

УДК 637.146.34

Влияние состава комбинированной молочной основы на формирование структуры и качественные показатели йогурта

А. В. БОБРОВА¹, канд. техн. наук Н. Г. ОСТРЕЦОВА²¹anna.chekaleva@mail.ru, ²lugovaya22@mail.ru

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина

Проведено исследование по разработке технологии получения кисломолочного продукта на основе концентратов вторичного молочного сырья. Исследованы нанопермембранные концентраты пахты и концентраты сыворотки с массовой долей сухих веществ от 10 до 20%. Хорошие органолептические показатели и высокое содержание белка (до 9,3% в концентрате пахты и до 3% в концентрате сыворотки) позволили выбрать для дальнейших исследований концентраты с массовой долей сухих веществ 20%. На их основе составлены образцы комбинированной молочной основы с различным соотношением концентрата пахты к концентрату сыворотки (25:75; 50:50; 75:25), изучен процесс сквашивания полученных образцов термофильной йогуртовой культурой серии YoFlex®. Исследованы структурно-механические характеристики полученных сгустков и их влагоудерживающая способность. Проведена статистическая обработка полученных данных. Полный факторный эксперимент показал, что в выбранном диапазоне значений факторов, на эффективную вязкость, влагоудерживающую способность и консистенцию продукта значительное влияние оказала массовая доля концентрата пахты (коэффициенты корреляции равны 0,95; 0,93 и 0,94 соответственно), а зависимости от дозы закваски выражены слабо. Анализ поверхностей отклика и их сечений показал, что рациональными значениями массовой доли концентрата пахты являются (50 и 75%), дозы закваски — 3 и 5%.

Ключевые слова: нанопермембрана, концентрат, пахта, сыворотка, кисломолочный продукт.

Информация о статье

Поступила в редакцию 18.12.2017, принята к печати 02.03.2018

DOI: 10.17586/1606-4313-2018-17-1-33-40

Язык статьи — русский

Ссылка для цитирования

Боброва А. В., Острецова Н. Г. Влияние состава комбинированной молочной основы на формирование структуры и качественные показатели йогурта // Вестник Международной академии холода. 2018. № 1. С. 33–40.

The effect of combined dairy basis on the formation of structure and quality indicators of yogurt

A. V. BOBROVA¹, Ph. D. N. G. OSTRETSOVA²¹anna.chekaleva@mail.ru, ²lugovaya22@mail.ru

Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin

The article deals with the technology of a fermented milk product on the basis of secondary raw milk concentrates. Nanofiltration buttermilk concentrates and whey concentrates with mass fraction of dry substances from 10 to 20% were investigated. Good organoleptic properties and high protein content (up to 9.3% in buttermilk concentrate and up to 3% in whey concentrate) allowed to choose the concentrate with 20% mass fraction of dry substances for further studies. On its basis the samples of combined dairy basis with different ratios of concentrate buttermilk to whey concentrate (25:75; 50:50; 75:25) were made, and the process of fermentation of YoFlex® thermophilic yogurt culture samples was analyzed. The structural and mechanical characteristics of obtained clusters and their water-holding capacity are investigated. Full factorial experiment proved that, in the selected range of factor values, effective viscosity, water-holding capacity, and consistency of the product were strongly influenced by mass fraction of buttermilk concentrate (correlation coefficients are 0.95; 0.93 and 0.94, respectively), and they did not depend on the dosage of starter culture greatly. The analysis of response surfaces and their cross-sections showed that rational values of the mass fraction of buttermilk concentrate are 50 and 75%, the dosage of starter culture — 3 and 5%.

Keywords: nanofiltration, concentrate, buttermilk, whey, fermented milk product.

Article info:

Received 18/12/2017, accepted 02/03/2018

DOI: 10.17586/1606-4313-2018-17-1-33-40

Article in Russian

For citation:

Bobrova A. V., Ostretsova N. G. The effect of combined dairy basis on the formation of structure and quality indicators of yogurt. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2018. No 1. p. 33–40.

Введение

Задача обеспечения рынка натуральными и органическими продуктами питания приобретает все большую актуальность в странах мирового сообщества. Увеличивается количество потребителей, которые обращают свое внимание на натуральный состав продуктов питания, как альтернативу различного рода химическим добавкам, широко применяемым на крупных пищевых производствах [1].

Концепция государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г. предполагает увеличение доли производства обогащенных молочных продуктов массового потребления и продуктов со сниженным содержанием жира.

Ожидаемыми результатами стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 г. являются вовлечение в хозяйственный оборот вторичных ресурсов, получаемых при производстве молочных продуктов и расширение ассортимента выпускаемой продукции за счет внедрения современных технологий, повышающих пищевую и биологическую ценность продукта.

