніх технологій в дослідженні та лікуванні метаболічних стресів.	6				6
<b>Разом</b>	<b>90</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>72</b>

#### Теми лекцій

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення клітинного і метаболічного стресу та їх основні причини. Методи дослідження метаболічних стресів.	2

2	Механізми розвитку метаболічних стресів. Оксидативний, нітрозативний, нітритивний, оксидативно-нітрозативний, карбонільний і редуکتивний стрес.	2
	<b>Разом</b>	<b>4</b>

### Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дефіцит та надлишок поживних речовин як основні причини метаболічного стресу. Токсичні речовини та їх вплив на метаболічний статус клітин.	2
2	Екзогенні стресори та їх вплив на клітинний гомеостаз. Вплив метаболічного стресу на клітинний та організмений рівні.	2
3	Профілактика та лікування метаболічних стресів на основі наукових даних. Практичні випробування методів дослідження метаболічних стресів.	2
4	Залік	2
	<b>Разом</b>	<b>8</b>

### Консультації з дисципліни

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Консультація №1	2
2	Консультація №2	2
3	Консультація №3	2
	<b>Разом</b>	<b>6</b>

### Самостійна робота

№ п/п	Тема	Кількість годин
1	Підготовка до практичних занять – теоретична підготовка та опрацювання практичних навичок. ( 3 x 2 год.)	6
2	Підготовка до консультацій. ( 3 x 6 год.)	18
3	Опрацювання тем, що не входять до плану аудиторних занять.	36
3.1	Визначення клітинного і метаболічного стресу, наведіть приклади. Основні причини клітинних і метаболічних стресів.	6
3.2	Причини і механізми розвитку карбонільного та редуکتивного стресу, методи дослідження.	6
3.3	Клінічні та експериментальні моделі, що використовуються для дослідження метаболічних стресів.	6
3.4	Основні стратегії профілактики та лікування метаболічних стресів, що використовуються в сучасній медицині.	6
3.5	Роль гормональних змін у формуванні метаболічних стресів.	6
3.6	Механізми компенсації метаболічних стресів у клітинах. Перспективи використання новітніх технологій в дослідженні та лікуванні метаболічних стресів.	6
4	Підготовка до заліку	12
	<b>Разом</b>	<b>72</b>

## Індивідуальні завдання

1. Підготовка *Microsoft Power Point* презентацій (до 15 слайдів) по наступним темам:

- Роль оксидативного стресу у патогенезі метаболічних захворювань: молекулярні механізми та можливі підходи до лікування.
- Вплив харчових адитивів на метаболізм та розвиток метаболічного стресу у людини.
- Роль ендокринних дисбалансів у формуванні метаболічних стресів: перспективи досліджень та можливості терапії.
- Використання молекулярних маркерів для діагностики та моніторингу метаболічного стресу у клітинних моделях та клінічних дослідженнях.
- Метаболоміка як інноваційний метод вивчення метаболічних стресів: досягнення та перспективи.

2. Участь в студентських олімпіадах.

3. Виготовлення наочних засобів навчання (таблиці, муляжі, мікропрепарати).

## Перелік теоретичних питань для підготовки здобувачів вищої освіти до заліку

- Визначення клітинного і метаболічного стресу, наведіть приклади.
- Основні причини клітинних і метаболічних стресів.
- Причини і механізми розвитку оксидативного стресу, методи дослідження.
- Причини і механізми розвитку нітрозативного стресу, методи дослідження.
- Причини і механізми розвитку нітритивного стресу, методи дослідження.
- Причини і механізми розвитку оксидативно-нітрозативного стресу, методи дослідження.
- Причини і механізми розвитку карбонільного та редуکتивного стресу, методи дослідження.
- Вплив харчових адитивів на розвиток метаболічних стресів.
- Клінічні та експериментальні моделі, що використовуються для дослідження метаболічних стресів.
- Основні стратегії профілактики та лікування метаболічних стресів, що використовуються в сучасній медицині.
- Роль гормональних змін у формуванні метаболічних стресів.
- Стратегії корекції метаболічних стресів у пацієнтів з різними патологіями.
- Механізми компенсації метаболічних стресів у клітинах.
- Перспективи використання новітніх технологій в дослідженні та лікуванні метаболічних стресів.

### Форми та методи оцінювання

Усне опитування дає змогу контролювати не лише знання, а й вербальні здібності, сприяє виправленню мовленнєвих помилок. Відтворення матеріалу сприяє кращому його запам'ятовуванню, активному використанню наукових понять, що неможливо без достатнього застосування їх у мовленні.

Письмове опитування допомагає з'ясувати рівень засвоєння матеріалу, але слід виключати можливість списування і ретельно слідкувати за студентами під час цього опитування.

