



Урок 15. Условия работы ферментов

Листы ученика. Ответы и примечания учителю находятся в отдельной части.

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 15 из 64 · 45 минут · Эксперименты по биологии: температура и среда

Уровень: базовый исследовательский. 8 класс - расчёты по опорам; 9 класс - самостоятельная оценка контроля и ограничений.

Вся программа курса

Холод и нагрев могут замедлить одну реакцию по-разному. Проверим объяснение с помощью возврата к одинаковым условиям.

Проверяемый результат:

Сравнить действие амилазы в учебных сериях, различить замедление и необратимое изменение фермента и корректно оценить пределы опыта.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Сформулировать исследовательский вопрос

В холодной пробе крахмал исчезал медленно, после сильного нагревания фермента - тоже. Ученик объяснил оба результата одной фразой: «Фермент умер от температуры». За минуту исправьте слово, которое не подходит молекуле белка. За две минуты в паре предложите проверку: что будет, если обе пробы вернуть к одинаковой умеренной температуре? За две минуты запишите два возможных объяснения медленной реакции.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Выбрать понятия и способ проверки

Ферменты ускоряют химические реакции. Амилаза участвует в расщеплении крахмала. Для конкретного фермента активность зависит от температуры, pH и других условий. При охлаждении реакция может замедляться без разрушения структуры. Сильное нагревание способно изменить структуру белка и снизить активность после охлаждения. Это не «гибель»: молекула не является организмом.

Температурный максимум не универсален. Данные одного препарата при одном времени нельзя превращать в правило для всех ферментов. Изменение pH может влиять на активность и структуру; по одному снижению результата нельзя всегда отличить эти механизмы.

В заданиях измерен процент исходного крахмала, оставшегося через 10 минут. Чем он ниже, тем больше крахмала расщепилось в этом интервале. Это не прямое измерение мг/мин. Разобранный пример: осталось 40% от исходного количества - расщепилось $100 - 40 = 60\%$. Если исходные количества различались, одинаковые проценты не обязательно означают одинаковые массы.

Четыре минуты - объяснение, три - пример, две - проверка различия «оставшийся» и «расщеплённый».

03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Исследовать первую серию

Учебные данные. Одинаковы препарат и количество амилазы, исходный крахмал, объём, pH 7 и время 10 минут. Температуру удерживают. По три независимые пробы на режим; измерено, сколько процентов исходного крахмала осталось.



Температура, °С	Осталось крахмала, %: три пробы
10	78; 80; 82
25	48; 50; 52
37	18; 20; 22
70	93; 95; 97
Контроль без фермента при 37	98; 100; 99

2 минуты: определите смысл показателя. 4 минуты: найдите среднее оставшегося и долю расщеплённого крахмала для четырёх температур. 3 минуты: сравните 37 °С с контролем. 2 минуты: сформулируйте вывод, не называя 37 °С точным максимумом всей кривой. Критерии: четыре пары процентов, правильное направление сравнения, пределы выбранных точек.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельное решение

В части А после предварительной обработки все пробы десять минут работали при 37 °С и pH 7. В части Б температура постоянна 37 °С, предварительной обработки нет. Показатель в обеих частях - доля оставшегося крахмала.

Серия	Условие	Осталось крахмала, %
А	Фермент предварительно охлаждён до 10 °С	22
А	Без предварительной обработки	20
А	Фермент предварительно нагрет до 70 °С	94
Б	pH 3	90
Б	pH 7	20
Б	pH 9	65

За 2 минуты сравните три режима А. За 3 минуты объясните различие между холодом и нагреванием после возврата к общим условиям. За 3 минуты сравните pH в серии Б и назовите, чего не хватает для вывода об обратимости действия pH. Не объединяйте проценты двух серий в один опыт.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Обосновать границы вывода

За 2 минуты выберите между «чем теплее, тем быстрее любой фермент» и «нужна зависимость для конкретного препарата». За 3 минуты приведите два числа из таблицы и предложите промежуточные температуры для уточнения максимума. За 2 минуты сформулируйте вывод. Альтернатива - менять температуру и pH одновременно; её минус в невозможности выделить один фактор. Слюна учеников для подтверждения не требуется.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Ответить самостоятельно

При одинаковых условиях в опыте осталось 35% крахмала, без фермента - 95%. За 3 минуты найдите долю исчезнувшего в каждой пробе, разность и назовите один обязательный контроль условий. Затем минута на сверку и минута на исправление.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

