

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу  
«Биополимеры»

---

**1. Какой из полимеров относится к биоразлагаемым? (0.05 б)**

- A. полиэтилен
- B. полилактид**
- C. полипропилен
- D. полистирол

**2. Выберите верное утверждение (0.05 б) :**

- A. К природным биоразлагаемым полимерам относятся полиэферы.
- B. Биоразлагаемые пластики гораздо дешевле, чем синтетические полимеры.
- C. Биоразлагаемые пластики могут подвергаться компостированию.**
- D. Оксоразлагаемые пластики относятся на 100% к биоразлагаемым.

**3. Выберите природные биоразлагаемые полимеры (0.15 б):**

- A. **крахмал**
- B. поликапролактон
- C. бутадиев стирольный каучук
- D. **хитин**

**4. Выберите все факторы, влияющие на скорость разложения биоразлагаемых пластиков в почве (0.15 б):**

- A. влажность**
- B. температура**
- C. химический состав почвы**
- D. активность микробиоты почвы**

**5. Выберите правильный ответ (0.05 б).**

- A. Биоразлагаемые полимеры не разрушаются в почве.
- B. В ходе компостирования биоразлагаемых полимеров микроорганизмы не участвуют в процессе разложения.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу  
«Биополимеры»

---

С. Оба варианта (А и В) верны.

Д. Оба варианта (А и В) неверны.

**6. Эффективность выбранной технологии биоразложения в почве полимерного материала возможно оценить (выберите наиболее полный ответ) (0.05 б):**

А. только по внешним изменениям полимерного материала

В. по снижению массы полимерного материала и изменению химического состава

С. только по изменению химического состава полимерного материала

Д. по снижению массы полимерного материала, изменению внешнего вида, химического состава, общему уменьшению теплофизических характеристик

**7. Расскажите основную классификацию биоразлагаемых полимеров. Какие основные преимущества и недостатки существуют у биоразлагаемых полимеров? (0.25 б)**

Ответ:

Классификация биоразлагаемых полимеров:

1. Природные, извлекаемые из биомассы (крахмал, хитин, целлюлоза, белки и тд).
2. Синтезируемые из мономеров (поликапролактоны, полилактид и другие)
3. Полимеры, образуемые микроорганизмами (полигидроксиалканоаты)

Основными преимуществами производства биоразлагаемых полимеров являются: 1) Возможность обработки, как и обычных полимеров, на

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Индивидуальное тестирование по кейсу**  
**«Биополимеры»**

---

стандартном оборудовании; 2) Низкий барьер пропускания кислорода, водяного пара; 3) Быстрая и полная разлагаемость при специально созданных или естественных условиях; 4) Независимость от нефтехимического сырья.

Основные недостатки: 1) Высокая стоимость; 2) Ограниченные возможности для крупнотоннажного производства; 3) Трудность регулирования скорости распада на полигонах твёрдых бытовых отходов под воздействием факторов окружающей среды.

**8. Опишите, в чём заключаются суть процесса компостирования. Возможно ли применение компостирования для биоразлагаемых полимеров? (0.25 б)**

Ответ:

Компостирование — это способ обезвреживания бытовых, пищевых, сельскохозяйственных и некоторых промышленных отходов и отбросов, основанный на разложении веществ под влиянием микроорганизмов.

Да, для многих биоразлагаемых полимеров компостирование применяется.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Биотехнологический профиль  
Кейс №1 «Биополимеры»**

---

Основная часть применяемых пластмасс на сегодняшний день производится из невозобновляемых ресурсов – нефтепродуктов. В связи с тем, что во многих странах назначен курс на разработку и применение биоразлагаемых материалов, возникает вопрос о перспективных полимерах, которые способны эффективно разлагаться под действием различных факторов окружающей среды с низкой токсичностью. Существуют различные способы минимизировать проблемы, связанные с полимерными отходами. С этой целью применяются новые модификаторы и добавки, совершенствуются технологии утилизации и используются вторично переработанные материалы. Одним из альтернативных направлений является создание биоразлагаемых полимерных материалов на основе природных (биоразлагаемых) полимеров. Новые материалы и композиции на их основе должны характеризоваться не только оптимальными эксплуатационными свойствами, но и способностью к разложению в естественных условиях.

Цель – на основе литературных и экспериментальных данных оценить преимущества и недостатки биоразлагаемых полимеров по сравнению с традиционными синтетическими полимерами, провести анализ способности к разложению в условиях почвы биоразлагаемого полимера, а также провести анализ возможности применения в сельском хозяйстве выбранного биоразлагаемого полимера.

### **Этапы работы над кейсом**

#### **1. Работа с объектом.**

- Провести анализ актуальных биоразлагаемых полимеров. Что относится к биоразлагаемым полимерам?

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Биотехнологический профиль  
Кейс №1 «Биополимеры»**

---

- Дать оценку свойств биоразлагаемых полимеров в сравнении с традиционными синтетическими полимерами.
- Проанализировать, как биоразлагаемые полимеры разрушаются в почве?
- Рассмотрите процесс компостирования, каким оно бывает и из каких стадий состоит этот процесс. Возможно ли применение компостирования для биоразлагаемых полимеров?
- Какие полимерные технологии используются в сельском хозяйстве?
- Оценить возможную стоимость материала на основе биоразлагаемого полимера.

## 2. Параметры процесса.

- Как классифицируют биоразлагаемые полимеры?
- Выберите оптимальный биоразлагаемый полимер для исследования на разложение в почве.
- Какие требования предъявляются к инкубации в почве? А какие к компостированию?
- Подготовьте пленочный материал на основе биоразлагаемого полимера и оцените его свойства:
  - a) теплофизические (температура плавления и кристаллизации)
  - b) химический состав
- Рассмотрите возможность выращивания сельскохозяйственных культур с использованием выбранного биополимера или предложите свой вариант применения.

## 3. Технологическая схема.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Биотехнологический профиль  
Кейс №1 «Биополимеры»**

---

- Составьте технологическую схему получения пленочного материала на основе биоразлагаемого полимера с учетом теплофизических свойств.
- Представьте возможную технологическую схему разложения в почве и компостирования биоразлагаемого полимера.
- Проведите пробный эксперимент по оценке разложения (по изменению массы образца, теплофизических свойств и химического состава) биоразлагаемого полимера в почве садовой или в грунте (с определенными параметрами) в сравнении с синтетическим полимером. Обратите внимание, что для получения достоверного результата необходимо проводить как минимум 3 параллельных эксперимента.

#### 4. Эффективность технологической схемы.

- Проведите анализ эффективности процесса разрушения образцов в почвенных условиях по показателю потери массы, а также по изменению теплофизических свойств и химического состава.
- Оцените возможную перспективу применения материала в сельском хозяйстве или предложите свою отрасль применения.
- Оцените возможную стоимость материала.

#### **Материалы и оборудование**

1. Весы, можно кухонные.
2. Выбранный для эксперимента синтетический полимер (например, полиэтиленовый пакет).
3. Выбранный для эксперимента биоразлагаемый полимер.
4. Вода (без примесей).
5. Почва садовая (может быть покупная)

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Биотехнологический профиль  
Кейс №1 «Биополимеры»**

---

6. Грунт специализированный (будет предоставлен РЭУ им. Г.В. Плеханова).

6. Лопатка.

7. Реактивы, посуда и оборудование для определения влажности, рН (для поддержания оптимальных показателей почвы).

8. Реактивы, посуда и оборудование для определения эффективности разложения в условиях почвы (можно провести на базе РЭУ им. Г.В. Плеханова).

9. Оборудование для получения пленочного материала и определения его теплофизических характеристик и химического состава.

**Требования к представлению решения кейса**

В ходе решения кейса необходимо провести литературный обзор по заданной тематике, обоснованно выбрать биоразлагаемый полимер, провести пробный эксперимент, на основании которого оценить эффективность разложения и всхожесть семян. А также на основе литературного поиска и результатов эксперимента дать рекомендацию по применению материалов на основе биоразлагаемых полимеров. Особое внимание необходимо уделить этапам работы над кейсом.

➤ 1 и 2 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены в технической документации (реферат) и кратко на финальной защите решения кейса (презентация).

➤ 3 и 4 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены на финальной защите решения кейса (презентация).

**Требования к оформлению технической документации**

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Биотехнологический профиль  
Кейс №1 «Биополимеры»**

---

Техническая документация – реферат (полное, подробное описание решения 1 и 2 этапов работы над кейсом)

Реферат должен включать следующие разделы:

- 1) титульный лист;
- 2) оглавление;
- 3) введение;
- 4) цель и задачи работы. Этапы работы;
- 5) теоретическая часть (раскрывает исследуемый объект и его свойства);
- 6) обсуждение работы (обоснование выбора технологического подхода и используемых параметров, указание необходимых материалов, оборудования для выполнения экспериментальной части – при наличии).
- 7) выводы, сделанные в результате выполнения 1 и 2 этапов кейса;
- 8) список используемой литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100–2018.

Общие требования к оформлению реферата:

- 1) параметры страницы: все поля (слева, справа, сверху, снизу) – 2 см. Для всего текста следует использовать шрифт Times New Roman, размер 14 пт, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине. Отступ абзаца (красная строка) – 1,25 см, все отступы (слева, справа, сверху, снизу) – 0. Не допускаются: выделение цветом, орфографические и пунктуационные ошибки;
- 2) в виде рисунков оформляются фотографии, схемы, графики, диаграммы и др.;
- 3) все рисунки и таблицы должны иметь названия и отдельную нумерацию, а также ссылки на них в тексте. Подрисуночные и надтабличные подписи приводятся в тексте в месте расположения рисунка или таблицы;

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Биотехнологический профиль  
Кейс №1 «Биополимеры»**

---

- 4) титульный лист включает следующую основную информацию:
- в верхней части листа – полное название образовательной организации (полужирный шрифт Times New Roman, размер 14 пт, одинарный межстрочный интервал);
  - в центре листа – название работы заглавными буквами (полужирный шрифт Times New Roman, размер 16 пт);
  - в правом нижнем углу листа – информация об участнике(ах): класс, образовательная организация, фамилия, имя, отчество (полностью); (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт);
  - в нижней части листа по центру – город и год написания проекта через запятую (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт).

**Требования к мультимедийной презентации**

Требования к содержанию мультимедийной презентации:

- 1) соответствие содержания презентации основной цели кейса;
- 2) соблюдение норм русского языка, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);
- 3) отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации.
- 4) лаконичность текста на слайде;
- 5) расположение информации на слайде (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали);
- 6) соответствие изображений содержанию;
- 7) качество изображения (контраст изображения по отношению к фону; отсутствие «лишних» деталей на фотографии или картинке);
- 8) наличие списка используемой литературы в последнем слайде.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Биотехнологический профиль  
Кейс №1 «Биополимеры»**

---

Требования к тексту мультимедийной презентации:

- 1) читаемость текста на фоне слайда презентации (текст отчётливо виден на фоне слайда, использование контрастных цветов для фона и текста);
- 2) использование шрифтов без засечек (Arial, Verdana, Calibri) и не более 3 вариантов шрифта;
- 3) подчёркивание используется только в гиперссылках.

Требования к дизайну мультимедийной презентации:

- 1) использование единого стиля оформления;
- 2) на титульном слайде указываются данные команды (имена и фамилии авторов решения кейса, класс, школа), название кейса.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу «Чайный гриб»

---

1. К какому семейству принадлежат бактерии родов *Acetobacter* и *Glucanobacter*? (0,05 б.)

- A. *Chlamydiaceae*
- B. *Acetobacteraceae***
- C. *Yersiniaceae*
- D. *Pseudomonadaceae*

2. Выберите фермент, в присутствии которого идет процесс расщепления сахарозы до глюкозы и фруктозы (0,05 б.):

- A. Экзо-глюканаза
- B. Эндо-глюканаза
- C. Инвертаза**
- D. Фруктофуранозидаза

3. Выберите все верные утверждения (0,15 б.):

- A. Традиционным сырьём являются листья черного чая**
- B. Источником углеводов служит сахароза**
- C. В состав консорциума чайного гриба входят мицелиальные грибы
- D. Количество спирта, согласно ГОСТ, по окончании процесса культивирования не должно превышать 1,2%**

4. Как называется процесс расщепления сахарозы? (0,05 б.):

- A. Экстракция
- B. Осаждение
- C. Гидролиз**
- D. Замачивание

5. Выберите технологические параметры, которые необходимо контролировать при производстве напитка из чайного гриба (0,15 б.):

- A. Давление
- B. Температура**

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу «Чайный гриб»

---

**C. Длительность культивирования**

D. Влажность

E. Аэрация

**6. Выберите правильный ответ (0,05 б):**

A. Чайный гриб является цельным микроорганизмом

B. Комбуча — общеевропейское название микроорганизма и напитка

на его основе

C. Оба варианта (A и B) верны.

D. Оба варианта (A и B) неверны.

E. Верно только A

**F. Верно только B**

**7. Опишите основные технологические стадии получения напитка (0,25 б.).**

**Ответ:**

**1) Приготовление питательной среды**

**2) Засев культурой чайного гриба**

**3) Культивирование микроорганизмов (параметры культивирования)**

**4) Отделение биомассы микроорганизмов (фильтрование)**

**5) Биохимический контроль полученного напитка (титруемая кислотность,**

**СВ, рН)**

**6) Пастеризация и розлив**

**7) Упаковка и маркировка (варианты упаковки, предполагаемые сроки хранения)**

**8. Опишите, какие физические и биохимические показатели контролируют в полученном напитке и кратко опишите каждый из них. (0,25 б.).**

**Ответ:**

**1) Плотность**

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу «Чайный гриб»

---

- 2) Органолептика
- 3) Кислотность
- 4) Содержание сухих веществ
- 5) Содержание спирта

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс № 9 «Чайный гриб»**

---

**«Чайный гриб»** (также «японский гриб», «маньчжурский гриб») — обобщающее название нескольких разновидностей симбиоза дрожжевого гриба с бактерией. При помощи чайного гриба и воды изготавливается кисло-сладкий газированный прохладительный напиток, называемый «чайным квасом». Используется в народной медицине.

Ранее считалось, что чайный гриб — цельный организм. Сейчас предполагают, что чайный гриб является симбиозом двух разных микроорганизмов, с последующей генной трансформацией.

Точный биологический состав чайного гриба варьируется в зависимости от происхождения. Наиболее часто встречаются бактерии, принадлежащие к родам *Acetobacter* и *Gluconobacter*, включенные в семейство *Acetobacteraceae*, но встречаются и бактерии других семейств; при этом обычно в чайном грибе смешаны бактерии разных видов, а также дрожжевые грибы. Сами дрожжевые грибы разнообразны и могут принадлежать к более чем десятку разных родов.

Химический состав напитка из чайного гриба состоит из разнообразных органических кислот, сахаров и других веществ. Дрожжевые грибы гидролизуют сахарозу на глюкозу и фруктозу в присутствии фермента инвертазы, а также производят этанол в процессе гликолиза, используя фруктозу как субстрат. Бактерии используют глюкозу для синтеза глюконовой, а этанол — для уксусной кислоты.

На основе теоретического и экспериментального исследований предложите эффективную технологию получения напитка из чайного гриба.

**Этапы работы над кейсом**

1. Работа с объектом.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс № 9 «Чайный гриб»**

---

- Рассмотрите в процессе каких производств используются уксуснокислые бактерии;
- Определите биологическую ценность и рассмотрите состав чайного гриба различных торговых марок;
- Изучите микроорганизмы, способные эффективно гидролизовать сахарозу;
- На основе теоретического исследования представьте консорциум микроорганизмов, с которым вы будете проводить эксперименты (аргументируйте свой выбор);
- Проанализируйте литературные данные и подберите субстрат для культивирования консорциума микроорганизмов.

2. Параметры процесса.

- Рассмотрите технологические режимы получения чайного гриба;
- Рассмотрите параметры технологических процессов культивирования микроорганизмов, способных перерабатывать сахарозу;
- Рассмотрите влияние не менее 3-х параметров культивирования на рост культуры микроорганизмов;
- На основе теоретического исследования составьте схему эксперимента, укажите не менее 3-х параметров культивирования, варьируя которые, возможно увеличить скорость ферментации.

3. Технологическая схема.

- Выберите не менее 2-х культур консорциума чайного гриба, способных перерабатывать сахарозу;
- Составьте план и проведите эксперимент по культивированию выбранных микроорганизмов на подобранном субстрате;

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс № 9 «Чайный гриб»**

---

- Проанализируйте изменение рН подобранного субстрата при культивировании выбранных микроорганизмов, количество редуцирующих веществ (результат представить графически или в таблице);
- Проследите изменение титруемой кислотности субстрата при культивировании выбранных микроорганизмов (не менее 3-х значений, результат представить графически);
- Проведите органолептическую оценку полученных напитков согласно ГОСТ 31494-2012 «Квасы. Общие технические условия» на безалкогольную продукцию (результат представить графически).

4. Эффективность технологической схемы.

- Представьте сравнение не менее 2-х культур консорциума чайного гриба, способных перерабатывать сахарозу;
- Предложите способ получения напитка на основе сахаросодержащего сырья с использованием чайного гриба;
- Для полученного напитка дайте биохимический состав, отразив: содержание редуцирующих веществ до и после ферментации, титруемую кислотность, рН и органолептические показатели;
- На основе полученных теоретических и экспериментальных данных составьте технологическую схему получения напитка на основе чайного гриба.

