

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра генетики, розведення та біотехнології тварин

ЗАТВЕРДЖЕНО

Факультет тваринництва та водних біоресурсів
«19» червня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Генетика тварин

Галузь знань Н «Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина»

Спеціальність Н2 Тваринництво

Освітня програма Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва

Факультет Тваринництва та водних біоресурсів

Розробник: доцент кафедри генетики, розведення і біотехнології тварин,
к.с.-г. н., доцент Ірина СУПРУН

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни Генетика тварин

Навчальна дисципліна «Генетика тварин» є обов'язковою у підготовці бакалаврів за спеціальністю Н2 – «Тваринництво» освітньої програми «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». Метою курсу є формування у студентів базових знань про спадковість і мінливість як фундаментальних основ селекції сільськогосподарських тварин. У межах дисципліни вивчаються цитологічні, молекулярні та класичні основи спадковості, закономірності успадкування ознак, генетичні механізми продуктивності, резистентності та відтворення. Значну увагу приділено імуногенетиці, генетичній інженерії та спеціальній генетиці окремих видів тварин. Завдяки лабораторним заняттям і самостійній роботі студенти здобувають компетентності, необхідні для професійної діяльності у тваринництві та селекції.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь	
Освітній ступінь	Бакалавр
Спеціальність	Н2 – «Тваринництво»
Освітня програма	«Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»
Характеристика навчальної дисципліни	
Вид	обов'язкова
Загальна кількість годин	150
Кількість кредитів ECTS	5
Кількість змістових модулів	4
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-
Форма контролю	екзамен
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання	
	Скорочений термін навчання
Рік підготовки (курс)	1
Семестр	1
Лекційні заняття	45 год.
Практичні, семінарські заняття	-
Лабораторні заняття	45 год.
Самостійна робота	60 год.
Індивідуальні завдання	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	6 год.

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Генетика – наука про спадковість і мінливість. Їй належить провідне місце у вивченні багатьох проблем, які стосуються суті життя, еволюції. Вона є науковою основою селекції рослин, тварин, риб, мікроорганізмів.

Мета. Генетика необхідна для розуміння природи імунітету тварин проти збудників хвороб, розроблення генетичних методів захисту від них. Вивчення фізичних і хімічних мутагенів та механізму їх дії важливо для селекційної роботи, а також охорони середовища від генетичного забруднення, захисту спадковості людини, тварин, від їх шкідливої мутагенної дії.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з технології виробництва і переробки продукції тваринництва або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів зоотехнічної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК 3. Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 7. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Фахові (спеціальні компетентності) (СК)

СК 1. Здатність використовувати професійні знання в галузі виробництва і переробки продукції тваринництва для ефективного ведення бізнесу.

СК 2. Здатність використовувати сучасні знання про способи відтворення, закономірності індивідуального розвитку та розведення тварин для ефективного ведення галузі тваринництва.

СК 10. Здатність застосовувати знання з біології та господарсько корисних ознак різних видів, порід і кросів птиці за сучасних технологій виробництва продукції птахівництва.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН-8. Знання з відтворення та розведення сільськогосподарських тварин.

ПРН-21. Показувати знання основних історичних етапів розвитку предметної області.

2. Програма та структура навчальної дисципліни для скороченого терміну навчання:

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Цитологічні основи спадковості												
Тема 1. Генетика – наука про спадковість і мінливість. Методи досліджень в генетиці.	2	2					4					4
Тема 2. Види спадковості та мінливості.	2	1		1			4					4
Тема 3. Цитологічні основи спадковості.	16	2		10		4	4					4
Разом за змістовим модулем 1	20	5		11		4	12					12
Змістовий модуль 2. Молекулярні основи спадковості												
Тема 1. Молекулярні основи спадковості. Нуклеїнові кислоти-матеріальні носії спадковості. Будова,	8	2		4		2	6					6

