

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Скапец О.В., Мезенова О.Я.

ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический
университет»

кафедра пищевой биотехнологии

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

- Обоснование оптимальных дозировок хитозана и пектина при фракционировании молочной сыворотки.



МОЛОЧНАЯ СЫВОРОТКА

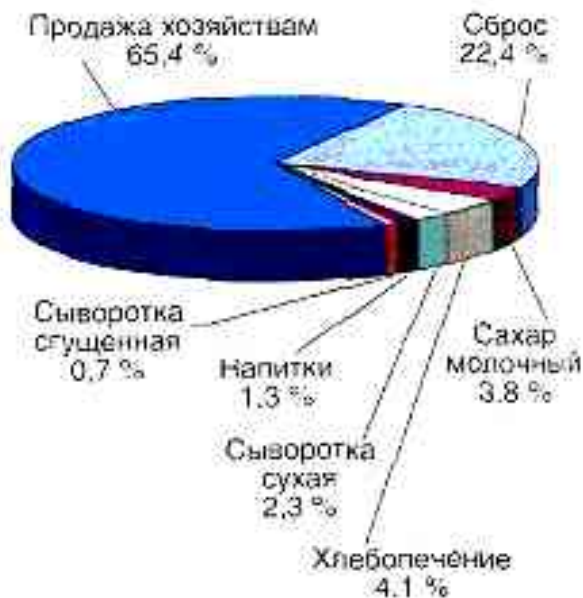
Состав молочной сыворотки

В состав молочной сыворотки входят лактоза, сывороточные белки, полный набор витаминов группы В, витамин С, никотиновая кислота, холин, витамин А, витамин Е и биотин, а также кальций, магний.

Показатели	Молочная сыворотка (творожная)
Сухое вещество, %, в т.ч.:	4,2-7,4
белок	0,5-1,4
лактоза	3,2-5,1
молочный жир	0,05-0,4
минеральные соли	0,5-0,8
Кислотность, оТ	50-85
Плотность, кг/м ³	1019-1026

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Структура использования молочной сыворотки в России (по данным 2006 года)

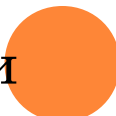


- Объемы выработки сыворотки в мире составляют около 140 млн. т.
- В России по данным статистики вырабатывается 2,5-3,5 млн. т. молочной сыворотки, при этом творожной сыворотки несколько больше, чем подсырной.

В работе применяли творожную сыворотку, выработанную предприятием ОАО «Кировский сырзавод» Калининградской области (кислотностью до 75 °Т).



ПРИЧИНЫ, ЗАТРУДНЯЮЩИЕ ПЕРЕРАБОТКУ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ:

- Незначительные инвестиции в молочную промышленность
 - Отсутствие средств на внедрение современных технологий и покупку оборудования
 - Недостаточность информации о преимуществах продуктов из сыворотки и рекламы здорового образа жизни
 - Отсутствие массового производства многофункциональных продуктов на основе молочной сыворотки
 - Либерализм экологической службы в отношении сброса сыворотки в сточные воды
 - Специфический для потребителя сывороточный вкус и запах
- 

ПРИМЕНЕНИЕ БИОПОЛИМЕРОВ-СОРБЕНТОВ В СОЗДАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Устранить сывороточные вкус и запах возможно при помощи внесения в продукт биополимеров, обладающих сорбционными свойствами. Применение биополимеров (пектина, крахмала, альгинатов, аминсахаров и др.) также позволяет получить функциональные молочные продукты с лечебно-профилактическими свойствами.

С целью повышения уровня использования биопотенциала молочной сыворотки предложено было фракционировать исходное сырье биополимерами-сорбентами, разделяя ее на:

- **Осветленную часть**, обладающую менее выраженным сывороточным запахом.

Осветленная сыворотка является привлекательной основой для освежающих напитков и кисломолочного желе.

- **Осадок** - коллоидная фракция, представляющую собой концентрированную белково-углеводную композицию.

Белково-углеводная фракция, обогащенная минеральными веществами, представляет собой ценный полуфабрикат для изготовления разнообразных функциональных продуктов: биологически активных добавок остеотропного и хондропротекторного действия, творожных изделий, йогуртов, мороженого, десертов.



ПЕКТИН

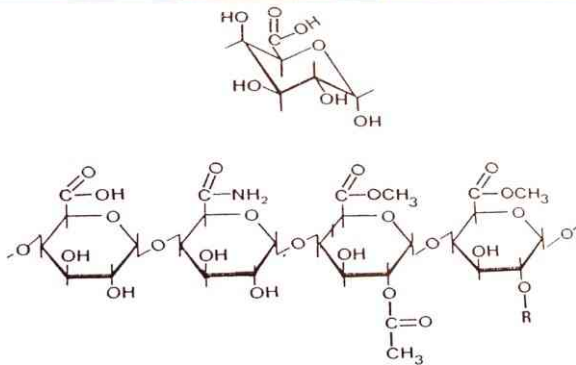
Пектины - растительные полисахариды сложного строения с молекулярной массой 20-300 кДа. Основной составной частью молекулы является D-галактуроновая кислота, соединенная α-1-4-гликозидными связями в нитевидную молекулу пектиновой кислоты. Часть карбоксильных групп пектиновых молекул этерифицирована метанолом, а часть вторичных спиртовых групп ацелирована



Клинически доказанные свойства пектина:

- Снижает аллергическое, токсикологическое и таксономическое воздействие среды, связанное с неблагоприятной экологической ситуацией
- Регулирует обмен веществ и функций органов пищеварения.
- Бактерицидное действие на болезнетворные бактерии в кишечнике

В работе применяли высокоэтерифицированный цитрусовый пектин, выработанный в Германии.