**Материалы и оборудование:**

- Культуры микроорганизмов (коммерчески доступные чайные грибы, культуры микроорганизмов ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»)
- Весы
- Культивационные сосуды

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс № 9 «Чайный гриб»**

---

- Термостат/водяная баня
- Цилиндры, стаканы, колбы
- Термометр цифровой
- Реактивы, посуда и оборудование для определения редуцирующих веществ (можно выполнить на базе ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»)
- Реактивы, посуда и оборудование для определения титруемой кислотности (можно выполнить на базе ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»)

**Требования к представлению решения кейса:**

В ходе решения кейса необходимо провести литературный обзор по заданной тематике, обоснованно выбрать микроорганизмы, субстрат и условия проведения ферментации, провести пробный эксперимент, на основании которого оценить эффективность (вариант с наилучшими органолептическими характеристиками). А также на основе литературного поиска и результатов эксперимента предложить технологию получения чайного гриба домашних условиях и при масштабировании процесса. Особое внимание необходимо уделить этапам работы над кейсом.

➤ 1 и 2 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены в технической документации (реферат) и кратко на финальной защите решения кейса (презентация).

➤ 3 и 4 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены на финальной защите решения кейса (презентация).

**Требования к оформлению технической документации:**

Техническая документация – реферат (полное, подробное описание решения 1 и 2 этапов работы над кейсом).

Реферат должен включать следующие разделы:

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс № 9 «Чайный гриб»**

---

- 1) титульный лист;
- 2) оглавление;
- 3) введение;
- 4) цель и задачи работы. Этапы работы;
- 5) теоретическая часть (раскрывает исследуемый объект и его свойства);
- 6) обсуждение работы (обоснование выбора технологического подхода и используемых параметров, указание необходимых материалов, оборудования для выполнения экспериментальной части – *при наличии*).
- 7) выводы, сделанные в результате выполнения 1 и 2 этапов кейса;
- 8) список используемой литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100 – 2018.

Общие требования к оформлению реферата:

- 1) параметры страницы: все поля (слева, справа, сверху, снизу) – 2 см. Для всего текста следует использовать шрифт Times New Roman, размер 14 пт, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине. Отступ абзаца (красная строка) – 1,25 см, все отступы (слева, справа, сверху, снизу) – 0. Не допускаются: выделение цветом, орфографические и пунктуационные ошибки;
- 2) в виде рисунков оформляются фотографии, схемы, графики, диаграммы и др.;
- 3) все рисунки и таблицы должны иметь названия и отдельную нумерацию, а также ссылки на них в тексте. Подрисуночные и надтабличные подписи приводятся в тексте в месте расположения рисунка или таблицы;
- 4) титульный лист включает следующую основную информацию:

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс № 9 «Чайный гриб»**

---

- в верхней части листа – полное название образовательной организации (полужирный шрифт Times New Roman, размер 14 пт, одинарный межстрочный интервал);
- в центре листа – название работы заглавными буквами (полужирный шрифт Times New Roman, размер 16 пт);
- в правом нижнем углу листа – информация об участнике(ах): класс, образовательная организация, фамилия, имя, отчество (полностью); (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт);
- в нижней части листа по центру – город и год написания проекта через запятую (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт).

**Требования к мультимедийной презентации**

Требования к содержанию мультимедийной презентации:

- 1) соответствие содержания презентации основной цели кейса;
- 2) соблюдение норм русского языка, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);
- 3) отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации.
- 4) лаконичность текста на слайде;
- 5) расположение информации на слайде (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали);
- 6) соответствие изображений содержанию;
- 7) качество изображения (контраст изображения по отношению к фону; отсутствие «лишних» деталей на фотографии или картинке);
- 8) наличие списка используемой литературы в последнем слайде.

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс № 9 «Чайный гриб»**

---

Требования к тексту мультимедийной презентации:

- 1) читаемость текста на фоне слайда презентации (текст отчётливо виден на фоне слайда, использование контрастных цветов для фона и текста);
- 2) использование шрифтов без засечек (Arial, Verdana, Calibri) и не более 3 вариантов шрифта;
- 3) подчёркивание используется только в гиперссылках.

Требования к дизайну мультимедийной презентации:

- 1) использование единого стиля оформления;
- 2) на титульном слайде указываются данные команды (имена и фамилии авторов решения кейса, класс, школа), название кейса.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Индивидуальное тестирование по кейсу «Технология скарификации»**

---

1. Выберите факторы, не влияющие на количественные показатели при сборе урожая (0,05 б.):

- A. Расход семян
- B. Всхожесть семян
- C. Качество посевного материала
- D. Интенсивность окраски всходов**

2. Как называется оборудование (механизм) для осуществления процесса скарификации? (0,05 б.)

- A. Скарификатор**
- B. Ферментатор
- C. Экстрактор
- D. Измельчитель

3. Выберите верные утверждения о технологии скарификации (0,05 б.)

A. Химическая скарификация используется для всех видов сельскохозяйственных культур без ограничений

B. В процессе химической скарификации происходит положительное влияние на геном растения

C. Механическая скарификация включает в себя измельчение посевного материала до состояния кашицы с целью увеличения количества посевных единиц

**D. Под скарификацией понимают методы нарушения целостности внешней оболочки семян для облегчения попадания веществ и инициирования прорастания.**

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Химико-биотехнологический профиль**

**Индивидуальное тестирование по кейсу «Технология скарификации»**

---

**4. Какие из предложенных методов можно отнести к термическим методам скарификации? (0,05 б.)**

**Ответ:**

- 1) Стратификация семян
- 2) Фунгицирование семян
- 3) Экстраполирование семян
- 4) Экстрагирование семян
- 5) Минерализация семян

**5. Какие из перечисленных соединений можно использовать для проведения химической скарификации посевного материала пищевого назначения? (0,15 б.)**

**Ответ:**

- 1) Уксусная кислота
- 2) Лимонная кислота
- 3) Щавелевая кислота
- 4) Подсолнечное масло
- 5) Машинное масло
- 6) Ни одно из перечисленных

**6. Какие из перечисленных технологий не относятся к технологиям скарификации? (0,15 б.)**

**Ответ:**

- 1) Генные модификации
- 2) Обработка фитогормонами
- 3) Аэрирование почв
- 4) Обработка ферментами
- 5) Все не относятся

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Индивидуальное тестирование по кейсу «Технология скарификации»**

---

б) Все относятся

**7. Опишите технологию механической скарификации семян. Какие элементы оборудования необходимы для проведения данного процесса? Нужно ли соблюдать условия стерильности при реализации данного процесса? Обоснуйте свой ответ.**

Механическая скарификация представляет собой физическое нарушение целостности оболочки для облегчения попадания питательных веществ и инициирования прорастания. Используется для семян, которые имеют твердую оболочку.

Для этого используется наждачка, напильник или иные элементы оборудования. В домашних условиях зёрна очищают на мелкой терке. Также можно использовать песок, мелкие камни, которые кладут вместе с семенами и тщательно перетирают.

Нет, так как семена в дальнейшем будут прорасти в нестерильных условиях.

**8. Дайте полное определение термина «скарификация». Существуют ли нормы и требования безопасности, предъявляемые к используемому реагенту? Опишите ключевые параметры процесса для различных видов культур и семян.**

Скарификация в ботанике включает ослабление, раскрытие или иное изменение кожуры семени, чтобы стимулировать прорастание.

Скарификация часто выполняется механически, термически и химически. Семена многих видов растений часто непроницаемы для воды и газов, что предотвращает или задерживает прорастание.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Химико-биотехнологический профиль**

**Индивидуальное тестирование по кейсу «Технология скарификации»**

---

Любой процесс, направленный на то, чтобы сделать семенную оболочку более проницаемой для воды и газов (и, следовательно, с большей вероятностью прорасти), известен как скарификация.

Скарификация, независимо от ее типа, ускоряет естественные процессы, которые обычно делают оболочку семян проницаемой для воды и воздуха.

Да, токсичность.

Ключевые параметры: концентрация химического реагента, температура воздействия, морфологические особенности растения (толщина слоя) и прочее.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №12 «Технология скарификации»**

---

Одной из наиболее актуальных тематик современной сельскохозяйственной отрасли является обеспечение конечного потребителя качественными продуктами питания, увеличение объемов полученного урожая и снижение затрат на его получение.

Одним из факторов, влияющих на количественные показатели при сборе урожая, является показатели расхода семян при посеве и их всхожесть. Морфологические особенности некоторых биологических видов посевных культур, а именно строение их оболочек, может негативно влиять на сроки прорастания всходов и количество проросших семян. Для сокращения потерь используются методы скарификации посевного материала.

На основе литературных и экспериментальных данных разработайте технологию химической скарификации семян выбранного растительного объекта с применением пищевых кислот.

### **Этапы работы над кейсом**

#### **1. Работа с объектом.**

- Изучите понятие скарификации.
- Рассмотрите существующие технологии скарификации посевного материала. Какое оборудование и условия необходимы для реализации данного процесса?
  - Определите перечень растений, для интенсификации прорастания всходов которых рекомендуется применять методы скарификации.
  - От каких биологических свойств зависит возможность применения того или иного метода?

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №12 «Технология скарификации»**

---

2. Параметры процесса.

- С помощью каких реагентов осуществляется химическая скарификация? Опишите общие свойства и характеристики используемых веществ.
- Каким требованиям должен соответствовать химический раствор, состоящий из пищевых кислот?
- Выберите растительные объекты для проведения эксперимента по химической скарификации посевного материала на основании следующих критериев:
  - Доступность;
  - Актуальность выращивания данной культуры в сельском хозяйстве.
- Предложите конструкцию емкостного оборудования (или группа элементов оборудования) для удобного и безопасного проведения процесса.
- Предложите рецептуру раствора для химической скарификации с применением пищевых кислот и подтвердите их эффективность экспериментально.

3. Технологическая схема.

- Разработайте технологическую схему проведения химической скарификации с применением разработанной рецептуры и предложенного оборудования.
- Используя полученные данные, проведите эксперимент по оценке всхожести экспериментальной культуры с применением методов химической скарификации.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №12 «Технология скарификации»**

---

4. Эффективность технологической схемы.

- Оцените эффективность разработанной рецептуры исходя из:
  - показателя всхожести обработанных и необработанных семян;
  - количества стадий обработки и компонентов химического состава, необходимых для повышения показателя всхожести;
  - длительности проведения процесса обработки;
  - стоимости реализации технологии (затраты на посевной материал и необходимые компоненты для химического состава).
  - прироста биомассы (масса, высота всходов, время выгонки семян, удельная скорость роста растений);
  - рН полученного раствора;
  - проведения расчета количества отходов производства (по массе);
  - и утилизации химических реагентов;
  - возможности использования полученной рецептуры в лабораторных условиях;
  - возможности масштабирования изученного процесса и улучшения предложенной вами технологии.

**Материалы и оборудование:**

- Набор семян.
- Набор пищевых кислот.
- Весы, можно кухонные.
- Линейка.
- Выбранные для эксперимента растительные объекты.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №12 «Технология скарификации»**

---

- Лабораторная посуда и сопутствующие приборы для воспроизведения рецептуры раствора, датчик рН или наборы тестовых полосок.
- Чашки Петри и фильтровальная бумага (либо любые другие элементы оборудования для проращивания посевного материала).

**Требования к представлению решения кейса:**

В ходе решения кейса необходимо провести литературный обзор по заданной тематике, обоснованно выбрать растительные объекты, изучить технологию скарификации, рецептуры химических составов, определить условия и предложить конструкцию аппарата или наборы оборудования для эффективного проведения процесса, провести пробный эксперимент, на основании которого оценить эффективность применяемой технологии. На основе литературных данных и результатов проведенного эксперимента улучшить разработанную технологию и рассмотреть возможности масштабирования процесса. Особое внимание необходимо уделить этапам работы над кейсом.

➤ 1 и 2 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены в технической документации (реферат) и кратко на финальной защите решения кейса (презентация).

➤ 3 и 4 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены на финальной защите решения кейса (презентация).

**Требования к оформлению технической документации:**

Техническая документация – реферат (полное, подробное описание решения 1 и 2 этапов работы над кейсом).

Реферат должен включать следующие разделы:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №12 «Технология скарификации»**

---

- 1) титульный лист;
- 2) оглавление;
- 3) введение;
- 4) цель и задачи работы. Этапы работы;
- 5) теоретическая часть (раскрывает исследуемый объект и его свойства);
- 6) обсуждение работы (обоснование выбора технологического подхода и используемых параметров, указание необходимых материалов, оборудования для выполнения экспериментальной части – *при наличии*).
- 7) выводы, сделанные в результате выполнения 1 и 2 этапов кейса;
- 8) список используемой литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100 – 2018.

Общие требования к оформлению реферата:

- 1) параметры страницы: все поля (слева, справа, сверху, снизу) – 2 см. Для всего текста следует использовать шрифт Times New Roman, размер 14 пт, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине. Отступ абзаца (красная строка) – 1,25 см, все отступы (слева, справа, сверху, снизу) – 0. Не допускаются: выделение цветом, орфографические и пунктуационные ошибки;
- 2) в виде рисунков оформляются фотографии, схемы, графики, диаграммы и др.;
- 3) все рисунки и таблицы должны иметь названия и отдельную нумерацию, а также ссылки на них в тексте. Подрисуночные и надтабличные подписи приводятся в тексте в месте расположения рисунка или таблицы;
- 4) титульный лист включает следующую основную информацию:
  - в верхней части листа – полное название образовательной организации (полужирный шрифт Times New Roman, размер 14 пт, одинарный межстрочный интервал);

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №12 «Технология скарификации»**

---

- в центре листа – название работы заглавными буквами (полужирный шрифт Times New Roman, размер 16 пт);
- в правом нижнем углу листа – информация об участнике(ах): класс, образовательная организация, фамилия, имя, отчество (полностью); (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт);
- в нижней части листа по центру – город и год написания проекта через запятую (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт).

**Требования к мультимедийной презентации**

Требования к содержанию мультимедийной презентации:

- 1) соответствие содержания презентации основной цели кейса;
- 2) соблюдение норм русского языка, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);
- 3) отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации.
- 4) лаконичность текста на слайде;
- 5) расположение информации на слайде (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали);
- 6) соответствие изображений содержанию;
- 7) качество изображения (контраст изображения по отношению к фону; отсутствие «лишних» деталей на фотографии или картинке);
- 8) наличие списка используемой литературы в последнем слайде.

Требования к тексту мультимедийной презентации:

- 1) читаемость текста на фоне слайда презентации (текст отчетливо виден на фоне слайда, использование контрастных цветов для фона и текста);

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №12 «Технология скарификации»**

---

2) использование шрифтов без засечек (Arial, Verdana, Calibri) и не более 3 вариантов шрифта;

3) подчёркивание используется только в гиперссылках.

Требования к дизайну мультимедийной презентации:

1) использование единого стиля оформления;

2) на титульном слайде указываются данные команды (имена и фамилии авторов решения кейса, класс, школа), название кейса.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу «Получение крахмала»

---

1. При взаимодействии с каким веществом крахмал даёт синее окрашивание? (0,05 б.):

- A. Ртуть
- B. Серная кислота
- C. Йод**
- D. Азотная кислота

2. Выберите растительный объект, который является основным для получения крахмала в нашей стране (0,05 б.):

- A. Картофель**
- B. Морковь
- C. Банан
- D. Пшено

3. Выберите все верные утверждения о крахмале (0,05 б.):

- A. Крахмал может накапливаться в клубнях растений**
- B. Крахмал даёт реакцию серебряного зеркала
- C. Крахмал имеет ярко выраженный запах
- D. Крахмал имеет кислый вкус

4. Выберите ложное утверждение о свойствах крахмала (0,05 б.):

Ответ:

- 1) Белое аморфное вещество, нерастворимое в холодной воде
- 2) Белое аморфное вещество, частично растворимое в горячей воде
- 3) Белое аморфное вещество, растворимое в холодной воде**
- 4) Может образовывать вязкий коллоидный раствор при набухании
- 5) Может образовывать клейстер при набухании

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу «Получение крахмала»

---

5. В каких из перечисленных отраслей промышленности используют крахмал? (0,15 б.)

Ответ:

1) Целлюлозно-бумажная

2) Текстильная

3) Пищевая

4) Литейная

5) Биотехнологическая

6) Ни в одной из перечисленных

6. Какие из предложенных веществ входят в состав крахмала? (0,15 б.)

Ответ:

1) Полисахариды амилозы

2) Дезоксирибонуклеиновые кислоты

3) Этиловый спирт

4) Полисахариды амилопектина

5) Минеральные соли

7. Какой процесс инициируется при взаимодействии крахмала с кислотами при нагревании? Запишите уравнение реакции. Существует ли альтернативный путь реализации данного процесса? Обоснуйте свой ответ.

Химический гидролиз крахмала.



# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Заключительный этап

### Химико-биотехнологический профиль

#### Индивидуальное тестирование по кейсу «Получение крахмала»

---

Да, существует ферментативный гидролиз крахмала, который осуществляется с помощью ферментов класса гидролаз, подкласса карбогидраз, называемых амилазами:  $\alpha$ -амилазы,  $\beta$ -амилазы и глюкоамилазы.

