

Затверджено  
Вченою радою  
біологічного факультету  
протокол № 2 від 29 вересня 2023 р.



Голова Вченої ради, декан

 Л. О. Омелянчик

М. П.

## ТРАДИЦІЙНИЙ ТА СПРЯМОВАНИЙ МУТАГЕНЕЗ

### РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти

ступеня доктора філософії

зі спеціальності 091 Біологія та біохімія

код та найменування спеціальності


освітньо-наукова програма Біологія

назва освітньо-наукової програми

Укладач:

**Полякова І. О.**, професор кафедри генетики та рослинних ресурсів, доктор сільськогосподарських наук, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

Погоджено:

Гарант освітньо-наукової програми  В. О. Лях

Запоріжжя 2023

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна, вечірня, заочна форми навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>09 Біологія</u> (шифр і назва)	вибіркова
		Цикл професійної підготовки
Змістових модулів – 6	Спеціальність <u>091 Біологія та біохімія</u> (код і найменування)	<b>Рік підготовки:</b>
Загальна кількість годин – 120		2-й
		<b>Лекції</b> 16 год.
		<b>Практичні</b> 14 год.
Освітньо-наукова програма <u>Біологія</u> (назва програми)		<b>Самостійна робота</b> 90 год.
Рівень вищої освіти: <b>третій</b> (доктор філософії)		<b>Вид підсумкового контролю:</b> залік

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Метою** викладання дисципліни «Традиційний та спрямований мутагенез» є оволодіння здобувачами третього рівня вищої освіти необхідним теоретичним та методичним інструментарієм щодо ефективного виконання науково-дослідницьких задач у майбутній професійній діяльності, зокрема ознайомити їх з особливостями мутагенезу як методу генетичного покращення організмів, основними поняттями та методами в роботі з різними групами мутагенів, їх ефективністю, екологічною безпекою, досягненнями експериментального мутагенезу в Україні та світі, що сприятиме поглибленню й систематизації відповідних наукових теоретичних знань та формуванню вмінь обирати різні методики для досягнення поставленої дослідницької мети.

Основні **завдання** курсу: ознайомлення з новітніми концепціями, фундаментальними працями з конкретної спеціалізації, формування розуміння теоретичних і практичних проблем та шляхів їх вирішення в обраній галузі, вміння обирати релевантні для дослідження методи, запроваджувати сучасні методи наукових досліджень для розв'язання широкого кола проблем і завдань у галузі біології, удосконалення володіння науковою термінологією, інструментарій якої застосовується.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми здобувачі повинні досягти таких програмних **компетентностей і програмних результатів навчання:**

Програмні компетентності	
ЗК 1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК 2	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК 3	Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
ЗК 5	Здатність до критичного мислення.
ЗК 8	Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ЗК 10	Здатність розв'язувати комплексні проблеми біології на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.
СК 1	Здатність до розуміння основних концепцій, історичних витоків, сучасного стану та тенденції розвитку біології; оволодіння термінологією з досліджуваного наукового напрямку.
СК 2	Здатність здійснювати планування та виконання оригінальних досліджень, досягати наукових результатів, які створюють нові знання як в предметній області, так і в міждисциплінарних напрямках, і можуть бути опубліковані у провідних вітчизняних та міжнародних наукових виданнях з галузі «Біологія» та суміжних галузей.
СК 4	Здатність використовувати сучасні методології, методи та інструменти емпіричних і теоретичних досліджень у галузі, методи комп'ютерного моделювання, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та науково-педагогічній діяльності.
СК 8	Здатність визначати за рахунок сучасних інструментальних методів оптимальні напрямки досліджень, отримувати науковий продукт та вміти його аналізувати і використовувати у подальшій науковій діяльності.
<b>Програмні результати навчання</b>	
ПРН 1	Мати передові концептуальні та методологічні знання з предметної області та на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.
ПРН 2	Глибоко розуміти загальні принципи, методи, методології наукових досліджень, застосовувати їх у власних дослідженнях у сфері біології та у викладацькій практиці.
ПРН 4	Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень, спостережень, комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані з метою розв'язання значущих наукових та науково-прикладних проблем.
ПРН 5	Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження за напрямом спеціальності та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів; оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень; комерціалізувати їх результати; здійснювати захист прав інтелектуальної власності.
ПРН 6	Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми зі спеціальності «Біологія» державною та іноземною мовами; оприлюднювати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних вітчизняних та міжнародних наукових виданнях з дотриманням правил академічного письма; здійснювати ефективну міжособистісну комунікацію; демонструвати навички публічних виступів, аргументації та риторики.
ПРН 7	Критично аналізувати та узагальнювати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної наукової проблеми, визначати перспективи подальших наукових розвідок.
ПРН 11	Володіти основними сучасними інструментальними методами наукових досліджень, знати класифікацію, основні принципи досліджень, інтерпретувати отримані результати, можливість комплексного їх використання.
ПРН 13	Володіти основними методичними підходами до вивчення, аналізу та генетичного скринінгу біологічних об'єктів; використовувати сучасні інформаційні та методичні технології для маніпулювання реалізацією генетичної інформації.

