УДК 664.681.9

ВЛИЯНИЕ СВЕКЛОВИЧНЫХ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН И СТЕВИОЗИДА НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА ПРЯНИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Карачанская Т.А., Красина И.Б., Кожина А.С., Харченко Е.О.

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, e-mail: pku@kubstu.ru

В статье приведены данные исследования влияния свекловичных пищевых волокон и стевиозида на органолептические и физико-химические показатели качества пряничных изделий. Приведены данные по определению оптимальных дозировок стевиозида и свекловичных пищевых волокон. Отмечено положительное влияние стевиозида и свекловичных пищевых волокон на органолептические показатели качества пряничных изделий. На основании результатов дегустаций установлено, что для всех разработанных изделий характерна высокая оценка по показателям «сладкий», «сдобный» и «пряный». Во всех изделиях отсутствуют отрицательные признаки. По физико-химическим показателям отмечено, что опытные образцы пряников отличаются большим объемом, меньшей плотностью и большей намокаемостью. Для исследования взаимодействия различных факторов, определяющих органолептические и физико-химические показатели заварных пряничных изделий, применены математические методы планирования эксперимента. С использованием методов математического планирования эксперимента установлены оптимальные дозировки внесения свекловичных пищевых волокон и стевиозида к массе муки, обеспечивающие наиболее высокие показатели качества пряничных изделий.

Ключевые слова: свекловичные пищевые волокна, стевиозид, пряничные изделия, органолептические и физико-химические показатели

INFLUENCE BEET FIBER AND STEVIOSIDE ON CONSUMER PROPERTIES OF GINGERBREAD PRODUCTS

Karachanskaya T.A., Krasina I.B., Kozhina A.S., Kharchenko E.O.

The Kuban state technological university, Krasnodar, e-mail: pku@kubstu.ru

The article presents data from a study of influence of sugar beet dietary fiber and stevioside on the organoleptic and physico-chemical quality gingerbread products. The data to determine the optimal dosage of stevioside and beet fiber. The positive effect of stevioside and beet dietary fiber on the organoleptic quality of gingerbread products. Based on the results of tastings it found that for all the developed products are characterized by a high score in terms of “sweet”, “sdobny” and “spicy”. All products are no negative signs. On physical and chemical parameters noted that prototypes of different cakes high volume, lower density, and greater Namokaemost. To study the interaction of various factors that determine the organoleptic and physico-chemical parameters scalded gingerbread products, applied mathematical methods of planning the experiment. Using the methods of mathematical planning of the experiment are set, the optimum dosage of making beet fiber and stevioside to the mass of flour to ensure the highest quality indicators gingerbread products.

Keywords: beet fiber, stevioside, gingerbread products, the organoleptic and physico-chemical parameters

В последние годы российский рынок продуктов питания достаточно широко представлен мучными кондитерскими изделиями, которые пользуются высоким спросом у населения различных возрастных групп. Основным направлением развития перерабатывающей индустрии на современном этапе является обеспечение населения качественно новыми функциональными пищевыми продуктами [1]. Кондитерские изделия не относятся к продукции первой необходимости, однако они пользуются постоянно растущим спросом населения.

С учетом мировых тенденций развития пищевой промышленности с ориентацией на функциональные пищевые продукты следует констатировать, что кондитерские изделия нуждаются в существенной коррекции их химического состава в направлении увеличения содержания минеральных элементов и пищевых волокон при одновременном снижении энергетической ценности [3, 4]. Оценка применяемого сырья свидетельствует о необходимости научно обоснованного выбора рецептурных компонентов, обеспечивающих формирование дополнительных функциональных свойств продуктов и их обогащение пищевыми волокнами и минеральными веществами [5].

При исследовании влияния полной замены сахара-песка на стевиозид и свекловичные пищевые волокна необходимо было, прежде всего, определить, насколько адекватными по органолептическим показателям получаются разрабатываемые пряничные изделия аналогичным изделиям с сахарозой [2]. В связи с этим были определены изменения органолептических показателей качества пряничных изделий при внесении различных дозировок стевиозида и свекловичных пищевых волокон. Результаты этих исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Органолептические показатели качества пряников