**8. Опишите в общем виде основные этапы технологии получения крахмала. Существуют ли нормы и требования, предъявляемые к конечному продукту? Опишите ключевые свойства конечного продукта, характеризующие его качество.**

#### **Основные этапы:**

Подготовительная стадия (мойка сырья, определение массы)

Измельчение сырья

Разделение сырья (фракционное)

Получение свободного крахмала

Рафинирование

Промывка и сушка

Упаковка готового продукта

Да, существуют, например ГОСТ 7698-93 Крахмал. Правила приемки и методы анализа 01.01.1995 действующий Starch. Acceptance rules and methods of sampling Настоящий стандарт распространяется на картофельный, кукурузный, амилопектиновый кукурузный, пшеничный, рисовый, гороховый, тапиоковый и модифицированный крахмалы и устанавливает правила приёмки и методы анализа.

Качество крахмала определяют по следующим показателям: цвету, влажности, зольности (при сжигании), кислотности, засоренности (количество крапин на 1 см<sup>2</sup> поверхности крахмала), содержанию свободных минеральных кислот, хлора и др.

Наиболее важными показателями для оценки крахмала, применяемого для белья, являются: цвет, влажность и засоренность.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №10 «Получение и применение крахмала»**

---

Производство крахмала в России впервые было запущено в начале XX века для шлихтования хлопчатобумажных тканевых полотен. В настоящее время данное вещество активно применяется различных отраслях промышленности: пищевой, текстильной, целлюлозно-бумажной и биотехнологической. Известно, что крахмал приобретает уникальные свойства при приготовлении растворов и суспензий. Также глобулы крахмала образуются в некоторых растениях и позволяют накопить резервные вещества для обеспечения стабильного роста и развития данных растений в постоянно изменяющихся условиях окружающей среды.

На основе литературных и экспериментальных данных предложите эффективную технологию получения крахмала из растительного сырья.

**Этапы работы над кейсом**

1. Работа с объектом.
  - Изучите свойства крахмала и его производных.
  - Рассмотрите существующие технологические схемы производства крахмала из растительного сырья. Опишите оборудование, необходимое для реализации данного процесса;
    - Пользуясь источниками литературы определите перечень побочных продуктов, образующихся при производстве крахмала;
    - Изучите примеры применения крахмала в промышленности.
  
2. Параметры процесса.

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №10 «Получение и применение крахмала»**

---

- Изучите растительные объекты, применяемые в качестве источника получения крахмала;
- Опишите общие свойства и различия крахмала, полученного из различного растительного сырья;
- Опишите ключевые свойства сырья, из которого можно получить крахмал надлежащего качества, включая органолептические свойства (цвет, запах, консистенция);
- Выберите растительные объекты для проведения эксперимента по получению порошкообразного крахмала на основании следующих критериев:
  - Доступность;
  - Концентрация целевого вещества в составе.
- Предложите стандартную конструкцию аппарата или группы аппаратов для проведения основных технологических стадий процесса получения крахмала.
- Предложите не менее 2-х вариантов дальнейшего использования полученного в результате эксперимента продукта и побочных продуктов.

3. Технологическая схема.

- Разработайте технологическую схему производства крахмала из растительного сырья с применением оборудования выбранной конструкции.
- На основании проведенного литературного обзора осуществите эксперимент по получению порошкообразного крахмала не менее чем из 2-х видов растительных объектов.

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №10 «Получение и применение крахмала»**

---

4. Эффективность технологической схемы.

Оцените эффективность разработанной технологической схемы исходя из:

- объема растительного объекта (сырья), необходимого для получения 100 грамм порошкообразного крахмала;
- количества стадий, необходимых для получения конечного продукта (крахмала);
- длительности проведения полного процесса получения продукта;
- себестоимости готового продукта;
- органолептических свойств получаемого крахмала (цвет, запах, консистенция);
- влажности, pH;
- содержания побочных продуктов и примесей (на основании не менее 2-х качественных реакций);
- количества побочных продуктов и отходов;
- вариантов использования конечного продукта;
- вариантов масштабирования и улучшения предложенной технологии.

**Материалы и оборудование:**

- Весы.
- Выбранные для эксперимента растительные объекты (например, злаки, фрукты, овощи).
- Лабораторная посуда и сопутствующие приборы для проведения процесса получения продукта.

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №10 «Получение и применение крахмала»**

---

- Реактивы, посуда и оборудование для определения влажности продукта, рН, проведения качественных реакций.

**Требования к представлению решения кейса:**

В ходе решения кейса необходимо провести литературный обзор по заданной тематике, обоснованно выбрать растительные объекты, изучить технологические схемы получения крахмала, определить условия проведения процесса и предложить стандартную конструкцию аппарата или группы аппаратов для проведения основных технологических стадий процесса получения крахмала, разработать технологическую схему производства крахмала из растительного сырья, провести эксперимент по получению порошкообразного крахмала не менее чем из 2-х видов растительных объектов, предложить решения по совершенствованию выбранной технологии и рассмотреть возможности масштабирования процесса. Особое внимание необходимо уделить этапам работы над кейсом.

➤ 1 и 2 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены в технической документации (реферат) и кратко на финальной защите решения кейса (презентация).

➤ 3 и 4 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены на финальной защите решения кейса (презентация).

**Требования к оформлению технической документации:**

Техническая документация – реферат (полное, подробное описание решения 1 и 2 этапов работы над кейсом).

Реферат должен включать следующие разделы:

- 1) титульный лист;

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №10 «Получение и применение крахмала»**

---

- 2) оглавление;
- 3) введение;
- 4) цель и задачи работы. Этапы работы;
- 5) теоретическая часть (раскрывает исследуемый объект и его свойства);
- 6) обсуждение работы (обоснование выбора технологического подхода и используемых параметров, указание необходимых материалов, оборудования для выполнения экспериментальной части – *при наличии*).
- 7) выводы, сделанные в результате выполнения 1 и 2 этапов кейса;
- 8) список используемой литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100 – 2018.

Общие требования к оформлению реферата:

- 1) параметры страницы: все поля (слева, справа, сверху, снизу) – 2 см. Для всего текста следует использовать шрифт Times New Roman, размер 14 пт, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине. Отступ абзаца (красная строка) – 1,25 см, все отступы (слева, справа, сверху, снизу) – 0. Не допускаются: выделение цветом, орфографические и пунктуационные ошибки;
- 2) в виде рисунков оформляются фотографии, схемы, графики, диаграммы и др.;
- 3) все рисунки и таблицы должны иметь названия и отдельную нумерацию, а также ссылки на них в тексте. Подрисуночные и надтабличные подписи приводятся в тексте в месте расположения рисунка или таблицы;
- 4) титульный лист включает следующую основную информацию:
  - в верхней части листа – полное название образовательной организации (полужирный шрифт Times New Roman, размер 14 пт, одинарный межстрочный интервал);

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №10 «Получение и применение крахмала»**

---

- в центре листа – название работы заглавными буквами (полужирный шрифт Times New Roman, размер 16 пт);
- в правом нижнем углу листа – информация об участнике(ах): класс, образовательная организация, фамилия, имя, отчество (полностью); (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт);
- в нижней части листа по центру – город и год написания проекта через запятую (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт).

**Требования к мультимедийной презентации**

Требования к содержанию мультимедийной презентации:

- 1) соответствие содержания презентации основной цели кейса;
- 2) соблюдение норм русского языка, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);
- 3) отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации.
- 4) лаконичность текста на слайде;
- 5) расположение информации на слайде (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали);
- 6) соответствие изображений содержанию;
- 7) качество изображения (контраст изображения по отношению к фону; отсутствие «лишних» деталей на фотографии или картинке);
- 8) наличие списка используемой литературы в последнем слайде.

Требования к тексту мультимедийной презентации:

- 1) читаемость текста на фоне слайда презентации (текст отчётливо виден на фоне слайда, использование контрастных цветов для фона и текста);

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №10 «Получение и применение крахмала»**

---

2) использование шрифтов без засечек (Arial, Verdana, Calibri) и не более 3 вариантов шрифта;

3) подчёркивание используется только в гиперссылках.

Требования к дизайну мультимедийной презентации:

1) использование единого стиля оформления;

2) на титульном слайде указываются данные команды (имена и фамилии авторов решения кейса, класс, школа), название кейса.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу «Плодово-ягодный квас»

---

1. Какие из перечисленных микроорганизмов участвуют в процессе получения кваса? (0,05 б.):

- A. Мицелиальные грибы
- B. Ацетобактерии
- C. **Дрожжи**
- D. Микроводоросли

2. Выберите сырье, которое является основой получения традиционного кваса (0,05 б.):

- A. **Ржаной или ячменный солод**
- B. Соевая мука
- C. Рисовая сечка
- D. Рисовая мука

3. Выберите все верные утверждения о дрожжах (0,15 б.):

- A. **Обособлены от микроскопических грибов**
- B. **Клетки дрожжей имеют овальную, яйцевидную и эллиптическую форму**
- C. Являются прокариотами
- D. **Хемоорганотрофные организмы**

4. Какие микроорганизмы, согласно их отношению к кислороду, используются в процессах спиртового брожения? (0,05 б.)

- A. Аэробы
- B. Облигатные анаэробы
- C. **Факультативные анаэробы**
- D. Аэротолерантные анаэробы

5. Выберите технологические параметры, которые необходимо контролировать при получении плодово-ягодного кваса (0,15 б.):

- A. Давление

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

Химико-биотехнологический профиль

Индивидуальное тестирование по кейсу «Фруктово-ягодный квас»

---

**B. Температура**

**C. Длительность культивирования**

**D. pH среды**

E. Влажность среды

**6. Выберите правильный ответ (0,05 б):**

A. Спиртовое брожение является анаэробным процессом

B. Согласно ГОСТ, в квасе должно быть не более 1,2% спирта,

несмотря на это, квас относят к безалкогольным напиткам

**C. Оба варианта (A и B) верны.**

D. Оба варианта (A и B) неверны.

**7. Расскажите, какие стадии выделяют в промышленной технологии получения традиционного кваса (0,25 б.).**

**Ответ:**

**1) Получение квасного сусла**

**2) Засев микроорганизмами**

**3) Культивирование микроорганизмов (параметры культивирования)**

**4) Купажирование**

**5) Биохимический контроль полученного продукта**

**6) Розлив**

**7) Упаковка и маркировка (варианты упаковки, предполагаемые сроки хранения)**

**8. Опишите, какие физические и биохимические показатели контролируют в полученном фруктово-ягодном квасе и кратко опишите каждый из них. (0,25 б.).**

**Ответ:**

**1) Органолептические характеристики**

**2) Титруемая кислотность**

**3) Количество накопленного спирта**

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Химико-биотехнологический профиль**

**Индивидуальное тестирование по кейсу «Фруктово-ягодный квас»**

---

**4) Плотность**

**5) Массовая доля сухих веществ**

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №8 «Флодово-ягодный квас»**

---

**Квас** — кислый напиток, который готовят из муки и солода (ржаного, ячменного) или из сухого ржаного хлеба методом брожения, иногда — с добавлением пряных трав, мёда, пчелиных сот; также готовится из свёклы, фруктов, ягод. Квас используется не только как напиток, но и является основой для классических холодных похлёбок русской кухни (окрошка, ботвинья и др.).

Квас изготавливается из зерновой продукции: в промышленных условиях — из солода, муки, в домашних — из солода, муки, хлеба и сухарей. Напиток обладает приятным освежающим вкусом, улучшает обмен веществ, благотворно влияет на сердечно-сосудистую систему. Квас обладает отличными вкусовыми качествами: он утоляет жажду благодаря содержащимся в нём кислотам — молочной и уксусной; обладает высокой энергетической ценностью, способствует пищеварению благодаря содержащейся в нём углекислоте, которая облегчает переваривание пищи, её всасывание и повышает аппетит. В состав кваса входят витамины, свободные аминокислоты, ферменты, сахара и микроэлементы, в том числе много витаминов В1 и Е, что объясняет его полезные свойства.

На основе теоретического и эмпирического исследований предложите эффективную технологию получения плодово-ягодного кваса.

**Этапы работы над кейсом**

1. Работа с объектом.
  - Рассмотрите классификацию дрожжей, выделите особенности дрожжей, используемых для получения кваса;
  - Рассмотрите основные морфологические признаки и биохимический состав дрожжей;

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №8 «Плодово-ягодный квас»**

---

- Рассмотрите биологическую ценность и назначение дрожжей (сделайте выводы о промышленной ценности дрожжей);

- На основе теоретического исследования представьте вид дрожжей, выбранный для проведения экспериментальной части (аргументируйте свой выбор с позиции промышленной ценности данного вида дрожжей);

- Рассмотрите, понятие сбраживаемости субстрата дрожжами.

2. Параметры процесса

- Рассмотрите способы культивирования дрожжей (твердофазное культивирование и глубинное);

- Рассмотрите параметры технологических процессов культивирования дрожжей;

- Рассмотрите влияние не менее 3-х параметров культивирования на биохимический состав биомассы дрожжей;

- На основе теоретического исследования составьте схему эксперимента, укажите не менее 3-х параметров культивирования, варьируя которые, возможно повысить сбраживаемость субстрата биомассой дрожжей.

3. Технологическая схема.

- Спланируйте и проведите эксперимент изучению процесса брожения при различной температуре (не менее 3-х значений температуры);

- Спланируйте и проведите эксперимент по изучению концентрации спирта, полученного в результате проведения процесса брожения различной длительности (не менее 3-х вариантов длительности);

- Спланируйте и проведите эксперимент по изучению влияния соотношения компонентов сырья для производства кваса на органолептические показатели (не менее 3-х вариаций рецептур кваса и не менее 2-х органолептических показателей);

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №8 «Плодово-ягодный квас»**

---

- Спланируйте и проведите эксперимент по изучению влияния условий культивирования (температуры, длительности культивирования, pH среды и т.д.) на процесс брожения (не менее 3-х вариаций условий культивирования).

4. Эффективность технологической схемы.

- Представьте зависимость между температурой культивирования и накоплением биомассы дрожжей. Проведите подсчеты клеток в камере Горяева (зависимость представить графически);

- Представьте зависимость между длительностью брожения и количеством накопленного спирта. Проведите определение спирта по ГОСТ (зависимость представить графически);

- Представьте влияние соотношения компонентов будущего кваса на органолептические показатели. Определите кислотность в готовых напитках. Проведите определение органолептических показателей (зависимость представить графически);

- Представьте влияние условий культивирования на процесс брожения. Проведите подсчеты клеток в камере Горяева (зависимость представить графически);

- На основе теоретических и экспериментальных данных составьте технологическую схему получения плодово-ягодного кваса в домашних условиях.

**Материалы и оборудование:**

- Технические весы;
- Микроскоп;
- Камеры Горяева;
- Культивационные сосуды;

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №8 «Флодово-ягодный квас»**

---

- Термостат/водяная баня;
- Цилиндры, стаканы, колбы;
- Термометр цифровой;
- Установка для определения спирта;
- Реактивы, посуда и оборудование для определения кислотности

(можно выполнить на базе ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»).

**Требования к представлению решения кейса:**

В ходе решения кейса необходимо провести литературный обзор по заданной тематике, обоснованно выбрать микроорганизмы, конструкцию и условия проведения процесса брожения, провести пробный эксперимент, на основании которого оценить его эффективность. А также на основе литературного поиска и результатов эксперимента предложить технологию получения плодово-ягодного кваса в домашних условиях и при масштабировании процесса. Особое внимание необходимо уделить этапам работы над кейсом.

➤ 1 и 2 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены в технической документации (реферат) и кратко на финальной защите решения кейса (презентация).

➤ 3 и 4 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены на финальной защите решения кейса (презентация).

**Требования к оформлению технической документации:**

Техническая документация – реферат (полное, подробное описание решения 1 и 2 этапов работы над кейсом).

Реферат должен включать следующие разделы:

- 1) титульный лист;
- 2) оглавление;

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №8 «Плодово-ягодный квас»**

---

- 3) введение;
- 4) цель и задачи работы. Этапы работы;
- 5) теоретическая часть (раскрывает исследуемый объект и его свойства);
- 6) обсуждение работы (обоснование выбора технологического подхода и используемых параметров, указание необходимых материалов, оборудования для выполнения экспериментальной части – *при наличии*).
- 7) выводы, сделанные в результате выполнения 1 и 2 этапов кейса;
- 8) список используемой литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100 – 2018.

Общие требования к оформлению реферата:

- 1) параметры страницы: все поля (слева, справа, сверху, снизу) – 2 см. Для всего текста следует использовать шрифт Times New Roman, размер 14 пт, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине. Отступ абзаца (красная строка) – 1,25 см, все отступы (слева, справа, сверху, снизу) – 0. Не допускаются: выделение цветом, орфографические и пунктуационные ошибки;
- 2) в виде рисунков оформляются фотографии, схемы, графики, диаграммы и др.;
- 3) все рисунки и таблицы должны иметь названия и отдельную нумерацию, а также ссылки на них в тексте. Подрисуночные и надтабличные подписи приводятся в тексте в месте расположения рисунка или таблицы;
- 4) титульный лист включает следующую основную информацию:
  - в верхней части листа – полное название образовательной организации (полужирный шрифт Times New Roman, размер 14 пт, одинарный межстрочный интервал);
  - в центре листа – название работы заглавными буквами (полужирный шрифт Times New Roman, размер 16 пт);

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №8 «Плодово-ягодный квас»**

---

- в правом нижнем углу листа – информация об участнике(ах): класс, образовательная организация, фамилия, имя, отчество (полностью); (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт);
- в нижней части листа по центру – город и год написания проекта через запятую (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт).