### 3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

#### **Змістовий модуль 1. Еволюція генетичного матеріалу**

**Тема 1. Інтенсивність природнього та індукованого мутаційного процесу.** Розвиток і основні напрями досліджень з генетичного покращання організмів. Методи генетичного покращання організмів. Теоретичні основи мутаційної мінливості. Спонтанний та індукований мутагенез. Мутагенез і антимутагенез.

**Тема 2. Особливості еволюційної зміни генетичного матеріалу.** «Мутаційна теорія» та її положення. Основні поняття мутаційної генетики та селекції. Морфози та модифікаційна мінливість. Основи мутагенезу. Вплив умов середовища на мутаційний процес. Еволюція та зміна генетичного матеріалу.

#### **Змістовий модуль 2. Основні напрями досліджень з вивчення генетичної активності мутагенних факторів**

**Тема 3. Вивчення різних мутацій, їх походження, частоти та спектру, особливостей класифікацій, описання та збереження в генетичних колекціях.** Історія розвитку методу експериментального мутагенезу. Методи отримання індукованих мутацій. Повторний та комбінований вплив мутагенів. Типи мутацій. Класифікації мутацій. Мутагени та способи мутагенного впливу.

**Тема 4. Застосування експериментального мутагенезу в селекції рослин та мікроорганізмів.** Аналіз частоти та спектру мутаційних змін. Особливості підходів у класифікації мутацій. Вплив мутагенами в різні етапи онтогенезу. Мутаційна селекція – перспективний напрям генетичного покращання рослин та мікроорганізмів. Досягнення мутаційної селекції.

#### **Змістовий модуль 3. Генетична активність мутагенних факторів**

**Тема 5. Специфіка дії мутагенних факторів.** Генетична активність різних мутагенів в поколіннях  $M_1$ -  $M_3$ . Особливості впливу мутагенних факторів на покоління  $M_1$ . Особливості впливу мутагенних факторів на різні покоління ( $M_2$ ,  $M_3$ ,  $M_4$ ). Частота і спектр мутацій, індукованих різними класами мутагенів.

**Тема 6. Підвищення частоти й розширення спектра індукованих мутацій.** Хромосомні аберації та методи їх визначення. Критичні та оптимальні дози мутагенів. Методи визначення мутантних змін.

#### **Змістовий модуль 4. Генетична активність факторів зовнішнього середовища. Екологія і мутагенез**

**Тема 7. Генетичні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС.** Аварія на Чорнобильській АЕС та її генетичні наслідки. Аварії на АЕС й техногенні катастрофи та їх генетичні наслідки. Методи роботи з визначення генетичних наслідків. Загальний екскурс в історію розвитку атомної енергетики.

**Тема 8. Мутагенна активність факторів зовнішнього середовища.** Медико-генетичні наслідки радіаційних аварій. Тест-системи для оцінки генетичної активності хімічних сполук. Мутагенна активність пестицидів та засобів захисту рослин. Генетична токсикологія.

