Цыганов Максим Степанович. Разработка технологии и формирование потребительских свойств обезжиренных кисломолочных напитков;[Место защиты: ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»], 2023

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

На правах рукописи

Цыганов Максим Степанович

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМИРОВАНИЕ

ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ОБЕЗЖИРЕННЫХ

КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

Специальность 4.3.3 - Пищевые системы

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: кандидат биологических наук, доцент Никитина Елена Владимировна

Казань - 2023

Оглавление

Введение 5

1 Обзор литературы 12

1.1 Молоко и кисломолочные напитки 13

1.2 Необходимость производства обезжиренных кисломолочных напитков 18

1.3 Систематизация факторов, снижающих качество обезжиренных

кисломолочных продуктов 20

1.3.1 Имитаторы жира в обезжиренных кисломолочных напитках.

Полисахариды 21

1.3.2 Дополнительное улучшение текстуры обезжиренного кисломолочного напитка заквасочной культурой.

Экзополисахариды 25

1.4 Крахмал как имитатор жира в обезжиренных кисломолочных напитках 26

1.4.1 Структура нативных крахмалов 27

1.4.2 Физико-химические свойства крахмалов 27

1.4.3 Маниока и тапиоковый крахмал 29

1.4.4 Методы модификации крахмала 31

1.4.5 Ферменты и ферментная модификация 33

1.5 Применение крахмалов в молочной промышленности 35

Заключение по обзору литературы 37

2 Материалы и методы исследования 39

2.1 Организация эксперимента 39

2.2 Объекты и материалы исследований 39

2.3 Методики модификации крахмала и получения кисломолочных напитков 41

2.3.1 Модификация крахмала 41

2.3.2 Получение кисломолочных напитков 42

2.4 Методы исследований 43

2.4.1 Методы анализа свойств крахмала 43

2.4.2 Методы анализа кисломолочного напитка 44

2.5 Доклинические исследования кисломолочного напитка 51

2.6 Статистический анализ 52

3 Мониторинг обезжиренных кисломолочных продуктов и предпочтений

покупателей в г. Казани в 2021-2022 гг 53

3.1 Социальный опрос - анкетирование 53

3.2 Оценка качества обезжиренных кисломолочных продуктов в розничных

магазинах г. Казани в 2021-2022 гг 56

4 Исследование ферментно модифицированных крахмалов в качестве

имитатора жира в технологии обезжиренных кисломолочных продуктов 63

4.1 Исследование свойств ферментно модифицированного крахмала тапиоки 63

4.1.1 Физико-химические и технологические свойства 65

4.1.2 Микроструктурные свойства 67

4.2 Получение и анализ свойств обезжиренных кисломолочных напитков

с добавлением ферментно модифицированного крахмала тапиоки 71

4.2.1 Физико-химические свойства 73

4.2.2 Структурно-механические свойства 76

4.2.3 Органолептические свойства и цвет 78

4.2.4 Антиоксидантные свойства 80

4.2.5 Микроструктурный анализ 81

4.2.6 Анализ главных компонент 85

5 Совершенствование технологии обезжиренных кисломолочных напитков

и введение тапиокового крахмала, предварительно обработанного препаратом Альфалад БН® непосредственно в молоке 88