**Требования к мультимедийной презентации**

Требования к содержанию мультимедийной презентации:

- 1) соответствие содержания презентации основной цели кейса;
- 2) соблюдение норм русского языка, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);
- 3) отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации.
- 4) лаконичность текста на слайде;
- 5) расположение информации на слайде (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали);
- 6) соответствие изображений содержанию;
- 7) качество изображения (контраст изображения по отношению к фону; отсутствие «лишних» деталей на фотографии или картинке);
- 8) наличие списка используемой литературы в последнем слайде.

Требования к тексту мультимедийной презентации:

- 1) читаемость текста на фоне слайда презентации (текст отчётливо виден на фоне слайда, использование контрастных цветов для фона и текста);
- 2) использование шрифтов без засечек (Arial, Verdana, Calibri) и не более 3 вариантов шрифта;
- 3) подчёркивание используется только в гиперссылках.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №8 «Плодово-ягодный квас»**

---

Требования к дизайну мультимедийной презентации:

- 1) использование единого стиля оформления;
- 2) на титульном слайде указываются данные команды (имена и фамилии авторов решения кейса, класс, школа), название кейса.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу «Молочная сыворотка»

---

1. Какой из перечисленных углеводов преобладает в подсырной молочной сыворотке (его так же называют «молочный сахар»)? (0,05 б.)

- A. Глюкоза
- B. Лактоза**
- C. Сахароза
- D. Галактоза

2. Выберите фермент, который способен расщеплять «молочный сахар» (0,05 б.):

- A. Экзо-глюканаза
- B. Эндо-глюканаза
- C. Бета-галактозидаза**
- D. Фруктофуранозидаза

3. Выберите все верные утверждения про подсырную молочную сыворотку(0,15 б.):

- A. Имеет горький вкус
- B. Имеет сладковатый вкус**
- C. Содержит белок казеин**
- D. Содержит витамины и минералы**

4. Выберите технологическую операцию, позволяющую расщепить «молочный сахар» (0,05 б.):

- A. Экстракция
- B. Осаждение
- C. Гидролиз**
- D. Замачивание

5. Выберите технологические параметры, которые необходимо контролировать при культивировании молочнокислых микроорганизмов на молочной сыворотке (0,15 б.):

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Химико-биотехнологический профиль**

**Индивидуальное тестирование по кейсу «Молочная сыворотка»**

---

A. Давление

**B. Температура**

**C. Длительность культивирования**

D. Влажность

**6. Выберите правильный ответ (0,05 б):**

A. Люди, страдающие гиполактазией, не могут употреблять нативную молочную сыворотку в питании

B. Нативная молочная сыворотка является прекрасной средой для роста микроорганизмов

**C. Оба варианта (A и B) верны.**

D. Оба варианта (A и B) неверны.

**7. Расскажите, какие стадии выделяют в технологии получения безлактозной молочной сыворотки микробным путем (0,25 б.).**

**Ответ:**

**1) Приёмка сырья (контроль биохимических и органолептических параметров);**

**2) Засев молочнокислыми микроорганизмами (вид м/о, количество вносимого посевного материала)**

**3) Культивирование микроорганизмов (параметры культивирования)**

**4) Отделение биомассы микроорганизмов (центрифугирование/фильтрование)**

**5) Биохимический контроль безлактозной сыворотки (содержание лактозы, СВ, pH)**

**6) Внесение рецептурных компонентов**

**7) Упаковка и маркировка (варианты упаковки, предполагаемые сроки хранения)**

**8. Опишите, какие физические и биохимические показатели контролируют в полученной безлактозной сыворотке. (0,25 б.)**

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Химико-биотехнологический профиль**

**Индивидуальное тестирование по кейсу «Молочная сыворотка»**

---

**Ответ:**

**1) Плотность**

**2) Органолептика**

**3) Кислотность**

**4) Содержание сухих веществ**

**5) Содержание лактозы**

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №7 «Молочная сыворотка»**

---

Молочная сыворотка – крупнотоннажный жидкий отход молокоперерабатывающих предприятий. Различают два основных вида сыворотки в зависимости от ее происхождения: подсырная (образуется при производстве сыров) и творожная. Молочная сыворотка богата белком, лактозой (молочный сахар), витаминами и минералами. В настоящее время сыворотку используют для производства функциональных продуктов питания, однако продукты на ее основе не подходят для людей с непереносимостью лактозы. В связи с этим современным трендом в переработке молочной сыворотки является поиск путей гидролиза лактозы. Есть два принципиальных технологических приема гидролиза лактозы: 1) ферментативный (применение специальных ферментов – бета-галактозидаза, позволяет эффективно гидролизовать молочный сахар); 2) микробный (использование молочно-кислых или дрожжевых культур, которые в процессе своей жизнедеятельности ассимилируют лактозу из сыворотки). Вторым путем является преимущественным, хотя и более сложным. Использование микроорганизмов для гидролиза молочной сыворотки позволяет не только эффективно гидролизовать лактозу, но и обогатить сыворотку пробиотиками и метабитами.

На основе теоретического и эмпирического исследований предложите эффективную технологию микробной конверсии лактозы в молочной сыворотке.

**Этапы работы над кейсом**

1. Работа с объектом

- Рассмотрите в процессе каких производств образуется молочная сыворотка;

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №7 «Молочная сыворотка»**

---

- Рассмотрите биологическую ценность и биохимический состав молочной сыворотки различного происхождения;
- Рассмотрите ферменты и микроорганизмы, способные эффективно гидролизовать лактозу в молочной сыворотке;
- На основе теоретического исследования представьте виды микроорганизмов, с которыми будете проводить эксперименты (аргументируйте свой выбор).

2. Параметры процесса

- Рассмотрите технологические режимы применения ферментов для гидролиза лактозы в молочной сыворотке;
- Рассмотрите параметры технологических процессов культивирования микроорганизмов, способных ассимилировать лактозу;
- Рассмотрите влияние не менее 3-х параметров культивирования на рост культуры микроорганизма(ов);
- На основе теоретического исследования составьте схему эксперимента, укажите не менее 3-х параметров культивирования, варьируя которые, возможно повысить эффективность микробной конверсии лактозы.

3. Технологическая схема.

- Выбрать не менее 2-х культур микроорганизмов, способных ассимилировать лактозу;
- Спланируйте и проведите эксперимент по культивированию выбранных микроорганизмов на молочной сыворотке при разной температуре (не менее 3-х значений, минимальный шаг 5 градусов)
- Проследите изменение содержания лактозы в молочной сыворотке при культивировании выбранных микроорганизмов (результат представить графически или в таблице);

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №7 «Молочная сыворотка»**

---

- Проследите изменение рН в молочной сыворотке при культивировании выбранных микроорганизмов (результат представить графически или в таблице);

- Проследите изменение количества клеток культуры микроорганизмов в молочной сыворотке при культивировании выбранных микроорганизмов (результат представить графически или в таблице);

- Проследите изменение титруемой кислотности молочной сыворотки при культивировании выбранных микроорганизмов (результат представить графически).

4. Эффективность технологической схемы.

- Представить сравнение не менее 2-х культур микроорганизмов, проанализировать данные и выбрать предпочтительную культуру для получения безлактозной молочной сыворотки;

- Предложить рецептуру пищевого продукта с использованием безлактозной молочной сыворотки;

- Для наилучшего из полученных вариантов дать биохимический состав, отразив: содержание лактозы, сухих веществ, титруемую кислотность, рН и количество клеток микроорганизма(ов) в 1 см<sup>3</sup>;

- На основе теоретических и экспериментальных данных составьте технологическую схему получения безлактозной молочной сыворотки и пищевого продукта на ее основе.

**Материалы и оборудование:**

- Культуры микроорганизмов (коммерческие формы МКБ, заквасочные культуры);

- Технические весы;

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №7 «Молочная сыворотка»**

---

- Культивационные сосуды;
- Термостат/водяная баня;
- Цилиндры, стаканы, колбы;
- Термометр цифровой;
- Реактивы, посуда и оборудование для определения лактозы (можно выполнить на базе ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»);
- Реактивы, посуда и оборудование для определения сухих веществ (можно выполнить на базе ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»);
- Реактивы, посуда и оборудование для прямого подсчета клеток микроорганизмов в камере Горяева (можно выполнить на базе ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»);
- Реактивы, посуда и оборудование для определения титруемой кислотности в молочных продуктах (можно выполнить на базе ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»).

**Требования к представлению решения кейса:**

В ходе решения кейса необходимо провести литературный обзор по заданной тематике, обоснованно выбрать микроорганизмов, условия проведения переработки молочной сыворотки, провести пробный эксперимент, на основании которого оценить его эффективность. А также на основе литературного поиска и результатов эксперимента предложить технологию ферментации молочной сыворотки в домашних условиях и при масштабировании процесса. Особое внимание необходимо уделить этапам работы над кейсом.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №7 «Молочная сыворотка»**

---

➤ 1 и 2 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены в технической документации (реферат) и кратко на финальной защите решения кейса (презентация).

➤ 3 и 4 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены на финальной защите решения кейса (презентация).

**Требования к оформлению технической документации:**

Техническая документация – реферат (полное, подробное описание решения 1 и 2 этапов работы над кейсом).

Реферат должен включать следующие разделы:

- 1) титульный лист;
- 2) оглавление;
- 3) введение;
- 4) цель и задачи работы. Этапы работы;
- 5) теоретическая часть (раскрывает исследуемый объект и его свойства);
- 6) обсуждение работы (обоснование выбора технологического подхода и используемых параметров, указание необходимых материалов, оборудования для выполнения экспериментальной части – *при наличии*).
- 7) выводы, сделанные в результате выполнения 1 и 2 этапов кейса;
- 8) список используемой литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100 – 2018.

Общие требования к оформлению реферата:

- 1) параметры страницы: все поля (слева, справа, сверху, снизу) – 2 см. Для всего текста следует использовать шрифт Times New Roman, размер 14 пт, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине. Отступ абзаца (красная строка) – 1,25 см, все отступы (слева, справа, сверху, снизу) – 0. Не допускаются: выделение цветом, орфографические и пунктуационные ошибки;

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №7 «Молочная сыворотка»**

---

2) в виде рисунков оформляются фотографии, схемы, графики, диаграммы и др.;

3) все рисунки и таблицы должны иметь названия и отдельную нумерацию, а также ссылки на них в тексте. Подрисуночные и надтабличные подписи приводятся в тексте в месте расположения рисунка или таблицы;

4) титульный лист включает следующую основную информацию:

- в верхней части листа – полное название образовательной организации (полужирный шрифт Times New Roman, размер 14 пт, одинарный межстрочный интервал);

- в центре листа – название работы заглавными буквами (полужирный шрифт Times New Roman, размер 16 пт);

- в правом нижнем углу листа – информация об участнике(ах): класс, образовательная организация, фамилия, имя, отчество (полностью); (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт);

- в нижней части листа по центру – город и год написания проекта через запятую (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт).

### **Требования к мультимедийной презентации**

Требования к содержанию мультимедийной презентации:

- 1) соответствие содержания презентации основной цели кейса;
- 2) соблюдение норм русского языка, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);
- 3) отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации.
- 4) лаконичность текста на слайде;

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №7 «Молочная сыворотка»**

---

- 5) расположение информации на слайде (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали);
- 6) соответствие изображений содержанию;
- 7) качество изображения (контраст изображения по отношению к фону; отсутствие «лишних» деталей на фотографии или картинке);
- 8) наличие списка используемой литературы в последнем слайде.

Требования к тексту мультимедийной презентации:

- 1) читаемость текста на фоне слайда презентации (текст отчётливо виден на фоне слайда, использование контрастных цветов для фона и текста);
- 2) использование шрифтов без засечек (Arial, Verdana, Calibri) и не более 3 вариантов шрифта;
- 3) подчёркивание используется только в гиперссылках.

Требования к дизайну мультимедийной презентации:

- 1) использование единого стиля оформления;
- 2) на титульном слайде указываются данные команды (имена и фамилии авторов решения кейса, класс, школа), название кейса.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу «Микроводоросли»

---

1. Какой из перечисленных газов утилизируют микроводоросли?  
(0,05 б.)

- A. Метан
- B. Углекислый газ**
- C. Угарный газ
- D. Этан

2. В каком аппарате возможно культивирование микроводорослей в условиях *in vitro*? (0,05 б.)

- A. Мембранный биореактор
- B. Турбидостат
- C. Фотобиореактор**
- D. Хемостат

3. Что из перечисленного свойственно для микроводорослей? (0,15 б.)

- A. Хемосинтез
- B. Фотосинтез**
- C. Накапливают витамины**
- D. Накапливают белок**

4. Выберите метод, позволяющий оценить накопление белка в биомассе микроводорослей (0,05 б.):

- A. Метод Спирина
- B. Метод Бертрана
- C. Метод Къельдаля**
- D. Метод Грама

5. Выберите технологические параметры, которые необходимо контролировать при культивировании микроводорослей (0,15 б.):

- A. Давление

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу «Микроводоросли»

---

**B. Температура**

**C. Освещенность**

D. Влажность

**6. Выберите правильный ответ (0,05 б):**

A. Микроводоросли способны накапливать хлорофилл А и хлорофилл В

B. Микроводоросли могут произрастать в естественных условиях

**C. Оба варианта (А и В) верны.**

D. Оба варианта (А и В) неверны.

**7. Расскажите, какие стадии выделяют в технологии получения биомассы микроводорослей (0,25 б.).**

**Ответ:**

**1) Приёмка сырья (контроль биохимических и органолептических параметров);**

**2) Приготовление питательной среды**

**3) Культивирование (параметры)**

**4) Отделение биомассы**

**5) Сушка биомассы (параметры)**

**6) Биохимический контроль биомассы**

**7) Упаковка и маркировка (варианты упаковки)**

**8. Опишите, какие физические и биохимические показатели контролируют в биомассе микроводорослей (0,25 б.).**

**Ответ:**

**1) Белок («сырой» протеин)**

**2) Витамин С**

**3) Количество биомассы**

**4) Хлорофилл А/В**

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №6 «Микроводоросли»**

---

Микроводоросли – это фотосинтезирующие микроорганизмы, которые играют ведущую роль в образовании органических соединений и кислорода на Земле. В последние годы микроводоросли предлагают использовать в качестве продуцентов ценных метаболитов, витаминов, полноценного белка и ряда других органических соединений. В отличие от гетеротрофных микроорганизмов, нуждающихся в различных органических соединениях, фототрофные микроводоросли синтезируют биомассу из полностью окисленных неорганических веществ (углекислый газ, вода) и минеральных элементов за счет световой энергии, преобразуемой в процессе фотосинтеза. Технологии индустриального производства биомассы микроводорослей не загрязняют окружающую среду и расходуют относительно небольшое количество воды. Основные области использования микроводорослей: медицина, пищевая, косметическая и фармацевтическая промышленности, биотопливо.

На основе теоретического и эмпирического исследований предложить эффективную технологию культивирования микроводорослей в условиях *in vitro*.

**Этапы работы над кейсом**

1. Работа с объектом.

- Рассмотрите классификацию водорослей, выделите особенности микроводорослей
- Рассмотрите основные морфологические признаки и биохимический состав микроводорослей, относящихся к различным родам (не менее 2-х родов)

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №6 «Микроводоросли»**

---

- Рассмотрите биологическую ценность и назначение микроводорослей (раскройте в чем заключается промышленная ценность)

- На основе литературного обзора выберите вид микроводоросли для получения биомассы, аргументируя свой выбор исходя из промышленной ценности данного вида.

2. Параметры процесса.

- Рассмотрите различные способы культивирования микроводорослей, включая культивирование в лабораторных и промышленных условиях, а также культивирование в открытых естественных или искусственных водоемах. Рассмотрите способы культивирования микроводорослей;

- Рассмотрите параметры технологических процессов при культивировании микроводорослей различными способами;

- Рассмотрите влияние не менее 3-х параметров культивирования на биохимический состав биомассы микроводорослей;

- На основе теоретического исследования составьте схему эксперимента, укажите не менее 3-х параметров культивирования, варьируя которые, возможно повысить биологическую ценность биомассы микроводорослей.

3. Технологическая схема.

- Спланируйте и проведите эксперимент по изучению влияния температуры на процесс культивирования и биохимический состав биомассы микроводоросли (не менее 3-х значений температуры);

- Спланируйте и проведите эксперимент по изучению режимов и интенсивности освещения на процесс культивирования и биохимический

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №6 «Микроводоросли»**

---

состав биомассы микроводоросли (не менее 3-х вариантов освещённости (день/ночь = 0/24; 12/12; 24/0 чч);

- Спланируйте и проведите эксперимент по изучению влияния принудительной аэрации на процесс культивирования и биохимический состав биомассы микроводоросли (не менее 3-х значений объема аэрирующего воздуха на культивационный сосуд);

- Спланируйте и проведите эксперимент по изучению влияния минерального состава питательной среды на процесс культивирования и биохимический состав биомассы микроводоросли (не менее 3-х вариантов минерального состава).

4. Эффективность технологической схемы.

- Представьте зависимость между температурой культивирования и накоплением биомассы микроводоросли. Проведите определение витамина С и «сырого» протеина в полученных образцах биомассы (зависимость представить графически);

- Представьте зависимость между режимом освещенности в процессе культивирования и накоплением биомассы микроводоросли. Проведите определение витамина С и «сырого» протеина в полученных образцах биомассы (зависимость представить графически). В каждом полученном варианте биомассы проведите хроматографическое разделение хлорофилла А и хлорофилла Б, объясните разницу в полученных вариантах;

- Представьте влияние аэрации на процесс культивирования и накопления биомассы микроводоросли. Проведите определение витамина С и «сырого» протеина в полученных образцах биомассы (зависимость представить графически)

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №6 «Микроводоросли»**

---

- Представьте влияние минерального состава питательной среды на процесс культивирования и накопления биомассы микроводоросли. Проведите определение витамина С и «сырого» протеина в полученных образцах биомассы (зависимость представить графически)
- На основе теоретических и экспериментальных данных составьте технологическую схему получения биомассы микроводоросли в промышленных масштабах.

