Методы биологии

Кодификатор ЕГЭ: 1.3 · Линии ЕГЭ: 1, 2, 21-23 · kursteam.ru/teoriya/obschaya-biologiya/metody-biologii

КОРОТКО

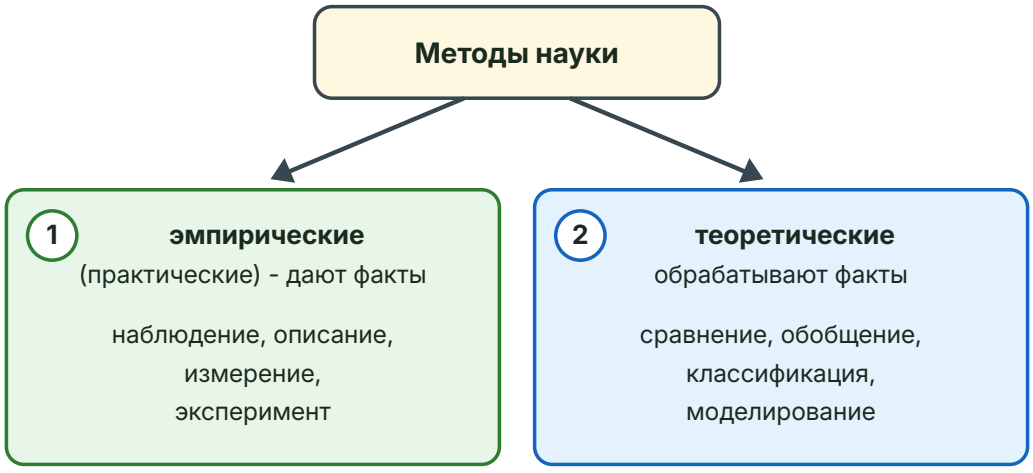
- Общенаучные методы: наблюдение, описание, измерение, сравнение, эксперимент, моделирование, систематизация.
- Наблюдение не вмешивается в процесс, а эксперимент создаёт специальные условия и меняет их.
- Независимая переменная - то, что задаёт и меняет исследователь; зависимая - то, что измеряют.
- Отрицательный контроль - такой же опыт без воздействия при всех прочих равных условиях: он доказывает, что результат даёт именно воздействие.
- Нулевая гипотеза - предположение по умолчанию: зависимая переменная не зависит от воздействия.
- Методы генетики человека: генеалогический, близнецовый, цитогенетический, биохимический, популяционно-статистический, молекулярно-генетический; гибридологический к человеку не применяют.

Общенаучные методы

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Методы науки

Способы получения и проверки научного знания. Эмпирические (практические) методы дают факты: наблюдение, описание, измерение, эксперимент. Теоретические обрабатывают факты: сравнение, обобщение, классификация (систематизация), моделирование.



1 - Эмпирические (практические) методы дают факты: наблюдение, описание, измерение, эксперимент

2 - Теоретические методы обрабатывают факты: сравнение, обобщение, классификация, моделирование

Две группы методов: одни добывают факты, другие их обрабатывают.

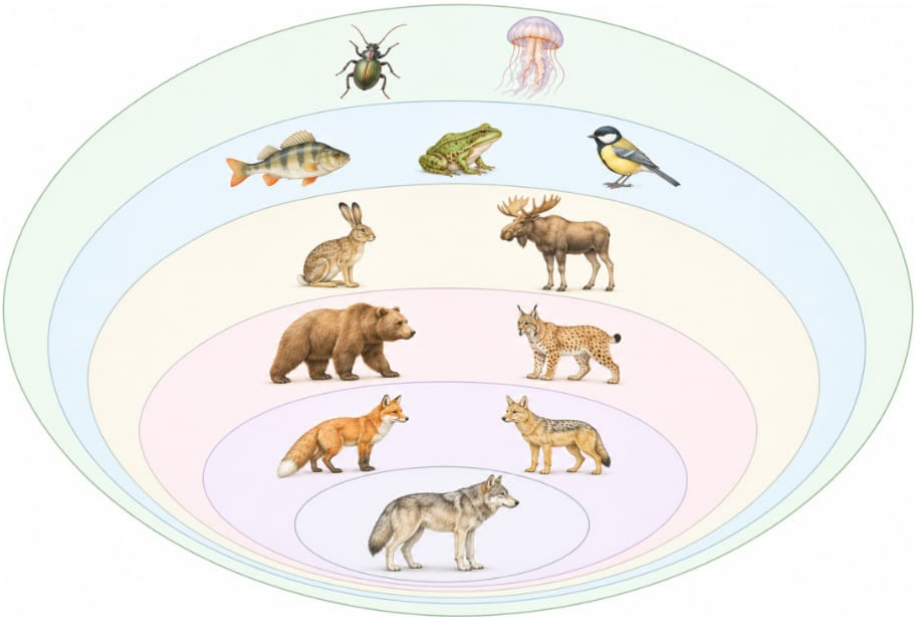
Метод	Суть	Пример
Наблюдение	целенаправленное восприятие объекта или явления без вмешательства в него	изучение поведения шимпанзе в естественной среде, учёт перелётных птиц
Описание	фиксация характеристик объекта по результатам наблюдения	описание нового вида жука
Измерение	определение количественных характеристик	масса тела, частота сердечных сокращений, длина листа
Сравнение	выявление сходств и различий	сравнение клеток гриба и растения
Эксперимент (опыт)	исследователь сам создаёт специальные условия и меняет их	проверка влияния удобрения на рост проростков
Моделирование	изучение процесса на упрощённой копии - модели	модель двойной спирали ДНК, компьютерная модель эпидемии
Систематизация (классификация)	упорядочение данных, распределение объектов по группам	распределение организмов по таксонам



1 - Наблюдение
2 - Описание
3 - Измерение
4 - Сравнение
5 - Эксперимент: опыт и контроль различаются одним условием - светом
6 - Моделирование

Общенаучные методы биологии.

Седьмой метод - систематизация - нагляднее всего на классификации организмов: каждый вид входит в род, род - в семейство, и так до царства.



Систематизация: организмы распределяют по вложенным группам - таксонам (на примере волка).

ЗАПОМНИ

Граница одна: в **наблюдении** исследователь не вмешивается, в **эксперименте** - задаёт условия сам. «Исследование поведения в естественной среде» - наблюдение. «Облучал семена», «добавлял препарат», «менял температуру» - эксперимент.

Как устроен эксперимент

Задания 22 и 23 проверяют не память, а понимание плана эксперимента. Разберём его по деталям.

Независимая и зависимая переменные

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Независимая переменная

Величина, которую исследователь задаёт и меняет сам: доза препарата, температура, освещённость, концентрация удобрения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Зависимая переменная

Величина, которую в эксперименте измеряют: она меняется в ответ на изменение независимой. Например, скорость роста, число пузырьков газа, выживаемость.

