

Название проекта:

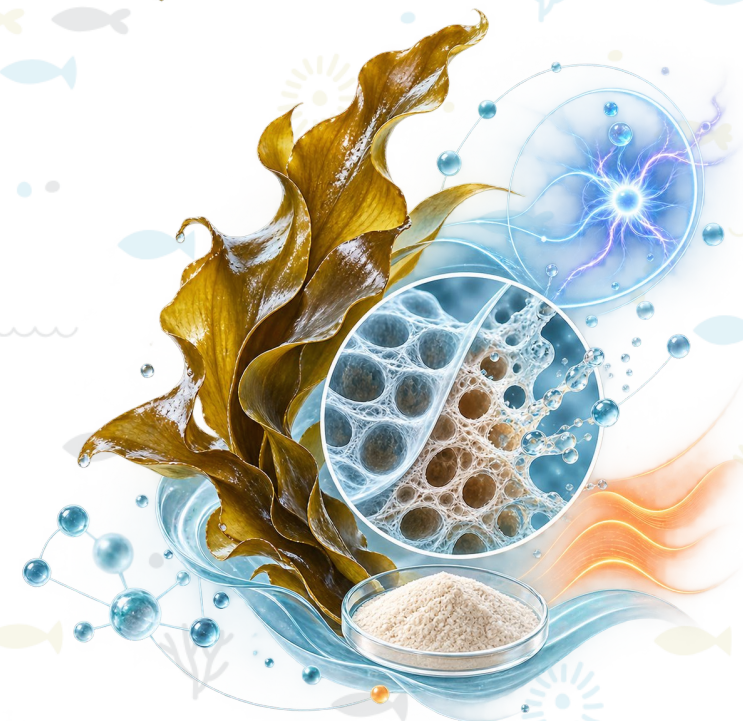
Получение стандартизированного пищевого альгината натрия из бурых водорослей с применением микроплазменной предобработки и ИК-экстракции

Трек: Технологии производства и глубокой переработки

Название команды: Микроплазма

Учреждение: ФГБОУ ВО "АГТУ"

Состав команды: Капитан команды – Мамитов Д.С., Инженер – Золотовская О.В.



Решаемая задача (кейс):

Разработайте технологию получения пищевого ингредиента из бурых водорослей с воспроизводимыми органолептическими и реологическими характеристиками и контролируемым содержанием йода и нежелательных элементов.

Проблема:

Нестабильность свойств водорослей и получаемого альгината.

Цель проекта – разработать технологию получения стандартизированного пищевого альгината натрия из бурых водорослей с применением микроплазменной предобработки и ИК-экстракции.



Оценка реализуемости проекта:

Технологическая схема получения стандартизированного пищевого альгината натрия

Обращение с технологическими потоками
Промывные воды → сбор и контроль состава
Кислые/щелочные растворы → нейтрализация pH
Мембранный пермеат → анализ → обратное использование воды / утилизация

1. Подготовка сырья (мойка
измельчение 03-10 мм)

2. Деминерализация
0,1–0,3% лимонной кислоты
5–20 мин, 20–40 °C

3. Микроплазменная
обработка
Диэлектрический барьерный
разряд 30–40 кВ, 1–3 мин

4. ИК-щелочная
экстракция
 Na_2CO_3 1,0–2,0%
50–70 °C, 20–60 мин

5. Разделение и очистка
Фильтрация →
ультрафильтрация →
диафильтрация

6. Выделение и сушка
Осаждение → промывка →
сушка → измельчение

7. Стандартизация продукта
Йод, As/Cd/Pb/Hg, вязкость, цвет, вкус,
дисперсность

Продукт: стандартизированный пищевой альгинат натрия E401 с воспроизводимыми реологическими и органолептическими характеристиками.

Целевой выход: 15–20%.