Разработка новых продуктов питания позволит решить не только проблему ресурсосбережения натурального молочного сырья за счет переработки вторичных молочных ресурсов, но и сыграет свою роль в решении социальной задачи — увеличении производства продуктов с низким содержанием жира, снижении дефицита белка в питании населения России [2].

Белки являются натуральными веществами, которые необходимы для обеспечения всех жизненных процессов в организме в связи с разнообразием выполняемых функций. Коллоидное состояние белков определяет их легкую доступность и перевариваемость протеолитическими ферментами.

Молоко и молочные продукты имеют высокую питательную ценность в значительной мере благодаря казеину. Казеин — богатый источник доступного кальция и фосфора [1].

В настоящее время в молочной промышленности наблюдается растущий интерес к использованию сыровоточного белка. Сыровоточные белки содержат оптимальный набор жизненно необходимых аминокислот и, с точки зрения физиологии питания, приближаются к аминокислотной шкале «идеального белка», в котором соотношение аминокислот соответствует потребностям организма, а по содержанию незаменимых аминокислот с разветвленной цепью (валина, лейцина и изолейцина) превосходит все остальные белки животного и растительного происхождения [3, 4]. Сыровоточные белки стимулируют иммунную систему, повышают уровень инсулиноподобного фактора роста, понижают содержание холестерина сильнее, чем казеин и со-

евый белок. Использование концентрата сыворотки для обогащения молочной основы из концентрата пахты является физиологически обоснованным и приоритетным направлением.

Проблема избыточного потребления животного жира может быть частично решена за счет снижения калорийности молочных продуктов. При этом все остальные компоненты — белок, витамины, минеральные вещества и микроэлементы — должны быть сохранены [1].

Цель исследования

Целью настоящей работы является изучение процесса ферментации комбинированной молочной основы, содержащей концентрат пахты и концентрат сыворотки с массовой долей сухих веществ (20%), полученных методом нанофильтрации. Данное исследование направлено на повышение пищевой и биологической ценности, органолептических показателей готового кисломолочного продукта и снижения его калорийности.

Материалы и методы

1. Исследование концентратов пахты и концентратов сыворотки, полученных нанофильтрацией

При выполнении экспериментальных исследований применяли комплекс общепринятых физико-химических, реологических и математических методов.

На первом этапе было проведено исследование концентратов пахты и концентратов сыворотки, полученных нанофильтрацией с массовой долей сухих веществ от 10 до 20%. При концентрировании пахты в 2,5–2,65 раза были получены концентраты с массовой долей белка до $(9,3 \pm 0,3)$ % с хорошими органолептическими показателями, которые целесообразно использовать для производства кисломолочных продуктов с повышенной биологической ценностью. В концентрате сыворотки с массовой долей сухих веществ 20% содержание сыровоточных белков увеличивается до 3%, за счет частичной деминерализации при нанофильтрации концентрат имеет приятный вкус. Поэтому для дальнейших исследований выбраны концентраты пахты и сыворотки с массовой долей сухих веществ 20%.

2. Изучение состава и свойств комбинированных смесей с различным соотношением концентрата пахты и сыворотки в своем составе

В рамках проводимых испытаний исследовались три вида комбинированной молочной основы с соотношени-

Таблица 1

Балльная система оценки консистенции и внешнего вида кисломолочного продукта

Table 1

Scoring system for the consistency and appearance of fermented milk product

Характеристика органолептических показателей	Балл
Однородная, гладкая, глянцевая поверхность продукта, в меру вязкая, плотная структура, без отделения сыворотки	5
Однородная, гладкая поверхность, вязкая консистенция, незначительное отделение сыворотки	4
Излишне плотная или жидкая, мучнистая или слегка крупитчатая	3
Неоднородная, хлопьевидная, выраженная мучнистая консистенция с заметным отделением сыворотки	2
Неоднородная, рыхлая консистенция со значительным отделением сыворотки, наблюдается расслоение	1

ем концентрата пахты к концентрату сыворотки: 25:75; 50:50; 75:25. Рассчитанный комплекс показателей, характеризующих сбалансированность аминокислотного состава (коэффициент утилитарности, показатель избыточности, показатель сопоставимой избыточности, усвояемость незаменимых аминокислот) свидетельствует о высокой биологической ценности всех образцов. Для выбора молочной основы были проведены исследования по изучению развития микрофлоры закваски в образцах.

Для заквашивания исследуемых образцов применяли термофильную йогуртовую культуру серии YoFlex®, состоящей из комбинации термофильных штаммов *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* в количестве 1%, 3% и 5% от массы смеси.

На следующем этапе при разработке нового кисломолочного продукта изучали влияние состава комбинированной молочной основы и дозы закваски на формирование влагоудерживающей способности, структурно-механических и органолептических свойств продукта.