типи і функції ДНК, РНК. Реплікація.												
Тема 2. Транскрипція. Процесинг, сплайсинг.	8	2		4		2	6					6
Тема 3. Трансляція. Регуляція експресії генів.	10	4		4		2	6					6
Тема 4. Генетичний код та його властивості. Ген і його властивості.	4	2		2			6					6
Разом за змістовим модулем 2	30	10		14		6	24					24
Змістовий модуль 3. <i>Класична генетика. Закономірності успадкування ознак. Закони Менделя. Взаємодія генів. Види спадковості та мінливості. Мутаційна мінливість. Хромосомна теорія спадковості. Генетика статі. Генетика популяцій</i>												
Тема 1. Закономірності успадкування ознак при статевому розмноженні. Закони Менделя. Успадкування ознак при моно-, ди- та полігібридних схрещуваннях.	12	4		4		4	12					12
Тема 2. Взаємодія алельних та неалельних генів.	10	2		4		4	12					12
Тема 3. Хромосомна теорія спадковості. Зчеплене успадкування. Кросинговер.	8	2		2		4	12					12
Тема 4. Генетика статі. Ознаки зчеплені зі статтю.	8	2		2		4	12					12
Тема 5. Генетика популяцій. Генетичні процеси в популяціях.	8	2		2		4	12					12
Тема 6. Мутаційна мінливість.	12	4				8	24					24
Разом за змістовим модулем 3	60	16		14		30	72					72
Змістовий модуль 4. <i>Генетичні основи селекції тварин. Імуногенетика. Основи генетичної інженерії та біотехнології. Спеціальна генетика</i>												
Тема 1. Генетичні основи селекції тварин	4	2				4	12					12

Тема 2. Імуногенетика.	6	2			8	24					24
Тема 3. Основи генетичної інженерії та біотехнології	4	4									
Тема 4. Спеціальна генетика	16	6		6	8	24					24
Разом за змістовим модулем 4	30	14		6	20						72
Усього годин	150	45		45	60	180					180
Курсовий проект (робота) з _____ (якщо є в робочому навчальному плані)		-	-	-	-		-	-	-		-
Усього годин	150	45		45	60	180					180

3. Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Генетика – наука про спадковість і мінливість. Методи досліджень в генетиці.	2
2.	Види спадковості та мінливості.	1
3.	Цитологічні основи спадковості.	2
4.	Молекулярні основи спадковості. Нуклеїнові кислоти-матеріальні носії спадковості. Будова, типи і функції ДНК, РНК. Реплікація.	2
5.	Транскрипція. Процесинг, сплайсинг.	2
6.	Трансляція. Регуляція експресії генів.	4
7.	Генетичний код та його властивості. Ген і його властивості.	2
8.	Закономірності успадкування ознак при статевому розмноженні. Закони Менделя. Успадкування ознак при моно-, ди- та полігібридних схрещуваннях.	4
9.	Взаємодія алельних та неалельних генів.	2
10.	Хромосомна теорія спадковості. Зчеплене успадкування. Кросинговер.	2
11.	Генетика статі. Ознаки зчеплені зі статтю.	2
12.	Генетика популяцій. Генетичні процеси в популяціях.	2
13.	Мутаційна мінливість.	4
14.	Генетичні основи селекції тварин	2
15.	Імуногенетика.	2
16.	Основи генетичної інженерії та біотехнології	4
17.	Спеціальна генетика	6
	Разом	45

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Будова клітини. Клітинний цикл.	2
2.	Будова хромосом. Каріотиби різних видів с.-г. тварин.	2
3.	Мітоз, мейоз, гаметогенез.	4
4.	Розв'язування задач за темою. Контроль знань за модулем №1.	2
5.	Будова і функції ДНК, РНК. Реплікація. Розв'язування задач	4
6.	Транскрипція, процесинг, сплайсинг. Розв'язування задач.	4
7.	Трансляція. Генетичний код. Розв'язування задач.	4
8.	Контроль знань за модулем №2.	2
9.	Закономірності успадкування ознак при статевому розмноженні. Моногібридне схрещування.	2
10.	Взаємодія алельних генів.	2
11.	Дигібридне схрещування.	2
12.	Взаємодія неалельних генів.	2
13.	Хромосомна теорія спадковості. Зчеплене успадкування. Кросинговер.	2
14.	Успадкування ознак, зчеплених зі статтю.	2
15.	Генетика популяцій.	2
16.	Контроль знань за модулем №3.	1
17.	Спеціальна генетика. Генетика ВРХ, коней, свиней, овець, кіз, птиці, кролів, хутрових звірів, риби, бджіл та шовкопрядів.	4
18.	Контроль знань за модулем №4.	2
	Разом	45