Наименование показателя	«Северные» (контроль)	Дозировка стевиозида, %											
		0,10				0,12				0,14			
		Дозировка пищевых волокон, %											
		5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
Цвет	Кремовый	Золотистый											
Вкус	Свойственный пряникам легкий привкус пряностей	Менее сладкий						Сладкий					
		приятный привкус пряностей											
Запах	Нейтральный, не выраженный	Приятный запах пряностей											
Форма	Круглая, ровная поверхность с трещинками, характерная для пряников												
Структура	Хорошо разрыхленная												
Вид в изломе	Пропеченные, без следов непромеса												
	Средние поры	Мелкопористая											

Как видно из данных табл. 1, исключение из рецептуры опытных образцов сахара и замена их стевиозидом и свекловичными пищевыми волокнами не повлияло на структуру и форму готовых изделий. Внесение стевиозида и свекловичных пищевых волокон придало пряничным изделиям более выраженный вкус и аромат сухих духов, золотистый цвет; стабилизировало форму и поверхность за счет структурообразующей, водо-и жиросвязывающей способности свекловичных пищевых волокон.

Таким образом, можно отметить положительное влияние стевиозида и свекловичных пищевых волокон на органолептические показатели качества пряничных изделий.

С целью определения органолептических показателей, характеризующих потребительскую привлекательность продукта, к готовым пряничным изделиям был применён системный подход. Так как в опытных образцах пряничных изделий полностью заменяли сахар стевиозидом, необходимо было определить адекватность вкуса опытных образцов пряничных изделий аналогичным изделиям с сахаром, поэтому объектом исследования был признан вкус изделия. Для дегустации были приготовлены пряничные изделия с различным содержанием стевиозида, при этом свекловичные пищевые волокна вносили в количестве 10 % к массе муки.

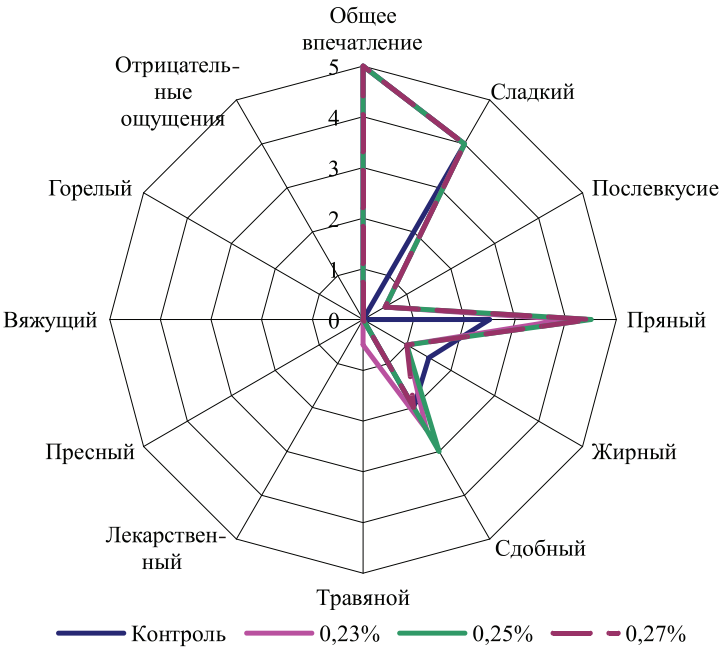

Рис. 1. Профилограмма вкуса пряников

На основании результатов дегустаций строили диаграммы вкуса изделий. При построении диаграмм придерживались следующего порядка: в верхней ее части располагали интегрированное положительное впечатление от оцениваемого продукта (общее впечатление), в нижней части – отрицательное (отрицательное ощущение); единичные признаки по мере значимости их вклада во вкус объекта откладывали справа (положительные) и слева (отрицательные) от линии «общее впечатление – отрицательные ощущения». Интенсивность признака характеризовали по пятибалльной шкале.

На рис. 1 приведены профилограммы вкуса разработанных пряничных изделий.

Для всех разработанных изделий характерна высокая оценка по показателям «сладкий», «сдобный» и «пряный». Во всех изделиях отсутствуют отрицательные признаки.

Физико-химические показатели разработанных видов пряничных изделий приведены в табл. 2.

Данные, приведенные в табл. 2, показывают, что опытные образцы пряников отличаются большим объемом, меньшей плотностью и большей намокаемостью. Равномерная пористая структура изделий обусловлена уменьшением вязкости теста для пряников, и в связи с этим в процессе замеса частицы добавок лучше распределяются по всему объему.