Тестування як стандартизований метод оцінювання, відповідає новим цілям і завданням вищої освіти та сприяє індивідуалізації й керованості навчального процесу і покликаний забезпечити якість підготовки майбутнього спеціаліста.

Оцінка здобувача освіти відповідає відношенню встановленого при оцінюванні рівня сформованості професійних і загальних компетентностей до запланованих результатів навчання (у відсотках). При цьому використовуються стандартизовані узагальнені критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти (таблиця 1).

Таблиця 1

Стандартизовані узагальнені критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти для оцінювання знань

За 4-бальною шкалою	Оцінка в ЕКТС	Критерії оцінювання
5 (відмінно)	A	Здобувач освіти виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить

		та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили, володіє не менш ніж 90% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
<b>4 (добре)</b>	<b>B</b>	Здобувач освіти вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв'язує вправи і задачі у стандартизованих ситуаціях, самостійно виправляє помилки, кількість яких незначна, володіє не менш ніж 85% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
	<b>C</b>	Здобувач освіти вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом науково-педагогічного працівника, в цілому самостійно застосовувати її на практиці, контролювати власну діяльність; виправляти помилки, серед яких є суттєві, добирати аргументи для підтвердження думок, володіє не менш ніж 75% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
<b>3 (задовільно)</b>	<b>D</b>	Здобувач освіти відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень з допомогою науково- педагогічного працівника може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих, володіє не менш ніж 65% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
	<b>E</b>	Здобувач освіти володіє навчальним матеріалом на рівні вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні. володіє не менш ніж 60% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
<b>2 (незадовільно)</b>	<b>FX</b>	Здобувач освіти володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину матеріалу, володіє менш ніж 60% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.
	<b>F</b>	Здобувач освіти володіє матеріалом на рівні елементарного розпізнання і відтворення окремих фактів, елементів, володіє менш ніж 60% знань з теми як під час опитування, та усіх видів контролю.

### Методи навчання

- Вербальні (лекція, тематичні дискусії, пояснення, розповідь, бесіда, інструктаж).
- Наочні (спостереження, ілюстрація, схем, графологічних структур).
- Практичні (вирішення ситуаційних задач і тестів, виконання графічних робіт, проведення експерименту).
- Мультимедійні навчальні системи (створюються передумови для одночасного впливу на зоровий і слуховий аналізатори, що дозволяє максимально сконцентрувати увагу на предметі вивчення, сприяє кращому осмисленню і запам'ятовуванню інформації).

Мозковий штурм (отримання від групи здобувачів освіти в короткий час великої кількості варіантів відповідей на поставлене запитання, активізується розумова

### Система поточного та залікового контролю

Контрольні заходи включають поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості здобувача освіти до виконання конкретної роботи.

Форми проведення поточного контролю під час практичних занять:



- 1.Перевірка завдань виконаних під час самостійної підготовки до практичного заняття.
- 2.Усне опитування.
- 3.Вирішення ситуаційних задач.
- 4.Вирішення тестових завдань.
5. Відтворення зображень сигнальних шляхів у робочому зошиті.

### **Регламент проведення семестрового заліку з дисципліни.**

1. Здобувач вищої освіти отримує залік на останньому занятті з дисципліни за результатами поточного оцінювання. Цей вид підсумкового контролю не передбачає ніяких додаткових письмових робіт, опитування, чи тестування на останньому занятті.
2. Залік отримують здобувачі вищої освіти, які набрали необхідну мінімальну кількість балів впродовж поточного контролю (середній бал успішності 3,0 і вище), не мають невідпрацьованих пропусків лекційних, семінарських та практичних занять, та виконали всі вимоги, які передбачені робочою навчальною програмою з дисципліни (захист історії хвороби та ін.).
3. Результат навчання оцінюється за двобальною шкалою (зараховано/не зараховано) та багатобальною шкалою. Середня оцінка за поточну діяльність конвертується у бали за 200-бальною шкалою, відповідно до таблиці (додаток 1). Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач освіти з дисципліни – 200. Мінімальна кількість балів, яку повинен набрати здобувач вищої освіти – 122.
4. У разі виконання здобувачем освіти умов отримання заліку, науково-педагогічний працівник виставляє у відомість підсумкового семестрового контролю та індивідуальний навчальний план студента. «зараховано» і кількість балів, яку набрав здобувач вищої освіти за дисципліну. Інформація про здобувачів освіти, які не отримали залік, з точним зазначенням причини також вноситься до «Відомості підсумкового семестрового контролю» та до індивідуального навчального плану. Причини не отримання заліку можуть бути наступні:
  - а) здобувач вищої освіти має невідпрацьовані пропуски занять і (або) лекцій, виробничої практики. Виставляється позначка «н/в» (не виконав) у колонці «бали за підсумковий контроль»;
  - б) здобувач вищої освіти відвідав усі заняття (практичні, семінарські, лекційні), але не набрав мінімальної кількості балів за поточну навчальну діяльність і не допускається до заліку. Виставляється позначка «н/д» (не допущений) у колонці «бали за підсумковий контроль»;
5. Після проведення заліку перший екземпляр «Відомості підсумкового семестрового контролю» передається відповідальному працівнику деканату, протягом однієї доби після проведення заліку, другий екземпляр зберігається на кафедрі.
6. У випадку не складання заліку перескладання останнього здійснюється за графіком кафедри, який узгоджений з деканатом (інститутом), але не частіше одного разу на день, до початку наступного навчального семестру.
7. Регламент проведення семестрового заліку у здобувачів вищої освіти заочної форми навчання визначає кафедра, на якій проводиться викладання відповідної освітньої компоненти.