Подсказка: на графике независимая переменная обычно отложена по горизонтальной оси, зависимая - по вертикальной. В таблице независимая чаще в первом столбце, зависимые - в остальных. Зависимых переменных может быть несколько: если измеряли и осмолярность мочи, и концентрацию мочевины - это две зависимые переменные.

Контроль: отрицательный и положительный

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Отрицательный контроль

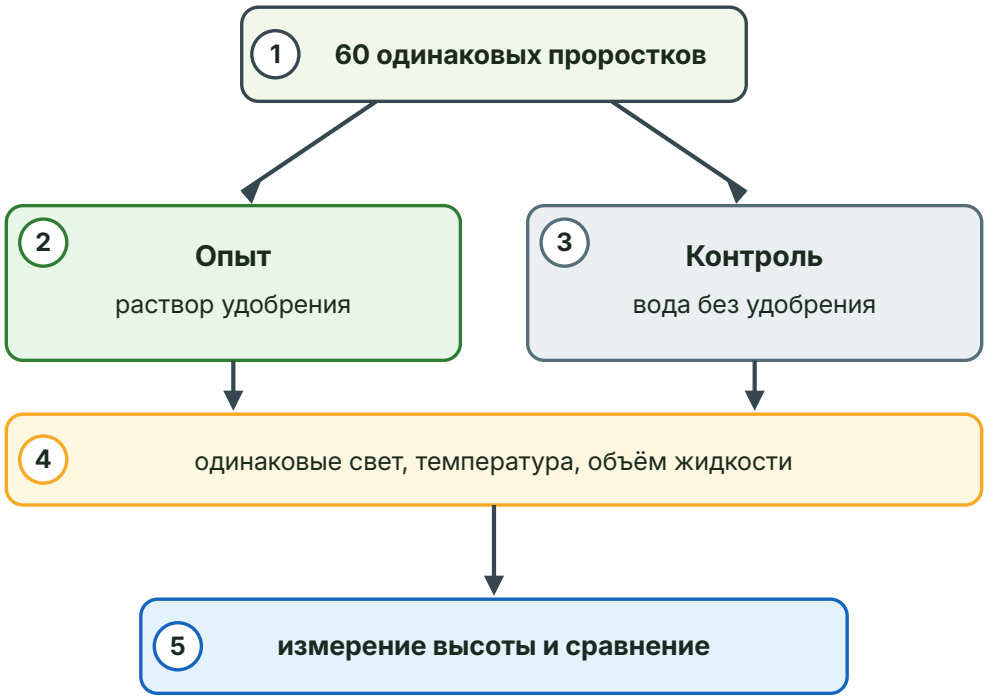
Экспериментальный контроль (опыт), при котором изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию при сохранении всех остальных условий.

Зачем он нужен: сравнив опыт с контролем, можно доказать, что зависимая переменная изменилась именно из-за воздействия, а не из-за других условий (света, температуры, самого времени опыта).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Положительный контроль

Опыт с воздействием, которое заведомо даёт известный эффект. Он показывает, что система «работает» и метод способен обнаружить эффект. Например, при испытании нового антибиотика одну группу бактерий обрабатывают известным антибиотиком.



1 - Одинаковые объекты (проростки одного сорта и возраста) случайно делят на две равные группы
2 - Опытная группа получает воздействие: полив раствором удобрения (независимая переменная)
3 - Контрольная группа (отрицательный контроль) воздействия не получает: полив чистой водой
4 - Все остальные условия одинаковы: свет, температура, объём жидкости
5 - В обеих группах измеряют зависимую переменную (среднюю высоту) и сравнивают результаты

План эксперимента: опыт и отрицательный контроль различаются только воздействием.

Конспект скачан с сайта kursteam.ru



Опыт с контролем: всё одинаково, кроме одного условия - полива; разница в результате показывает его роль.

Гипотеза и нулевая гипотеза

Эксперимент ставят, чтобы подтвердить или опровергнуть **гипотезу** - научное предположение о связи явлений.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Нулевая гипотеза

Принимаемое по умолчанию предположение, что связи между двумя наблюдаемыми явлениями нет: зависимая переменная не зависит от воздействия.

Формулируй по шаблону: «**(зависимая переменная)** не зависит от **(независимой переменной)**». Если в эксперименте два воздействия или два фактора (например, препарат и время наблюдения) - нулевых гипотез тоже две, по одной на каждый фактор. Результаты эксперимента либо опровергают нулевую гипотезу (связь есть), либо не дают оснований её отвергнуть.

Выборка, повторности и разброс данных

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Выборка

Часть объектов (особей, клеток, проб), на которой проводят исследование, чтобы перенести выводы на всю группу - вид или популяцию.

- Выборка должна быть **репрезентативной** - отражать свойства всей группы. Если испытать лекарство только на молодых мужчинах, переносить вывод на всех людей нельзя.
- Выборка должна быть **однородной** по условиям: объекты одного вида, возраста, пола, размера - иначе различия между ними замаскируют эффект воздействия.

- Чем **больше** выборка и число повторностей опыта, тем достовернее результат: случайные отклонения усредняются. Поэтому исследуют группу космонавтов, а не одного, и каждую точку опыта повторяют несколько раз.
- **Разброс данных** - различия между повторными измерениями. Большой разброс при маленькой выборке не позволяет сделать достоверный вывод.

Причины искажения результатов

- разные условия в опыте и контроле (разная среда, разные термостаты, разный состав воды);
- разные методики измерения в разных группах;
- неоднородная выборка (животные разного возраста, пола, размера);
- слишком маленькая выборка, отсутствие повторностей;
- случайные внешние воздействия по ходу опыта (шум, стресс у животных);
- отсутствие контроля - не с чем сравнить.

Частнонаучные методы

В линии 1 рядом с общенаучными методами спрашивают частнонаучные - методы отдельных биологических наук. Сначала таблица для узнавания, ниже - каждый метод отдельно и с рисунком: методы изучения клетки, генетики, селекции и эволюции.