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вивчення будови клітини. Вивчення схем гаметогенезу. Ідентифікація каріограм сільськогосподарських тварин. Розв'язування задач за темою.	4
2.	Будова і функції ДНК Реплікація. Розв'язування задач.	2
3.	Будова і функції РНК. Транскрипція, процесинг, сплайсинг. Розв'язування задач.	2
4.	Трансляція. Генетичний код. Розв'язування задач.	4
5.	Закономірності успадкування ознак при статевому розмноженні. Моногібридне схрещування. Розв'язування задач.	2
6.	Дигібридне схрещування. Розв'язування задач.	2
7.	Взаємодія алельних генів. Розв'язування задач.	2
8.	Взаємодія неалельних генів. Розв'язування задач.	2
9.	Хромосомна теорія спадковості. Зчеплене успадкування. Кросинговер. Розв'язування задач.	4
10.	Розв'язування індивідуальних завдань на успадкування ознак, зчеплених зі статтю.	4
11.	Генетика популяцій. Розв'язування індивідуальних завдань на закони Харді-Вайнберга.	4
12.	Мутаційна мінливість. Підготовка презентації.	8
13.	Генетичні основи селекції тварин. Написання реферату.	4
14.	Імуногенетика. Написання реферату.	8

15	Спеціальна генетика. Підготовка презентації.	8
	Разом	60

5.1 Теми самостійної роботи для заочної форми навчання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Вивчення будови клітини. Вивчення схем гаметогенезу. Ідентифікація каріограм сільськогосподарських тварин. Розв'язування задач за темою.	12
2.	Будова і функції ДНК Реплікація. Розв'язування задач.	6
3.	Будова і функції РНК. Транскрипція, процесинг, сплайсинг. Розв'язування задач.	6
4.	Трансляція. Генетичний код. Розв'язування задач.	12
5.	Закономірності успадкування ознак при статевому розмноженні. Моногібридне схрещування. Розв'язування задач.	6
6.	Дигібридне схрещування. Розв'язування задач.	6
7.	Взаємодія алельних генів. Розв'язування задач.	6
8.	Взаємодія неалельних генів. Розв'язування задач.	6
9.	Хромосомна теорія спадковості. Зчеплене успадкування. Кросинговер. Розв'язування задач.	12
10.	Розв'язування індивідуальних завдань на успадкування ознак, зчеплених зі статтю.	12
11.	Генетика популяцій. Розв'язування індивідуальних завдань на закони Харді-Вайнберга.	12
12.	Мутаційна мінливість. Підготовка презентації.	24
13.	Генетичні основи селекції тварин. Написання реферату.	12
14.	Імуногенетика. Написання реферату.	24
15.	Спеціальна генетика. Підготовка презентації.	24
	Разом	180

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання

- усне або письмове опитування;
- тестування;
- захист лабораторних робіт

7. Методи навчання

- практико-орієнтоване навчання;
- перевернутий клас;
- навчання через дослідження;
- проектна робота (індивідуальна)

8. Оцінювання результатів навчання

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України».

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Цитологічні основи спадковості		
Тема 1. Будова клітини. Клітинний цикл		
Лабораторна робота 1.	ПРН-8, 21. Зокрема, знати основні структурні компоненти клітини (мембрани, цитоплазма, органели) та їх функції в забезпеченні життєдіяльності клітини; розуміти стадії клітинного циклу (інтерфаза, мітоз, цитокінез) і їх значення для росту, розвитку та відтворення клітин організму. Знати механізми контролю клітинного циклу, роль генетичного матеріалу (ДНК) у процесах поділу та диференціації клітин. Застосовувати знання про клітинний цикл у технологічних процесах селекції та розведення сільськогосподарських тварин для підвищення продуктивності та здоров'я поголів'я. Демонструвати знання основних етапів розвитку клітинної біології та генетики, що є фундаментом сучасної зоотехнії селекції.	5
Тема 2. Будова хромосом. Каріотиби різних видів с.-г. тварин		
Лабораторна робота 2.	ПРН-8. Зокрема, знати будову хромосом, типи хромосом за розташуванням центромери. Розуміти поняття каріотипу, методи його аналізу у видів сільськогосподарських тварин. Вміти ідентифікувати основні відмінності в каріотипах тварин різних видів (великої рогатої худоби, коней, свиней, птиці тощо) та їх біологічне значення. Застосовувати знання про будову хромосом і каріотиби для діагностики генетичних аномалій, що можуть впливати на продуктивність і здоров'я тварин. Використовувати міжнародні стандарти і методики каріотипування у професійній діяльності, що передбачає селекцію та генетичний моніторинг.	5
Тема 3. Мітоз, мейоз, гаметогенез		
Лабораторна робота 3.	ПРН-8, 21. Знати етапи та механізми мейозу як основного процесу формування гамет. Розуміти особливості гаметогенезу. Вміти пояснити генетичні наслідки мейозу кросинговер, та незалежний розподіл хромосом, що забезпечують спадкову мінливість. Застосовувати знання про мітоз, мейоз і гаметогенез у контролі якості відтворення і плануванні селекційних програм. Використовувати сучасні методи аналізу та діагностики репродуктивної здатності тварин на основі знань про процеси мітозу, мейозу та гаметогенезу.	5
Самостійна робота		5
Модульна контрольна робота 1.		80
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Молекулярні основи спадковості		
Тема 1. Молекулярні основи спадковості. Нуклеїнові кислоти-матеріальні носії спадковості. Будова, типи і функції ДНК, РНК. Реплікація		