ХИТОЗАН

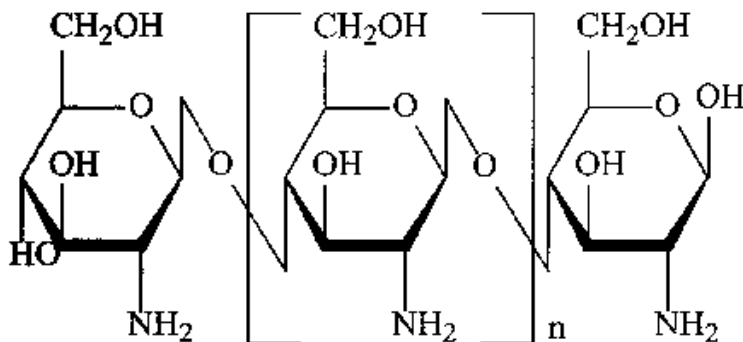


Хитозан - аминополисахарид животного происхождения., Один из источников получения хитозана - панцири ракообразных.

Хитозан в производстве продуктов питания начали активно применять последние двадцать лет.

Свойства хитозана в качестве компонента пищи

- Энтеросорбент
- Иммуномодулятор
- Антисклеротический и антиартрозный фактор
- Регулятор кислотности желудочного сока, ингибитора пепсина
- Бактерицидное действие



Chitosan

В работе использовали кислоторастворимый хитозан молекулярной массой 200 кДа, изготовленный предприятием ЗАО «Биопрогресс» (Москва, Россия).



МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) второго порядка для двух факторов, позволяющий определить оптимальные дозировки пектина и хитозана, вносимых в молочную сыворотку, проведя минимальное количество экспериментов.

Преимуществами данного плана оптимизации являются:

- объективность
- информационная емкость экспериментов.

Два основных фактора, подлежащих варьированию (изменяемые факторы):

- массовая доля хитозана - M_1 , % к массе молочной сыворотки,
- массовая доля пектина - M_2 , % к массе молочной сыворотки.

Другие факторы, значения которых в данных экспериментах были зафиксированы на одном уровне:

- кислотность сыворотки (70°Т),
- температура процесса (18 °С),
- экспозиция (30 минут).



ПРЕДЕЛЫ ВАРИИРОВАНИЯ И УРОВНИ ИЗМЕНЯЕМЫХ ФАКТОРОВ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Фактор в кодированном виде	Уровень			Интервал варьирования
	-1	0	+1	
Массовая доля хитозана, (M1), % к массе молочной сыворотки	0,02	0,06	0,10	0,04
Массовая доля пектина, (M2), % к массе молочной	0,10	0,35	0,60	0,25

ПАРАМЕТР ОПТИМИЗАЦИИ

- *Параметр оптимизации* - безразмерный обобщенный показатель, объединяющий три различных по физическому смыслу и единицам измерения частных отклика:
- Y_1 - органолептическая оценка качества осветленной сыворотки, баллы;
- Y_2 - органолептическая оценка качества белково-углеводного комплекса на основе белков сыворотки, хитозана и пектина, баллы;
- Y_3 – выход белково-углеводного комплекса, % к массе молочной сыворотки.



БАЛЛЬНАЯ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ШКАЛА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВЕТЛЕННОЙ СЫВОРОТКИ И БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОГО КОМПЛЕКСА

Наименование показателя	Балл	Коэффициент значимости показателя	Интервалы оценки качества с учетом значимости показателя
Консистенция	1-5	0,5	0,5-2,5
Внешний вид и цвет	1-5	0,7	0,7-3,5
Вкус	1-5	1,0	1,0-5,0
Запах	1-5	0,8	0,8-4,0
		ИТОГО:	3,0-15,0



МЕТОДИКА БЕЗРАЗМЕРНОЙ ШКАЛЫ

- Обобщение различных по физическому смыслу и единицам измерения частных откликов при расчете обобщенного параметра оптимизации проводили по методике безразмерной шкалы с учетом приближения к «идеалу».
- В качестве «идеалов» обоснованно считали 15 баллов, 15 баллов и 15 % (соответственно для Y_1 , Y_2 , Y_3).

Чем ближе значение обобщенного параметра оптимизации к нулю, тем «идеальнее» исследуемый процесс и продукт по качеству.



