

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:
Директор
Д. С. Воробьев

Оценочные материалы по дисциплине

Биохимия растений

по направлению подготовки / специальности

35.03.04 Агрономия

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Агробиология

Форма обучения
Очная

Квалификация
Агроном/ Агроном по защите растений

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А.С. Бабенко

Председатель УМК
А.Л. Борисенко

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает основные законы, понятия и определения математических и естественных наук, необходимые для решения типовых задач в области агрономии (демонстрирует знание терминологии математических и естественных наук формирующих профессиональную картину мира); взаимосвязи в природе (демонстрирует знание взаимоотношения организмов между собой и окружающей средой, формирование стабильной и безопасной среды обитания); методы решения задач развития агрономии на основе поиска и анализа современных достижений науки и производства. информационно-коммуникационные технологии в АПК

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- тест;
- контрольные работы;
- доклады на семинарах;
- выполнение заданий в рамках лабораторного практикума.

Тест (РООПК-1.1):

1. Альдозы и кетозы – это:
 - а) моносахариды;
 - б) олигосахариды;
 - в) ферменты, расщепляющие альдегиды и кетоны;
 - г) предшественники сахаров;
 - д) гликопроизводные аминокислот.
2. В процессе гидролиза белка:
 - а) уменьшается количество свободных COOH -групп;
 - б) увеличивается количество свободных аминогрупп;
 - в) падает pH раствора;
 - г) образуются пептидные связи;
 - д) выделяется газообразный азот.
3. Выберите правильное утверждение:
 - а) одна аминокислота кодируется одним кодоном
 - б) аминокислоты доставляются к месту синтеза белка молекулами иРНК
 - в) триплеты генетического кода не перекрываются
 - г) нонсенс-кодона – это стартовые кодоны на мРНК
4. Переносчики электронов в дыхательной цепи расположены:
 - а) в матриксе митохондрий;
 - б) на внутренней мембране митохондрий;
 - в) в межмембранном пространстве митохондрий.

Ключи: 1 а), 2 б), 3 в), 4 б).

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на 2/3 части вопросов.

Контрольная работа (РООПК-1.1):

- 1) Перечислите функции белков.
- 2) Чем обусловлена амфотерность белков?
- 3) Ксантопротеиновая реакция – качественная на...
- 4) Напишите уравнение реакции образования дипептида из аланина и глицина. Дайте ему название.

Критерии оценивания:

Результаты контрольной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если даны правильные ответы на все теоретические вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если допущены 1-3 несущественные или 1 существенная ошибка.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если в работе допущены 2-3 существенные ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если в работе допущены 4 и более существенных ошибок.

Примерные темы докладов на семинарах (РООПК-1.1):

1. Строение аминокислот. Боковые радикалы аминокислот.
2. Пептидная связь. Номенклатура пептидов.
3. Химические связи и взаимодействия, определяющие вторичную и третичную структуру белков. Конформация белков. Денатурация и ренатурация.
4. Функции белков в живых клетках: структурная, регуляторная, сократительная, транспортная, каталитическая.

Критерии оценивания:

Результаты определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если продемонстрированы полные глубокие знания вопроса.

Оценка «хорошо» выставляется, если ответ содержит незначительные пробелы знаний.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если показаны в целом полные, но не систематизированные знания.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если демонстрируются фрагментарные знания или отсутствие таковых.

Пример лабораторной работы (РООПК-1.1):

РЕАКЦИИ ОСАЖДЕНИЯ БЕЛКОВ

Реакции осаждения могут быть **обратимыми** и **необратимыми**, в зависимости от применяемого осадителя. В случае обратимых реакций осаждения белки не подвергаются глубоким изменениям, получаемые осадки могут быть растворены в первоначальном растворителе, обычно в воде. Белки при этом не денатурируют. При необратимых

реакциях осаждения получаемые осадки не могут быть вновь растворены, наступает полная денатурация.