Метод	Что позволяет
Микроскопия (световая, электронная)	увидеть клетки и их структуры; «изучение клеток под увеличительным прибором», обнаружение набора хромосом. Микроскопию и центрифугирование относят к цитологическим методам
Центрифугирование	разделить органоиды клетки или компоненты крови по массе и плотности
Хроматография	разделить смесь веществ при движении через адсорбент (пигменты листа)
Электрофорез	разделить белки или фрагменты ДНК по размеру и заряду в электрическом поле
Метод меченых атомов (авторадиография)	проследить перемещение и превращение веществ в клетке и организме
Культура клеток и тканей (микроклональное размножение)	вырастить организм или ткань из отдельных клеток
Секвенирование	определить последовательность нуклеотидов в ДНК
ПЦР (полимеразная цепная реакция)	многократно скопировать нужный участок ДНК: для диагностики инфекций и наследственных болезней, анализа следов ДНК
Гибридологический	скрещивать чистые линии с альтернативными признаками и анализировать потомство
Цитогенетический (кариотипирование)	изучить кариотип, выявить геномные и хромосомные мутации
Генеалогический	проследить наследование признака по родословной человека
Близнецовый	сравнить однояйцевых и разнояйцевых близнецов, оценить роль наследственности и среды

Биохимический	определить концентрацию веществ в крови и моче, выявить нарушения обмена веществ
Популяционно-статистический	определить частоту признака (аллеля) в популяции
Инбридинг	близкородственным скрещиванием получить чистые линии в селекции
Полиплоидизация	получить кратно увеличенный набор хромосом
Искусственный мутагенез	вызвать мутации излучением или химическими веществами и отобрать полезные
Метод рекомбинантных плазмид	перенести участок ДНК одного организма в ДНК другого
Радиоуглеродное датирование	определить возраст ископаемых остатков по распаду углерода-14

Методы изучения клетки и ДНК

Микроскопия, дифференциальное центрифугирование, хроматография, электрофорез, метод меченых атомов и культивирование клеток - методы цитологии и молекулярной биологии. Каждый из них с рисунком разобран в статье «Методы цитологии». Основной инструмент - световой микроскоп.



Световой микроскоп: свет от зеркала проходит через препарат, увеличивают объектив и окуляр.

Секвенирование ДНК

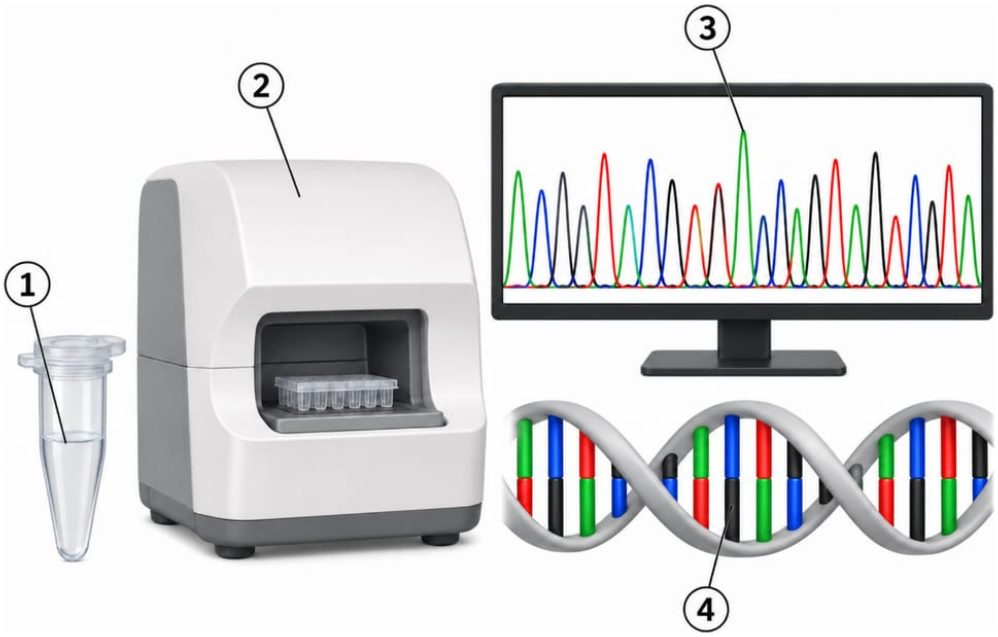
ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Секвенирование

Определение последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК.

Прибор-секвенатор читает цепь ДНК нуклеотид за нуклеотидом. Четыре азотистых основания помечены четырьмя разными красителями, поэтому результат выглядит как ряд цветных пиков

- хроматограмма. Это молекулярно-генетический метод: им ищут мутации при наследственных болезнях, устанавливают родство людей и степень родства видов - чем больше совпадений в последовательностях ДНК, тем ближе родство. Полногеномное секвенирование прочитывает весь геном: геном человека прочитан к 2003 году по международной программе «Геном человека».



1 - Пробирка с образцом ДНК
2 - Секвенатор
3 - Хроматограмма: каждый пик - один нуклеотид, цвет пика показывает, какое азотистое основание стоит на этом месте
4 - Итог - последовательность нуклеотидов участка ДНК

Секвенирование: прибор читает нуклеотиды ДНК по порядку и выдаёт хроматограмму.

ПЦР - полимеразная цепная реакция

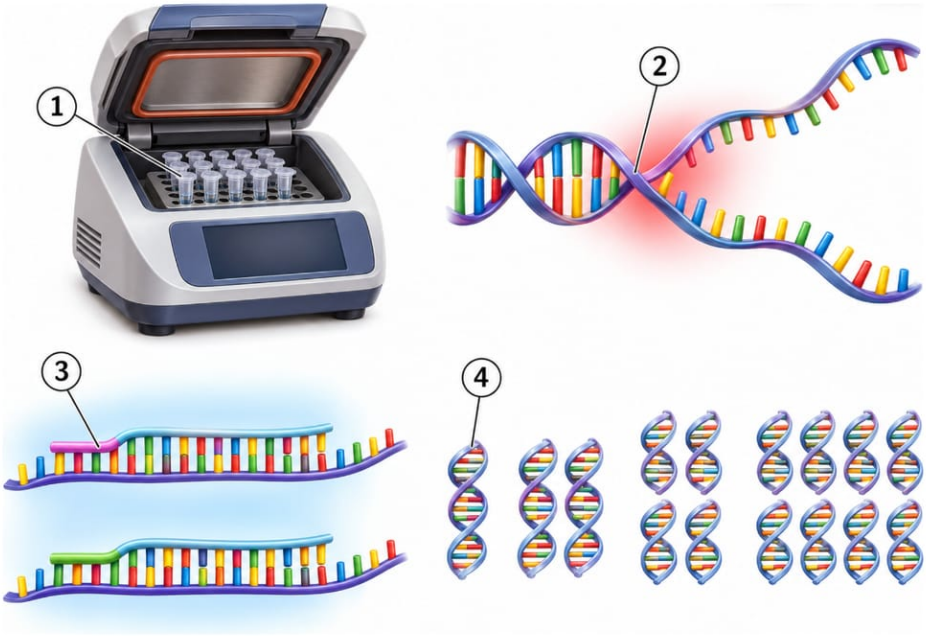
ОПРЕДЕЛЕНИЕ

ПЦР

Многократное копирование выбранного участка ДНК в пробирке.