#### 4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин			
	усього	у тому числі		
		л.	практ.	сам. роб.
1	2	3	4	5
<b>Змістовий модуль 1. Еволюція генетичного матеріалу</b>				
Тема 1. Інтенсивність природнього та індукованого мутаційного процесу	7	2	2	3
Тема 2. Особливості еволюційної зміни генетичного матеріалу	8	2	2	4
Разом за змістовим модулем 1	15	4	4	7
<b>Змістовий модуль 2. Основні напрями досліджень з вивчення генетичної активності мутагенних факторів</b>				
Тема 3. Вивчення різних мутацій, їх походження, частоти та спектру, особливостей класифікацій, описання та збереження в генетичних колекціях	7	2	2	3
Тема 4. Застосування експериментального мутагенезу в селекції рослин та мікроорганізмів	8	2	2	4
Разом за змістовим модулем 2	15	4	4	7
<b>Змістовий модуль 3. Генетична активність мутагенних факторів</b>				
Тема 5. Специфіка дії мутагенних факторів	7	2	2	3
Тема 6. Підвищення частоти й розширення спектра індукованих мутацій	8	2	2	4
Разом за змістовим модулем 3	15	4	4	7
<b>Змістовий модуль 4. Генетична активність факторів зовнішнього середовища. Екологія і мутагенез</b>				
Тема 7. Генетичні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС	8	2	1	5
Тема 8. Мутагенна активність факторів зовнішнього середовища	7	2	1	4
Разом за змістовим модулем 4	15	4	2	9
<b>Змістовий модуль 5. Підсумкове тестування</b>				
Разом за змістовим модулем 5	30			30
<b>Змістовий модуль 6. Підготовка тексту доповіді за означеною науковою тематикою із застосуванням відповідного методичного інструментарію</b>				
Разом за змістовим модулем 6	30			30
Усього годин	120	16	14	90

## 5. ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

№ теми	Назва теми	Кіл-ть годин
<b>Змістовий модуль 1. Еволюція генетичного матеріалу</b>		
1.	Інтенсивність природнього та індукованого мутаційного процесу	2
2.	Особливості еволюційної зміни генетичного матеріалу	2
	Разом за змістовим модулем 1	4
<b>Змістовий модуль 2. Основні напрями досліджень з вивчення генетичної активності мутагенних факторів</b>		
3.	Вивчення різних мутацій, їх походження, частоти та спектру, особливостей класифікацій, описання та збереження в генетичних колекціях	2
4.	Застосування експериментального мутагенезу в селекції рослин та мікроорганізмів	2
	Разом за змістовим модулем 2	4
<b>Змістовий модуль 3. Генетична активність мутагенних факторів</b>		
5.	Специфіка дії мутагенних факторів	2
6.	Підвищення частоти й розширення спектра індукованих мутацій	2
	Разом за змістовим модулем 3	4
<b>Змістовий модуль 4. Генетична активність факторів зовнішнього середовища. Екологія і мутагенез</b>		
7.	Генетичні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС	2
8.	Мутагенна активність факторів зовнішнього середовища	2
	Разом за змістовим модулем 4	4
Усього годин		16

## 6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ теми	Назва теми	Кіл-ть годин
<b>Змістовий модуль 1. Еволюція генетичного матеріалу</b>		
1.	Мутагенез і антимутагенез	2
2.	Основні поняття мутаційної генетики та селекції	2
	Разом за змістовим модулем 1	4
<b>Змістовий модуль 2. Основні напрями досліджень з вивчення генетичної активності мутагенних факторів</b>		
3.	Повторний та комбінований вплив мутагенів	2
4.	Вплив мутагенами в різні етапи онтогенезу	2
	Разом за змістовим модулем 2	4
<b>Змістовий модуль 3. Генетична активність мутагенних факторів</b>		
5.	Особливості впливу мутагенних факторів на різні покоління (M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> , M <sub>4</sub> )	2
6.	Хромосомні аберації та методи їх визначення	2
	Разом за змістовим модулем 3	4