3,85	92	62	154		
------	----	----	-----	--	--

3,9	94	62	156				
3,95	95	63	158				
4	96	64	160	В			
4,05	97	65	162				
4,1	98	66	164				
4,15	100	66	166				
4,2	101	67	168				
4,25	102	68	170				
4,3	103	69	172				
4,35	104	70	174				
4,4	106	70	176				
4,45	107	71	178				
4,5	108	72	180			А	5 відмінно
4,55	109	73	182				
4,6	110	74	184				
4,65	112	74	186				
4,7	113	75	188				
4,75	114	76	190				
4,8	115	77	192				
4,85	116	78	194				
4,9	118	78	196				
4,95	119	79	198				
5	120	80	200				

### Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Силабус.
3. Мультимедійні презентації лекцій.
4. Мультимедійні презентації до кожного практичного заняття.
5. Ситуаційні задачі та завдання для тестового контролю знань з кожної теми практичного заняття та заліку.

### Рекомендована література

#### Базова

- Акімов ОЄ, Костенко ВО. Оксидативно-нітрозативний стрес та методи його дослідження. Львів: Магнолія; 2021.
- Остапченко ЛІ, Синельник ТБ, Компанець ІВ. Біологічні мембрани та основи внутрішньоклітинної сигналізації. Теоретичні аспекти : навч. посіб. К.: ВПЦ «Київський університет»; 2016. 639 с.

### **Допоміжна**

- Остапченко ЛІ, Синельник ТБ, Компанець ІВ. Біологічні мембрани та основи внутрішньоклітинної сигналізації: методи дослідження : навч. посіб. К. : ВПЦ "Київський університет"; 2017. 447 с.
- Altman BJ, Rathmell JC. Metabolic stress in autophagy and cell death pathways. Cold Spring Harb Perspect Biol. 2012 Sep 1;4(9):a008763. doi: 10.1101/cshperspect.a008763.
- Grumbach IM, Nguyen EK. Metabolic Stress. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2019 Jun;39(6):991-997. doi: 10.1161/ATVBAHA.118.312196.
- Munir R, Lisec J, Swinnen JV et al. Lipid metabolism in cancer cells under metabolic stress. Br J Cancer. 2019;120:1090–1098.doi.org/10.1038/s41416-019-0451-4
- Sekine Y, Houston R, Sekine S. Cellular metabolic stress responses via organelles. Exp Cell Res. 2021 Mar 1;400(1):112515. doi: 10.1016/j.yexcr.2021.112515.
- Wellen KE, Thompson CB. Cellular metabolic stress: considering how cells respond to nutrient excess. Mol Cell. 2010 Oct 22;40(2):323-32. doi: 10.1016/j.molcel.2010.10.004.
- Wu CW, Storey KB. mTOR Signaling in Metabolic Stress Adaptation. Biomolecules. 2021 May 1;11(5):681. doi: 10.3390/biom11050681.
- Zhao Y, Hu X, Liu Y et al. ROS signaling under metabolic stress: cross-talk between AMPK and AKT pathway. Mol Cancer. 2017;16:79. <https://doi.org/10.1186/s12943-017-0648-1>

### **Інформаційні ресурси**

[http://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Upload/Kafedry/Biochimiya/biblioteka\\_new/Biomembranes\\_Ostapchenko/HBOOK005\\_BioMembranes\\_Ostapchenko\\_book.pdf](http://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Upload/Kafedry/Biochimiya/biblioteka_new/Biomembranes_Ostapchenko/HBOOK005_BioMembranes_Ostapchenko_book.pdf)

### **Розробники**

- Костенко В.О. – завідувач кафедри патофізіології, д.мед.н., професор
- Соловійова Н.В. – доцент кафедри патофізіології, к.мед.н, доцент
- Акімов О.Є. – доцент кафедри патофізіології, доктор філософії
- Денисенко С.В. – доцент кафедри патофізіології, к.мед.н., доцент