

# Оптимизация состава эмульсионных пастообразных продуктов

Канд. техн. наук **Е.Ю. АГАРКОВА**,  
канд. техн. наук **А.Г. КРУЧИНИН**,  
канд. техн. наук **К.А. РЯЗАНЦЕВА**  
ВНИИ молочной промышленности

Интерес к разработке продуктов диетической профилактической направленности, обогащенных биологическим действием, обусловлен повышением общей заболеваемости населения на фоне ухудшения экологической обстановки и снижением уровня питания [1]. В молочной отрасли ухудшению состояния окружающей среды в первую очередь способствует сброс сыворотки в сточные воды, при этом многие ее компоненты являются биологически ценными и могут быть использованы при получении различных функциональных ингредиентов. В первую очередь речь идет о молочных белках, содержание которых в сыворотке может колебаться от 0,4 до 1 % в зависимости от ее вида и способа производства продукта [2]. Для придания функциональности белкам молочной сыворотки можно применить ферментативный гидролиз, который имеет ряд преимуществ перед другими видами протеолиза. Он проходит при мягких условиях и практически не сопровождается повреждением аминокислот и снижением биологической ценности. Белковые гидролизаты, полученные при ферментативной конверсии молочных белков, помимо антиоксидантной, иммуномодулирующей, гипотензивной и других активностей, обладают также мно-

жеством важных функционально-технологических свойств, таких как эмульгирующая, пенообразующая и влагосвязывающая способность. Доказано, что наиболее выраженными функциональными свойствами характеризуются пептиды средней длины, молекулярной массой от 3 до 10 кДа [3, 4].

Для разработки высокоэффективных технологий получения продуктов диетической профилактической направленности с использованием молочных гидролизатов большое значение имеет изучение свойств полидисперсных систем с целью регулирования состава и качественных характеристик готового продукта. Это позволит предопределить их поведение на различных этапах технологического процесса, выявить закономерности формирования и разрушения структуры, что особенно важно при изучении свойств многокомпонентных эмульсионных систем [5].

Цель работы – определение композиционного состава с учетом максимально возможного внесения в эмульсионную систему функционального ингредиента – гидролизата молочного белка на основе изучения влагоудерживающей способности и вязкости исследуемых систем.

Экспериментальная часть работы проводилась на базе лаборатории технологии молочно-белковых концентратов, пищевых добавок и производства продуктов на их основе. Влагоудерживающую способность (ВУС) определяли по ГОСТ 7836–85, адаптированному к эмульсионным белковым молочным системам (ЭБС); вязкость –

на вискозиметре «Brookfield DV-II+»; молекулярно-массовое распределение – методом эксклюзионной хроматографии при длине волны 214 нм, используя проточный детектор.

Для оптимизации состава разрабатываемого эмульсионного продукта был проведен полнофакторный эксперимент с тремя переменными параметрами: массовая доля концентрированного гидролизата белков сыворотки – КГБС ( $X_1$ ), массовая доля стабилизационной системы – СС ( $X_2$ ) и массовая доля жирового компонента ( $X_3$ ). Каждый из параметров варьировали на трех уровнях (табл. 1). Полученные результаты многофакторных экспериментов были статистически обработаны с использованием блока DOE пакета программ Statistica 8.0 (StatSoft Inc., 2007, США).

Для определения композиционного состава эмульсионного продукта была выработана экспериментальная партия КГБС и охарактеризована по комплексу органолептических, микробиологических и физико-химических показателей, наиболее значимым из которых с точки зрения придания продукту функциональности является молекулярно-массовое распределение пептидов (рис. 1). Также в качестве контроля был проанализирован концентрат сывороточных белков, не подвергнутый ферментативной конверсии (КСБ).