Влагоудерживающую способность сгустков определяли по объему выделившейся сыворотки, при центрифугировании сгустка в течение 10 мин с частотой 3000 об/мин при 20 °С. Для этого центрифужные пробирки с 10 см³ продукта, помещали в центрифугу марки MPW-340 и центрифугировали при заданных параметрах. Затем в пробирках измеряли объем выделившейся сыворотки и рассчитывали процент выделившейся сыворотки от общего объема сгустка. Увеличение количества белка, приводит к снижению способности к синерезису. Качественная оценка этого явления связана с уменьшением среднего линейного размера ячеек пространственного белкового каркаса сгустка при увеличении концентрации белков в смеси [1].

Показатель консистенции продукта очень важен при управлении качеством биотехнологической продукции, представляющий собой совокупность реологических свойств вязкой жидкости и определяющий потребительскую ценность готового продукта [5]. Балльная система оценки консистенции и внешнего вида кисломолочного продукта представлена в табл. 1.

Структурно-механические свойства определяли на приборе «Реотест 2.1» методом ротационной вискозиметрии [6].

Статистическая обработка результатов исследования

На основании предварительных исследований были выбраны значения верхнего и нижнего уровней факторов

в натуральном и кодированном выражении и составлен план полного факторного эксперимента (ПФЭ) (табл. 2).

Таблица 2

Значения уровней и интервалов варьирования

Table 2

The values of levels and variability intervals

Наименование фактора	Значения уровней			Интервал варьирования
	+1	0	−1	
Массовая доля концентрата пахты, %	75	50	25	25
Массовая доля закваски, %	5	3	1	2

В качестве отклика были выбраны:

y_1 — вязкость продукта, Па·с;

y_2 — процент выделившейся сыворотки при центрифугировании, %;

y_3 — консистенция и внешний вид, балл.

Рабочая матрица и результаты проведенного эксперимента по измерению вязкости, влагоудерживающей способности, консистенции представлены в табл. 3.

Дисперсионный анализ экспериментальных данных с целью получения математической модели проведен в программе STATISTICA 6.0 [7]. Получены уравнения регрессии, показывающие влияние массовой доли концентрата пахты, дозы закваски на эффективную вязкость, влагоудерживающую способность и консистенцию продукта, рассчитаны коэффициенты корреляции (R) и коэффициенты детерминации (R²) (табл. 4).

Проведена оценка значимости коэффициентов в уравнениях регрессии и адекватности модели.

Как видно из полученных линейных уравнений регрессии и рассчитанных коэффициентов корреляции, представленных в табл. 4, в выбранном диапазоне значений факторов на эффективную вязкость, влагоудерживающую способность и консистенцию продукта значительное влияние оказала массовая доля концентрата пахты (коэффициенты корреляции равны 0,95; 0,93 и 0,94 соответственно). Линейные коэффициенты в уравнениях регрессии характеризуют влияние исследуемого фактора на процесс эксперимента [8, 9]. Например, коэффициент 0,76 в уравнении (1.3) обозначает, что увеличение массовой доли концентрата пахты, полученного нанофильтрацией, от центра эксперимента на 1 интервал варьирования вызывает увеличение выхода процесса на 0,76 ед.

Таблица 3

Рабочая матрица планирования и результаты эксперимента

Table 3

Operational planning matrix and experimental results

№ опыта	Входные параметры в кодированном выражении		Входные параметры в физическом выражении		Выходные параметры		
	x_1	x_2	x_1	x_2	y_1	y_2	y_3
1	—	—	25	1	0,29	50,00	2,7
2	—	+	25	5	0,59	41,90	3,0
3	+	—	75	1	4,16	7,89	4,3
4	+	+	75	5	4,75	6,97	5,0
5	—	0	25	3	0,41	45	3,0
6	0	—	50	1	0,89	16,32	3,7
7	+	0	75	3	4,15	7,50	4,7
8	0	+	50	5	2,49	12,76	4,3
9	0	0	50	3	2,38	13,95	4,0

Таблица 4

Математическая обработка результатов эксперимента при уровне значимости 0,05

Table 4

Processing of the experimental results at 0.05 significance level

Выходной параметр, y	Уравнение регрессии	Коэффициент детерминации R^2	Линейный коэффициент корреляции, R	Вероятность ошибки, $p <$
Зависимость эффективной вязкости от массовой доли концентрата пахты	$y_1 = 1,69 - 0,08x_1$ (1.1)	0,91	0,95	0,00007
Зависимость эффективной вязкости от дозы закваски	$y_1 = 1,61 + 0,20x_2$ (1.2)	0,04	0,20	0,6110
Зависимость влагоудерживающей способности от массовой доли концентрата пахты	$y_2 = 60,66 + 0,76x_1$ (1.3)	0,87	0,93	0,0003
Зависимость влагоудерживающей способности от дозы закваски	$y_2 = 25,62 - 1,05x_2$ (1.4)	0,01	0,10	0,7936
Зависимость консистенции от массовой доли концентрата пахты	$y_3 = 2,09 - 0,04x_1$ (1.5)	0,89	0,94	0,0001
Зависимость консистенции от дозы закваски	$y_3 = 3,46 + 0,13x_2$ (1.6)	0,08	0,28	0,4577

На рис. 1 представлены диаграммы рассеяния, на которых показан анализ связи между зависимой и независимой переменными и линии регрессии.

