

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Химико-биотехнологический профиль
Командный кейс № 4 «Пигменты фотосинтеза»

Фотосинтез является основой биологической продуктивности экосистем. В 1842 году Роберт Майер предположил, что растения преобразуют солнечную энергию в химическую, основываясь на законе сохранения энергии, который он описал в 1845 году. Майер писал: «Природа стремится поймать свет, падающий на Землю, и преобразовать эту энергию в стабильную форму, накапливая её. Для этого она покрыла земную поверхность организмами, которые, поглощая солнечный свет, используют его для создания химических соединений». Такими организмами являются растения. Ключевым шагом в исследовании фотосинтеза стало открытие молекул, преобразующих солнечную энергию в химическую. В 1817 году французские учёные Жозеф Каванту и Пьер Пеллетье выделили хлорофилл — зелёный пигмент, который позже был изучен Михаилом Цветом и Рихардом Вильштеттером, установившими его сложный состав. Климент Тимирязев, исследуя спектры поглощения хлорофилла, доказал, что поглощённые лучи повышают энергию системы и участвуют в создании прочных химических связей.

В настоящее время тонкослойная хроматография даёт большие возможности для качественного анализа и разделения веществ. Разделение фотосинтетических пигментов проводится как в учебных целях в заведениях среднего и высшего образования, так и в научных. Различные отечественные и зарубежные фирмы предлагают промышленно изготовленные образцы хроматографической бумаги, однако их стоимость для общеобразовательных школ и использования в рамках дополнительного образования часто бывает достаточно высока. В то же время в сети Интернет активно предлагаются, а в школьной и вузовской практике часто используются для разделения пигментов различные варианты пористой бумаги в качестве альтернативы промышленно изготовленной: бумажные полотенца, фильтры, листы ватмана и т.п. Возникает

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Химико-биотехнологический профиль
Командный кейс № 4 «Пигменты фотосинтеза»

вопрос: позволяет ли подобная замена дорогостоящей бумаги проводить хроматографический анализ также точно.

На основе литературных и экспериментальных данных сравните различные образцы пористых материалов (не менее трёх), предлагаемых в качестве альтернативы промышленным образцам для проведения эффективной бумажной хроматографии растительных пигментов.

Этапы работы над кейсом

1. Работа с объектом.

- Найдите информацию о видах, строении и роли в фотосинтезе различных пигментов зеленого листа. Объясните, в какой фазе фотосинтеза они участвуют. Почему они локализованы именно в мембранах тилакоидов? Какие пигменты преобразуют энергию, а какие участвуют только в процессах поглощения и передачи энергии?

- С чем связана окраска фотосинтетических пигментов? Почему в проходящем свете хлорофилловая спиртовая вытяжка имеет зеленый цвет, а в отражённом – красный? Как называется это явление и каковы его причины?

- Соотнесите цвет фотосинтетических пигментов и максимумы спектров поглощения (длина волны, нм).

- Какие методы разделения фотосинтетических пигментов используются в лабораторной и промышленной практике (опишите 2 основных метода)? В чем преимущества каждого из них? Какие пигменты можно выделить каждым методом?

2. Параметры процесса.

Определите параметры процесса получения экстрактов и разделения фотосинтетических пигментов из растительного сырья:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Химико-биотехнологический профиль
Командный кейс № 4 «Пигменты фотосинтеза»**

- Подберите метод экстракции фотосинтетических пигментов из живых листьев растений, выберите подходящий растворитель, изучите условия и основные этапы проведения работы.

- Подберите элюент для эффективной бумажной хроматографии (это может быть один растворитель или смесь нескольких).

- Сравните три типа бумаги, которую предлагают в качестве альтернативы сортам отечественной и зарубежной хроматографической бумаги (полотенца для рук, пористая бумага, фильтровальная бумага, кофейные фильтры и т.п.) для проведения эксперимента по эффективному разделению фотосинтетических пигментов на основании следующих критериев:

- Коммерческая доступность;
- Четкое разделение и проявление каждого пигмента;
- Скорость разделения пигментов: время и длина пробега;
- Степень однородности тока растворителя.

3. Технологическая схема.

- Проведите эксперимент по получению экстракта из листьев выбранным ранее методом.

- Проведите разделение приготовленного экстракта на различных вариантах подобранной вами хроматографической бумаги. Эксперимент должен проводиться трехкратно.

- Определите отношение расстояния, пройденного пятном, к расстоянию, пройденному растворителем – R_f . Эта величина зависит от вещества, бумаги и природы растворителя. Сравните этот показатель в экспериментах, выполненных на различных материалах.

- Составьте технологическую схему получения растительного экстракта и его анализа методом бумажной хроматографии на выбранном носителе.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Химико-биотехнологический профиль
Командный кейс № 4 «Пигменты фотосинтеза»**

4. Эффективность технологической схемы.

- Оцените эффективность разработанной технологии, исходя из степени полного и четкого разделения пигментов, длительности процесса разделения пигментов из вытяжки.

- На основе полученных данных выберите наиболее оптимальный вариант бумаги для эффективного разделения пигментов фотосинтеза методом хроматографии.

- Рассмотрите возможные варианты использования отходов хроматографической бумаги.