Таблица 1

Уровни вариации независимых параметров при многофакторных экспериментах по оптимизации состава разрабатываемого эмульсионного продукта

Параметр	Переменная	Уровень варьирования		
		-1	0	1
Массовая доля КГБС, %	$X_1$	30	40	50
Массовая доля СС, %	$X_2$	1,4	1,9	2,4
Массовая доля жирового компонента, %	$X_3$	15	20	25

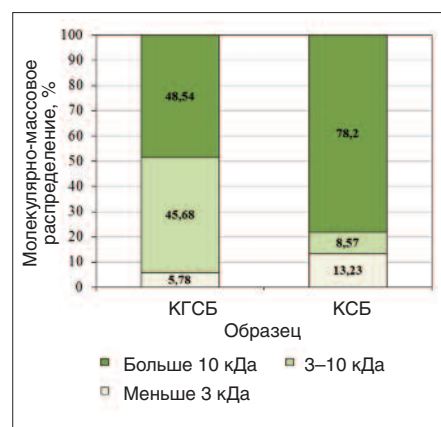


Рис. 1. Молекулярно-массовое распределение пептидов в полученном гидролизате

Содержание пептидов с молекулярной массой от 3 до 10 кДа в гидролизате составило 45,68 %, что в 5,4 раза выше, чем в концентрате. Следовательно, применение гидролизата в рецептуре разрабатываемого продукта будет способствовать повышению его функциональных свойств.

Основная задача оптимизации композиционного состава – получение стабильной, стойкой к разрушению структуры, поэтому в качестве выходных параметров при разработке эмульсионной системы использованы вязкость и ВУС как наиболее показательные характеристики. Основой разрабатываемой системы служил творог мягкий обезжиренный. Очевидно, что помимо стабилизационной системы, включающей в себя в данном случае крахмал кукурузный и пектин яблочный высокоэтерифицированный, на вышеуказанные характеристики будут влиять содержание гидролизата и жирового компонента (заменитель молочного жира) [6].

При оптимизации состава разрабатываемого эмульсионного продукта максимальные значения влагоудерживающей способности отмечены при максимальном количестве стабилизационной системы и минимальном количестве

жирового компонента. Однако структура получалась излишне плотная, продукт имел неудовлетворительные органолептические показатели.

Наиболее выраженное влияние на влагоудерживающую способность оказывают линейные факторы дозы внесения КГБС и СС, а также квадратичный фактор внесения КГБС. Линейный фактор дозы внесения стабилизационной системы обладает положительным эффектом на ВУС, в то время как линейный фактор дозы внесения КГБС оказывает отрицательное действие (табл. 2). Также статистически значимы ( $p < 0,05$ ) коэффициенты при членах, отражающих взаимодействие между факторами дозы внесения КГБС и СС; КГБС и жира.

Получено уравнение (1), описывающее зависимость ВУС от переменных факторов процесса оптимизации состава ЭБС:

$$Y = 70,5185 - 10,1667X_1 + 6,6944X_1^2 + 3,8333X_2 - 2,2500X_1X_2 - 1,2500X_1X_3 \quad (1)$$

Для достижения максимальной влагоудерживающей способности разрабатываемого эмульсионного продукта массовая доля КГБС должна составлять 36,8 %, стабилизационной системы – 2,4 %; жирового компонента – 25 % (рис. 2).

Таблица 2

Фактор	Эффект	Степень отклонения	t (17)	p	-95, %	+95, %
	70,5185	0,318161	221,6440	0,000000	69,8473	71,1898
(1) Доза КГБС (L)	-20,3333	0,779332	-26,0907	0,000000	-21,9776	-18,6891
Доза КГБС (Q)	13,3889	0,674922	19,8377	0,000000	11,9649	14,8128
(2) Доза СС (L)	7,6667	0,779332	9,8375	0,000000	6,0224	9,3109
Доза СС (Q)	-0,6111	0,674922	-0,9055	0,377879	-2,0351	0,8128
(3) Доза Ж(L)	-1,5556	0,779332	-1,9960	0,062209	-3,1998	0,0887
Доза Ж (Q)	-0,1111	0,674922	-0,1646	0,871178	-1,5351	1,3128
1L by 2L	-4,5000	0,954483	-4,7146	0,000200	-6,5138	-2,4862
1L by 3L	-2,5000	0,954483	-2,6192	0,017951	-4,5138	-0,4862
2L by 3L	-1,0000	0,954483	-1,0477	0,309451	-3,0138	1,0138