Установлена значимая прямая зависимость между эффективной вязкостью и массовой долей концентрата пахты (рис. 1, а), между консистенцией продукта и массовой долей концентрата (1, д), и обратная зависимость между процентом выделившейся сыворотки и массовой долей концентрата пахты (1, в).

Зависимости значений вязкости, влагоудерживающей способности и консистенции от дозы закваски выражены слабо.

Регрессионный и дисперсионный анализ позволяет провести совместную оценку нескольких факторов, влияющих на процесс (табл. 5).

Полученные уравнения регрессии можно использовать для описания связи между входными и выходными параметрами. Коэффициент детерминации равный 0,94, согласно уравнению (1.7), свидетельствует о том, что 94% дисперсии зависимой переменной вязкости (y_1) объясняется вариацией независимых переменных массовой доли концентрата пахты (x_1) и массовой доли закваски (x_2).

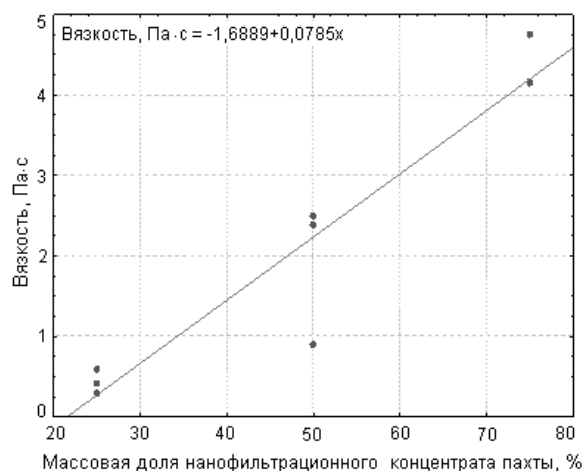
Коэффициенты модели при факторе массовой доли концентрата пахты, согласно уравнениям (1.7), (1.8), (1.9), статистически высоко значимы (их p -уровни статистической значимости равны 0,000047, 0,000638 и 0,00001, соответственно).

Коэффициенты модели при факторе массовой доли закваски в уравнениях (1.7), (1.8), (1.9) имеют p -уровни статистической значимости 0,071, 0,5029, 0,0065, соответственно. Зависимости вязкости и влагоудерживающей способности от массовой доли закваски имеют уровни значимости $p > 0,05$, это свидетельствует о том, что данные коэффициенты регрессии являются незначимыми и можно их исключить из уравнения. Поэтому приемлемой гипотеза об их равенстве нулю и уравнения регрессии примут следующий вид:

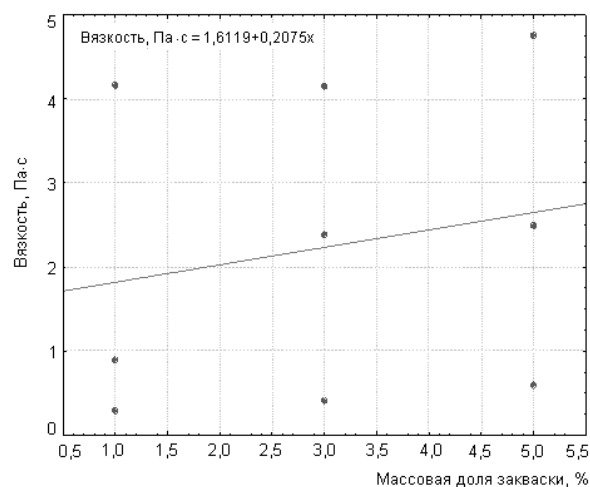
$$y_1 = -2,31 + 0,079x_1 \quad (1.10)$$

$$y_2 = 63,8 - 0,76x_1 \quad (1.11)$$

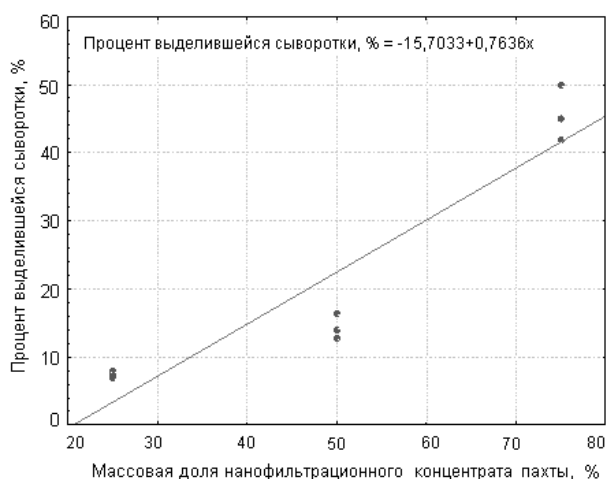
Поскольку единицы измерения для различных факторов не сопоставимы, то несопоставимы значения коэффициентов регрессии. Оценку параметров проводили для закодированных значений уровней факторов. Бета