Для исследования взаимодействия различных факторов, определяющих органолептические и физико-химические показатели заварных пряничных изделий, применены математические методы планирования эксперимента. Математическая модель имеет вид уравнения регрессии, найденного статистическими методами на основе экспериментов. В качестве основных факторов были выбраны: X_1 – массовая доля свекловичных пищевых волокон (% к массе муки); X_2 – массовая доля стевиозида, (% к массе муки). Все эти факторы совместимы и некоррелированы между собой. Критерием оценки влияния различных факторов на органолептические и физико-химические показатели пряничных изделий были выбраны: Y_1 – намокаемость, %; Y_2 – комплексный показатель качества.

Программа исследований была заложена в матрицу планирования экспериментов. Для исследований выбран полный факторный эксперимент. В этом случае применено центральное композиционное рототабельное униформпланирование. Порядок опытов рандомизировали посредством таблицы случайных чисел, что исключает влияние неконтролируемых параметров на результаты эксперимента. Опыты в каждой точке матрицы выполняли два раза.

При этом были рассчитаны регрессионные коэффициенты, определена значимость каждого из них. Установлено, что в соответствии с критерием Стьюдента все коэффициенты являются значимыми. По критерию Фишера установлено, что уравнения регрессии адекватно описывают результаты эксперимента.

Полученные уравнения регрессии имеют вид

$$Y_1 = 165{,}1 + 11{,}55X_1 + 9{,}64X_2 - 3{,}76X_1^2 - 6{,}85X_2^2; \quad (1)$$

$$Y_2 = 1{,}26 + 0{,}686X_1 - 0{,}085X_2 + 0{,}315X_1^2 + 0{,}089X_2^2. \quad (2)$$

Таблица 2

Физико-химические и показатели качества пряников

Наименование показателя	«Северные» (контроль)	Дозировка стевиозида, %											
		0,23				0,25				0,27			
		Дозировка пищевых волокон, %											
		5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
Влажность, %	12,6	13,9	15,2	16	16,8	14,1	15,0	15,9	16,9	13,8	15,1	16,0	16,8
Плотность, кг/м^3	478	470	460	452	463	470	459	450	461	472	461	455	462
Щелочность, град.	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Намокаемость, %	235	239	241	245	243	240	243	250	247	240	242	248	244
Комплексный показатель качества	85	85	88	90	87	87	90	92	89	86	89	91	88

Анализ уравнений регрессии (1) и (2) позволяет выделить факторы, наиболее влияющие на рассматриваемый процесс. На намокаемость и комплексный показатель качества пряничных изделий наибольшее влияние оказывает дозировка свекловичных пищевых волокон, содержание стевиозида также изменяет физико-химические свойства пряников, но в меньшей степени. Знак плюс перед коэффициентом при линейных членах указывает на то, что при увеличении этого параметра значение выходного параметра возрастает.

Уравнения регрессии (1) и (2) позволяют не только предсказать значения намокаемости Y_1 и комплексного показателя качества пряников Y_2, но и дают информацию о поверхности отклика.

Окончательно уравнение регрессии в канонической форме примет вид

$$Y_1 = 177{,}36 - 3{,}7Z_1^2 - 6{,}8Z_2^2. \quad (3)$$

Изобразим полученную поверхность на рис. 1.

Подставляя в последние выражения значения величин X_1, X_2 ($\angle p = 0$), получим окончательно соотношения

$$X_1 = Z_1 + 1{,}53; \quad (4)$$

$$X_2 = Z_2 + 0{,}7. \quad (5)$$

Графический анализ показал, что поверхность отклика является экстремальной и имеет вид «вершины» (коэффициенты канонического уравнения (3) имеют отрицательные знаки). Линии равного уровня поверхности отклика представляют собой эллипсы, вытянутые вдоль оси X_2; это подтверждается также тем, что значение коэффициента B_{11}, входящего в каноническое уравнение (3), незначительно отличается от значения коэффициента B_{22}.

Решая систему уравнений относительно X_1 и X_2, определим координаты центра поверхности: $X_{1S} = -1{,}1$ и $X_{2S} = 0{,}5$.

Подставляя найденные значения в уравнение регрессии (2), определим значение функции отклика в центре поверхности $Y_2 = 0{,}76$.

Окончательно уравнение регрессии в канонической форме примет вид

$$Y_2 = 0{,}76 + 0{,}31Z_1^2 + 0{,}09Z_2^2. \quad (6)$$

Получили поверхность, представленную на рис. 2.