- Предложите варианты масштабирования и улучшения предложенной вами технологической схемы.

Материалы и оборудование

1. Весы лабораторные;
2. Выбранные (или самостоятельно изготовленные) для эксперимента образцы бумаги для хроматографии (3 типа);
3. Капилляры;
4. Эталонные образцы (заводского производства) отечественной и зарубежной хроматографической бумаги:
5. Листья растений;
6. Ступка с пестиком;
7. Воронки;
8. Фильтры;
9. Этанол (96% раствор);
10. Хроматографическая камера;
11. Простые и цветные карандаши;
12. Бензин;
13. Нитки;

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Химико-биотехнологический профиль
Командный кейс № 4 «Пигменты фотосинтеза»

14. Штатив с пробирками;
15. Линейки;
16. Ацетон (водный 80% раствор);
17. NaOH или KOH в кристаллах;
18. Стеклянные палочки.

Требования к представлению решения кейса

В ходе решения кейса необходимо провести литературный обзор по заданной тематике, на основании полученных знаний о сущности метода бумажной хроматографии и требованиям, предъявляемым к носителям, разработать или подобрать аналоги бумаги для хроматографии, провести эксперимент по получению и способам разделения фотосинтетических пигментов, а также провести сравнительный эксперимент по испытанию промышленных образцов хроматографической бумаги и их аналогов, ориентируясь на качество разделения пигментов зелёного листа. Отметить преимущества и выявленные недостатки предложенных материалов, оценить экономическую эффективность и доступность приобретения для работы в школьной лаборатории. Также на основе литературных данных и результатов эксперимента предложить технологическую схему экстракта пигментов фотосинтеза и их разделения в условиях школьной лаборатории. Особое внимание необходимо уделить этапам работы над кейсом. Все этапы работы должны быть полностью отражены в отчете по решению кейса.

Требования к оформлению технической документации

Технической документацией по кейсу является отчет – текстовый документ, содержащий полное, подробное описание всех этапов работы над кейсом. Отчет загружается в виде файла в формате pdf, содержащим до 30 страниц, размером не более 20 Мб. Оригинальность текста отчета должна быть не менее 75 %.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Химико-биотехнологический профиль
Командный кейс № 4 «Пигменты фотосинтеза»**

Отчет должен включать следующие разделы:

- 1) Титульный лист
- 2) Оглавление
- 3) Введение
- 4) Обзор литературы
- 5) Материалы и методы
- 6) Результаты работы и их обсуждение
- 7) Выводы
- 8) Список цитируемой литературы

Титульный лист должен содержать название кейса, название команды, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество, учебное заведение, класс).

Во "Введении" указывается цель работы, задачи и этапы выполнения кейса с их краткой характеристикой.

"Обзор литературы" должен включать анализ учебной и научной литературы по теме кейса со ссылками на использованные источники, теоретически и практически обосновывать выбранное авторами работы решение кейса.

В разделе "Материалы и методы" необходимо указать использованные в работе материалы, реактивы и оборудование, привести методики выполнения экспериментов.

Раздел "Результаты работы и их обсуждение" должен содержать все полученные в ходе решения кейса результаты, сопровождаемые рисунками, таблицами, схемами, **фотографиями** и/или **ссылками на загруженное в облачное хранилище видео**, демонстрирующими ход работы и результаты; обработку результатов, расчеты; обсуждение полученных результатов, сравнение их с литературными данными и объяснение. Также в данном разделе

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Химико-биотехнологический профиль
Командный кейс № 4 «Пигменты фотосинтеза»

необходимо привести технологическую схему разработанного процесса и анализ ее эффективности, сопровождаемый расчетами.

В разделе "Выводы" следует привести основные результаты и выводы, сделанные в ходе работы.

Список цитируемой литературы составляется согласно ГОСТ Р 7.0.100 – 2018, и должен включать всю цитируемую в работе учебную и научно-техническую литературу.

Общие требования к оформлению отчета

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); ниже – название команды;

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

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Химико-биотехнологический профиль
Командный кейс № 4 «Пигменты фотосинтеза»

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

Требования к оформлению фото- и видеоматериалов

- материалы должны отражать ход работы над кейсом и/или полученные результаты, подтверждать самостоятельность решения кейса, не содержать посторонней информации;

- фотографии и видео должны быть четкими, разборчивыми, без лишних деталей;

- разрешение видео должно быть не менее 480 p;

- фотографии необходимо оформлять в отчете как рисунки с соответствующими подписями;

- видео необходимо загрузить в любое облачное хранилище, **открыть доступ к файлам** по ссылке; в тексте отчета привести ссылку на соответствующий видеоролик, ссылку сопроводить поясняющим текстом.

- общая продолжительность видеоматериалов по кейсу должна составлять не более 10 минут.

Примечание. Экспериментальная часть выполнения кейса будет проводиться на базе кафедры биологии Обнинского института атомной энергетики (адрес: г. Обнинск, Студгородок-1, аудитория 519). Сбор заявок осуществляет куратор проведения мероприятия – д.б.н., проф., заведующая кафедрой биологии Комарова Людмила Николаевна (заявки присылать на почту: komarova_L411@mail.ru, телефон для связи +7-910-9134380).