**Материалы и оборудование:**

- Культура микроводоросли (можно взять в ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»);
  - Технические весы;
  - Культивационные сосуды;
  - Компрессор аквариумный;
  - Фитолампа;
  - Компоненты питательной среды для микроводоросли;
  - Термостат/водяная баня;
  - Цилиндры, стаканы, колбы;
  - Термометр цифровой;
  - Реактивы, посуда и оборудование для определения витамина С (можно выполнить на базе ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»);
- Реактивы, посуда и оборудование для определения «сырого» протеина по методу Кьельдаля (можно выполнить на базе ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»);

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №6 «Микроводоросли»**

---

- Реактивы, посуда и оборудование для хроматографического разделения хлорофилла А и хлорофилла Б (можно выполнить на базе ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»).

**Требования к представлению решения кейса:**

В ходе решения кейса необходимо провести литературный обзор по заданной тематике, обоснованно выбрать микроорганизмы, конструкцию и условия проведения выращивания микроводоросли, провести пробный эксперимент, на основании которого оценить его эффективность. А также на основе литературного поиска и результатов эксперимента предложить технологию выращивания микроводоросли в домашних условиях и при масштабировании процесса. Особое внимание необходимо уделить этапам работы над кейсом.

➤ 1 и 2 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены в технической документации (реферат) и кратко на финальной защите решения кейса (презентация).

➤ 3 и 4 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены на финальной защите решения кейса (презентация).

**Требования к оформлению технической документации:**

Техническая документация – реферат (полное, подробное описание решения 1 и 2 этапов работы над кейсом).

Реферат должен включать следующие разделы:

- 1) титульный лист;
- 2) оглавление;
- 3) введение;
- 4) цель и задачи работы. Этапы работы;

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №6 «Микроводоросли»**

---

- 5) теоретическая часть (раскрывает исследуемый объект и его свойства);
- 6) обсуждение работы (обоснование выбора технологического подхода и используемых параметров, указание необходимых материалов, оборудования для выполнения экспериментальной части – *при наличии*).
- 7) выводы, сделанные в результате выполнения 1 и 2 этапов кейса;
- 8) список используемой литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100 – 2018.

Общие требования к оформлению реферата:

- 1) параметры страницы: все поля (слева, справа, сверху, снизу) – 2 см. Для всего текста следует использовать шрифт Times New Roman, размер 14 пт, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине. Отступ абзаца (красная строка) – 1,25 см, все отступы (слева, справа, сверху, снизу) – 0. Не допускаются: выделение цветом, орфографические и пунктуационные ошибки;
- 2) в виде рисунков оформляются фотографии, схемы, графики, диаграммы и др.;
- 3) все рисунки и таблицы должны иметь названия и отдельную нумерацию, а также ссылки на них в тексте. Подрисуночные и надтабличные подписи приводятся в тексте в месте расположения рисунка или таблицы;
- 4) титульный лист включает следующую основную информацию:
  - в верхней части листа – полное название образовательной организации (полужирный шрифт Times New Roman, размер 14 пт, одинарный межстрочный интервал);
  - в центре листа – название работы заглавными буквами (полужирный шрифт Times New Roman, размер 16 пт);

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №6 «Микроводоросли»**

---

- в правом нижнем углу листа – информация об участнике(ах): класс, образовательная организация, фамилия, имя, отчество (полностью); (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт);
- в нижней части листа по центру – город и год написания проекта через запятую (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт).

**Требования к мультимедийной презентации**

Требования к содержанию мультимедийной презентации:

- 1) соответствие содержания презентации основной цели кейса;
- 2) соблюдение норм русского языка, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);
- 3) отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации.
- 4) лаконичность текста на слайде;
- 5) расположение информации на слайде (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали);
- 6) соответствие изображений содержанию;
- 7) качество изображения (контраст изображения по отношению к фону; отсутствие «лишних» деталей на фотографии или картинке);
- 8) наличие списка используемой литературы в последнем слайде.

Требования к тексту мультимедийной презентации:

- 1) читаемость текста на фоне слайда презентации (текст отчётливо виден на фоне слайда, использование контрастных цветов для фона и текста);
- 2) использование шрифтов без засечек (Arial, Verdana, Calibri) и не более 3 вариантов шрифта;
- 3) подчёркивание используется только в гиперссылках.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №6 «Микроводоросли»**

---

Требования к дизайну мультимедийной презентации:

- 1) использование единого стиля оформления;
- 2) на титульном слайде указываются данные команды (имена и фамилии авторов решения кейса, класс, школа), название кейса.

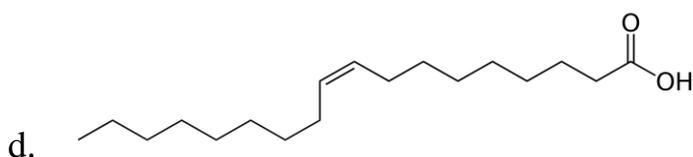
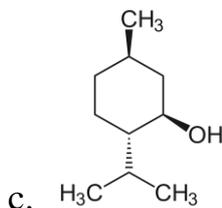
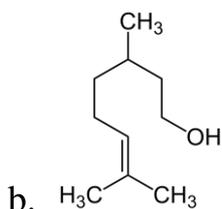
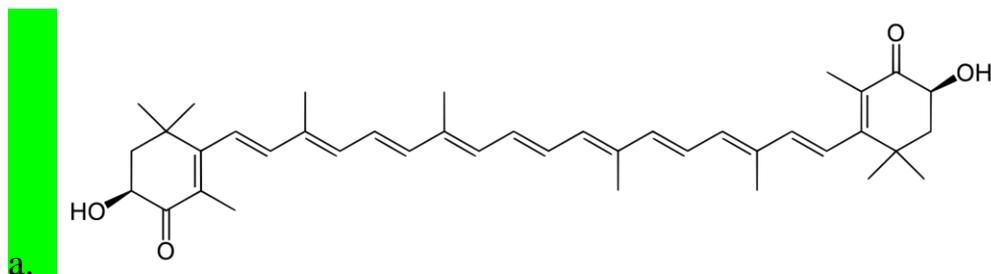
МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу  
«Микробное получение каротиноидов»

---

1. Из представленных химических формул выберите каротиноид (0.05 б).



2. Выберите, в какой роли могут применяться каротиноидные пигменты в пищевой промышленности (0.15 б)

a. Антиоксиданты

b. Гелеобразователи

c. Красители

d. Регуляторы кислотности

3. Какие растворители могут использоваться для экстракции каротиноидов? (0.15 б)

a. Вода

b. Ацетон

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу  
«Микробное получение каротиноидов»

---

c. Гексан

d. Раствор гидроксида натрия

4. Какой метод из перечисленных не подходит для определения концентрации каротиноидов в растворе? (0.05 б)

a. Жидкостная хроматография

b. Спектрофотометрия

c. Титрование

d. Количественный ЯМР

5. Выберите экологическую нишу, в которой обычно встречаются факультативные метилотрофы рода *Methylobacterium* (0.05 б):

a. Поверхности листьев растений

b. Желудочный тракт человека

c. Гейзеры

d. Иловые отложения природных водоемов

6. Укажите, какую роль каротиноиды играют в бактериях рода *Methylobacterium* (0.05 б):

a. Защита от ультрафиолетового излучения

b. Преобразование энергии солнечного света в энергию химических связей

c. Энергетический резерв клетки

d. Прикрепление клеток к поверхностям

7. Какие методы применяются для получения каротиноидов в промышленности? Рассмотрите известные вам методы, сравните их ограничения и преимущества.

Ответ:

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Заключительный этап

### Химико-биотехнологический профиль Индивидуальное тестирование по кейсу «Микробное получение каротиноидов»

---

В промышленности каротиноиды в основном получают из растительного сырья или химическим синтезом. Наиболее распространено получение каротиноидов из растительного сырья.

Эти подходы имеют существенные недостатки: производство из растительного сырья сильно зависит от сезонных и географических изменений, а процесс химического синтеза сложен и сопровождается образованием отходов, которые могут наносить ущерб окружающей среде, тогда как микробиологический синтез возможен с использованием доступных субстратов и с полным контролем всех стадий производства, а также не зависит от климатических условий и урожайности сельскохозяйственных культур.

**8. Опишите принцип спектрофотометрического определения содержания каротиноидов в растворах. Приведите порядок действий при проведении данного анализа.**

Ответ:

Количественный анализ с использованием спектрофотометрии основан на законе Бугера-Ламберта-Бэра, который связывает оптическое поглощение растворов и их концентрацию. Так как каротиноиды — это окрашенные соединения, их концентрации в растворах можно напрямую определять методом спектрофотометрии в видимой области спектра.

Для определения концентрации каротиноидов в растворе необходимо либо построить калибровочную кривую по растворам с известной концентрацией, либо использовать коэффициент экстинкции  $\epsilon$  для используемого каротиноида (коэффициенты экстинкции можно найти в справочниках).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №5 «Микробное получение каротиноидов»**

---

Каротиноиды – жирорастворимые природные пигменты, повсеместно встречающиеся в природе. Они синтезируются растениями, водорослями, а также некоторыми бактериями, грибами и дрожжами. Каротиноиды выполняют множество функций в живых организмах, а в промышленности их используют как антиоксиданты и красители для пищевой продукции, как кормовую добавку в птицеводстве, аквакультуре и других отраслях сельского хозяйства, для лечения и профилактики некоторых заболеваний в медицине.

Получают каротиноиды химическим синтезом и выделением из природных источников. Чаще всего таким источником служит растительное сырье, однако перспективным является биотехнологический подход – синтез каротиноидов с помощью микроорганизмов.

Рассмотрите особенности микробного синтеза каротиноидов, сравните данный подход с другими применяющимися методами получения этих пигментов. Вам будут предоставлены 4 штамма фитосимбиотических бактерий рода *Methylobacterium*, способных синтезировать каротиноиды. Из данных бактерий выберите наиболее продуктивные по каротиноидам, предложите технологическую схему получения каротиноидных пигментов и оцените ее эффективность.

### **Этапы работы над кейсом**

#### 1. Работа с объектом.

- Рассмотрите строение, физико-химические свойства, биологическую роль и сферы применения каротиноидных пигментов.
- Изучите способы получения каротиноидов, перечислите их преимущества и недостатки
- Опишите бактерии рода *Methylobacterium*, рассмотрите перспективы их применения в качестве продуцентов каротиноидов.

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №5 «Микробное получение каротиноидов»**

---

2. Параметры процесса.

- На основе литературных данных подберите условия культивирования в лабораторных условиях бактерий *Methylobacterium* spp. и состав питательной среды для биосинтеза каротиноидов
- Предложите метод выделения каротиноидов из бактериальной биомассы
- Предложите метод определения содержания каротиноидов для оценки продуктивности штаммов бактерий

3. Технологическая схема.

- Составьте технологическую схему лабораторного получения каротиноидов с помощью бактерий *Methylobacterium* spp.
- Проведите эксперимент по получению каротиноидов с использованием 4 штаммов *Methylobacterium*, выберите наиболее продуктивные штаммы.

4. Эффективность технологической схемы.

- Рассчитайте затраты на получение каротиноидов из биомассы наиболее продуктивного бактериального штамма с учетом всех стадий процесса.
- Рассмотрите вариант применения каротиноидных пигментов, полученных по предложенной вами схеме
- Предложите варианты масштабирования технологии микробного синтеза каротиноидов.

**Материалы и оборудование:**

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №5 «Микробное получение каротиноидов»**

---

Штаммы фитосимбиотических бактерий *Methylobacterium* spp., минеральная питательная среда для *Methylobacterium* spp., автоклав, термостатируемый шейкер, центрифуга, магнитная мешалка, спектрофотометр.

**Требования к представлению решения кейса:**

В ходе решения кейса необходимо провести литературный обзор по заданной тематике, на основе литературных данных выбрать условия культивирования и состав питательной среды для *Methylobacterium* spp., метод выделения из бактериальной биомассы и количественного анализа каротиноидов, составить технологическую схему биотехнологического получения каротиноидов из бактериальной биомассы; провести культивирование 4 бактериальных штаммов в выбранных условиях и оценить их продуктивность по каротиноидам. На основе литературных данных и результатов эксперимента рассчитать затраты на получение каротиноидов из биомассы наиболее продуктивного бактериального штамма, предложить области применения полученных пигментов и методы масштабирования выбранной технологии синтеза. Особое внимание необходимо уделить этапам работы над кейсом.

➤ 1 и 2 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены в технической документации (реферат) и кратко на финальной защите решения кейса (презентация).

➤ 3 и 4 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены на финальной защите решения кейса (презентация).

**Требования к оформлению технической документации:**

Техническая документация – реферат (полное, подробное описание решения 1 и 2 этапов работы над кейсом).

Реферат должен включать следующие разделы:

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №5 «Микробное получение каротиноидов»**

---

- 1) титульный лист;
- 2) оглавление;
- 3) введение;
- 4) цель и задачи работы. Этапы работы;
- 5) теоретическая часть (раскрывает исследуемый объект и его свойства);
- 6) обсуждение работы (обоснование выбора технологического подхода и используемых параметров, указание необходимых материалов, оборудования для выполнения экспериментальной части – *при наличии*).
- 7) выводы, сделанные в результате выполнения 1 и 2 этапов кейса;
- 8) список используемой литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100 – 2018.

Общие требования к оформлению реферата:

- 1) параметры страницы: все поля (слева, справа, сверху, снизу) – 2 см. Для всего текста следует использовать шрифт Times New Roman, размер 14 пт, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине. Отступ абзаца (красная строка) – 1,25 см, все отступы (слева, справа, сверху, снизу) – 0. Не допускаются: выделение цветом, орфографические и пунктуационные ошибки;
- 2) в виде рисунков оформляются фотографии, схемы, графики, диаграммы и др.;
- 3) все рисунки и таблицы должны иметь названия и отдельную нумерацию, а также ссылки на них в тексте. Подрисуночные и надтабличные подписи приводятся в тексте в месте расположения рисунка или таблицы;
- 4) титульный лист включает следующую основную информацию:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №5 «Микробное получение каротиноидов»**

---

- в верхней части листа – полное название образовательной организации (полужирный шрифт Times New Roman, размер 14 пт, одинарный межстрочный интервал);
- в центре листа – название работы заглавными буквами (полужирный шрифт Times New Roman, размер 16 пт);
- в правом нижнем углу листа – информация об участнике(ах): класс, образовательная организация, фамилия, имя, отчество (полностью); (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт);
- в нижней части листа по центру – город и год написания проекта через запятую (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт).

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

Биотехнологический профиль

**Индивидуальное тестирование по кейсу «Микробиологические удобрения»**

**1. Выберите неверное утверждение: (0,05 б.)**

A. Азотфиксирующие бактерии могут использоваться в качестве микробиологического удобрения.

**B. Денитрифицирующие бактерии могут использоваться в качестве микробиологического удобрения.**

C. Клубеньковые бактерии могут использоваться в качестве микробиологического удобрения.

D. Гнилостные бактерии могут использоваться в качестве микробиологического удобрения.

**2. Выберите все верные утверждения. Для создания микробиологического удобрения используются: (0,15 б.)**

A. только микроорганизмы одного вида

**B. микроорганизмы разных видов**

**C. микроорганизмы, участвующие в круговороте N в природе**

**D. микроорганизмы, участвующие в круговороте P в природе**

**3. Выберите микроорганизм, который не используется (невозможно использовать) в качестве микробиологического удобрения: (0,05 б.)**

A. *Azotobacter chroococcum*

B. *Bacillus mucilaginosus*

**C. *Pseudomonas stutzeri***

D. бактерии рода *Rhizobium*

**4. Микроорганизмы, используемые в микробиологических удобрениях... (0,15 б.)**

A. В качестве источника энергии используют солнечный свет

**B. В качестве источника энергии используют окислительно-восстановительные реакции**

**C. Являются прокариотами**

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

Биотехнологический профиль

**Индивидуальное тестирование по кейсу «Микробиологические удобрения»**

D. Являются эукариотами

**5. Выберите правильный ответ: (0,05 б)**

A. Микробиологическим удобрением можно обрабатывать семена растений.

B. Можно проводить внекорневую подкормку растений микробиологическими удобрениями.

**C. Оба варианта (A и B) верны.**

D. Оба варианта (A и B) неверны.

**6. Эффективность выбранного способа внесения удобрения можно оценить (выберите наиболее полный ответ): (0,05 б)**

A. только визуально (по окраске и количеству листьев, плодов)

B. визуально и по массе полученного урожая

**C. по массе полученного урожая и содержанию в нём определённых биологически активных веществ**

**D. визуально, по массе полученного урожая и по содержанию в нём определённых биологически активных веществ**

**7. Расскажите, где в природе можно встретить микроорганизмы, которые пригодны для создания микробиологического удобрения. Приведите как минимум 2 разных примера «микроорганизм – среда обитания». Опишите, какие шаги нужно будет выполнить для того, чтобы микроорганизм из природного источника стал удобрением с точки зрения биотехнологии (0,25 б.).**

**Ответ:**

Микроорганизмы, которые пригодны для создания микробиологического удобрения, можно встретить повсеместно. Например, *Azotobacter chroococcum* можно найти в почве и воде, а бактерии рода *Rhizobium* — на клубеньках бобовых растений. Для того, чтобы микроорганизм из природного источника

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Заключительный этап

### Биотехнологический профиль

#### Индивидуальное тестирование по кейсу «Микробиологические удобрения»

стал удобрением, нужно выделить его из этого источника в виде чистой культуры, выделить наиболее подходящий по свойствам штамм, при необходимости его можно модифицировать с помощью генной инженерии. После этого происходит постадийная наработка культуры в культиваторах для дальнейшей дистрибьюции.