Таблица 3

Фактор	Эффект	Степень отклонения	t (17)	p	-95, %	+95, %
	63,8148	0,536248	119,0025	0,000000	62,6834	64,9462
(1) Доза КГБС (L)	-13,0000	1,313533	-9,8970	0,000000	-15,7713	-10,2287
Доза КГБС (Q)	12,6111	1,137553	11,0862	0,000000	10,2111	15,0111
(2) Доза СС (L)	8,2222	1,313533	6,2596	0,000009	5,4509	10,9935
Доза СС (Q)	0,1111	1,137553	0,0977	0,923332	-2,2889	2,5111
(3) Доза Ж(L)	-2,0000	1,313533	-1,5226	0,146240	-4,7713	0,7713
Доза Ж (Q)	-0,2222	1,137553	-0,1954	0,847434	-2,6222	2,1778
1L by 2L	-1,8333	1,608743	-1,1396	0,270254	-5,2275	1,5608
1L by 3L	-3,6667	1,608743	-2,2792	0,035842	-7,0608	-0,2725
2L by 3L	-0,3333	1,608743	-0,2072	0,838314	-3,7275	3,0608

Не все исследуемые переменные факторы значимо ( $p < 0,05$ ) влияют на вязкость гидролизованых молочных систем (табл. 3). Наиболее выраженное влияние на величину вязкости оказывают доза стабилизатора и гидролизата. Зависимость вязкости от дозы КГБС носит как линейный, так и квадратичный характер, в то время как зависимость вязкости от дозы СС – лишь линейный характер. Кроме того, наблюдается

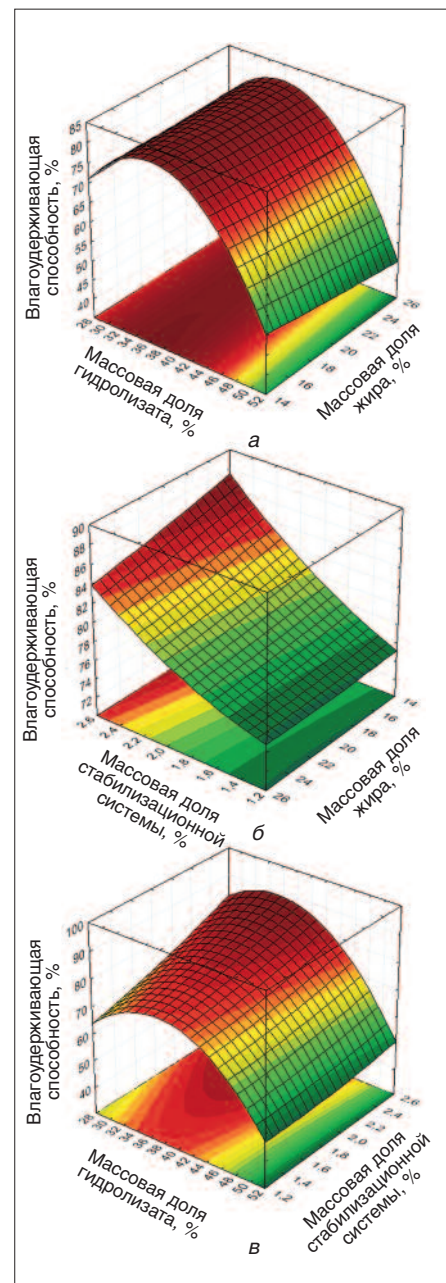


Рис. 2. Зависимость влагоудерживающей способности эмульсионной белковой системы от переменных параметров при среднем уровне третьего фактора: а – массовая доля гидролизата; б – массовая доля жира; в – массовая доля стабилизационной системы