Подставляя значения величин X_1, X_2 ($\angle p = 0$), получим окончательно соотношения между координатами:

$$X_1 = Z_1 - 1{,}1; \quad (7)$$

$$X_2 = Z_2 + 0{,}5. \quad (8)$$

Графический анализ показал, что поверхность отклика является экстремальной и имеет вид «впадины» (коэффициенты канонического уравнения имеют положительные знаки). Линии равного уровня поверхности отклика представляют собой эллипсы, вытянутые вдоль X_2, что подтверждается также тем, что значение коэффициента B_{11}, входящего в каноническое уравнение, превышает значение коэффициента B_{22}.

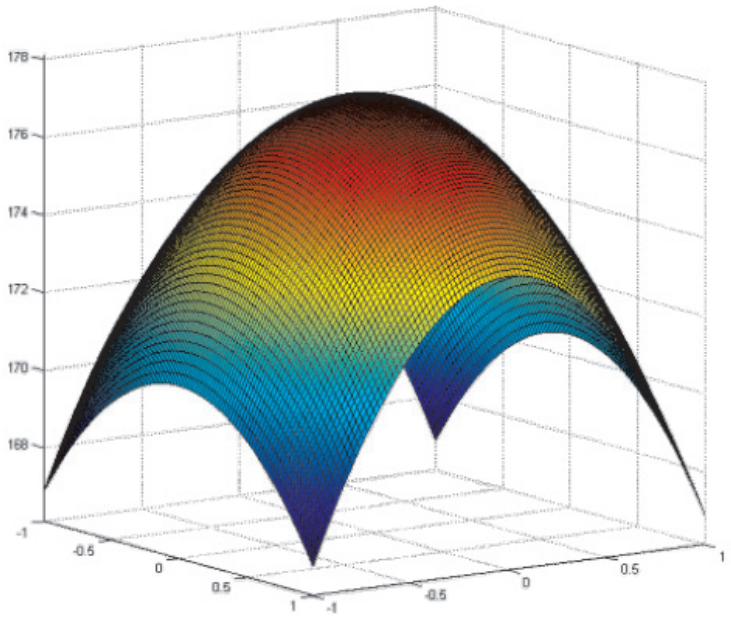

Рис. 2. Поверхность отклика намокаемости

Следующий этап заключается в выборе оптимального соотношения рецептурных компонентов (факторы X_1 и X_2) для приготовления пряников функционального назначения со свекловичными пищевыми волокнами и стевиозидом.

При этом графически была рассмотрена «компромиссная» задача, сформулированная следующим образом. Располагая математическими моделями в виде уравнений регрессии или каноническими формами уравнений регрессии, требуется определить такие значения факторов X_1 и X_2, которые обеспечивали бы заданную намокаемость (Y_1) и комплексный показатель качества (Y_2) пряников. При этом на факторы накладываются ограничения $2{,}95 < X_1 < 17{,}05$ (%); $8{,}13 < X_2 < 27{,}87$ (%).

Рассматривая задачу графически, оптимальным следует считать режим, которому соответствуют точки на факторной плоскости, полученные пересечением линий равного уровня намокаемости и комплексного показателя качества пряников заданных значений. Для достижения заданных значений Y_1 и Y_2 возможна реализация нескольких режимов, например, а, б, ..., ж (табл. 3).

Фактор X_1 изменяется в диапазоне: 0,38–0,98 (в натуральном виде от 10,9 % до 15,9 %); фактор X_2 изменяется в диапазоне: – 1,1–0,9 (в натуральном виде от 0,23 % до 0,25 %). На факторной плоскости область изменения значений факторов представляет собой прямоугольник с координатами (0,38; 0,9); (0,98; 0,9); (0,38; –1,1); (0,98; –1,1). Переходя от кодированных значений к натуральным значениям, получим следующие оптимальные соотношения рецептурных компонентов для приготовления пряников (табл. 4).