Пробирку с ДНК, нуклеотидами, ферментом ДНК-полимеразой и короткими затравками помещают в прибор-амплификатор, который много раз меняет температуру. При нагреве цепи ДНК расходятся, при охлаждении к каждой цепи присоединяется затравка, и фермент достраивает новую цепь по принципу комплементарности. Каждый цикл удваивает число копий: за 30 циклов из одной молекулы получается около миллиарда. ПЦР нужна, когда ДНК очень мало: по ней находят вирусы и бактерии (ПЦР-тест), наследственные болезни, определяют генотип и устанавливают личность по следам ДНК.

Конспект скачан с сайта kursteam.ru



1 - Амплификатор с пробирками
2 - Нагрев: цепи ДНК расходятся
3 - Охлаждение: к цепям присоединяются затравки, фермент достраивает новые цепи
4 - Каждый цикл удваивает число молекул ДНК: 1, 2, 4, 8

ПЦР: каждый цикл нагрева и охлаждения удваивает число копий участка ДНК.

Методы генетики

Генетика изучает наследственность и изменчивость. Главный метод классической генетики - гибридологический. К человеку его применить нельзя: ставить скрещивания недопустимо, поколения сменяются медленно, детей в семье мало. Поэтому наследственность человека изучают генеалогическим, близнецовым, цитогенетическим, биохимическим, популяционно-статистическим и молекулярно-генетическим (секвенирование) методами.

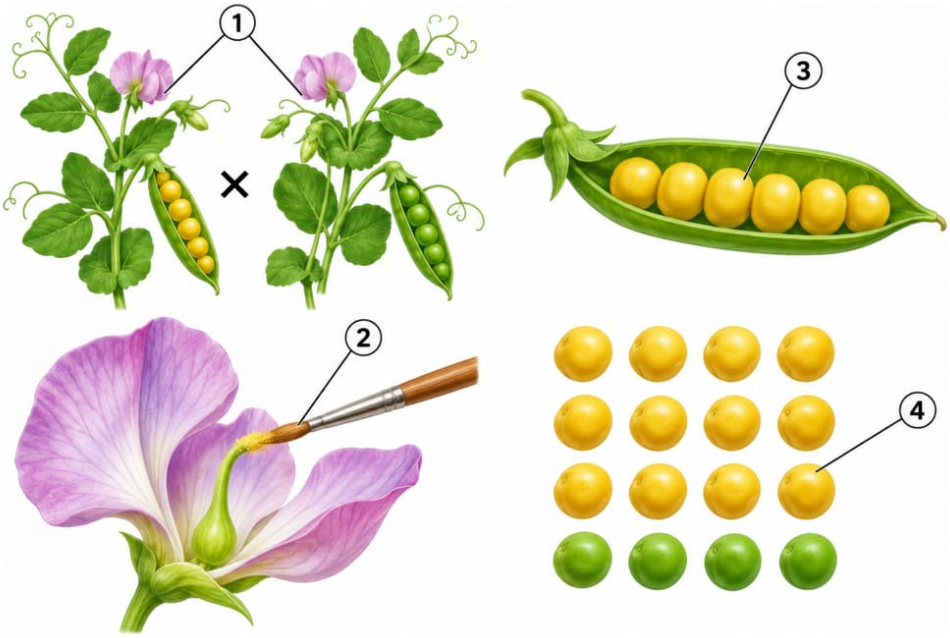
Гибридологический метод

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Гибридологический метод

Скрещивание организмов, различающихся по альтернативным признакам, и точный подсчёт потомков каждого поколения.

Метод разработал Г. Мендель на горохе. Его правила: родители - чистые линии (гомозиготы); прослеживают одну-две пары альтернативных признаков; потомков каждого поколения точно считают. Так открыты законы Менделя: единообразие гибридов первого поколения и расщепление 3 : 1 во втором.



1 - Родители - чистые линии с альтернативными признаками: жёлтые и зелёные семена
2 - Искусственное опыление: у цветка заранее удаляют тычинки, пыльцу переносят кисточкой
3 - Первое поколение (F_1) единообразно: все семена жёлтые
4 - Во втором поколении (F_2) расщепление: на три жёлтых семени приходится одно зелёное (3 : 1)

Гибридологический метод: чистые линии, скрещивание, точный подсчёт потомков.

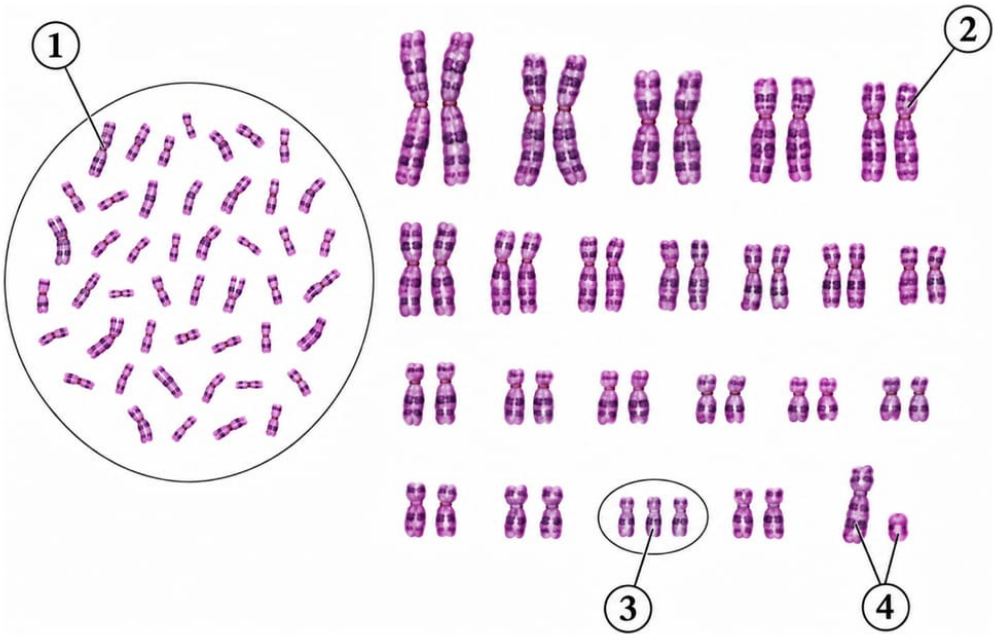
Цитогенетический метод

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Цитогенетический метод

Изучение хромосом под микроскопом: их числа, формы и строения - кариотипа.

Клетки (обычно лимфоциты крови) выращивают в культуре и останавливают деление в метафазе - в это время хромосомы сильнее всего спирализованы и хорошо видны. Хромосомы фотографируют и раскладывают по парам и размеру. Метод выявляет **геномные мутации** - изменение числа хромосом (синдром Дауна - лишняя 21-я хромосома; синдром Клайнфельтера XXY; синдром Шерешевского-Тёрнера X0) и **хромосомные перестройки** (утрата или перенос участка хромосомы). Генные мутации под микроскопом не видны.



