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 фитосимбиотичеких 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.

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:**

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:

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);
* 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).