**8. Опишите, в чём заключается принцип работы микробиологического удобрения. Сравните его с традиционными органическими удобрениями, перечислив достоинства и недостатки всех указанных видов удобрений. Сделайте вывод о том, какое из них более рационально использовать с точки зрения эффективности, экологичности и экономической части (0,25 б.).**

#### **Ответ:**

Микробиологические удобрения — это комплекс живых микроорганизмов, которые способствуют скорейшей доставке растениям питательных веществ в почве. Они содержат специфические штаммы микроорганизмов, под действием которых в почве активизируются процессы превращений соединений, содержащие питательные вещества. Преимуществами микробиологических удобрений по сравнению с органическими и минеральными является то, что они не только не наносят вреда экосистеме при внесении, но и способствуют её восстановлению (экологично и эффективно). Также они имеют гораздо меньший расход, так как вносятся прицельно и действуют дольше (экономично и эффективно). Однако микробиологические удобрения не могут стать стопроцентной заменой минеральным удобрениям: даже при всех положительных свойствах микроорганизмов надо пополнять почву дополнительными элементами питания. Органические удобрения, помимо улучшения химического состава почвы (как минеральные удобрения), улучшают и её физические характеристики, структуру, воздухопроницаемость и влагоёмкость, усиливают её биологическую активность, способствуют

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Биотехнологический профиль**

**Индивидуальное тестирование по кейсу «Микробиологические удобрения»**

размножению полезных организмов и микроорганизмов. Удобрения являются менее концентрированными, действуют на растение медленнее, по мере разложения, но в течение длительного периода.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №4 «Микробиологические удобрения – сделай сам»**

---

Одним из направлений развития сельского хозяйства является переход на более экологичные технологии, в том числе переход с традиционных минеральных удобрений, на микробиологические удобрения. Микробиологические удобрения содержат живые микроорганизмы, которые в ходе своей жизнедеятельности поставляют растениям полезные вещества. При этом они не загрязняют почву, являются безопасными для человека, имеют высокую эффективность и доступную цену. Основным компонентом таких удобрений могут быть свободноживущие азотфиксирующие бактерии, которые можно легко найти в почве рядом с домом или в парке с плодородными яблонями.

Проведите обоснованный отбор не менее 3-х проб почвы для поиска новых штаммов азотфиксирующих бактерий и экспериментально оцените эффективность 6 найденных штаммов в отношении улучшения роста растений.

### **Этапы работы над кейсом**

#### **1. Работа с объектом.**

- Рассмотрите, какие микроорганизмы относятся к азотфиксирующим, чем отличаются свободноживущие формы и каким образом они улучшают рост растений.

- Каким образом вносят микробиологические удобрения, какую часть растения обрабатывают?

- Где живут свободноживущие азотфиксирующие микроорганизмы?

На каких почвах и у каких растений их можно обнаружить?

- Каким образом культивируют свободноживущие азотфиксирующие микроорганизмы для создания удобрений?

#### **2. Параметры процесса.**

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №4 «Микробиологические удобрения – сделай сам»**

---

- Выберите местность, с которой будет происходить отбор не менее 3-х проб почвы на основании трех критериев:

- a) Вид почвы
- b) Растительность
- c) Географические особенности местности.

- Выберите способ внесения удобрения на основе литературных данных, исходя из его эффективности.

- На основе литературных данных выберите концентрацию микроорганизмов в готовом микробиологическом удобрении. Решите, есть ли необходимость в его разведении перед использованием.

- Выберите условия культивирования выделенных штаммов для получения готового удобрения.

### 3. Технологическая схема.

- Проведите отбор не менее 3-х проб почвы
- Выделите из проб почвы азотфиксирующие микроорганизмы
- Изучите морфологические свойства выделенных азотфиксирующих микроорганизмов (на питательной среде и окраска по Граму, форма клеток)

- Подготовьте микробиологическое удобрение из 6 выбранных штаммов азотфиксирующих микроорганизмов

- Поставьте эксперимент по изучению эффективности подготовленных удобрений в отношении роста растений (например, кресс-салат). Обратите внимание, что для получения достоверного результата необходимо иметь контрольную группу и проводить как минимум 3 параллельных эксперимента

- Разработайте технологическую схему процесса получения готового микробиологического удобрения из азотфиксирующих микроорганизмов

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №4 «Микробиологические удобрения – сделай сам»**

---

4. Оцените эффективность полученных микробиологических удобрений, на основе выбранных штаммов азотфиксирующих бактерий исходя из:

- процента прорастания семян,
- скорости появления истинных листьев,
- качества листьев выбранного растения в процессе роста,
- размеров листьев в процессе роста,
- степени развития корневой системы по окончании эксперимента,
- массы полученного продукта по окончании эксперимента.

Предложите варианты улучшения предложенной вами схемы использования микробиологического удобрения и его состава. Как тогда изменится технологическая схема процесса получения микробиологического удобрения из ваших азотфиксирующих микроорганизмов.

**Материалы и оборудование:**

1. Лопатка
2. Стерильные контейнеры для анализов (для отбора и хранения образцов почв)
3. Пробы почвы (не менее 3-х)
4. Стерильные чашки Петри с агаризованной средой Эшби
5. Зубочистки
6. Чистая вода
7. Микроскоп, предметные стекла, красители для окраски по Граму, микробиологические петли, горелка
8. Стерильный физиологический раствор для приготовления удобрения

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №4 «Микробиологические удобрения – сделай сам»**

---

9. Денситометр/мутномер/спектрофотометр (для определения концентрации клеток в удобрении)
10. Семена любой зелени, которую можно выращивать дома, например, кресс-салат
11. Горшки с землей по количеству экспериментов
12. Весы, можно кухонные
13. Измерительная линейка
14. Вода для полива

**Требования к представлению решения кейса:**

В ходе решения кейса необходимо провести литературный обзор по заданной тематике, обоснованно выбрать места для отбора почвы, способ внесения удобрения и концентрация клеток в нем, провести отбор почв (не менее 3-х), изучить полученные микроорганизмы, получить микробиологические удобрения на основе 6 выбранных штаммов и провести эксперимент, на основании которого оценить их эффективность. А также на основе литературного поиска и результатов эксперимента предложить технологию получения микробиологического удобрения и варианты улучшения состава и способа внесения удобрения. Особое внимание необходимо уделить этапам работы над кейсом.

➤ 1 и 2 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены в технической документации (реферат) и кратко на финальной защите решения кейса (презентация).

➤ 3 и 4 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены на финальной защите решения кейса (презентация).

**Требования к оформлению технической документации:**

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №4 «Микробиологические удобрения – сделай сам»**

---

Техническая документация – реферат (полное, подробное описание решения 1 и 2 этапов работы над кейсом).

Реферат должен включать следующие разделы:

- 1) титульный лист;
- 2) оглавление;
- 3) введение;
- 4) цель и задачи работы. Этапы работы;
- 5) теоретическая часть (раскрывает исследуемый объект и его свойства);
- 6) обсуждение работы (обоснование выбора технологического подхода и используемых параметров, указание необходимых материалов, оборудования для выполнения экспериментальной части – *при наличии*).
- 7) выводы, сделанные в результате выполнения 1 и 2 этапов кейса;
- 8) список используемой литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100 – 2018.

Общие требования к оформлению реферата:

- 1) параметры страницы: все поля (слева, справа, сверху, снизу) – 2 см. Для всего текста следует использовать шрифт Times New Roman, размер 14 пт, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине. Отступ абзаца (красная строка) – 1,25 см, все отступы (слева, справа, сверху, снизу) – 0. Не допускаются: выделение цветом, орфографические и пунктуационные ошибки;
- 2) в виде рисунков оформляются фотографии, схемы, графики, диаграммы и др.;
- 3) все рисунки и таблицы должны иметь названия и отдельную нумерацию, а также ссылки на них в тексте. Подрисуночные и надтабличные подписи приводятся в тексте в месте расположения рисунка или таблицы;

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №4 «Микробиологические удобрения – сделай сам»**

---

4) титульный лист включает следующую основную информацию:

- в верхней части листа – полное название образовательной организации (полужирный шрифт Times New Roman, размер 14 пт, одинарный межстрочный интервал);
- в центре листа – название работы заглавными буквами (полужирный шрифт Times New Roman, размер 16 пт);
- в правом нижнем углу листа – информация об участнике(ах): класс, образовательная организация, фамилия, имя, отчество (полностью); (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт);
- в нижней части листа по центру – город и год написания проекта через запятую (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт).

**Требования к мультимедийной презентации**

Требования к содержанию мультимедийной презентации:

- 1) соответствие содержания презентации основной цели кейса;
- 2) соблюдение норм русского языка, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);
- 3) отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации.
- 4) лаконичность текста на слайде;
- 5) расположение информации на слайде (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали);
- 6) соответствие изображений содержанию;
- 7) качество изображения (контраст изображения по отношению к фону; отсутствие «лишних» деталей на фотографии или картинке);
- 8) наличие списка используемой литературы в последнем слайде.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №4 «Микробиологические удобрения – сделай сам»**

---

Требования к тексту мультимедийной презентации:

- 1) читаемость текста на фоне слайда презентации (текст отчётливо виден на фоне слайда, использование контрастных цветов для фона и текста);
- 2) использование шрифтов без засечек (Arial, Verdana, Calibri) и не более 3 вариантов шрифта;
- 3) подчёркивание используется только в гиперссылках.

Требования к дизайну мультимедийной презентации:

- 1) использование единого стиля оформления;
- 2) на титульном слайде указываются данные команды (имена и фамилии авторов решения кейса, класс, школа), название кейса.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Индивидуальное тестирование по кейсу «Процесс криоконсервации»**

---

1. Выберите верный порядок процесса криоконсервации (0.05 б):
- A. Стадия посева на питательную среду, стадия пересева на питательную среду, стадия криоконсервации.
- B. Стадия пересева на питательную среду, стадия посева на питательную среду, стадия криоконсервации.
- C. Стадия пересева на питательную среду, стадия криоконсервации, стадия посева на питательную среду.
- D. Стадия посева на питательную среду, стадия криоконсервации, стадия пересева на питательную среду.**
2. Выберите все факторы, которые необходимо учитывать для осуществления процесса криоконсервации при культивировании микроорганизмов (0.15 б):
- A. **Тип и штамм микроорганизма;**
- B. **Условия культивирования**
- C. **Скорость охлаждения;**
- D. **Защитные среды и киопротекторы.**
3. Выберите верное утверждение: под влиянием стрессовых воздействий, сопутствующих процессу криоконсервации... (0.05 б)
- A. Клетки микроорганизмов остаются без изменений;
- B. Клетки микроорганизмов только погибают;
- C. Клетки микроорганизмов могут погибать или изменять свои свойства.**
4. Выберите микроорганизмы, которые можно использовать для процесса криоконсервации (0.15 б):
- A. **Escherichia coli;**
- B. **Bacillus subtilis;**
- C. **Lactococcus lactis.**
5. Выберите правильный ответ (0.05 б):

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Химико-биотехнологический профиль**

**Индивидуальное тестирование по кейсу «Процесс криоконсервации»**

A. Преимущества криоконсервации заключается в неограниченном времени хранения культур.

B. Преимущества криоконсервации заключается в высокой жизнеспособности культур.

**C. Оба варианта (A и B) верны**

D. Оба варианта (A и B) неверны

**6. Эффективность выбранного процесса консервации заключается в (выберите наиболее полный ответ) (0.05 б):**

A. Только в высокой жизнеспособности.

**B. В высокой жизнеспособности сохранении биохимической активности и генетической стабильности микроорганизмов.**

**7. Расскажите, какова основная задача криоконсервации? Какова основная причина гибели микроорганизмов? Какие микроорганизмы могут подвергаться процессу криоконсервации? (0.025 б)**

Ответ:

Основная задача хранения культур — поддержание жизнеспособности, сохранение стабильности таксономически важных признаков, а также определённых свойств, представляющих интерес для науки и практики.

Одна из причин гибели микроорганизмов при криоконсервации и замораживании/высушивании связана с формированием ледяных кристаллов, которые разрывают клеточные стенки.

Практически все известные группы бактерий способны длительно храниться в замороженном состоянии при низких (криогенных) температурах (температуры ниже  $120^{\circ}\text{K}$ , т.е. менее минус  $153^{\circ}\text{C}$ )

Поэтому криоконсервация в жидком азоте или его парах является основным методом для большинства коллекций культур.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Химико-биотехнологический профиль**

**Индивидуальное тестирование по кейсу «Процесс криоконсервации»**

---

Этим методом консервируют самые различные биоматериалы — бактерии, в том числе актиномицеты, грибы, в том числе дрожжи, вирусы растений и животных, культуры клеток и т.д.

**8. Опишите, в чем заключается суть процесса криоконсервации. Какой процесс происходит с клетками микроорганизмов при криоконсервации? Приведите преимущества и недостатки данного процесса. (0.25 б)**

Ответ:

Процесс криоконсервации:

1. Приготовить элективные питательные среды;
2. Произвести посев культур на питательные среды;
3. Осуществить ферментацию культур в термостате;
4. Подготовить суспензии и внести их в пробирки для криоконсервации.
5. Произвести пересев культур на питательные среды;

Данный способ состоит в переводе клеточных культур и биомассы в способ холодового анабиоза, после чего необходим возврат клеточной культуры и биомассы к метаболической активности в физиологически оптимальных условиях культивирования, без потери их генетических данных.

Положительные вещи криогенного хранения клеточной культуры и биомассы — это достаточно небольшой процент заражения культуры патогенной микрофлорой, а также сохранение в фундаментальном состоянии свойств микроорганизмов, небольшие временные и материальные затраты, возможность использования замороженных культур в качестве прямого инокулята. Недостаток метода — сложная и недостаточно разработанная технология способа хранения, требуется специальное оборудование.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс № 11 «Процесс криоконсервации»**

---

Криоконсервация (от греч. Κρύος — холод и лат. conservo — сохраняю) — процесс низкотемпературного сохранения живых биологических объектов с возможностью восстановления их биологических функций после размораживания.

В настоящее время разработаны и успешно применяются в медицине, сельском хозяйстве и в лабораторных условиях методы криоконсервации клеточных культур, тканей (кровь, сперма), ранних (преимплантационных) эмбрионов. Изолированные органы плохо переносят криоконсервацию, эффективные методы криоконсервации целых органов пока не разработаны, хотя отдельные успешные эксперименты по обратимой криоконсервации органов животных проводились начиная с 2005 года.

Случаи успешной трансплантации криоконсервированных органов человека редки, как правило, в таких случаях речь может идти не о восстановлении после размораживания целого органа, а о присутствии в размороженном органе отдельных областей живой ткани. Другими словами, выживает после криоконсервации не орган человека как единое целое, а участки ткани, которые могут после трансплантации успешно прижиться (например, при трансплантации размороженной яичниковой ткани). Случаи успешной криоконсервации теплокровных животных (в том числе человека) до сих пор не зафиксированы. В настоящее время не существует методов, обеспечивающих выживание криоконсервированных людей, иных млекопитающих, а также птиц, тем не менее, научные исследования в этом направлении продолжаются.

В микробиологии часто возникает необходимость сохранить культуру микроорганизма (бактерии или гриба) на длительный срок - год, 5 лет и более.

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс № 11 «Процесс криоконсервации»**

---

Одним из наиболее эффективных методов хранения штаммов является криогенное хранение,

Описать с помощью литературных данных предложенные микроорганизмы (*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Lactococcus lactis*) подобрать для их роста оптимальные питательные среды. На основе литературных данных выбрать один микроорганизм, который будет подвержен криоконсервации. Оценить жизнеспособность выбранного микроорганизма после процесса криоконсервации.

### **Этапы работы над кейсом**

#### **1. Работа с объектом**

- Изучите процесс криоконсервации и основные направления его применения.
- На основании литературных данных изучите морфологические свойства предложенных микроорганизмов (*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Lactococcus lactis*).
- На основании анализа литературных данных подберите доступную оптимальную питательную среду для каждого вида микроорганизмов (*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Lactococcus lactis*).

#### **2. Параметры процесса.**

- Выберите микроорганизм для проведения эксперимента по криоконсервации на основании следующих критериев:
  - a) выживаемость при низких температурах;
  - b) простота процесса культивирования микроорганизма;
  - c) коммерческая доступность.

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс № 11 «Процесс криоконсервации»**

---

- Предложите комплект стандартного оборудования для проведения эксперимента по криоконсервации на основании трёх критериев:
  - a) эффективность;
  - b) стерильность;
  - c) коммерческая доступность комплектующих.
- Предложите питательную среду для культивирования выбранного микроорганизма.
- Предложите параметры криоконсервирования для выбранного микроорганизма (температура, продолжительность процесса).