5.1 Разработка модели-схемы технологии производства 88

5.2 Моделирование и разработка аппаратурной схемы технологии

производства 90

5.2.1 Математическое моделирование и планирование эксперимента 90

5.2.2 Разработка аппаратурной схемы технологии производства 94

5.3 Анализ свойств кисломолочных напитков, полученных

по усовершенствованной технологии 96

5.3.1 Физико-химические свойства 96

5.3.2 Структурно-механические свойства 99

5.3.3 Органолептические свойства и цвет 105

5.3.4 Микробиологический анализ 107

5.3.5 Антиоксидантные свойства 109

5.3.6 Микроструктурный анализ 114

5.4 Доклинические исследования in vivo на самцах крыс линии Wistar 117

5.4.1 Функциональные показатели крыс 118

5.4.2 Биохимические показатели крови крыс 119

5.4.3 Гематология сыворотки крови крыс 122

5.4.4 Анализ окисленности липидов печени крыс 123

5.4.5 Анализ главных компонент показателей крыс 125

5.5 Расчет экономической эффективности 127

Заключение 129

Список сокращений и условных обозначений 131

Список литературы 132

Приложение А Акты выработки продукции 162

Приложение Б Анкета-опросник для мониторинга предпочтений

респондентов 164

Приложение В Значения отклика для двухфакторного эксперимента 166

Приложение Г Дополнительные графики значений отклика системы АПТ

продукта по математической модели 168

**Заключение**

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Выявлено, что обезжиренные и маложирные кисломолочные продукты предпочитают 20 % респондентов, но только 10 % опираются на жирность как фак­тор покупки. Вкус является основным фактором покупки, именно вкусом обезжи­ренных КМП не удовлетворены 35,6 % опрошенных, 36 % - консистенцией и цве­том. Установлено желание потребителей приобрести обезжиренный кисломолоч­ный продукт (66,1 % опрошенных) при условии сохранения органолептических свойств, при этом 47 % респондентов приобрели бы продукт с загустителем.
2. Анализ качества обезжиренных КМП торговых сетей г. Казани показал их соответствие НТД (ГОСТ 31454-2012, ГОСТ 33491-2015, ГОСТ 31981-2013) по хи­мическим показателям: титруемая кислотность 85-135 °Т, белок < 2,8 %; однако 45 % образцов по органолептическим показателям получили оценку «удовлетвори­тельно», замечания дегустаторов касались отделения сыворотки (синерезис более 5 % у 55 % образцов), жидкой консистенции, короткого послевкусия, плоского не­насыщенного, водянистого вкуса.
3. Ферментная модификации крахмала препаратами Амилосубтилин® (АТ) и Альфалад БН® (ВТ) при варьировании концентрации привела к увеличению влаго­связывающей способности в 1,2-2,1 раза и растворимости в 2-10 раз, к снижению коэффициента вязкости в 1,8-5,8 раза по сравнению к нативным. Различалась мик­роструктура АТ- и ВТ-крахмалов: обработка Амилосубтилином привела к увели­чению доли гранул с разрыхленной поверхностью и мелких гранул, обработка Аль- фаладом БН - к преобладанию осколков гранул и частиц с неправильной формой.
4. Установлено, что применение в рецептуре ОКМН с симбиотической за­кваской тапиоковых крахмалов АТ и ВТ в качестве имитатора жира приводит к улучшению показателей качества. Образцы АТ-0,5, АТ-1, ВТ-0,5, ВТ-1 имели насыщенный вкус, длительное послевкусие, густую консистенцию. Применение крахмалов увеличивает концентрацию сухих веществ, плотность, приводит к пере-

распределению белковых фракций молочных белков в сторону увеличения сыво­роточных. Внесение ФМК позволяет снизить синерезис ОКМНсСЗ на 4-17 %, уве­личить вязкость на 500-1000 мПа/с по сравнению с контролем, причем данные эф­фекты более выражены у образцов с ВТ-крахмалами. По результатам комплексного анализа ОКМНсСЗ обосновано использование фермента Альфалад БН® для даль­нейшей работы. Оптимальные условия обработки тапиокового крахмала Альфала- дом БН® (время 30 мин, активность 0,22 U/г крахмала) позволяют получить опти­мальные текстурные и структурные свойства ОКМНсСЗ, что установлено с мате­матическим моделированием и двухфакторным экспериментом.

1. В технологию производства кисломолочного напитка внесена дополни­тельная стадия добавления тапиокового крахмала, предварительно обработанного препаратом Альфалад БН® в молоке. По усовершенствованной технологии произ­веден продукт «ЛактоСилк», органолептическая оценка которого на 1,5 балла выше, чем у контроля. У «ЛактоСилк» выявлено увеличение доли белков в сыво­ротке, количества сухих, минеральных веществ, плотности, интенсифицируется синтез ЭПС на 18-22 мг глюкозы/мл, снижается синерезис на 5 %, повышается вяз­кость на 500 мПа/с. Улучшения органолептических, структурных свойств обуслов­лены изменением микроструктуры, внедрением ФМК в белковый матрикс.
2. В доклинических исследованиях выявлено положительное влияние ОКМНсСЗ «ЛактоСилк» на липидный обмен крыс: в группе, получавшей Лакто­Силк, по сравнению с контролем количество липидов было ниже на 67 мг/дл; холе­стерина - на 33 мг/дл; возрос индекс ЛПВП/ЛПНП на 0,1 ед., в тканях печени сни­жались перекисное число на 0,165 Мэкв/кг и малоновый диальдегид на 1 мгМА/кг.
3. Выполнен расчет экономической эффективности усовершенствованной технологии. Установлено, что себестоимость разработанного напитка составляет 30 991 р. за тонну, что на 8 % ниже, чем для напитка с коммерчески модифициро­ванным крахмалом.