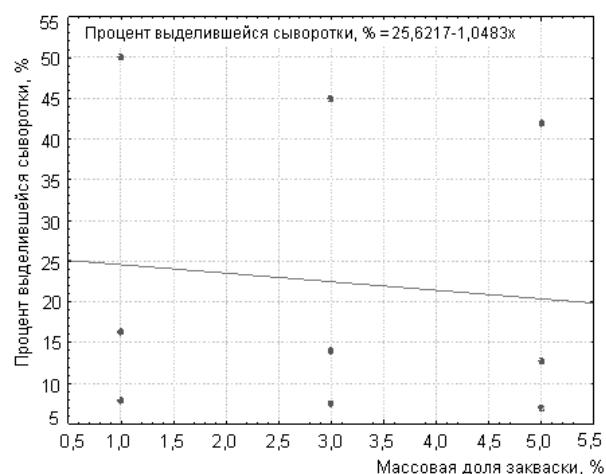
a



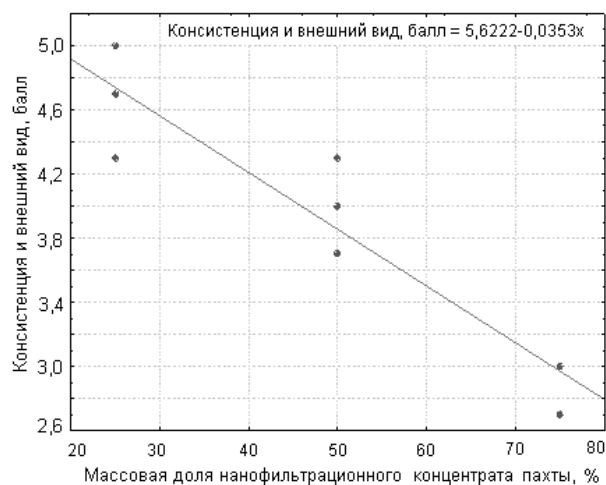
б



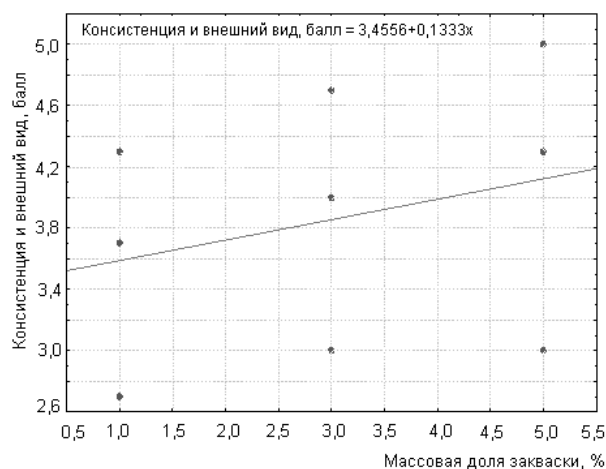
в



г



д



е

Рис. 1. Диаграммы рассеяния:

a — значения вязкости от массовой доли концентрата пахты; б — значения вязкости от дозы закваски; в — значения влагоудерживающей способности от массовой доли концентрата пахты; г — значения влагоудерживающей способности от дозы закваски; д — значения консистенции от массовой доли концентрата пахты; е — значения консистенции от дозы закваски

Fig. 1. Scatter diagrams:

a — the dependence of viscosity values on the whey concentrate mass fraction; б — the dependence of viscosity values on the dosage of starter culture; в — the dependence of water-holding capacity values on the whey concentrate mass fraction; г — the dependence of water-holding capacity values on the dosage of starter culture; д — the dependence of consistency values on the whey concentrate mass fraction; е — the dependence of consistency values on the dosage of starter culture