<b>Змістовий модуль 4. Генетична активність факторів зовнішнього середовища. Екологія і мутагенез</b>		
7.	Методи роботи з визначення генетичних наслідків	1
8.	Тест-системи для оцінки генетичної активності хімічних сполук	1
	Разом за змістовим модулем 4	2
Усього годин		14

## 7. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ теми	Назва теми	Кіл-ть годин
<b>Змістовий модуль 1. Еволюція генетичного матеріалу</b>		
1.	Теоретичні основи мутаційної мінливості	3
2.	«Мутаційна теорія» та її положення	4
	Разом за змістовим модулем 1	7
<b>Змістовий модуль 2. Основні напрями досліджень з вивчення генетичної активності мутагенних факторів</b>		
3.	Методи отримання індукованих мутацій	3
4.	Особливості підходів у класифікації мутацій	4
	Разом за змістовим модулем 2	7
<b>Змістовий модуль 3. Генетична активність мутагенних факторів</b>		
5.	Генетична активність різних мутагенів в поколіннях M <sub>1</sub> -M <sub>3</sub>	3
6.	Критичні та оптимальні дози мутагенів	4
	Разом за змістовим модулем 3	7
<b>Змістовий модуль 4. Генетична активність факторів зовнішнього середовища. Екологія і мутагенез</b>		
7.	Аварії на АЕС та техногенні катастрофи та їх генетичні наслідки	5
8.	Медико-генетичні наслідки радіаційних аварій	4
	Разом за змістовим модулем 4	9
	<b>Змістовий модуль 5. Підсумкове тестування</b>	30
	Разом за змістовим модулем 5	30
	<b>Змістовий модуль 6. Підготовка тексту доповіді за означеною науковою тематикою із застосуванням відповідного методичного інструментарію</b>	30
	Разом за змістовим модулем 6	30
Усього годин		90

## 8. ВИДИ КОНТРОЛЮ І СИСТЕМА НАКОПИЧЕННЯ БАЛІВ

№ змістового модуля	Вид контролю	Кіл-ть балів
<b>ПОТОЧНИЙ</b>		
1	Доповідь: Характеристика методу експериментального мутагенезу та його досягнень на різних організмах (max 5 балів)	5

1	<i>Самостійна робота:</i> Можливості застосування методу експериментального мутагенезу у власному дослідженні (max 5 балів)	5
1	<i>Доповідь:</i> «Історія розвитку методу експериментального мутагенезу в Світі та Україні» (max 5 балів)	5
1	<i>Самостійна робота:</i> «Скласти словник термінів і понять з мутагенезу, мутаційної генетики та селекції» (max 5 балів)	5
2	<i>Доповідь:</i> Генетичні особливості різних типів мутацій» (max 5 балів)	5
2	<i>Самостійна робота:</i> «Самостійно знайти та опрацювати наукові статті з повторного та комбінованого впливу мутагенами на біологічні об'єкти» (max 5 балів)	5
2	<i>Доповідь:</i> «Особливості робіт з експериментального мутагенезу рослин» (max 5 балів)	5
2	<i>Самостійна робота:</i> «Самостійно знайти та опрацювати наукові статті експериментального мутагенезу культурних рослин, мікроорганізмів або дрозофіли» (max 5 балів)	5
3	<i>Доповідь:</i> «Вплив мутагенних факторів на покоління M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> » (max 5 балів)	5
3	<i>Доповідь:</i> «Характеристика змін генетичного матеріалу при різних типах хромосомних аберацій» (max 5 балів)	5
4	<i>Самостійна робота:</i> «Самостійно знайти та опрацювати наукові статті та автореферати дисертацій з вивчення медико-генетичних наслідків техногенних аварій та забруднень» (max 5 балів)	5
4	<i>Дискусія:</i> «Зелена енергетика – чи є в ній необхідність?» (max 5 балів)	5
	<i>Загалом за поточним контролем</i>	60
<b>ПІДСУМКОВИЙ</b>		
	Залік, у т.ч.	40
	<i>Тестування у системі Moodle</i>	10
	<i>Підготовка тексту доповіді за означеною науковою тематикою із застосуванням відповідного методичного інструментарію</i>	30
	Разом:	100