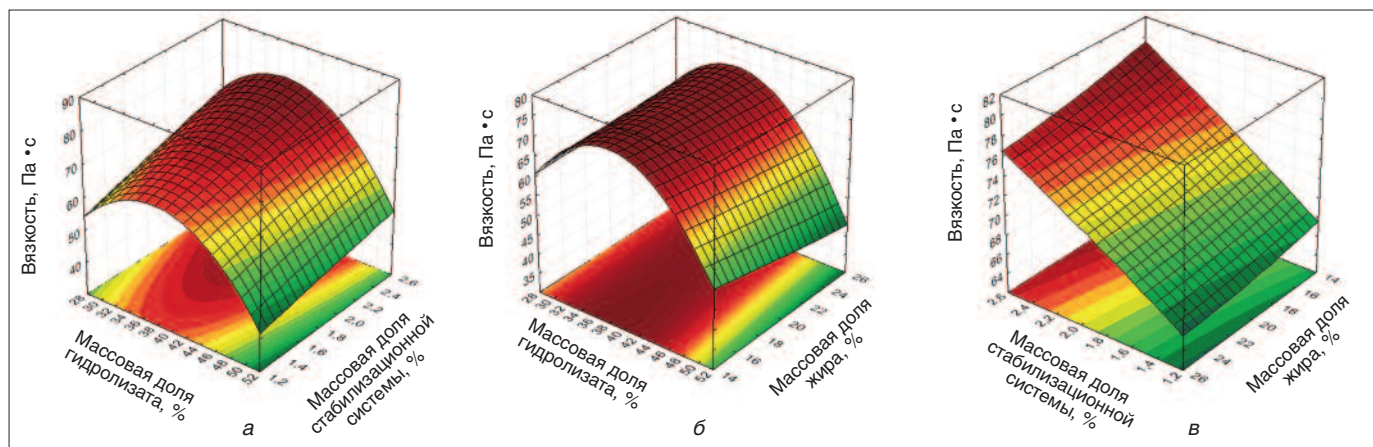


Рис. 3. Зависимость вязкости эмульсионной белковой системы от переменных параметров при среднем уровне третьего фактора: а – массовая доля гидролизата; б – массовая доля жира; в – массовая доля стабилизационной системы

синергизм между влиянием дозы жирового компонента и гидролизата.

Получено уравнение (2), описывающее зависимость вязкости ЭБС от переменных факторов состава эмульсионной композиции:

$$Y = 63,81481 - 6,50000X_1 + 6,30556X_1^2 + 4,11111X_2 - 1,83333X_1X_2 \quad (2)$$

Поверхности отклика величины вязкости от переменных параметров оптимизации состава представлены на рис. 3. Максимальная вязкость достигается при концентрации стабилизатора 2,4 %, гидролизата – 37,6 % и массовой доли жира – 15 %.

Внесение КГСБ сильно меняет поведение системы в целом. Об этом свидетельствует тот факт, что при минимальном количестве жирового

компонента вязкость максимальная. В то же время отмечено, что полученный гидролизат обладает хорошими влагоудерживающими и эмульгирующими свойствами. Оптимальный состав эмульсионной системы: КГСБ – 37,2 %, стабилизационная система – 2,4 %, жировой компонент – 17,5 %.



#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакуменко О.Е. Технология обогащенных продуктов питания для целевых групп. Научные основы и технология / О.Е.Бакуменко. – М.: Дели плюс, 2013. – 287 с.
2. Королёва О.В. Функциональные свойства кисломолочных продуктов с гидролизатами сывороточных белков / О.В.Королёва, Е.Ю.Агаркова, С.Г.Ботина и др. // Молочная промышленность. 2013. № 11. С. 7–10.

3. Ajonu R. Screening of whey protein isolate hydrolysates for their dual functionality: influence of pretreatment and enzyme specificity / R.Ajonu, G.Doran, P.Torley, S.Agbooda / Food Chem. 2013. Vol. 136. P. 1435–1443.

4. Elias R.J. Antioxidant activity of proteins and peptides / R.J.Elias, S.S.Kelleby, E.A.Decker // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2008. Vol. 48. P. 430–431.

5. Торкова А.А. Продукты быстрого приготовления на основе белковых гидролизатов животного происхождения / А.А.Торкова, И.В.Николаев, В.О.Попов, О.В.Королёва // Пищевая промышленность. 2012. № 7. С. 22–25.

6. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок в молочной промышленности / Л.А.Сарафанова. – СПб.: Изд-во «Профессия», 2010. – 224 с.



## Приглашаются руководители и специалисты предприятий отрасли на обучение по следующим программам:

- Повышение квалификации «Современные технологии и технологический контроль на молочных предприятиях» **24–26 октября**
- Повышение квалификации «Налогообложение юридических лиц: российская и международная практика» **29 октября – 4 ноября**

- Повышение квалификации «Бухгалтерский учет и налогообложение на предприятиях молочной промышленности» **21–25 ноября**
- Повышение квалификации «Современные технологии и технологический контроль на молочных предприятиях» **12–14 декабря**

- Повышение квалификации «Бухгалтерская отчетность за 2016 год» **12–16 декабря**

При успешном освоении программ по окончании обучения повышения квалификации (от 16 и от 72 ч) выдаются соответствующие удостоверения.

По окончании 250-часовой образовательной программы и после успешной защиты выпускной аттестационной работы слушатели получают диплом о профессиональной переподготовке.

Более подробная информация на сайте [www.grainfood.ru](http://www.grainfood.ru)