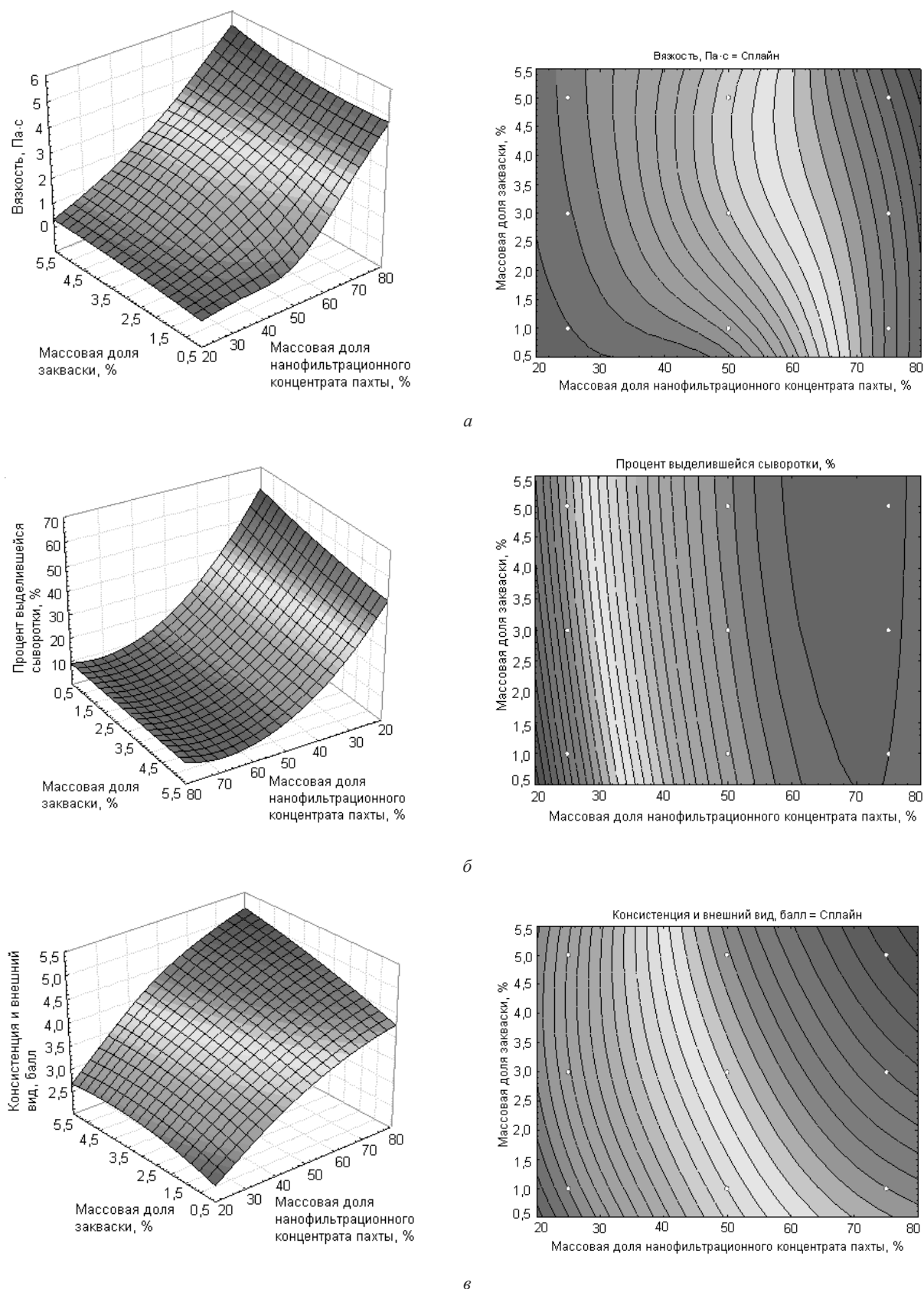


Рис. 2. Диаграмма поверхности отклика и изолинии сечений:

а — зависимости вязкости от массовой доли концентрата пахты и дозы закваски; б — зависимости влагоудерживающей способности от массовой доли концентрата пахты и дозы закваски; в — зависимости консистенции от массовой доли концентрата пахты и дозы закваски

Fig. 2. The diagram of the response surface and cross-section isolines:

а — the dependence of viscosity on the whey concentrate mass fraction and the dosage of starter culture; б — the dependence of water-holding capacity on the whey concentrate mass fraction and the dosage of starter culture; в — the dependence of consistency on the whey concentrate mass fraction and the dosage of starter culture

Таблица 5

Результаты регрессионного анализа

Table 5

Regression analysis results

Выходной параметр, y	Уравнение регрессии	Уровень значимости фактора p -уровень		Коэффициент детерминации, r^2	Коэффициент корреляции, r	Критерий Фишера, F	Критерий Стьюдента, t		Beta-коэффициент (степень влияния фактора)	
		x_1	x_2				x_1	x_2	x_1	x_2
Вязкость	$y_1 = 2,31 + 0,079x_1 + 0,21x_2$ (1.7)	0,000047	0,071	0,94	0,97	56,06	10,36	2,19	0,95	0,20
Влагоудерживающая способность, %	$y_2 = 63,8 - 0,76x_1 - 1,048x_2$ (1.8)	0,000638	0,5029	0,87	0,93	21,29	-6,49	-0,7	-0,93	-0,10
Консистенция и внешний вид, балл	$y_3 = 1,69 + 0,035x_1 + 0,13x_2$ (1.9)	0,00001	0,0065	0,97	0,98	99,58	13,5	4,07	0,94	0,28

коэффициент — стандартизованный коэффициент регрессии отражает удельный вклад каждой из независимых переменных x_1 и x_2 в вариацию зависимой переменной (y_1, y_2, y_3).