ПЛАН ЭКСПЕРИМЕНТА ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ И ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ПЕКТИНОМ И ХИТОЗАНОМ

№ опыта	План эксперимента				Частные отклики			Обобщенный параметр оптимизации, Y
	масса хитозана, % к общей массе молочной сыворотки		масса пектина, % к общей массе молочной сыворотки		Y_1 балл	Y_2 балл	Y_3 %	
	по матрице, X_1	натурально, $M_1, \%$	по матрице, X_2	натурально, $M_2, \%$				
1	+1	0,10	+1	0,60	15,0	13,3	16,23	0,0195
2	-1	0,02	+1	0,60	13,3	8,6	2,31	0,9104
3	+1	0,10	-1	0,10	14,0	15,0	15,09	0,0044
4	-1	0,02	-1	0,10	13,3	12,4	1,62	0,8384
5	+1	0,10	0	0,35	15,0	14,3	15,25	0,0023
6	-1	0,02	0	0,35	13,3	9,1	2,14	0,9023
7	0	0,06	+1	0,60	14,0	12,0	10,64	0,1288
8	0	0,06	-1	0,10	15,0	13,5	4,02	0,5458
9	0	0,06	0	0,35	15,0	12,8	9,09	0,1766

КОДИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ, СВЯЗЫВАЮЩАЯ КАЧЕСТВО ПРОЦЕССА С ФАКТОРАМИ ДОЗИРОВКАМИ ХИТОЗАНА И ПЕКТИНА:

Расчет коэффициентов математической модели, проверка их значимости и адекватности модели позволили получить кодированную модель, связывающую качество процесса с факторами дозировками хитозана и пектина:

$$y = 0,3920 - 0,4374x_1 - 0,0549x_2 - 0,0142x_1x_2 + 0,1624x_1^2 + 0,1063x_2^2$$



АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

- Разные значения знака перед фактором X_1 свидетельствуют о разнонаправленном воздействии роста дозировки хитозана, показывающем существование некоторого оптимума внутри исследованной области. Аналогичные выводы сделаны применительно к фактору дозировки пектина X_2 .
- Сравнительная оценка абсолютных величин коэффициентов полученной кодированной модели позволяет сделать вывод о несколько большем влиянии на качество процесса фракционирования и органолептические свойства конечных продуктов содержания хитозана, чем пектина.
- Условия в экспериментах под номерами 1, 3 и 5 являлись наиболее благоприятными, поскольку обобщенные параметры оптимизации были максимально приближены к нулевому значению.



ФУНКЦИЯ ОТКЛИКА

Переход кодированной математической модели фракционирования молочной сыворотки на натуральный уровень позволил получить функцию отклика, связывающую обобщенный параметр оптимизации и факторы дозировок, выраженные в физических единицах измерения, следующим образом:

$$y = 1,6688 - 22,6180 M_1 - 1,3249 M_2 - 1,4200 M_1 M_2 + 101,5000 M_1^2 - 1,7008 M_2^2$$



ОПТИМАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ФАКТОРОВ

Оптимальные значения условий данного эксперимента при геометрической интерпретации модели и проверенные математическим дифференцированием данного уравнения:

- *массовая доля хитозана - 0,10 %;*
- *массовая доля пектина – 0,43 %.*

Экспериментальная проверка расчетных оптимальных значений искомых дозировок биополимеров, вносимых в молочную сыворотку, подтвердила факт получения продуктов высокого качества именно при данных значениях факторов.



РЕЗУЛЬТАТЫ

- Рассмотрены моделирование и оптимизация процесса фракционирования молочной сыворотки пектином и хитозаном.
- Обоснованы интервалы варьирования дозировок данных добавок, обобщенный параметр оптимизации.
- Получена математическая модель второго порядка процесса фракционирования, связывающая качество данного процесса с содержанием хитозана и пектина.
- Найдены оптимальные массовые доли вводимых добавок.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыночная концепция полного и рационального использования молочной сыворотки / А.Г. Храмцов // Молочная промышленность. – 2006. - №6. – С.7-11.
2. Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана: Материалы Десятой Международной конференции. – Нижний Новгород: ННГУ, 2010.– 362 с.
3. Ким Г.Н. Барьерная технология переработки гидробионтов: Моногр. / Г.Н. Ким, Т.М. Сафронова. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 166 с.
4. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Л.В. Донченко. – М.: ДеЛи, 2000. – 256 с.
5. Хитин и хитозан: Получение, свойства и применение / Под ред. К. Г. Скрябина, Г. А. Вихоревой, В. П. Варламова. – М.: Наука, 2002 – 368 с.
6. Берегова И.В. Пектины и каррагинаны в молочных продуктах нового поколения / И.В. Берегова // Молочная промышленность. – 2006. – №1. – С.44-46.
7. Мезенова О.Я. Моделирование и оптимизация технологических процессов производства продуктов питания путем математического планирования эксперимента / О.Я. Мезенова. –Калининград: КГТУ, 2008.-45 с.