1 - Хромосомы клетки в метафазе - вид в микроскоп
2 - Те же хромосомы, разложенные по парам и по размеру
3 - Три хромосомы 21-й пары - синдром Дауна
4 - Половые хромосомы

Цитогенетический метод: кариотип с трисомией по 21-й паре.

Генеалогический метод

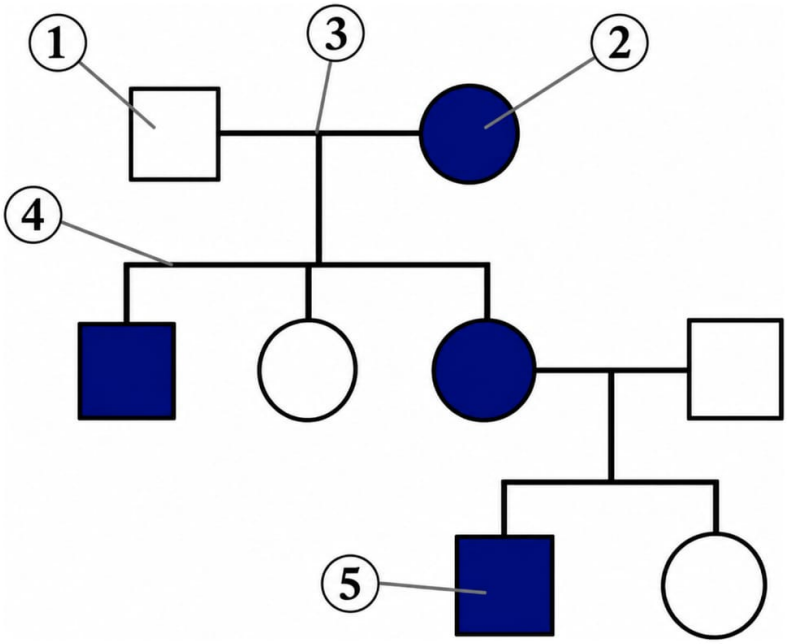
ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Генеалогический метод

Составление и анализ родословной - прослеживание признака в ряду поколений одной семьи.

По родословной определяют тип наследования признака (доминантный или рецессивный, сцепленный с полом или нет) и вероятность рождения ребёнка с признаком. Обозначения стандартные: квадрат - мужчина, круг - женщина, закрашенная фигура - человек с признаком, горизонтальная линия между мужчиной и женщиной - брак, дети одной пары (сибсы) стоят в ряд на общей линии. Каждое поколение - отдельный ряд, старшее сверху.

Конспект скачан с сайта kursteam.ru



1 - Мужчина без признака
2 - Женщина с признаком
3 - Линия брака
4 - Дети одной пары (сибсы)
5 - Мужчина с признаком в третьем поколении

Генеалогический метод: признак прослеживают по родословной.

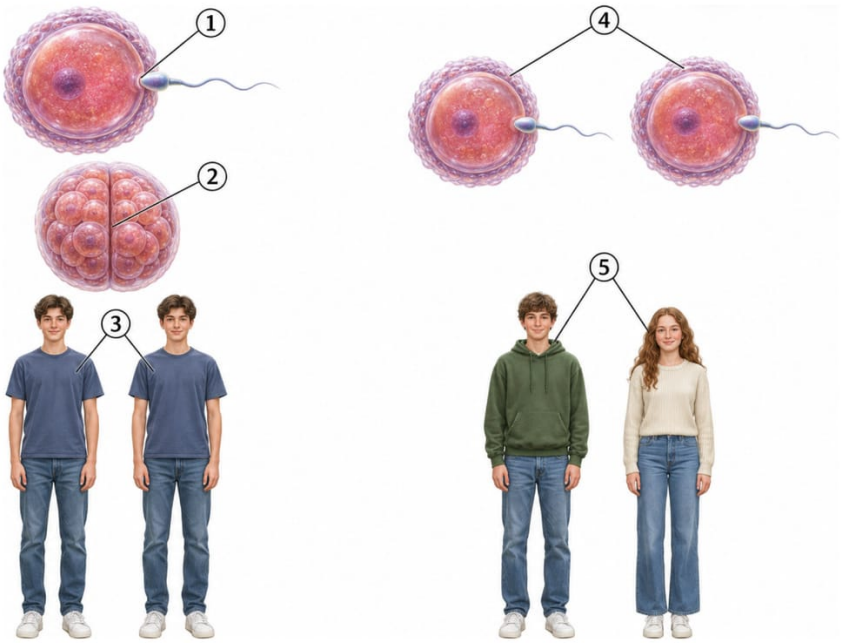
Близнецовый метод

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Близнецовый метод

Сравнение признаков у однояйцевых и разнояйцевых близнецов - чтобы оценить, что в признаке определяет наследственность, а что - среда.

Однояйцевые (монозиготные) близнецы развиваются из одной зиготы, которая на ранней стадии разделилась на два зародыша: генотипы у них одинаковы, пол всегда один. **Разнояйцевые (дизиготные)** - из двух яйцеклеток, оплодотворённых двумя сперматозоидами: похожи не больше, чем обычные братья и сёстры, и могут быть разного пола. Если признак почти всегда совпадает у однояйцевых и заметно реже у разнояйцевых - велика роль наследственности. Различия между однояйцевыми близнецами вызваны только средой.



1 - Одна яйцеклетка оплодотворяется одним сперматозоидом

2 - Ранний зародыш разделился на два

3 - Однояйцевые близнецы: генотипы одинаковы, пол один

4 - Две яйцеклетки оплодотворяются двумя сперматозоидами

5 - Разнояйцевые близнецы: генотипы разные, пол может быть разным

Однояйцевые близнецы - из одной зиготы, разнояйцевые - из двух.

Биохимический метод

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Биохимический метод

Определение концентрации веществ в крови, моче и других жидкостях организма - для выявления нарушений обмена веществ.

Так находят болезни обмена, вызванные генными мутациями: фенилкетонурию (не расщепляется аминокислота фенилаланин), сахарный диабет, альбинизм. У каждого новорождённого в роддоме берут каплю крови из пятки - это неонатальный скрининг: фенилкетонурию, найденную в первые дни жизни, лечат специальной диетой.



1 - Капля крови из пятки новорождённого
2 - Бланк с пятнами высушенной крови для анализа
3 - Пробы крови и мочи
4 - Цветная реакция: вещества больше нормы

Биохимический метод: анализ крови и мочи выявляет нарушения обмена веществ.

Популяционно-статистический метод

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Популяционно-статистический метод

Подсчёт частоты признака в выборке из популяции и расчёт по ней частот аллелей и генотипов.

Обследуют большую выборку людей, считают долю носителей признака и по закону Харди-Вайнберга рассчитывают частоту аллеля и долю гетерозиготных носителей. Например, если рецессивный признак есть у 1 % людей ($q^2 = 0{,}01$), то частота рецессивного аллеля $q = 0{,}1$, а гетерозиготных носителей $2pq = 2 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}1 = 0{,}18$ - почти каждый пятый. Метод показывает, насколько распространены наследственные болезни и признаки в разных популяциях.



