

Сыворотка 2.0: от отхода к прибыли

ПРАВИТЕЛЬСТВО
Свердловской области
24.11.2025
Вх.№ 57577

СОДЕРЖАНИЕ

- / 01. ВХОДНОЙ ПОТОК СЫВОРОТКИ
- / 02. УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯ WPC-80
- / 03. WPI И WPH
- / 04. НАПИТКИ И ЛАКТОЗА
- / 05. ОБОРУДОВАНИЕ И ЛОГИСТИКА
- / 06. ИТОГИ И СЛЕДУЮЩИЙ ШАГ

Входной поток сыворотки

01



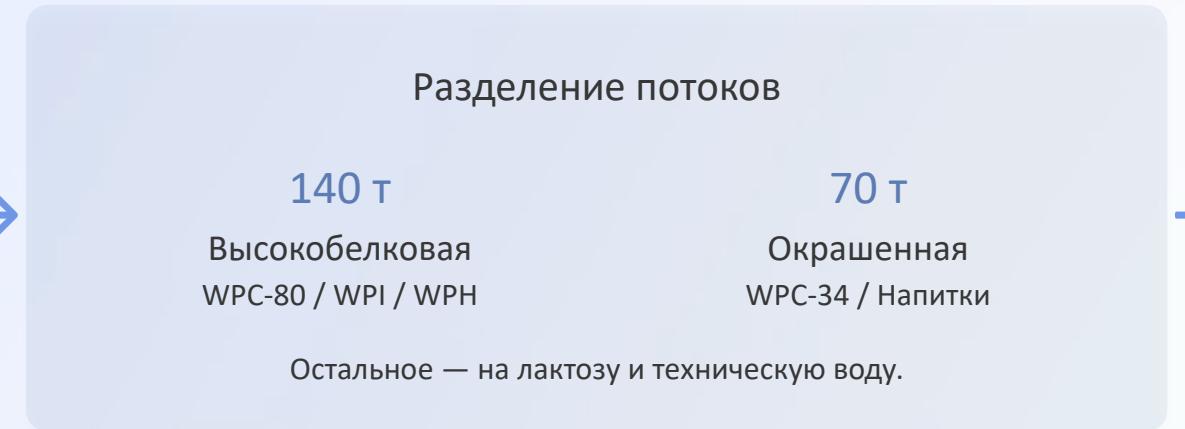
Сырная сыворотка: 350 т/сут, pH 6,0

Входной поток и первичное разделение



Исходная сыворотка

350 000 кг/сут
2 450 кг белка



Цель

98% удержание белка

Творожная сыворотка: 150 т/сут, pH 4,5

Обработка кислой сыворотки: от предварительной очистки до готовой продукции





Ультрафильтрация WPC-80

02



Белковый баланс УФ-концентрирования

Расчет массы и концентрации белка на стадии ультрафильтрации (VCR 10:1)



Вход: Сыворотка

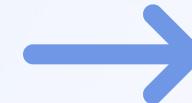
350 000 кг

Общая масса

2 450 кг

Масса белка (0,7%)

VCR 10:1
98% удержание



Потери белка < 2%



Выход: Ретентат

35 000 кг

Общая масса

2 401 кг

Масса белка (6,86%)

Двухступенчатая диафильтрация

Очистка от лактозы и золы для достижения целевой чистоты белка



Ретентат УФ
35 000 кг
2 401 кг белка



+35 000 кг
Вода (1-я ступень)



+35 000 кг
Вода (2-я ступень)



Вымывание лактозы и золы



Финальный ретентат
~35 000 кг
2 401 кг белка
Чистота >80%

Сгущение и сушка WPC-80

Финальные операции для получения порошка: сгущение на выпарке до 50% СВ и распылительная сушка для удаления влаги.



Сгущение (Выпарка)

Ретентат сгущается до 50% СВ. Используется MVR для энергоэффективности.



Распылительная сушка

Удаление остаточной влаги. Паровой конденсат возвращается в цикл.



Фасовка

Готовый WPC-80 фасуется в 25 кг мешки под инертной атмосферой.