Значения стандартизованных коэффициентов регрессии или Бета-коэффициентов показывают, что вклад в линейное уравнение независимой переменной x_1 наибольший по сравнению с вкладом второго фактора x_2 . [9, 10, 11].

Модель визуализирована в виде диаграмм поверхности отклика и контурных вычерчиваний, представленных на рис. 2.

Выводы

Анализ поверхностей отклика показал, что в случае использования йогуртной закваски для производства кисломолочного продукта на комбинированной молочной основе, эффективная вязкость сгустка в большей степени зависит от массовой доли концентрата пахты в смеси. По-видимому, это связано не только с концентрированием сухих веществ, но и агрегированием, в первую очередь белков пахты, а также образованием внутренних структур [12]. В основном на формирование структуры молочного продукта оказывает влияние казеин, денатурирующий вплоть до коагуляции при нарастании кислотности. При больших концентрациях и высоких значениях pH казеин образует прочные структуры.

Сывороточный протеин, отвечает за желирующие и поверхностно-активные свойства сывороточных белковых ингредиентов [13].

Анализ поверхностей отклика и их сечений показал, что рациональными значениями массовой доли концентрата пахты являются (50 и 75 %), обеспечивающими получение продукта с вязкостью 3÷5 Па·с, с хорошей влагоудерживающей способностью и консистенцией, которая характеризуется однородной, гладкой, глянцевой поверхностью продукта, без отделения сыворотки и, в меру вязкой, плотной структурой.

При сопоставлении данных выходных параметров вязкость/влагоудерживающая способность/консистенция были выбраны дозы закваски 3 и 5 %, т. к. они позволяют получить продукт с высокой вязкостью, хорошей влагоудерживающей способностью и низкой калорийностью.

Таким образом, комбинированную основу с массовой долей концентрата пахты 75 % и концентрата сыворотки 25 % при внесении дозы закваски 5 % предпочтительно использовать для производства соусов и кремов. Получаемые продукты при низкой жирности имеют сливочный вкус и густую консистенцию без использования стабилизаторов и улучшителей текстуры.

Комбинированная основа с массовой долей концентрата пахты и концентрата сыворотки 50 % с дозой закваски 3 % рекомендована к использованию при производстве натуральных питьевых йогуртов и йогуртов с фруктово-ягодными наполнителями.

Технология проектируемого кисломолочного продукта на основе концентратов вторичного молочного сырья может быть рекомендована к внедрению в пищевое производство, что позволит расширить ассортимент предлагаемых на отечественном рынке продуктов с высокой биологической ценностью для здорового питания в современных условиях жизни и деятельности человека.

Литература

References

1. Банникова, А. В. Инновационный подход к созданию обогащенных молочных продуктов с повышенным содержанием белка / А. В. Банникова, И. А. Евдокимов. — М.: ДеЛи плюс, 2015. 136 с.
2. Свириденко, Ю. Я. Пастообразный продукт из белков молочной сыворотки / Ю. Я. Свириденко, И. Н. Делицкая, О. Е. Корегина // От истоков к современности. Сборник
1. Bannikova, A. V. Innovative approach to create enriched milk products with increased protein content / A. V. Bannikova, I. A. Evdokimov. Moscow, DeLi plus, 2015. 136 p. (in Russian)
2. Sviridenko, Yu. Ya. Pasty product of proteins whey / Yu. Ya. Sviridenko, I. N. Delitskaya, O. E. Koregina. From the origins to the present. Collected materials of the International