Денатурация – изменение белка, при котором он утрачивает свои естественные биологические и физико-химические свойства, становится менее гидрофильным и теряет способность растворяться в воде. **Необратимые** реакции осаждения можно **вызвать** кипячением и действием различных осадителей. Обратимые вызываются путем высаливания с помощью нейтральных солей (NaCl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$).

Реакции осаждения белков активно используются в биохимических исследованиях. Эти реакции позволяют изучить свойства белков; освободить жидкость от присутствия белка; установить наличие белка при различных патологических состояниях (нефритах, сердечное декомпенсации и т.д.); разделить белковые фракции на альбумины и глобулины.

1.Осаждение белков при кипячении. Присутствие белков выявляется кипячением в нейтральной или слабо-кислой среде. В сильноокислых и щелочных средах растворы белков при кипячении не коагулируют и дают осадок только при добавлении нейтральной соли. Устойчивость белка в растворе связано с приобретением положительного заряда в сильноокислой среде и усиления отрицательного в щелочной среде. Полное и быстрое осаждение демонстрируется при изоэлектрической точке. **Изоэлектрическая точка** (ИЗТ) – значение pH, при котором частицы белка не передвигаются в электрическом поле ни к аноду, ни к катоду и, следовательно, их суммарный заряд равен нулю. У большинства белков ИЗТ соответствует слабокислой среде (pH около 5), за исключением протаминов или гистонов (ИЗТ в щелочной среде (pH=8), это связано с тем, что в них находится избыток диаминомонокислот – аргинина, лизина, гистидина, обуславливающих щелочной характер белков). Т.о., важная роль в свертывании белков при нагревании принадлежит концентрации водородных ионов (т.е. определенная pH среды и присутствие солей).

Ход работы: сравнивают отношение к нагреванию нейтральных, слабокислых, сильноокислых и щелочных растворов белка. В пять пробирок наливают по 1 мл раствора яичного белка (без NaCl). Далее следуют указаниям в таблице.

№ пробирки	Ход работы	pH среда	Наблюдения и конечный результат (положительный результат +...)
1	Раствор нагревают до кипения.	Нейтральная	
2	Раствор нагревают до кипения и прибавляют 2-3 капли 1% р-ра уксусной кислоты	Слабо-кислая	
3	Прибавляют 1 мл 1% укс. к-ты. Кипятят.	Сильно-кислая	
4	Прибавляют 1 мл 1% укс. к-ты и 5 капель насыщенного раствора хлористого натрия и нагревают.	Сильно-кислая + NaCl	
5	Прибавляют 3 капли 10 % едкого натра.	Щелочная	

2. Осаждение белков солями тяжелых металлов (денатурация). Для осаждения белков требуются низкие концентрации тяжелых металлов. Белки адсорбируют соли тяжелых металлов и образуют с ними солеобразные и комплексные соединения, растворимые только в избытке этих солей (кроме AgNO_3 и HgCl_2). Растворение осадка в избытке солей – адсорбционная пептизация – происходит в результате появления

одноименного положительного заряда на частицах белка. Способность белков прочно связывать ионы тяжелых металлов в виде нерастворимых осадков используют при отравлении солями ртути, меди, свинца, пока эти соли не всосались. В качестве противоядия используют белок молока, яиц.

Ход работы:

I Медным купоросом

В первой пробирке к 1 мл раствора яичного белка осторожно приливают 0,06 мл 1% раствора сернокислой меди. Образуется бледно-голубой осадок, нерастворимый в воде. Во второй пробирке к 1 мл белка приливают сначала 0,03 мл CuSO_4 , затем еще 0,5 мл и наблюдают растворение осадка в избытке реактива.

II Уксуснокислым свинцом

К 1 мл раствора яичного белка прибавляют 0,06 мл 5% уксуснокислого свинца. Образуется осадок нерастворимый в воде, но растворимый в избытке раствора соли.