1 - Выборка - часть популяции

2 - Подсчёт людей с признаком (рыжие волосы - рецессивный признак)

3 - Частота признака в популяции

Популяционно-статистический метод: частоту признака считают по выборке.

Методы селекции и биотехнологии

Инбридинг и гетерозис

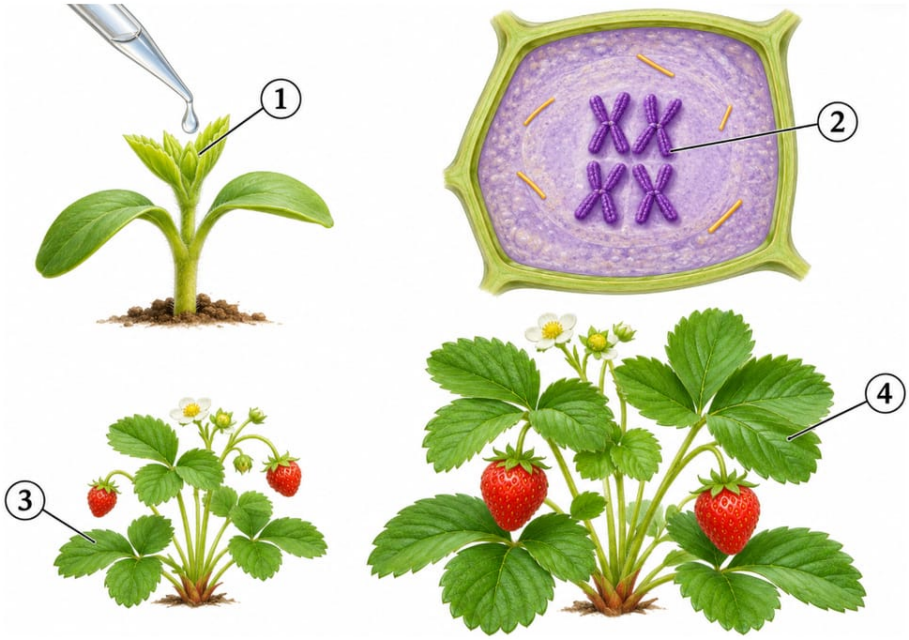
Инбридинг - близкородственное скрещивание (у растений - самоопыление). Он переводит гены в гомозиготное состояние и даёт чистые линии, но снижает жизнеспособность: проявляются вредные рецессивные аллели. Скрещивание двух разных чистых линий даёт в первом поколении гетерозис - мощные и урожайные гибриды. Подробно - в статье «Селекция».



Гетерозис: гибрид двух чистых линий крупнее и урожайнее обоих родителей.

Получение полиплоидов

Полиплоидия - кратное увеличение числа хромосомных наборов (3n, 4n и больше). Её вызывают колхицином: он разрушает веретено деления, хромосомы удваиваются, но не расходятся к полюсам, и в клетке остаётся двойной набор. Полиплоидные растения крупнее: у них крупнее клетки, листья, цветки и плоды. Полиплоиды - мягкая и твёрдая пшеница, садовая земляника, многие сорта свёклы и гречихи. Полиплоидией преодолевают и бесплодие отдалённых гибридов (опыт Карпеченко).



1 - Раствор колхицина наносят на точку роста

2 - Колхицин разрушает веретено деления: удвоенные хромосомы не расходятся, набор хромосом в клетке удваивается

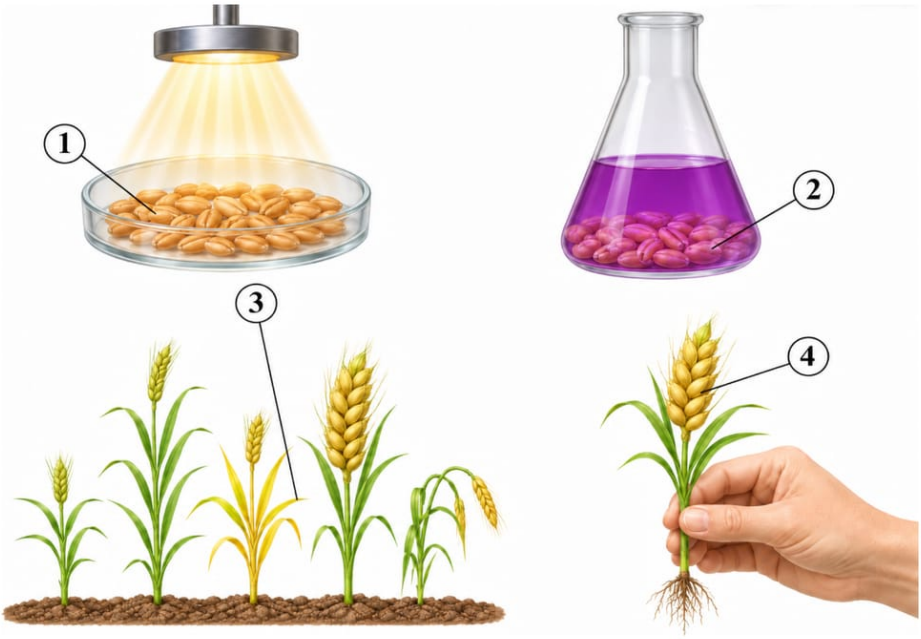
3 - Обычное (диплоидное) растение

4 - Полиплоидное растение - крупнее, с более крупными листьями и плодами

Колхицин удваивает набор хромосом - полиплоидное растение крупнее.

Искусственный мутагенез

Семена, растения или микроорганизмы обрабатывают мутагенами - рентгеновским или гамма-излучением (**радиационный мутагенез**) или химическими веществами (**химический мутагенез**). Мутации возникают во много раз чаще, чем в природе. Большинство из них вредны, поэтому селекционер отбирает редкие полезные. Так получены высокоурожайные штаммы плесневого гриба пенициллa и короткостебельные сорта ячменя и риса, устойчивые к полеганию.