## 9. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

№	Контрольні заходи	Критерії оцінювання
<b>ПОТОЧНИЙ</b>		
1	Доповідь	Максимальна кіл-ть балів – 5. При цьому оцінюється глибина розуміння обраної теми доповіді (2 бали), логічність та послідовність викладення матеріалу (2 бали), відповіді на питання (1 бал)
2	Самостійна робота	Максимальна кіл-ть балів – 5. При цьому оцінюється правильність і повнота виконаного завдання: виконано правильно, повністю із застосуванням оригінального підходу (5 балів); містить незначні неточності (4 бали), наявні помилки (3 бали), завдання виконано неправильно із суттєвими помилками й неповністю (1-2 бали)



3	Дискусія	Максимальна кіл-ть балів – 5. При цьому оцінюється глибина розуміння теми дискусії та ступінь аргументації висловлюваних думок (2 бали), уміння відстоювати свою точку зору, бути логічним та послідовним (2 бали), активність та ініціативність (1 бал)
<b>ПІДСУМКОВИЙ</b>		
4	Тестування	Максимальна кіл-ть балів – 10. Тест складається з 10 питань. Кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал.
6	Текст доповіді на конференцію	Максимальна кіл-ть балів – 30. При цьому оцінюється актуальність обраної теми (5 балів), відповідність інструментарію обраного метода завданням дослідження (5 балів), логічність та послідовність викладення результатів досліджень (5 балів), обґрунтованість висновків (5 балів), стиль наукового мовлення й грамотність (5 балів), оформлення відповідно до встановлених вимог (5 балів)

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою
A	90 – 100 (зараховано)	зараховано
B	85 – 89 (зараховано)	зараховано
C	75 – 84 (зараховано)	
D	70 – 74 (зараховано)	зараховано
E	60 – 69 (зараховано)	
FX	35 – 59 (не зараховано – з можливістю повторного складання)	не зараховано
F	1 – 34 (не зараховано – з обов'язковим повторним курсом)	

**Зараховано (90 – 100 балів)** виставляється, якщо здобувач у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано викладає його під час відповідей; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу; демонструє високий рівень застосування отриманих умінь і навичок, а також оригінальний підхід під час дискусії та обговорення теми наукового дослідження.

**Зараховано (75 – 89 балів)** виставляється, якщо здобувач достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів; в основному розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу; демонструє високий рівень застосування отриманих умінь і навичок під час виконання практичних завдань. Проте, при викладенні деяких теоретичних питань та вирішення практичних завдань йому не вистачає достатньої глибини та аргументації, може припускатися окремих несуттєвих неточностей та незначних помилок.

**Зараховано (60 – 74 бали)** виставляється, якщо здобувач в цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст під час усних виступів, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації; демонструє середній рівень застосування отриманих умінь і навичок під час виконання практичних завдань, припускаючись при цьому суттєвих неточностей та окремих помилок.

**Не зараховано (з можливістю повторного складання) (35 – 59 балів)** виставляється,

якщо здобувач слабо володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів; демонструє низький рівень застосування отриманих умінь і навичок під час виконання практичних завдань, припускаючись суттєвих помилок та неточностей.

**Не зараховано (з обов'язковим повторним вивченням дисципліни) (1 – 34 бали)** виставляється, якщо здобувач майже не володіє навчальним матеріалом, не в змозі розкрити зміст більшості питань під час усних виступів та надання письмових відповідей; не вміє застосовувати отримані уміння й навички під час виконання практичних завдань.