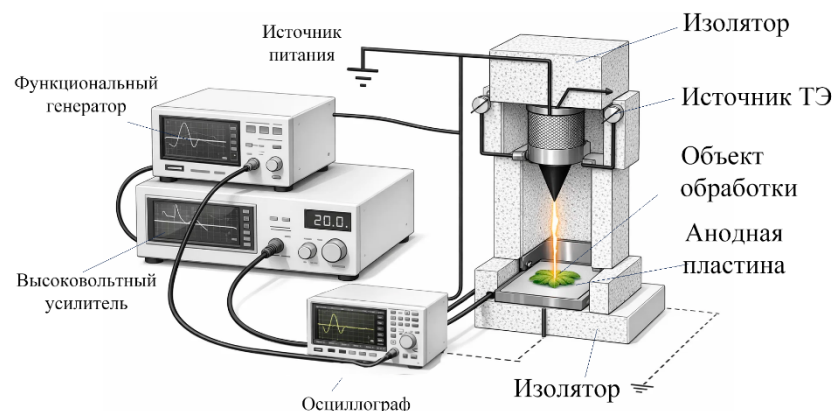
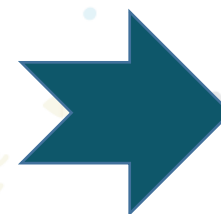
Разброс вязкости между партиями: $\leq 10\%$.

Сырьё: сахарина японская (*Saccharina japonica*), одна партия → входная стандартизация → межпартийная валидация.

Оборудование: микроплазменная установка DBD, ИК-реактор, фильтрационный и мембранный модуль, сушильное оборудование, вискозиметр/реометр, оборудование для анализа йода и элементов.
Лабораторный этап: 31–40 недель.

Инновационность решения:

Новизна: сочетание деминерализации, микроплазменной предобработки, ИК-щелочной экстракции и мембранной очистки для получения стандартизированного пищевого альгината натрия.



Оригинальность технического решения: предлагается на этапе подготовки сырья применять деминерализацию слабокислым раствором для снижения содержания йода и растворимых минеральных примесей; на этапе предобработки применять микроплазменное воздействие для снижения микробной нагрузки и повышения доступности клеточной структуры водорослей; на этапе экстракции применять ИК-щелочную экстракцию с Na_2CO_3 для ускорения тепло- и массопереноса при сохранении целевых свойств альгината; на этапе очистки применять ультрафильтрацию и диалитическую фильтрацию для концентрирования экстракта и удаления части низкомолекулярных примесей; на этапе стандартизации контролировать йод, As/Cd/Pb/Hg, вязкость, цвет, вкус и дисперсность готового продукта.

Эффективность решения:

1. Микроплазменная предобработка

- ✓ снижение микробной нагрузки;
- ✓ мягкая обработка сырья перед экстракцией;
- ✓ режим отбирается по сохранению вязкости и органолептики.

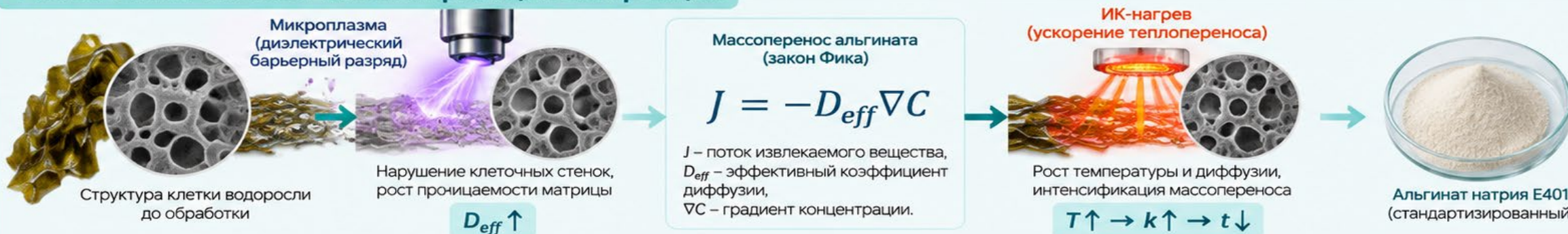
2. ИК-щелочная экстракция

- ускорение тепло- и массопереноса;
- ✓ ↓20% времени экстракции;
- ✓ ↓15–25% Na_2CO_3 ;
- ✓ ↓15% экстрагирующей среды;
- ✓ ↓10% удельного энергопотребления.

3. Стандартизация продукта

- ✓ контроль йода и As/Cd/Pb/Hg;
- ✓ целевой выход 15–20%;
- ✓ разброс вязкости между партиями $\leq 10\%$;
- ✓ контроль цвета, вкуса и дисперсности.
- ✓ водоудерживающую способность

Физическая гипотеза интенсификации экстракции



Рабочая гипотеза: интенсификация массопереноса за счёт микроплазменной предобработки и ИК-нагрева позволяет достичь требуемого выхода и качества альгината при сохранении вязкости и функциональных свойств.