Выход готового порошка

~3 000 кг/сут

WPI и WPH

03



Микрофильтрация для WPI ≥90%

"Золотой стандарт": отделение жира и достижение высокой чистоты белка



Сырье

Ретентат УФ

Жидкий концентрат WPC



MF 0,1-0,2 мкм
+ Диафильтрация



WPI ≥90%

2 150 кг/сут

Чистота 90-92%



Пермеат MF возвращается в лактозную линию, минимизируя потери.

Ферментативный гидролиз WPH

Гидролиз белка под действием ферментов для получения высокоусвояемого продукта с управляемой степенью гидролиза (DH).



Температура: 50 °C



Ферменты: Трипсин, пепсин



Время: 2 часа



Инактивация: 85 °C

Управление степенью гидролиза (DH)

DH 5%



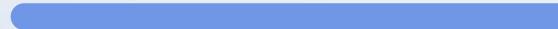
Спорт

DH 10%



Спец.
питание

DH 15%



Медицина

Выход готового WPH

2 000 кг/сут

Напитки и лактоза

04



Рецептуры функциональных напитков

На основе деминерализованного пермеата и WPC



Изотоник

Пермеат + электролиты (Na, K, Mg) + витамины В + 0,3% WPC-34.

pH 4,0 для термостабильности



Протеиновый коктейль

WPC-60/80 (8%) + витамины + пребиотики (инулин) + подсластитель.

UHT 138 °C, 4 сек



Детский / для беременных

WPC-34/60 (3%) + премикс + натуральные соки. Требует глубокой деминерализации.

Розлив в PET 0,5 л

Кристаллизация пищевой лактозы

Переработка пермеата УФ для получения высококачественной лактозы и замыкание водного цикла.

1. Концентрирование

Пермеат (315 000 кг/сут) сгущается до 60% СВ.

2. Кристаллизация

Охлаждение до 4 °C, кристаллы отделяются декантером.

3. Сушка

Кристаллы сушатся при 60 °C.

4. Замыкание цикла

Конденсат используется как техническая вода.



Выход лактозы-моногидрата

45 000 кг/сут

Оборудование и логистика

05



Мембранные установки и MVR-выпарка

Ключевое оборудование для эффективной переработки



Мембранные установки

Используются модули DSS-GEA с общей площадью **2 400 м²**.

Регенерация (CIP) каждые 8 часов для поддержания производительности.



MVR-выпарка

Механическая компрессия пара обеспечивает высокую энергоэффективность.

Потребление энергии: **35 кВт·ч/т воды**
На 40% ниже классической выпарки



Паровой конденсат используется для промывки фильтров, снижая расход свежей воды на 30%.

Потоки и энергобаланс суточный

Общий баланс проекта за сутки работы

→ Вход

Сыворотка	500 т
Электроэнергия	3 200 кВт·ч
Пар	18 т
Вода	240 м ³

↺ Выход

WPC-80	3 000 кг
WPI	2 150 кг
WPH	2 000 кг
Лактоза	45 000 кг
Напитки	70 000 кг

Обезвоженный пермеат

420 т

Выбросы CO₂

0,18 т/т прод.
(-25% к отрасли)

Итоги и следующий шаг

06



Ключевые KPI проекта



Извлечение белка

98%



Окупаемость

3,2 года



Снижение OPEX

18%

Выход продукции (суточный)

WPC-80: 3 000 кг

WPI: 2 150 кг

WPH: 2 000 кг

Лактоза: 45 000 кг

Дополнительные показатели

Напитки: 70 000 кг

Цена WPC-80: 4 €/кг

Закрытый водный цикл: Да

Масштабируемость: До 700 т/сут



ОБЩЕСТВО
С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ



Офис

Адрес: 220007, РБ, г. Минск, ул. Володько, 6/8

Телефон: +375 (17) 361-8598

Телефон/факс: +375 (17) 375-7287

Email: office@modum-techno.by

Отдел продаж: sales@modum-techno.by

Денис Фандеев +375 29 8270000 denis@promilk.by

2025/10/25