## 10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

### ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Полякова І. О., Лях В. О. Основи мутагенезу: навчальний посібник для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня підготовки «бакалавр» напряму підготовки «Біологія». Запоріжжя: ЗНУ, 2013. 79 с.
2. Сиволоб А. В., Рушковський С. Р., Кир'яченко С. С. Генетика: підручник. Київ: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. 320 с.
3. Лукаш Л. Л. Мутагенез і антимутагенез — протилежно спрямовані процеси, що визначають рівень генетичної мінливості та стабільності. *Биополимеры и клетка*. 1998. Т.14. № 6. С. 500-511. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/157483/03-Lukash.pdf?sequence=1>
4. Кириченко В. В., Васько В. О., Брагін О. М. Індукований мутагенез в селекції соняшнику: навчальний посібник. Харків: ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2017. 157 с.
5. Петровська М. Екологічна токсикологія: навчально-методичний посібник. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2014. 116 с. URL: <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2015/02/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0-%D1%82%D0%BE%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F.pdf>
6. Трахтенберг І. М., Левицький Є. Л. Генотоксична дія потенційно небезпечних хімічних сполук. *Вісн. НАН України*, 2016, № 7. С. 27-42. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/107366/05-Trakhtenberg.pdf?sequence=1>
7. Васько О. В., Гудим В. О., Рожак Г. О. Застосування експериментального мутагенезу в селекції рослин. *Методи і результати селекції*. № 107 (2015). URL: <http://journals.uran.ua/pbsd/article/view/54025/50304>
8. Дьоміна Е. А., Баріляк, І. Р. Медико-генетичні наслідки радіаційних аварій. *Цитология и генетика*. 2010. № 3. С. 73-81. <https://cytgen.com/articles/4430073a.pdf>
9. Медичні наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції / за ред. О. Ф. Возіанова, В. Г. Бебешка, Д. А. Базики. Київ: ДІА, 2007. 800 с. URL: <https://nrcrm.gov.ua/downloads/monograph2.pdf>

### ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології: зб. наук. пр. НАН України, НААН України, НАМН України, *Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова*; 2012. 612 с. URL: [http://utgis.org.ua/images/pdf/dosiagnennia/2012\\_V3.pdf](http://utgis.org.ua/images/pdf/dosiagnennia/2012_V3.pdf)
2. Моргун В. В., Логвиненко В. Ф. Мутаційна селекція озимої пшениці. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ: Логос, 2001. Т. 2. С. 175-185.

3. Васильківський С. П. Формотворчий процес і добір у поколіннях генетично нестабільних мутантів озимої пшениці. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 207-211.
4. Кушнір В. П. Індукція мікромутацій у гречки. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 256-264.
5. Ларченко К. А., Моргун В. В., Хроменко О. С., Присяжнюк І. В. Мутаційна селекція кукурудзи. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть*. Київ : Логос, 2001. Т. 2. С. 187-196.
6. Журавель В. М., Лях В. О. Мутантна селекція гірчиці сизої та білої. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, № 20, 2014: 56-61.  
URL: [http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2014/20/Zhuravel1\\_20.pdf](http://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2014/20/Zhuravel1_20.pdf)
7. Ткаченко М. М., Любарець Т.Ф. Генетичні наслідки віддалених стохастичних ефектів іонізуючого випромінювання. *Фізіол. журн.*, 2012, Т. 58, № 5. С. 78-85.  
URL: [https://fz.kiev.ua/journals/2012\\_V.58/Fiziologichnyi%20Zhurnal%2058\(5\)\\_2012/Fiziologichnyi%20Zhurnal%2058\(5\)\\_2012\\_78-85.pdf](https://fz.kiev.ua/journals/2012_V.58/Fiziologichnyi%20Zhurnal%2058(5)_2012/Fiziologichnyi%20Zhurnal%2058(5)_2012_78-85.pdf)

### ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Губанова Ю. С., Сорока А. І. Дія хімічних мутагенів на характеристики рослин *Nigella damascena* L. покоління М1. *Науково-технічний бюлетень ІОК НААН*. 2019. № 28. С. 6-14.  
URL: <http://bulletin.imk.zp.ua/index.php?menu=4&id=357&lang=ua>
2. Тігова А. В., Сорока А.І. Хлорофільні зміни в поколінні М<sub>2</sub> у *Linum humile* Mill. під дією хімічних мутагенів. *Науково-технічний бюлетень ІОК НААН*. 2016. № 23. С. 35-42.  
URL: <http://bulletin.imk.zp.ua/index.php?menu=4&id=255&lang=ua>