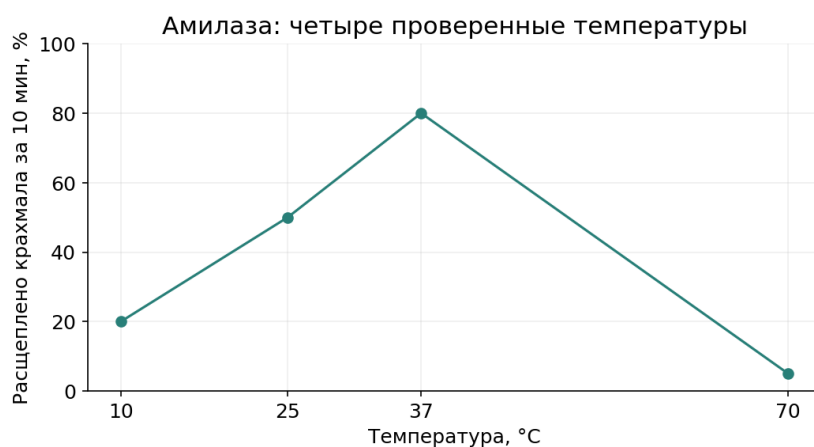
Таблицы готовых данных, калькулятор и схема фермента. Слюну детей, нагревание проб и реактивы не используют. Предпосылки: крахмал, фермент, среднее, температура и pH. Все серии относятся к условному препарату амилазы и не задают медицинских или бытовых рекомендаций.

Минуты	Работа	Проверяемый продукт
0-5	Проблемная ситуация	Вопрос и проверяемое предположение
5-14	Понятия и разобранный пример	Пояснение величин и метода
14-25	Практика 1	Расчёт, схема или протокол по данным
25-33	Практика 2	Решение на новых условиях
33-40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива и вывод
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и исправление

Материалы включены полностью. Без регистрации: распечатайте ученическую часть PDF или покажите таблицы на экране; ответы открывайте после попытки. Минуты включают чтение, запись и переходы. В 8 классе выдайте формулу из примера и начните первую строку вместе; в 9 классе попросите выбрать формулу самостоятельно и дополнить вывод альтернативным объяснением. В конце соберите индивидуальную работу. 0-1 балл: повторить пример; 2-3: уточнить пропущенное звено; 4: объяснить ограничение товарищу. Оценка служит обратной связью.

Разбор практики 1 и критерии

Осталось в среднем 80; 50; 20; 95%, расщепилось 20; 50; 80; 5%. В контроле осталось 99%, то есть исчезло около 1%; возможен фон метода. Среди проверенных температур наибольшее расщепление при 37 °C. Это не доказывает точный оптимум 37: промежуточные температуры не изучены. Снижение при 70 согласуется с потерей активности, но одной таблицы недостаточно для полной характеристики обратимости.



Учебные средние. Отрезки соединяют проверенные точки; точный температурный максимум между ними не установлен.



Ответ и объяснение практики 2

После охлаждения осталось 22%, близко к 20% контроля обработки; после нагревания 94%. Данные согласуются с восстановлением активности после холода и её устойчивой потерей после выбранного нагревания. Без повторностей нельзя оценить значимость различия 22 и 20. В серии Б при pH 7 расщепление наибольшее из трёх режимов; для обратимости нужна отдельная серия с возвратом к общему pH и контролями. Само по себе слабое расщепление при pH 3 не доказывает необратимую денатурацию.

Опора для обсуждения

Принимайте разные формулировки, если ученик ссылается на конкретные данные, отличает предположение от наблюдения и предлагает проверяемую альтернативу. Возвращайте вопрос: «Какая строка таблицы или деталь изображения это подтверждает?» Итог записывается одним предложением с указанием условий. Не превращайте осторожный вывод в отсутствие вывода вообще.

Ключ и критерии индивидуальной работы

Исчезло 65% и 5%, разность 60 процентных пунктов. Это разность долей за одинаковое время, не 60 мг/мин. Контролируют время, pH, температуру, исходный крахмал или объём с пояснением. Четыре балла: две доли, разность с верной единицей, осмысленный контроль.

07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Условия действия ферментов слюны	Изучает амилазу по готовым безопасным сериям	Таблица температур и долей
Проверка гипотез и контроль условий	Различает охлаждение, нагревание и pH	Вывод об активности и границах обратимости

Опора - раздел «Эксперименты по биологии» опубликованной программы на 64 часа. Опасные или инвазивные манипуляции заменены анализом данных и моделями без потери исследовательской функции задания. Сценарий, распределение времени и численные учебные серии - авторская методическая разработка.

[Исходная программа курса](#)

Источники и права на изображения

[OpenStax Biology 2e. Enzymes](#)

[OpenStax Biology 2e. Digestive System Processes - действие амилазы](#)

Числовые наборы во всех заданиях - учебные имитации, а не результаты проведённых авторами опытов. Проверка источников: 15.10.2026. Оригинальные схемы и графики подготовлены для этого урока порталом «Школы России»; не являются фотографиями. Для микрофотографии отдельно указаны автор, источник и лицензия. В PDF ответы и учительские примечания вынесены в отдельную часть.