- материалов Международной недели сыроделия и маслоделия 15–21 июня 2014 г. — Углич, ВНИИМС, 2014. с. 198–201.
3. *Smithers, G. W.* Whey and whey proteins from «gutter-to-gold». // *International Dairy Journal*. 2008. Vol. 18. P. 695–704.
 4. *Wit, J. N.* Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. // *Journal of Dairy Science*, 1999. Vol. 81. P. 597–608.
 5. *Кузнецов, О. А.* Реология пищевых масс / О. А. Кузнецов, Е. В. Волошин, Р. Ф. Сагитов. — Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. 106 с.
 6. *Чекалева, А. В.* Исследование влияния состава комбинированной молочной основы на активность развития заквасочной микрофлоры / А. В. Чекалева, Н. Г. Острецова // *Молочнохозяйственный вестник*. 2014. № 1. С. 71–77.
 7. STATISTICA is a trademark of StartSoft, Copyright Stat Soft, Inc., 1984–2001.
 8. *Джонсон, Н.* Статистика и планирование эксперимента / Н. Джонсон, Ф. Лион // Пер. с англ. под ред. Лецкого Э. К., Марковой Е. В. — М.: Мир, 1981. 520 с.
 9. *Завадский, Ю. И.* Статистическая обработка эксперимента. Учеб. пособие. — М.: Высшая школа. 1986. 270 с.
 10. *Носкова, В. И.* Разработка технологии йогурта низколактозного маложирного: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Носкова Вера Ивановна. — Вологда-Молочное, 2006 183 с.
 11. *Мастыцкий, С. Э.* Использование программы STATISTICA при обработке данных биологических исследований. — Мн.: Институт рыбного хозяйства, 2009. 76 с.
 12. *Пачина, О. В.* Создание и исследование ультрафильтрационных полимерных мембран для выделения белка из творожной сыворотки / О. В. Пачина, В. М. Седелкин // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2011, № 9. с. 70–73.
 13. *Damodaran, S.* Food Chemistry (4th ed.) / S. Damodaran, K. L. Parkin & O. R. Fennema. — Boca Raton, FL: CRC Press. 2008. 810 p.
 - week of cheesemaking and butter making June 15–21, 2014 — Uglich, VNIIMS, 2014. p. 198–201. (in Russian)
 3. *Smithers, G. W.* Whey and whey proteins from «gutter-to-gold». *International Dairy Journal*. 2008. vol. 18. P. 695–704.
 4. *Wit, J. N.* Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *Journal of Dairy Science*, 1999. Vol. 81. P. 597–608.
 5. *Kuznetsov, O. A.* Rheology of food masses / O. A. Kuznetsov, E. V. Voloshin, R. F. Sagitov. Orenburg, GOU OSU, 2005. 106 p. (in Russian)
 6. *Chekaleva, A. V.* Investigation of effect of the combination milk basis to activity starter microflora / A. V. Chekaleva, N. G. Ostretsova // *Molochnokhosyaistvennyi Vestnik*. 2014. No 1. P. 71–77. (in Russian)
 7. STATISTICA is a trademark of StartSoft, Copyright Stat Soft, Inc., 1984–2001.
 8. *Johnson, N.* Statistics and design of experiments / N. Johnson, F. Lyon // TRANS. from English. Ed Leckage E. K., Markova E. V. Moscow, Mir, 1981. 520 p. (in Russian)
 9. *Zavadsky Yu. I.* Statistical processing of experiment. Textbook. Moscow, Vysshaya shkola, 1986. 270 p. (in Russian)
 10. *Noskova, V. I.* development of the technology of low-lactose low-fat yogurt: dis. kand. tech. Sciences: 05.18.04 / Noskova Vera Ivanovna. Vologda-Dairy, 2006. 183 p. (in Russian)
 11. *Mastitsky, S. E.* Guidelines on the use of the program STATISTICA in data processing for biological research. Minsk, Institut rybnogo khozyaistva. 2009. 76 P. (in Russian)
 12. *Pachina, O. V.* Development and study of polymer ultrafiltration membranes for isolating the protein from cottage cheese whey / O. V. Pachina, V. M. Sedelkin // *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*. 2011, No 9. p. 70–73. (in Russian)
 13. *Damodaran, S.* Food Chemistry (4th ed.) / S. Damodaran, K. L. Parkin & O. R. Fennema. — Boca Raton, FL: CRC Press. 2008. 810 p.

Сведения об авторах

Боброва Анна Владиславовна

зав. лабораторией производства и исследования молочных продуктов кафедры технологии молока и молочных продуктов Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н. В. Верещагина, 160555, Вологодская область, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2, anna.chekaleva@mail.ru

Острецова Надежда Геннадьевна

к.т. н., доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов Вологодской государственной молочнохозяйственной академии им. Н. В. Верещагина, 160555, Вологодская область, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2, lugovaya22@mail.ru

Information about authors

Bobrova Anna Vladislavovna

Head of the laboratory of production and research of dairy products, Department of Technology of milk and dairy products chair of Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin, Shmidt, 2, Vologda, Molochnoe, Russia, 160555, anna.chekaleva@mail.ru

Ostretsova Nadezhda Gennad'evna

Ph. D., associate Professor of Department of Technology of milk and dairy products chair of Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin, Shmidt, 2, Vologda, Molochnoe, Russia, 160555, lugovaya22@mail.ru