Целевые показатели определяют критерии оптимизации технологии и подтверждаются в ходе экспериментальной валидации.

Экономическая эффективность:

1. Конкурентное преимущество продукта

Стандартизированный альгинат натрия E401

- ✓ стабильная вязкость между партиями ($\leq 10\%$)
- ✓ контроль йода и тяжёлых металлов
- ✓ снижение вариабельности природного сырья
- ✓ возможность применения в пищевых рецептурах без корректировки технологии

2. Экономика производства



3. За счёт чего достигается эффективность



Интенсификация процесса

ИК-экстракция:

- сокращение времени процесса
- снижение энергозатрат



Снижение ресурсных затрат

Целевые показатели:

- Na_2CO_3 ↓ 15–25%
- расход экстрагента ↓ ≥15%



Глубокая переработка сырья

- альгинат → основной продукт
- остаточная биомасса → потенциальный источник пищевых волокон



Следующий уровень ТЭО



CAPEX
линии



амортизация



логистика



аналитический
контроль



сертификация



налоги



После пилотных испытаний → расчёт полной себестоимости и срока окупаемости.

Визуализация решения: Этапы разработки 31–40 недель



Визуализация решения:



Этап 1. Разработка технологии

- анализ литературы и патентных решений
- подбор режимов деминерализации
- подбор параметров микроплазменной предобработки
- подбор режимов ИК-щелочной экстракции



Этап 2. Адаптация технологии

- оптимизация параметров процесса
- оценка характеристик продукта
- подготовка патентной заявки



Деминерализация → микроплазменная предобработка → повышение проницаемости клеточной структуры → ИК-щелочная экстракция → стандартизированный альгинат натрия E401



Схема контрольного эксперимента



Контроль 1

Na_2CO_3 , без микроплазмы, без ИК



Контроль 2

Na_2CO_3 + ИК, без микроплазмы



Опыт

Микроплазма + Na_2CO_3 + ИК

Сравниваем:

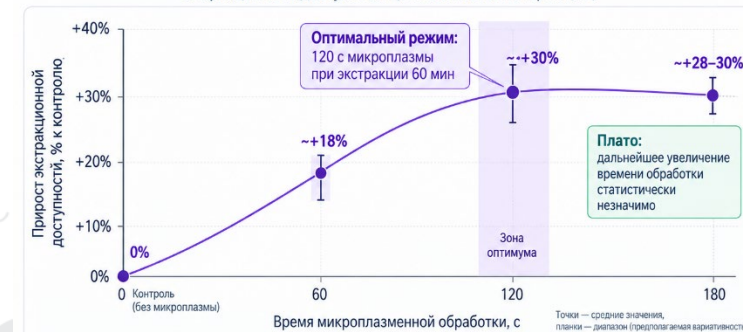


Одинаковое сырьё · соотношение фаз · температура · время экстракции



Экспериментальная гипотеза и критерий выбора режима

Оценка влияния времени микроплазменной предобработки на прирост экстракционной доступности (относительно контроля, %)



Гипотеза: микроплазменная предобработка повышает проницаемость клеточной структуры водорослей, что увеличивает экстракционную доступность альгината. Эффект достигает плато при ~120 с и далее статистически незначим.

Критерии выбора режима:



Что закрывает решение



E401 — стандартизированный пищевой ингредиент

Команда:



Капитан команды - Мамитов Данияр Сансызбаевич

Зона ответственности:

управление реализацией проекта;
координация научной и производственной частей;
Техническое и организационное сопровождение;
развитие партнёрств и коммерциализация технологии.

Инженер команды – Золотовская Ольга Валерьевна

Зона ответственности:

разработка технологических режимов получения
альгината натрия;
проведение экспериментальных исследований;
анализ физико-химических характеристик продукта;
подготовка технологической документации.



Компетенции команды



Биотехнологическая
разработка



Переработка морского
растительного сырья



Плазменные технологии
обработки



Интенсификация
экстракционных процессов



Анализ качества
пищевых ингредиентов

Роль команды в проекте



Управление
проектом



Научная
разработка



Экспериментальные
исследования



Технологическая
реализация



Получение альгината
натрия E401
и вывод на рынок