3. Осаждение белков концентрированными минеральными кислотами (денатурация). Выпадение белка в виде осадка связано с дегидратацией белковых частиц и образованием комплексных солей из белка и кислот. ортофосфорная кислота осадка не дает. В избытке всех минеральных кислот, за исключением азотной, выпавший осадок белка не растворяется. Эта качественная реакция (проба Геллера) с концентрированной азотной кислотой лежит в основе количественного определения белка в моче.

Ход работы: к 2 мл раствора белка прилить 1 мл конц. HNO_3 . Образуется белый хлопьевидный осадок, не растворяющийся в избытке кислоты. Эту же пробу повторить с конц. серной и соляной кислотами. При этом образуются осадки, растворимые в избытке этих кислот.

4. Осаждение белков некоторыми органическими кислотами. При добавлении к раствору белка трихлоруксусной ($\text{CCl}_3\text{-COOH}$) или сульфосалициловой ($(\text{HS})_3\text{-C}_6\text{H}_5(\text{OH})\text{COOH}$) кислот белок выпадает в осадок. Трихлоруксусная кислота осаждает только белки и не осаждает высокомолекулярных продуктов распада белков – пептонов. Сульфосалициловая кислота осаждает и белки, и высокомолекулярные пептоны и полипептиды.

Ход работы: В первой пробирке к 2 мл раствора белка добавляют несколько капель 20 % сульфосалициловой кислоты. Выпадает осадок. Во второй к 2 мл раствора белка добавляют несколько капель 10 % раствор трихлоруксусной кислоты.

5. Осаждение белков алкалоидными реактивами.

Добавление к белку растворов алкалоидных реактивов (пикриновой кислоты, танина и др.) белок выпадает в осадок. Реакция вызвана наличием в белке азотистых гетероциклических группировок, аналогичных тем, которые присутствуют в молекулах алкалоидов (пиррольные, индольные, имидазольные и др.). слабое подкисление раствора укс. к-той способствует появлению положительного заряда на частице белка и облегчает взаимодействие белка с отрицательно заряженными ионами осадителями.

Ход работы: В первой пробирке к 2 мл раствора белка, подкисленного уксусной кислотой, приливают 0,5 мл 10 % раствора пикриновой кислоты. Выпадает осадок белка, окрашенного желтым цветом. Во второй пробирке к 2 мл раствора белка, подкисленного уксусной кислотой, добавляют по каплям 5% раствор железисто-синеродистого калия. Выпадает осадок.

6. Осаждение белков органическими растворителями.

При смешивании раствора белка с избытком спирта или ацетона образуется мутный или хлопьевидный осадок. Реакция обусловлена обезвоживанием коллоидных частиц белка. Осаждение наступает из нейтральных или слабокислых растворов и лучше

происходит в присутствии электролитов (нпр., хлористого натрия). Осаждение обратимо, если проводится при низкой температуре (0 °С) и не продолжительном спиртовом воздействии.

Ход работы: к 2 мл раствора белка добавляют щепотку хлористого натрия и взбалтывают, затем в пробирку постепенно приливают несколько мл этилового спирта (ацетона) и сильно взбалтывают. Через несколько минут выпадает мелкий осадок. Часть содержимого пробирки вместе с частью осадка перемещают в другую пробирку и добавляют сильно охлажденную воду. Спирт при этом разбавляется, белок растворяется.

Результаты 2-6 работ фиксируют в таблице.

РЕАКЦИИ ОСАЖДЕНИЯ БЕЛКОВ

Название группы веществ, осаждающих белки	Используемые реактивы	Характер и цвет осадка	Чем обусловлена реакция
Соли тяжелых металлов			
Алкалоидные реактивы			
Концентрированные минеральные кислоты			
Органические кислоты			
Органические растворители			

Критерии оценивания:

Результаты лабораторной работы определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил все задания, показал результат реакций, объяснил полученный результат и сдал письменный отчет. Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил задания и не сдал письменный отчет.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет в третьем семестре проводится в письменной форме по билетам с учетом оценки за практические работы («зачтено»). Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность зачета 1 час.