1 - Радиационный мутагенез: семена облучают

2 - Химический мутагенез: семена замачивают в растворе мутагена

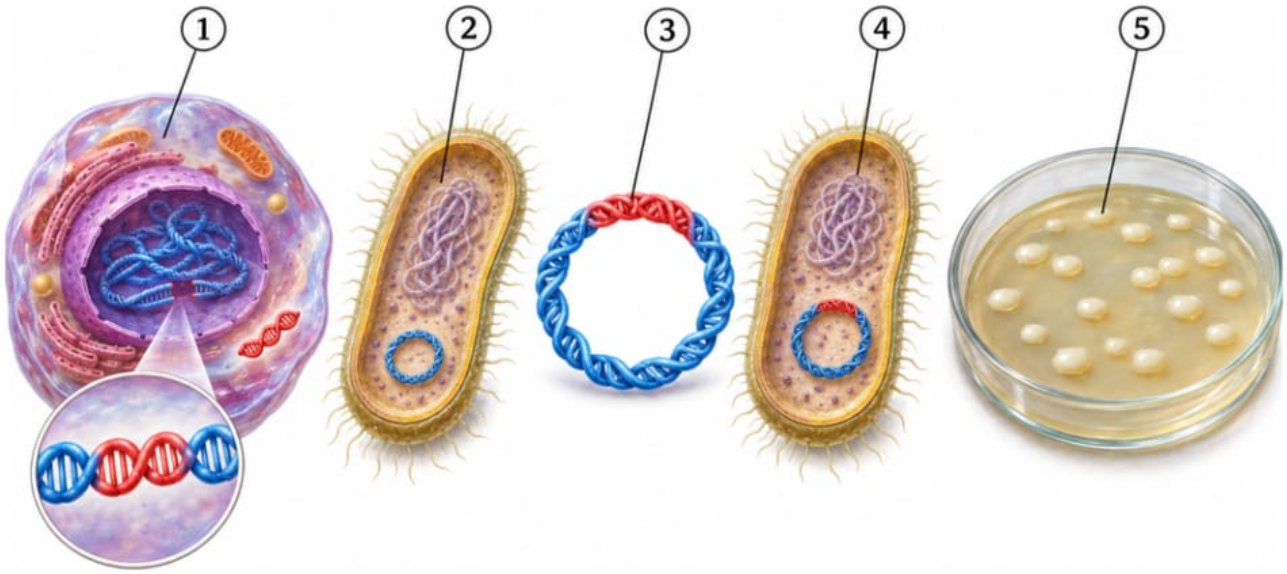
3 - Растения с разными мутациями: большинство изменений вредны

4 - Отбор: оставляют растение с полезной мутацией

Искусственный мутагенез: мутаций становится больше, полезные отбирают.

Метод рекомбинантных плазмид

Метод генной инженерии: нужный ген (например, ген инсулина человека) вырезают из ДНК ферментами, встраивают в плазмиду - маленькую кольцевую молекулу ДНК бактерии - и вводят её в бактериальную клетку. Бактерии размножаются и синтезируют белок по встроенному гену. Подробно - в статье «Биотехнология».



1 - Клетка эукариот: подбирают нужный ген и выделяют его из общей (тотальной) ДНК
2 - Бактерия с плазмидой - маленькой кольцевой молекулой ДНК
3 - Рекомбинантная плазмида: нужный ген встроен в плазмиду
4 - Трансформация: рекомбинантную плазмиду вводят в бактериальную клетку
5 - Отбор колоний бактерий, несущих целевой ген

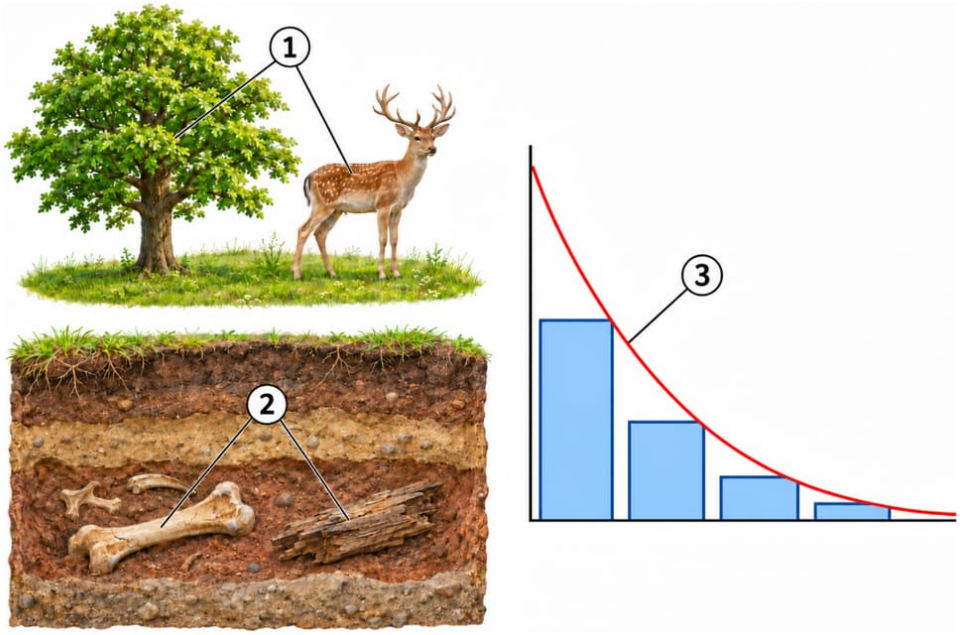
Получение ГМ-штамма бактерий методом рекомбинантных плазмид.

Методы изучения эволюции

Палеонтологический, сравнительно-анатомический, эмбриологический, биогеографический и молекулярно-генетический методы дают доказательства эволюции - они разобраны с рисунками в статье «Доказательства эволюции». Палеонтологии нужен ещё один метод - определение возраста находок.

Радиоуглеродное датирование

Пока организм жив, он получает углерод из воздуха (растения - при фотосинтезе) и с пищей (животные), и доля радиоактивного углерода-14 в его теле постоянна. После смерти поступление прекращается, а углерод-14 распадается: каждые 5730 лет его остаётся вдвое меньше (период полураспада). Измерив, сколько углерода-14 осталось в костях, древесине или угле, вычисляют возраст находки - до 50-60 тысяч лет. Возраст более древних горных пород и окаменелостей определяют по распаду других элементов (урана, калия).



1 - Живые организмы получают углерод-14 из воздуха и с**2** - После смерти поступление прекращается: в остатках пищей, его доля в теле постоянна - костях, древесине - углерод-14 распадается
3 - Каждые 5730 лет углерода-14 остаётся вдвое меньше

Радиоуглеродное датирование: возраст находки - по остатку углерода-14.

Как это спрашивают на ЕГЭ

- **Линия 1** - таблица «Методы биологических исследований»: по применению назвать метод (или наоборот). Пример применения - главная подсказка: «разделение органоидов по массе» - центрифугирование, «последовательность нуклеотидов» - секвенирование, «близкородственное скрещивание» - инбридинг, «анализ родословной» - генеалогический, «изучение кариотипа» - цитогенетический, «возраст ископаемых остатков» - радиоуглеродный.
- **Линия 2** - прогноз: как изменится величина в описанном опыте (увеличится, уменьшится, не изменится).
- **Линия 21** - анализ таблицы или графика: какие утверждения можно сделать из данных. Отвечай только по данным, не привлекая лишние знания.
- **Линии 22-23** - описание реального эксперимента с таблицей, графиком или диаграммой. Просят назвать переменные, сформулировать нулевые гипотезы, поставить отрицательный контроль, объяснить условия опыта, причину недостоверности, сделать вывод или расчёт.
- С 2027 года в линии 22 добавляются вопросы о **выборке** (насколько группа участников отражает весь вид или популяцию), о **возможности отрицательного контроля** и о **биоэтических нормах** при опытах с участием человека.