### **3. Технологическая схема.**

- Составьте технологическую схему процесса криоконсервации выбранного микроорганизма.
- Проведите эксперимент по культивированию выбранного микроорганизма.
- Проведите эксперимент по криоконсервации выбранных микроорганизмов. Обратите внимание, что для получения достоверного результата, необходимо проводить как минимум 3 параллельных эксперимента с различным объемом суспензии.
- Исследуйте жизнеспособность культуры методом посева истощающим штрихом суспензий в разведениях  $1 \times 10^5$  и  $1 \times 10^6$ . Оцените физиологические свойства микроорганизмов: цвет, количество колоний, стерильность, влияние на свойства продолжительности криоконсервации.

### **4. Эффективность технологической схемы.**

- Оцените эффективность разработанной технологии исходя из:

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс № 11 «Процесс криоконсервации»**

---

- объёма культивированной суспензии микроорганизмов;
  - длительности процесса криоконсервации;
  - стоимости реализации технологии;
  - состояния микроорганизмов после процесса криоконсервации.
- Предложите варианты масштабирования и улучшения предложенной вами технологии.

**Материалы и оборудование:**

1. Культуры микроорганизмов;
2. Жидкий азот;
3. Вода дистиллированная;
4. Набор реактивов для подготовки питательной среды;
5. Колбы, пробирки, чашки Петри;
6. Ламинарный шкаф, спиртовая горелка;
7. Пробирки для криоконсервации.

**Требования к представлению решения кейса:**

В ходе решения кейса необходимо провести литературный обзор по заданной тематике, обосновать выбор микроорганизмов для проведения эксперимента по криоконсервации, подобрать питательную среду для культивирования выбранного микроорганизма, провести процесс культивирования и криоконсервацию культуры в жидком азоте, оценить эффективность подобранных условий криоконсервации исследовав жизнеспособность культуры методом посева истощающим штрихом суспензий в заданных разведениях. На основе анализа литературных данных и результатов эксперимента предложить масштабирование процесса. Особое внимание необходимо уделить этапам работы над кейсом.

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс № 11 «Процесс криоконсервации»**

---

➤ 1 и 2 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены в технической документации (реферат) и кратко на финальной защите решения кейса (презентация).

➤ 3 и 4 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены на финальной защите решения кейса (презентация).

**Требования к оформлению технической документации:**

Техническая документация – реферат (полное, подробное описание решения 1 и 2 этапов работы над кейсом).

Реферат должен включать следующие разделы:

- 1) титульный лист;
- 2) оглавление;
- 3) введение;
- 4) цель и задачи работы. Этапы работы;
- 5) теоретическая часть (раскрывает исследуемый объект и его свойства);
- 6) обсуждение работы (обоснование выбора технологического подхода и используемых параметров, указание необходимых материалов, оборудования для выполнения экспериментальной части – при наличии).
- 7) выводы, сделанные в результате выполнения 1 и 2 этапов кейса;
- 8) список используемой литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100 – 2018.

Общие требования к оформлению реферата:

- 1) параметры страницы: все поля (слева, справа, сверху, снизу) – 2 см. Для всего текста следует использовать шрифт Times New Roman, размер 14 пт, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине. Отступ абзаца (красная строка) – 1,25 см, все отступы (слева,

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс № 11 «Процесс криоконсервации»**

---

справа, сверху, снизу) – 0. Не допускаются: выделение цветом, орфографические и пунктуационные ошибки;

2) в виде рисунков оформляются фотографии, схемы, графики, диаграммы и др.;

3) все рисунки и таблицы должны иметь названия и отдельную нумерацию, а также ссылки на них в тексте. Подрисуночные и надтабличные подписи приводятся в тексте в месте расположения рисунка или таблицы;

4) титульный лист включает следующую основную информацию:

- в верхней части листа – полное название образовательной организации (полужирный шрифт Times New Roman, размер 14 пт, одинарный межстрочный интервал);

- в центре листа – название работы заглавными буквами (полужирный шрифт Times New Roman, размер 16 пт);

- в правом нижнем углу листа – информация об участнике(ах): класс, образовательная организация, фамилия, имя, отчество (полностью); (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт);

- в нижней части листа по центру – город и год написания проекта через запятую (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт).

### **Требования к мультимедийной презентации**

Требования к содержанию мультимедийной презентации:

- 1) соответствие содержания презентации основной цели кейса;
- 2) соблюдение норм русского языка, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс № 11 «Процесс криоконсервации»**

---

3) отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации.

4) лаконичность текста на слайде;

5) расположение информации на слайде (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали);

6) соответствие изображений содержанию;

7) качество изображения (контраст изображения по отношению к фону; отсутствие «лишних» деталей на фотографии или картинке);

8) наличие списка используемой литературы в последнем слайде.

Требования к тексту мультимедийной презентации:

1) читаемость текста на фоне слайда презентации (текст отчётливо виден на фоне слайда, использование контрастных цветов для фона и текста);

2) использование шрифтов без засечек (Arial, Verdana, Calibri) и не более 3 вариантов шрифта;

3) подчёркивание используется только в гиперссылках.

Требования к дизайну мультимедийной презентации:

1) использование единого стиля оформления;

2) на титульном слайде указываются данные команды (имена и фамилии авторов решения кейса, класс, школа), название кейса.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

Химико-биотехнологический профиль

Индивидуальное тестирование по кейсу

«Композиционные материалы»

---

1. В каких единицах измеряется теплопроводность? (0.05 б)

A. °C;

**B. Вт/м\*К;**

C. Вт/моль\*°C;

D. °C\*м.

2. Выберите из нижеперечисленных вариантов факторы, способные влиять на удельную теплопроводность композитного материала (0.15 б):

**A. Массовая доля наполнителя;**

B. Толщина композита;

**C. Природа наполнителя;**

**D. Природа матрицы.**

3. Какие из перечисленных материалов хуже всего проводят тепло? (0.05 б)

A. Металлы;

B. Полимеры;

**C. Пористые материалы;**

D. Жидкости.

4. Как зависит теплопроводность композита от размера частиц наполнителя? (0.05 б)

A. Чем меньше частицы, тем больше теплопроводность композита;

**B. Чем больше частицы, тем больше теплопроводность композита;**

C. Теплопроводность не зависит от размера частиц;

D. Теплопроводность не зависит от наличия частиц.

5. Какие компоненты являются необходимыми для создания композитного материала с повышенной теплопроводностью? (0.15 б)

**A. Матрица;**

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу  
«Композиционные материалы»

---

**В. Теплопроводящие частицы;**

- С. Пористый наполнитель;
- D. Металлический носитель.

**6. Выберите из перечисленных вариантов наполнитель, который может служить армирующей составляющей для композита (0.05 б):**

**A. Растительные волокна**

- B. Вода
- С. Песок
- D. Воздух

**7. Опишите метод тепловой волны для определения теплопроводности композита (развёрнутый ответ). (0.25 б)**

**Ответ:** метод тепловой волны заключается в определении теплопроводности методом сравнения со стандартом. Берут стандартный материал с известной теплопроводностью и определяют время, за которое он нагревается до заданной температуры. Затем определяют время нагревания образца композита с такими же габаритами.

**8. Каким образом можно увеличить теплопроводность материала, не меняя состава композита? Ответ обоснуйте. (0.25 б)**

**Ответ:** можно увеличивать концентрацию теплопроводящих частиц, размер теплопроводящих частиц.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №3 «Композиционные материалы»**

---

Вызовы настоящего времени требуют разработки более энерго- и ресурсоэффективных материалов для разнообразных сфер технологии и быта. В связи с увеличением потребности в эффективном отводе тепла от энергоносителя необходимо разработать дешёвый, но достаточно эффективный материал для изготовления труб с дальнейшим их использованием в технологии «тёплый пол». Использование металлических труб не оправдано по цене, а полимерные трубы недостаточно хорошо проводят тепло из-за изоляционных свойств полимерных материалов.

Во всех отраслях широко применяется использование полимерных композиционных материалов с разнообразными наполнителями для применения в разных целях. В случае теплоотведения представляется целесообразным использование высокотеплопроводных наполнителей для получения композиционного материала с нужными свойствами.

На основе литературных и экспериментальных данных предложите эффективную технологию создания композиционного полимерного материала с высокотеплопроводными частицами.

### **Этапы работы над кейсом**

#### **1. Работа с объектом.**

- Рассмотрите, что такое композиционный материал, методы получения таких материалов для эффективного теплоотвода.
- Какие необходимо соблюсти условия создания композита, чтобы получить материал с высокой механической прочностью, устойчивостью к повышенным температурам, а также высокой теплопроводностью?
- Какие теплопроводящие частицы целесообразно использовать для применения в таких композитах?

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №3 «Композиционные материалы»**

---

- Какие этапы производства композиционных материалов нужны для создания теплопроводящего материала?
2. Параметры процесса.
- Как охарактеризовывают композиционные материалы?
  - Какие требования предъявляют к композиционному материалу для отвода тепла?
  - Выберите наполнитель для композиционного материала на основании трёх критериев:
    - a. Влияние на структурно-механические свойства композита
    - b. Теплопроводность наполнителя
    - c. Размер частиц наполнителя
    - d. Стоимость наполнителя
3. Технологическая схема.
- Составьте технологическую схему процесса создания композиционного материала с повышенной теплопроводностью.
  - Проведите пробный эксперимент по созданию композиционного материала.
4. Эффективность технологической схемы.
- Оцените теплопроводность полученных композиционных материалов методом тепловой волны: для этого необходимо создать несколько образцов либо с разными наполнителями, либо с разными размерами частиц наполнителя, либо с разными массовыми концентрациями наполнителя, таким образом, чтобы все они имели одинаковые габариты, поместить стакан с водой и термометром на образец, образец поместить на нагревательный элемент и засечь время, через которое вода нагреется до 60°C при перемешивании.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №3 «Композиционные материалы»**

---

Сравните полученные значения с данными для теплопроводности образца полимера без наполнителя с такими же габаритами.

- Оцените эффективность разработанной технологии, исходя из стоимости применяемых материалов, многостадийности процесса, механической прочности и теплопроводности полученного композита.

**Материалы и оборудование:**

1. Эпоксидная смола ЭД-20;
2. Отвердитель ПЭПА;
3. Вода;
4. Весы (можно кухонные);
5. Форма для создания образца;
6. Вощёная бумага либо полиэтиленовая плёнка;
7. Стеклянная палочка;
8. Плита нагревательная;
9. Стакан химический;
10. Наполнитель по выбору;
11. Средства индивидуальной защиты: респираторы, перчатки.

**Требования к представлению решения кейса:**

В ходе решения кейса необходимо провести литературный обзор по заданной тематике, обоснованно выбрать материалы для создания композита, условия смешивания компонентов, провести эксперимент со смешиванием выбранного материала наполнителя с заданным полимером, оценить эффективность наполнителя. На основе проведённых исследований необходимо разработать технологическую схему создания композиционного материала для

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №3 «Композиционные материалы»**

---

эффективного отведения тепла. Особое внимание необходимо уделить этапам работы над кейсом.

➤ 1 и 2 этапы работы над кейсом полностью должны быть отражены в технической документации (реферат) и кратко на финальной защите решения кейса (презентация).

➤ 3 и 4 этапы работы над кейсом полностью должны быть отражены на финальной защите решения кейса (презентация).

**Требования к оформлению технической документации:**

Техническая документация – реферат (полное, подробное описание решения 1 и 2 этапов работы над кейсом).

Реферат должен включать следующие разделы:

- 1) титульный лист;
- 2) оглавление;
- 3) введение;
- 4) цель и задачи работы. Этапы работы;
- 5) теоретическая часть (раскрывает исследуемый объект и его свойства);
- 6) обсуждение работы (обоснование выбора технологического подхода и используемых параметров, указание необходимых материалов, оборудования для выполнения экспериментальной части – при наличии).
- 7) выводы, сделанные в результате выполнения 1 и 2 этапов кейса;
- 8) список используемой литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100 – 2018.

Общие требования к оформлению реферата:

- 1) параметры страницы: все поля (слева, справа, сверху, снизу) – 2 см.
- Для всего текста следует использовать шрифт Times New Roman, размер 14 пт, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине. Отступ абзаца

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №3 «Композиционные материалы»**

---

(красная строка) – 1,25 см, все отступы (слева, справа, сверху, снизу) – 0. Не допускаются: выделение цветом, орфографические и пунктуационные ошибки;

2) в виде рисунков оформляются фотографии, схемы, графики, диаграммы и др.;

3) все рисунки и таблицы должны иметь названия и отдельную нумерацию, а также ссылки на них в тексте. Подрисуночные и надтабличные подписи приводятся в тексте в месте расположения рисунка или таблицы;

4) титульный лист включает следующую основную информацию:

- в верхней части листа – полное название образовательной организации (полужирный шрифт Times New Roman, размер 14 пт, одинарный межстрочный интервал);

- в центре листа – название работы заглавными буквами (полужирный шрифт Times New Roman, размер 16 пт);

- в правом нижнем углу листа – информация об участнике(ах): класс, образовательная организация, фамилия, имя, отчество (полностью); (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт);

- в нижней части листа по центру – город и год написания проекта через запятую (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт).

### **Требования к мультимедийной презентации**

Требования к содержанию мультимедийной презентации:

1) соответствие содержания презентации основной цели кейса;

2) соблюдение норм русского языка, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);

3) отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №3 «Композиционные материалы»**

---

- 4) лаконичность текста на слайде;
- 5) расположение информации на слайде (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали);
- 6) соответствие изображений содержанию;
- 7) качество изображения (контраст изображения по отношению к фону; отсутствие «лишних» деталей на фотографии или картинке);
- 8) наличие списка используемой литературы в последнем слайде.

Требования к тексту мультимедийной презентации:

- 1) читаемость текста на фоне слайда презентации (текст отчётливо виден на фоне слайда, использование контрастных цветов для фона и текста);
- 2) использование шрифтов без засечек (Arial, Verdana, Calibri) и не более 3 вариантов шрифта;
- 3) подчёркивание используется только в гиперссылках.

Требования к дизайну мультимедийной презентации:

- 1) использование единого стиля оформления;
- 2) на титульном слайде указываются данные команды (имена и фамилии авторов решения кейса, класс, школа), название кейса.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу  
«Исследование клеящих материалов»**

---

**1. Что такое адгезия? (0.05 б)**

A. Связь, возникающая на границе между приведёнными в контакт однородными поверхностями;

**B. Связь между приведёнными в контакт разнородными поверхностями;**

C. Связь между структурными элементами внутри одного тела;

D. Характеристика прочности самого материала.

**2. Выберите категории, на которые подразделяют клеи в зависимости от их назначения и технологии (0.15 б):**

**A. Невулканизирующиеся клеи холодного отверждения;**

B. Псевдовулканизирующиеся клеи тёплого отверждения;

**C. Вулканизирующиеся клеи горячего отверждения;**

**D. Самовулканизирующиеся клеи холодного отверждения.**

**3. Выберите верный порядок стадий процесса склеивания (0.05 б):**

A. Подготовка поверхности субстратов, подготовка клеевой композиции к нанесению, нанесение клея на склеиваемые поверхности, сушка клеевой плёнки, прессование, технологический выстой;

**B. Подготовка клеевой композиции к нанесению, подготовка поверхности субстратов, нанесение клея на склеиваемые поверхности, сушка клеевой плёнки, активация клеевой плёнки, соединение склеиваемых поверхностей, прессование, технологический выстой;**

C. Подготовка поверхности субстратов, нанесение клея на склеиваемые поверхности, активация клеевой плёнки, сушка клеевой плёнки, соединение склеиваемых поверхностей, технологический выстой;

D. Подготовка клеевой композиции к нанесению, подготовка поверхности субстратов, активация клеевой плёнки, нанесение клея на склеиваемые поверхности, технологический выстой, сушка клеевой плёнки, соединение склеиваемых поверхностей, прессование.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу  
«Исследование клеящих материалов»**

---

**4. Какими правилами руководствуются при выборе растворителей для различных каучуков для получения резинового клея? (0.15 б)**

- A. Полярные вещества хорошо растворяются в неполярных растворителях;
- B. Полярные вещества хорошо растворяются в полярных растворителях;
- C. Неполярные вещества хорошо растворяются в неполярных растворителях;
- D. Неполярные вещества хорошо растворяются в полярных растворителях.

**5. Выберите ответ, в котором перечислены показатели свойств клеевых соединений (0.05 б):**

- A. Концентрация, вязкость, жизнеспособность, индекс расплава;
- B. Хрупкость, температура плавления, предел термостабильности, долговечность;
- C. Прочность, теплостойкость, скорость схватывания, стойкость к химически агрессивным средам, долговечность;
- D. Клеящая способность, динамическая усталость, насыпная плотность.

**6. Выберите ответ, в котором перечислены наиболее используемые в обувных клеях каучуки и полимеры (выберите наиболее полный ответ) (0.05 б):**

- A. Полихлоропрен, бутилкаучук, бутадиен-нитрильный каучук;
- B. Полихлоропрен, бутадиен-нитрильный каучук;
- C. Полиуретаны, хлоропрен, латексы, фторкаучуки;
- D. Хлоропреновый каучук, полиуретаны, термоэластопласты, натуральный каучук.

**7. Расскажите, какими бывают виды разрушения клеевого соединения? Можете нарисовать схемы этих разрушений. Какие факторы определяют прочность клеевого соединения? (0.25 б)**

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу  
«Исследование клеящих материалов»**

---

Ответ:

При разрушении клеевых соединений могут быть *следующие типы разрушений*: адгезионное (адгезив полностью отделяется от субстрата), когезионное (разрыв происходит по склеиваемому материалу или по клеевому шву), аутогезионное (разделение через адгезив) и смешанное (происходит частичное отделение адгезива от субстрата и частичное разрушение адгезива).