Первая часть представляет собой тест из 5 вопросов, проверяющих РООПК-1.1. Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных.

Вторая часть содержит один вопрос. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме.

Тест (РООПК-1.1):

1. Какие из указанных соединений можно отнести к белкам
 - а) коллаген
 - б) миоглобин
 - в) глутатион
 - г) инсулин
 - д) вазопрессин
2. Организация полипептидных цепей с образованием функционально активной молекулы белка называется
 - а) первичной структурой
 - б) вторичной структурой
 - в) третичной структурой
 - г) четвертичной структурой

3. В формировании третичной структуры принимают участие

- а) межпептидные водородные связи
- б) ионные связи
- в) водородные связи между радикалами аминокислот
- г) гидрофобные взаимодействия
- д) дисульфидные связи

4. В процессе денатурации

- а) пространственная структура белковой молекулы сохраняется
- б) пространственная структура белковой молекулы нарушается
- в) первичная структура белковой молекулы нарушается
- г) белок сохраняет биологическую активность
- д) биологическая активность белка утрачивается

5. Серосодержащие аминокислоты

- а) серин
- б) аланин
- в) метионин
- г) пролин

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на половину вопросов.

Перечень теоретических вопросов:

1. Предмет и задачи биохимии растений. Методы их изучения, основные этапы и направления развития, связь с другими дисциплинами.
2. Запишите формулы функциональных групп: метильной, сульфгидрильной, гидроксильной.
3. Химический состав растительной клетки и растений.
4. Общие закономерности в содержании основных групп органических веществ в растениях и пути улучшения их питательной ценности.

Критерии оценивания:

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Зачёт по дисциплине студент получает при наличии правильных ответов не менее чем на 65 % вопросов.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Тест (РООПК-1.1):

1. Атом углерода является асимметрическим, если он имеет:

- а) четыре разных заместителя;
- б) четыре атома водорода;
- в) двойную связь;
- г) тройную связь;
- д) два разных заместителя.

2. Глюкоза является:

- а) кетогексозой;
- б) дисахаридом;
- в) глюконовой кислотой;
- г) альдогексозой;
- д) кетопентозой.

3. В результате кислотного гидролиза сахарозы получают:

- а) только глюкозу;
- б) глюкозу и галактозу;
- в) галактозу и фруктозу;
- г) только фруктозу;
- д) фруктозу и глюкозу.

4. Основной структурный полисахарид растений:

- а) инулин;
- б) амилопектин;
- в) гепарин;
- г) сахароза;
- д) целлюлоза.

5. Продуктом кислотного гидролиза гликогена является:

- а) глюкозо-6-фосфат;
- б) глюкозо-1-фосфат;
- в) глюкоза;
- г) фруктоза;
- д) галактоза.

6. Первичная структура ДНК обеспечивается:

- а) водородными связями;
- б) гидрофобными связями;
- в) фосфодиэфирными связями;
- г) ионными связями;
- д) полярными связями.

Ключи: 1 а), 2 г), 3 д), 4 д), 5 в), 6 в).

Теоретические вопросы (РООПК-1.1):

1. Электрофорез нуклеиновых кислот в агарозном геле.

Ответ должен содержать информацию по строению и уровням структурной организации нуклеиновых кислот, их функции в клетке. Также студент должен показать общие принципы электрофоретического разделения молекул.

2. Основы ферментативного катализа.

Ответ должен содержать общие представления о катализе. Должен быть описан физический смысл константы скорости химической реакции, описаны графические методы анализа ферментативных реакций.

Информация о разработчиках

Ефимова Марина Васильевна, кандидат биологических наук, доцент, кафедра физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.