Ключевые слова: независимая и зависимая переменная, нулевая гипотеза, отрицательный контроль, выборка, достоверность, повторности.

Ловушки

ЛОВУШКА ЕГЭ

Наблюдение не вмешивается. Если исследователь что-то менял, добавлял, облучал - это уже эксперимент, даже если он потом «наблюдал» результат.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Не путай переменные местами. Независимую задаёт исследователь (доза, температура, время), зависимую измеряют (рост, выживаемость). «Зависимая» - потому что зависит от воздействия.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Нулевая гипотеза - всегда про отсутствие связи. «Удобрение ускоряет рост» - это не нулевая гипотеза. Нулевая: «скорость роста не зависит от удобрения».

ЛОВУШКА ЕГЭ

Отрицательный контроль - не любая «вторая группа». Это группа без воздействия при сохранении всех остальных условий. Группа с другой дозой препарата контролем не является.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Контроль возможен не всегда. Если сравнивают людей по возрасту или полу, экспериментального воздействия нет: возраст - неотъемлемая характеристика объекта, и отрицательный контроль поставить нельзя.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Любое лишнее различие рушит опыт. Разные термостаты, разная среда, разные методики измерения - и уже нельзя сказать, что подействовало: воздействие или это различие.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Вывод - только из данных. Делай вывод в пределах измеренного диапазона: если температуру меняли от 10 до 30 °C, про 40 °C данные ничего не говорят.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Гибридологический метод к человеку не применяют. Скрещивания ставить нельзя, поколения сменяются медленно, детей мало. У человека - генеалогический, близнецовый, цитогенетический, биохимический, популяционно-статистический и молекулярно-генетический методы.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Цитогенетический метод не видит генных мутаций. Под микроскопом видны число и строение хромосом - геномные и хромосомные мутации. Замену нуклеотида находят секвенированием, а её последствия для обмена веществ - биохимическим методом.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Разнополые близнецы - всегда разнояйцевые. Однояйцевые развиваются из одной зиготы, у них одинаковый генотип и всегда один пол.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Колхицин не удваивает ДНК. ДНК удваивается сама в интерфазе; колхицин разрушает веретено деления, поэтому удвоенные хромосомы не расходятся и набор в клетке увеличивается вдвое.

Как писать ответ

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Эксперимент: 60 одинаковых проростков пшеницы, 30 поливали раствором удобрения, 30 - чистой водой, через 10 дней измерили среднюю высоту. Назовите переменные и объясните, как поставлен отрицательный контроль и зачем он нужен

1. Независимая переменная (задаваемая) - наличие удобрения в воде для полива.
2. Зависимая переменная (изменяющаяся) - средняя высота проростков.
3. Отрицательный контроль - группа проростков, которую поливали чистой водой без удобрения при сохранении всех остальных условий.
4. Контроль нужен, чтобы показать, что высота проростков изменилась именно из-за удобрения, а не из-за других условий (света, температуры, полива).
5. Все остальные условия в группах одинаковы (сорт и возраст проростков, свет, температура, объём жидкости) - иначе связать результат с удобрением нельзя.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Как сформулировать нулевую гипотезу (и когда их две)

- Шаблон: «зависимая переменная **не зависит от** независимой переменной».
- Опыт: семена проращивали при 10, 20 и 30 °C и считали долю проросших. Нулевая гипотеза: доля проросших семян не зависит от температуры.
- Если факторов два, пиши две гипотезы. Опыт: проростки выращивали при разной температуре и разной освещённости. Нулевая гипотеза 1: скорость роста не зависит от температуры. Нулевая гипотеза 2: скорость роста не зависит от освещённости.
- Сколько воздействий (осей, рядов на диаграмме) - столько нулевых гипотез. Время наблюдения тоже считается фактором: «выживаемость не зависит от времени после заражения».

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Исследование: измеряли остроту слуха у людей 20, 40 и 60 лет. Можно ли поставить отрицательный контроль?

1. Независимая переменная - возраст людей; зависимая - острота слуха.
2. Отрицательный контроль поставить нельзя.
3. В исследовании отсутствует экспериментальное воздействие: исследователь ничего не менял, а только сравнивал группы.
4. Возраст - неотъемлемая характеристика человека: нельзя взять тех же людей «без возраста», сохранив остальные условия.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Почему результаты могут быть недостоверными, если условия в группах различались?

1. Назови различие: например, пробы инкубировали в разных термостатах (или мыши были разного возраста, или высоту измеряли разными способами).
2. Объясни, что это различие само может влиять на зависимую переменную: разная температура инкубации сама меняет жизнеспособность клеток; животные разного возраста по-разному реагируют на воздействие.
3. Сделай вывод: зависимость между воздействием и результатом не удастся установить в явном виде - неизвестно, что подействовало: воздействие или различие условий.
4. Та же логика - про выборку: слишком маленькая или неоднородная выборка не отражает всю популяцию, поэтому переносить вывод на всех нельзя.

Проверь себя

1. Чем эксперимент отличается от наблюдения?

Ответ: При наблюдении исследователь не вмешивается в процесс, а при эксперименте сам создаёт и меняет условия, чтобы проверить гипотезу.

2. В опыте меняли расстояние от лампы до растения и считали пузырьки кислорода. Назови переменные.
Ответ: Независимая переменная - расстояние до лампы (освещённость), её задаёт исследователь. Зависимая - число пузырьков кислорода, её измеряют.

3. Как формулируется нулевая гипотеза?
Ответ: По шаблону «зависимая переменная не зависит от независимой», например: «скорость роста проростков не зависит от концентрации удобрения».

4. Зачем нужен отрицательный контроль?
Ответ: Чтобы показать, что изменение зависимой переменной вызвано именно воздействием, а не другими условиями опыта.

5. Почему в исследовании влияния возраста на слух нельзя поставить отрицательный контроль?
Ответ: Экспериментального воздействия нет: возраст - неотъемлемая характеристика человека, его нельзя «убрать», сохранив остальные условия.

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ
Тестовая часть, развёрнутые задания и все задания по теме - на сайте, с проверкой и разбором: kursteam.ru/teoriya/obschaya-biologiya/metody-biologii

© 2026 Мустафаев Р. И. (Kursteam). Материал принадлежит автору и охраняется авторским правом. Копирование, перепечатка и распространение без письменного разрешения автора запрещены; при цитировании обязательна ссылка на kursteam.ru.