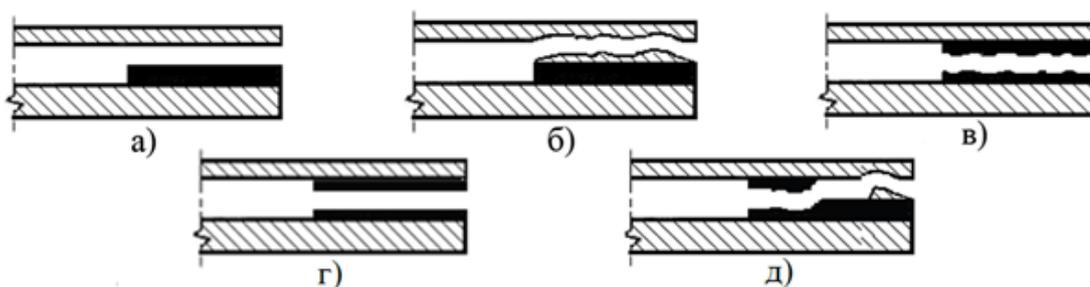


Рисунок 1 - схемы разрушений клеевого соединения: а – адгезионное;  
б – когезионное по материалу; в – когезионное по клеевой пленке;  
г – аутогезионное; д – смешанное

*Оптимальным* считается смешанный тип разрушения, поскольку в таком случае наблюдается баланс между адгезионной и когезионной прочностью, как клеевого слоя, так и адгезионного соединения в целом, а следовательно, осуществлён правильный подбор клея для склеиваемых материалов.

*Факторы, определяющие прочность клеевого соединения:*

- 1) Структура (природа) субстратов.
- 2) Состояние поверхности субстратов.
- 3) Температура эксплуатации.
- 4) Характер испытываемых нагрузок (величина, продолжительность, скорость, направление и т.д.).
- 5) Атмосферные условия эксплуатации (влажность, излучение, агрессивные жидкости, микроорганизмы и т.п.).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап**

**Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу  
«Исследование клеящих материалов»**

---

- 6) Тип клеевого соединения (сплошной или нет, и т.д.)
- 7) Количество и тип наполнителя в рецептуре клеевой композиции.
- 8) Молекулярная масса полимера в основе клеевой композиции.
- 9) Условия формирования клеевого соединения (правильность нанесения, наличие всех необходимых технологических операций).

**8. Опишите, в чем заключается суть испытаний клеевых соединений на прочность? Какие способы испытаний существуют?  
(0.25 б)**

Ответ:

Поскольку для достоверности получаемых результатов приходится проводить большое количество повторов испытаний, *образцы для испытаний* на прочность клеевых соединений чаще всего имеют простую геометрическую форму (чаще тонкий прямоугольный параллелепипед). *Суть испытаний* — измерить силу, необходимую для разрушения связи между поверхностями субстратов. Испытания могут проводиться в различных условиях нагружения (при расслаивании, сдвиге и др.). Важна *пробоподготовка* — шероховка, нанесение нескольких слоев клеевого состава, термоактивация клеевой плёнки, дублирование и прессование. Любое испытание проводят не менее 5 раз для каждого клеевого состава.

Существуют *следующие методы* по оценке прочности клеевого соединения (перечислены по относительной мере снижения популярности метода у учёных и технологов):

- 1) *Определение прочности связи при расслаивании/отслаивании.* Расслаивание для склеенных гибких субстратов (ткани, резины), отслаивание — для жёстких (металлы, стекло, пластики). Образцы

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Заключительный этап

### Химико-биотехнологический профиль Индивидуальное тестирование по кейсу «Исследование клеящих материалов»

---

- закрепляют концами в зажимы разрывной машины. Рассчитывают величину, равную отношению нагрузки, при которой происходит расслаивание, к ширине образца.
- 2) *Определение прочности связи при равномерном отрыве.* Образцы — склеенные между собой и свулканизованные металлические грибки. Грибки можно закрепить за ножку в специальный зажим разрывной машины. Замеряют предельную нагрузку, необходимую для разрушения адгезионного соединения (отрыва клеевого шва от поверхности грибка).
  - 3) *Определение прочности связи между слоями при сдвиге.* Образцы склеены внахлест. Определяют разрушающую нагрузку при растяжении (усилия, стремящиеся сдвинуть одну половину образца относительно другой).
  - 4) *Определение трещины при расклинивании.* В склеенные субстраты с одной стороны в клеевой шов вводят клин. Отмечают появление трещины и замеряют её разрастание.
  - 5) *Испытание на кручение.* Образцы в виде двух склеенных цилиндров. Определяют величину модуля упругости клеевого слоя при сдвиге по значению крутящего момента. Редко используется, поскольку принято, что сдвиговые деформации сведены к минимуму в процессе нагружения больших изделий линейных размеров.
  - 6) *Определение ползучести.* Замеряется время смещения (сползания) одного образца (с прикрепленными на него грузами) относительно другого (закрепленного вертикально). Очень длительное испытание (от нескольких часов до месяцев).
  - 7) *Определение сопротивления раскалыванию.* Образец — склеенные между собой балочки. В одном из краёв клеевого шва инициируют трещину. Затем на разрывной машине фиксируют зависимость «длина трещины — приложенная нагрузка». Способ требует дорогостоящего оборудования.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап

Химико-биотехнологический профиль  
Индивидуальное тестирование по кейсу  
«Исследование клеящих материалов»

---

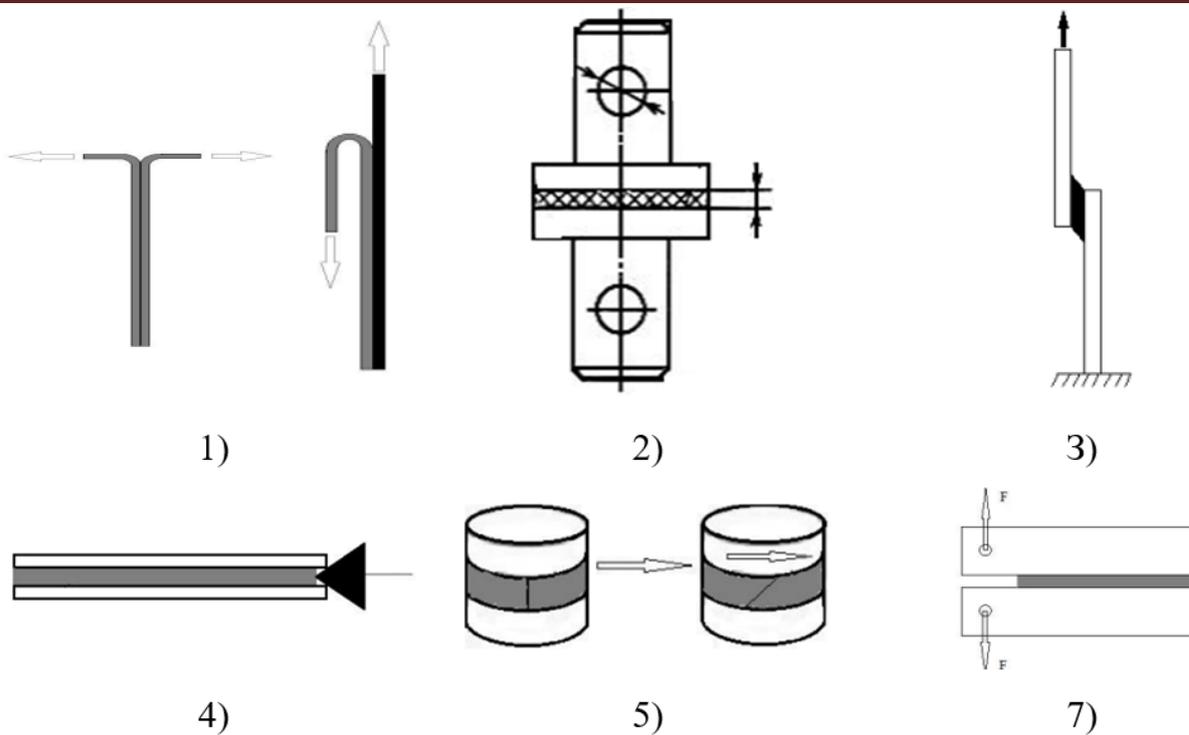


Рисунок – Схематическое изображение образцов разных методов по оценке прочности клеевого соединения

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №2 «Исследование клеящих материалов»**

---

Клей – незаменимый материал как в быту, так и в различных отраслях промышленности. Большой процент от всех производимых клеев занимают эластомерные клеи. Эластомерными клеями называются растворы каучуков, термопластов или резиновых смесей в индивидуальном органическом растворителе или в смеси растворителей. Клеи находят применение в производстве прорезиненных тканей, склеивании различных поверхностей и особо широко в обувной промышленности. Сочетание высокоэластичности, износо- и температуростойкости, водонепроницаемости, электроизоляционных и других свойств – обеспечивают высокий спрос на сапоги, сделанные из резины. Поскольку резиновые сапоги обычно многие годы эксплуатируются в агрессивных условиях, иногда возникает проблема – повышение проницаемости за счёт небольших отслоений подошвы от верха сапога. Продлить срок службы таких сапог в домашних условиях можно – используя клей. Однако, не у всех потребителей получается создать прочное клеевое соединение.

На основе литературных и экспериментальных данных найдите наилучший состав покупного универсального клея для эффективного склеивания голенища и подошвы эластомерных сапог.

**Этапы работы над кейсом**

1. Работа с объектом.
  - Рассмотрите, что такое клеи, какими они бывают и их типичный состав.
  - Как основа и отдельные ингредиенты в рецептуре клея влияют на прочностные и эксплуатационные свойства клеевого соединения?
  - За счёт чего обеспечиваются клейкость, прилипание и адгезия к различным поверхностям согласно теориям адгезии?

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №2 «Исследование клеящих материалов»**

---

- Каковы общие принципы выбора клеящих материалов в зависимости от типа субстрата?

- Рассмотрите, какие типы клеев используются для соединения подложек «резина-резина»? Какие преимущества и недостатки у каждого из них? Какие из них являются коммерчески доступными и безопасными для домашнего использования? Какие условия необходимы для поддержания их длительного срока годности?

2. Параметры процесса.

- Какими бывают клеевые соединения и как их классифицируют?
- Какие требования предъявляются к подготовке поверхности к склеиванию в зависимости от типа субстрата и какие методы подготовки существуют?

- Выберите покупные клеи для проведения эксперимента по склеиванию в домашних условиях между собой эластомерных субстратов на основании трёх критериев:

- а) эффективность согласно заявлениям производителя;
- б) совместимость с материалом сапог;
- в) простота использования.

- Рассмотрите, какие типы эластомерных сапог можно будет использовать для выбранных клеев.

- Предложите свой вариант части сапога и геометрической формы для создания подложки «эластомер-эластомер» для проведения в домашних условиях эксперимента по склеиванию, моделирующего соединение подошвы и голенища, на основании двух критериев:

- а) согласованность с требованиями ГОСТ на подобные испытания (например, ГОСТ Р 57746-2017, ГОСТ Р 57751-2017 и др.);

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №2 «Исследование клеящих материалов»**

---

b) простота получения субстратов.

3. Технологическая схема.

- Составьте технологическую схему процесса склеивания двух эластомерных субстратов, а также определите методы по оценке прочностных и эксплуатационных свойств получаемого клеевого соединения.

- Проведите пробный эксперимент по подготовке поверхности и склеиванию двух эластомерных подложек по разработанной схеме с выбранными товарными клеями. Обратите внимание, что для получения достоверного результата необходимо проводить как минимум 3 параллельных эксперимента.

- Проведите по разработанной схеме испытания по оценке прочностных и эксплуатационных свойств созданных клеевых соединений. Обратите внимание, что для получения достоверного результата необходимо проводить как минимум 3 параллельных эксперимента.

4. Эффективность технологической схемы.

- Оцените эффективность разработанной технологии исходя из:
  - количества необходимого оборудования и материалов для подготовки поверхности субстрата;
  - времени, затрачиваемого на подготовку поверхности;
  - количества затрачиваемого клеевого материала;
  - наличия необходимости затрачивать прижимное усилие для создания клеевого соединения;
  - длительности процесса отверждения клеевого соединения;
  - прочности получаемого клеевого соединения;

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №2 «Исследование клеящих материалов»**

---

– эксплуатационных свойств получаемого клеевого соединения (водонепроницаемость, стойкость к воздействию реагентов, температуроустойчивость);

– доступности оборудования и материалов для проведения исследований свойств получаемых клеевых соединений.

• Предложите варианты масштабирования и улучшения предложенной вами технологии.

**Материалы и оборудование:**

1. Выбранные для эксперимента эластомерные сапоги.
2. Ножницы.
3. Абразивный материал (шкурка, наждачная бумага, шлифовальная щётка и т.п.).
4. Небольшой кусок ткани для очистки поверхности (ветошь, бумажная салфетка).
5. Растворитель (бензин, уайт-спирит; ацетон и т.п.).
6. Выбранные для эксперимента покупные клеи.
7. Весы (можно кухонные).
2. Кисточка, палочка или шпатель.
3. Прижимной груз (гантели, гиря, стопка книг и т.п.).
4. Оборудование и приспособления для определения прочностных свойств получаемых клеевых соединений.
5. Реактивы (вода, реагенты или хлорид натрия), посуда и микроскоп (лупа) для определения стойкости к воздействию агрессивных сред получаемых клеевых соединений.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №2 «Исследование клеящих материалов»**

---

6. Термошкаф и морозильник для проверки температуростойчивости получаемых клеевых соединений.

**Требования к представлению решения кейса:**

В ходе решения кейса необходимо провести литературный обзор по заданной тематике, обоснованно выбрать клеи, субстрат и его форму, условия проведения испытаний свойств клеевых соединений; провести пробный эксперимент, на основании которого оценить эффективность выбранного клея. А также на основе литературного поиска и результатов эксперимента предложить технологию склеивания эластомерных материалов в домашних условиях. Особое внимание необходимо уделить этапам работы над кейсом.

➤ 1 и 2 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены в технической документации (реферат) и кратко на финальной защите решения кейса (презентация).

➤ 3 и 4 этапы работы над кейсом **полностью** должны быть отражены на финальной защите решения кейса (презентация).

**Требования к оформлению технической документации:**

Техническая документация – реферат (полное, подробное описание решения 1 и 2 этапов работы над кейсом).

Реферат должен включать следующие разделы:

- 1) титульный лист;
- 2) оглавление;
- 3) введение;
- 4) цель и задачи работы. Этапы работы;
- 5) теоретическая часть (раскрывает исследуемый объект и его свойства);

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №2 «Исследование клеящих материалов»**

---

6) обсуждение работы (обоснование выбора технологического подхода и используемых параметров, указание необходимых материалов, оборудования для выполнения экспериментальной части – при наличии).

7) выводы, сделанные в результате выполнения 1 и 2 этапов кейса;

8) список используемой литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.100 – 2018.

Общие требования к оформлению реферата:

1) параметры страницы: все поля (слева, справа, сверху, снизу) – 2 см. Для всего текста следует использовать шрифт Times New Roman, размер 14 пт, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание по ширине. Отступ абзаца (красная строка) – 1,25 см, все отступы (слева, справа, сверху, снизу) – 0. Не допускаются: выделение цветом, орфографические и пунктуационные ошибки;

2) в виде рисунков оформляются фотографии, схемы, графики, диаграммы и др.;

3) все рисунки и таблицы должны иметь названия и отдельную нумерацию, а также ссылки на них в тексте. Подрисуночные и надтабличные подписи приводятся в тексте в месте расположения рисунка или таблицы;

4) титульный лист включает следующую основную информацию:

- в верхней части листа – полное название образовательной организации (полужирный шрифт Times New Roman, размер 14 пт, одинарный межстрочный интервал);

- в центре листа – название работы заглавными буквами (полужирный шрифт Times New Roman, размер 16 пт);

- в правом нижнем углу листа – информация об участнике(ах): класс, образовательная организация, фамилия, имя, отчество (полностью); (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт);

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Химико-биотехнологический профиль**  
**Командный кейс №2 «Исследование клеящих материалов»**

---

- в нижней части листа по центру – город и год написания проекта через запятую (обычный шрифт Times New Roman, размер 14 пт).

**Требования к мультимедийной презентации**

Требования к содержанию мультимедийной презентации:

- 1) соответствие содержания презентации основной цели кейса;
- 2) соблюдение норм русского языка, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);
- 3) отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации.
- 4) лаконичность текста на слайде;
- 5) расположение информации на слайде (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали);
- 6) соответствие изображений содержанию;
- 7) качество изображения (контраст изображения по отношению к фону; отсутствие «лишних» деталей на фотографии или картинке);
- 8) наличие списка используемой литературы в последнем слайде.

Требования к тексту мультимедийной презентации:

- 1) читаемость текста на фоне слайда презентации (текст отчётливо виден на фоне слайда, использование контрастных цветов для фона и текста);
- 2) использование шрифтов без засечек (Arial, Verdana, Calibri) и не более 3 вариантов шрифта;
- 3) подчёркивание используется только в гиперссылках.

Требования к дизайну мультимедийной презентации:

- 1) использование единого стиля оформления;

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Химико-биотехнологический профиль  
Командный кейс №2 «Исследование клеящих материалов»**

---

2) на титульном слайде указываются данные команды (имена и фамилии авторов решения кейса, класс, школа), название кейса.