Лабораторна робота 1.	ПРН-8. Зокрема, володіти знаннями про молекулярну структуру нуклеїнових кислот (ДНК і РНК) та механізми їх реплікації, включно з роллю ферментів. ПРН-21. Зокрема, демонструвати знання історії відкриття молекулярних основ спадковості, зокрема ролі Уотсона і Кріка, а також розвитку сучасних методів молекулярної генетики.	5
Тема 2. Транскрипція, процесинг, сплайсинг		
Лабораторна робота 2.	ПРН-8. Зокрема, розуміти основні етапи транскрипції – процесу синтезу РНК на матриці ДНК, включаючи механізми ініціації, елонгації і термінації.	5
Тема 3. Трансляція. Генетичний код та його властивості. Ген і його властивості		
Лабораторна робота 3.	ПРН-8. Зокрема, знати принципи трансляції — синтезу білка на рибосомах із використанням інформації генетичного коду, включно з роллю мРНК, тРНК та рибосом. Розуміти сутність генетичного коду – його властивості (триплетність, універсальність, виродженість) та важливість для точного перенесення спадкової інформації.	5
Самостійна робота		5
Модульна контрольна робота 2.		80
Всього за модулем 2		100
Модуль 3. Класична генетика		
Тема 1. Закономірності успадкування ознак при статевому розмноженні. Закони Менделя. Успадкування ознак при моно-, ди- та полігібридних схрещуваннях		
Лабораторна робота 1.	ПРН-8, 21. Зокрема, вміти пояснювати основні закономірності успадкування ознак при статевому розмноженні, зокрема механізми, що лежать в основі класичної генетики. Аналізувати генетичні схрещування різного типу (моно-, ди-, полігібридні) та прогнозувати співвідношення фенотипів і генотипів у нащадків. Формулювати і застосовувати закони Менделя до розв’язання генетичних задач щодо моно-, ди- та полігібридних схрещувань. Використовувати генетичні закони для практичного розв’язання задач у сфері селекції тваринництва та птахівництва.	5
Тема 2. Взаємодія алельних та неалельних генів		
Лабораторна робота 2.	ПРН-8, 21. Зокрема, вміти описувати взаємодію алельних та неалельних генів і розуміти їх вплив на фенотипічні прояви.	5
Тема 3. Хромосомна теорія спадковості. Зчеплене успадкування. Кросинговер		
Лабораторна робота 3.	ПРН- 8, 21. Зокрема, вміти пояснювати принципи зчепленого успадкування і хромосомної теорії спадковості. Застосовувати методи генетичного аналізу для визначення типу успадкування ознак, включаючи зчеплене та незчеплене успадкування. Застосовувати знання хромосомної теорії спадковості для пояснення механізмів передачі спадкової інформації.	5
Тема 4. Генетика статі. Ознаки зчеплені зі статтю		
Лабораторна робота 4.	ПРН- 8, 21. Зокрема, розуміти основні механізми генетики статі та їх роль у визначенні статі організмів. Інтерпретувати	5

	результати генетичних експериментів з урахуванням сучасних теоретичних знань.	
Тема 5. Генетика популяцій. Генетичні процеси в популяціях		
Лабораторна робота 5.	ПРН- 8, 21. Зокрема, знати основи генетики популяцій і роль генетичних закономірностей у еволюції та селекції.	5
Самостійна робота	Демонструвати інтегральну компетентність у розв'язанні складних генетичних задач, які включають аналіз та інтерпретацію результатів досліджень із використанням класичних генетичних підходів.	15
Модульна контрольна робота 3.		60
Модуль 4. Генетичні основи селекції тварин. Імуногенетика. Основи генетичної інженерії та біотехнології. Спеціальна генетика		
Самостійна робота	ПРН-8, 21. Зокрема, використовувати сучасні знання з генетики у практичній діяльності для підвищення ефективності розведення та селекції сільськогосподарських тварин і птиці.	100
		100
Навчальна робота	$(M1 + M2+M3+M4)/4 \cdot 0,7 \leq 70$	
Екзамен	30	
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо 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 щодо академічної доброчесності	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Проектні роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо 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)

9. Навчально -методичне забезпечення

1. Електронний навчальний курс «Генетика тварин». Автор курсу Супрун І.О. <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=474¬ifieditingon=1>
2. Супрун І. О. Основи генетики в тестах: метод. вказівки до виконання самост. робіт студентами ОКР «Бакалавр» спец. 6.090.102 «ТВППТ». Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2012. 75 с.
3. Супрун І. О. Робочий зошит для проведення лабораторних та самостійних робіт студентами ОКР «Бакалавр» з дисципліни «Генетика тварин». Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2024. 128 с.
4. Супрун І. О., Хмельничий Л. М. Цитологічні та молекулярні основи спадковості: метод. вказівки до виконання лаб. та самост. робіт студентами ОКР «Бакалавр» спец. 6.110100 «Ветеринарна медицина». Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2010. 50 с.
5. Хмельничий Л. М., Супрун І. О. Генетика тварин. Київ: НУБіП України, 2020. 408 с.
6. Хмельничий Л. М., Супрун І. О. Генетика тварин. Київ: НУБіП України, 2023. 460 с. Режим доступу: <https://dglb.nubip.edu.ua/bitstreams/4ecad1ca-db39-4b70-b8e6-1da8079c119a/download>
7. Хмельничий Л. М., Супрун І. О. Основи генетики та селекції сільськогосподарських тварин. Київ: Аграрна освіта, 2011. 440 с.
8. Хмельничий Л. М., Супрун І. О., Салогуб А. М. Основи генетики тварин з біометрією. Суми: ПП Вінниченко М. Д., ФОП Дьоменко В. В., 2011. 344 с.

10. Рекомендовані джерела інформації

10.1. Базова література

1. Супрун І. О. Основи генетики в тестах: метод. вказівки до виконання самостійних робіт студентами ОКР «Бакалавр» спец. 6.090.102 «ТВППТ». Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2012. 75 с.
2. Супрун І. О. Робочий зошит для проведення лабораторних та самостійних робіт студентами ОКР «Бакалавр» з дисципліни «Генетика тварин». Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2024. 128 с.
3. Хмельничий Л. М., Супрун І. О. Основи генетики та селекції сільськогосподарських тварин. Київ: Аграрна освіта, 2011. 440 с.
4. Хмельничий Л. М., Супрун І. О., Салогуб А. М. Основи генетики тварин з біометрією. Суми: ПП Вінниченко М. Д., ФОП Дьоменко В. В., 2011. 344 с.
5. Хмельничий Л. М., Супрун І. О. Генетика тварин. Київ: НУБіП України, 2020. 408 с.
6. Хмельничий Л. М., Супрун І. О. Генетика тварин. Київ: НУБіП України, 2023. 460 с.

10.2. Допоміжна література

1. Супрун І. О., Хмельничий Л. М. Цитологічні та молекулярні основи спадковості: метод. вказівки до виконання лаб. та самост. робіт студентами ОКР «Бакалавр» спец. 6.110100 «Ветеринарна медицина». Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2010. 50 с.

10.3. Інформаційні ресурси

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=474¬ifieditingon=1> Електронний навчальний курс «Генетика тварин» автор курсу Супрун І.О.

<http://www.aphis.usda.gov/biotechnology/index/shtml> USDA Biotechnology Website

<http://www.fass.org/> Federation of Animal Science Societies

<http://www.nature.com/nbt/index.html> Nature Biotechnology

www.bio.org BIO Society

База даних локусів кількісних ознак <https://www.animalgenome.org/QTLdb/faq/>

База даних фенів не лабораторних тварин [Online Mendelian Inheritance in Animals \(OMIA\)](https://omia.org/home/)
<https://omia.org/home/>

<http://www.youtube.com/watch?v=9kQpYdCnU14> Інтерактивна анімація

<http://www.youtube.com/watch?v=bFNjxKHP8Jc>

<http://wishart.biology.ualberta.ca/BacMap>