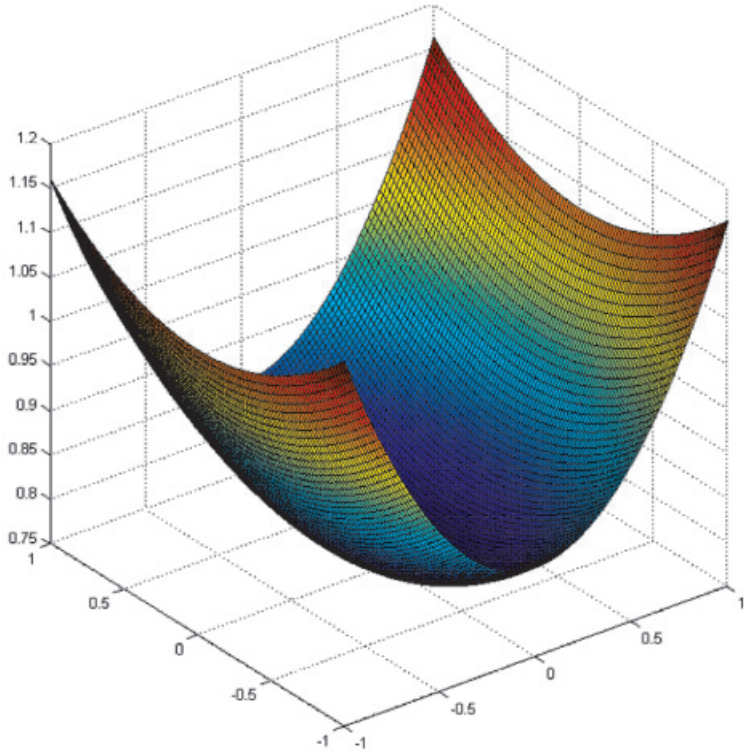

Рис. 3. Поверхность отклика комплексного показателя качества пряников

Таблица 3

Зависимость намокаемости и комплексного показателя качества от массовой доли свекловичных пищевых волокон и стевиозида

Параметр	Обозначение	Значение
Массовая доля свекловичных пищевых волокон, % к массе муки	X_1	10,9–15,9
Массовая доля стевиозида, % к массе муки	X_2	0,23–0,25
Намокаемость, %	Y_1	240–246
Комплексный показатель качества	Y_2	85–92

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что замена сахара свекловичными пищевыми волокнами и стевиозидом улучшает органолептические и физико-химические показатели качества пряничных изделий, при этом на 5–10% снижается плотность готовых изделий и на 10–12% увеличивается их намокаемость. С использованием методов математического планирования эксперимента установлено, что внесение свекловичных пищевых волокон в количестве 10,9–15,9% и стевиозида – 0,23–0,25% к массе муки обеспечивает наиболее высокие показатели качества пряничных изделий.

Список литературы

1. Аксёнова Л.М., Святославова И.М., Савенкова Т.В. Новые подходы к разработке технологии производства функциональных кондитерских изделий на основе принципа прослеживаемости // Кондитерское производство. – 2013. – № 3. – С. 6–8.

2. Карачанская Т.А., Красина И.Б., Данович Н.К., Красюк А.В. Применение стевиозида и пищевых волокон Камецель FW200 в кондитерских изделиях без сахара // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 4. – С. 43–44.

3. Красина И.Б. Биологически активные добавки из стевии в производстве мучных кондитерских изделий. – Краснодар, 2007. – 121 с.

4. Красина И.Б. Теоретическое и экспериментальное обоснование диабетических мучных кондитерских изделий с применением растительных биологически активных добавок: автореф. дис. ... д-ра техн. наук – Краснодар, 2008. – С. 53.

5. Красина И.Б. Научно-практическое обоснование технологий мучных кондитерских изделий функционального назначения. // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2007. – № 5. – С. 33–37.

References

1. Aksjonova L.M., Svjatoslavova I.M., Savenkova T.V. Novye podhody k razrabotke tehnologii proizvodstva funkcionalnyh konditerskih izdelij na osnove principa proslezhivaemosti // Konditerskoe proizvodstvo. 2013. no. 3. pp. 6–8.

2. Karachanskaja T.A., Krasina I.B., Danovich N.K., Krasjuk A.V. Primenenie steviozida i pishhevyh volokon Kamecel FW200 v konditerskih izdelijah bez sahara // Izv.vuzov. Pishhevaja tehnologija. 2010. no. 4. pp. 43–44.

3. Krasina I.B. Biologicheski aktivnye dobavki iz stevii v proizvodstve muchnyh konditerskih izdelij. Krasnodar, 2007. 121 p.

4. Krasina I.B. Teoreticheskoe i jeksperimentalnoe obosnovanie diabeticheskih muchnyh konditerskih izdelij s primeneniem rastitelnyh biologicheski aktivnyh dobavok: avtoref. dis.. d-ra tehn. nauk Krasnodar, 2008. pp. 53.

5. Krasina I.B. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie tehnologij muchnyh konditerskih izdelij funkcionalnogo naznachenija. // Izvestija VUZov. Pishhevaja tehnologija. 2007. no. 5 pp. 33–37.

Рецензенты:

Тимофеенко Т.И., д.т.н., профессор кафедры технологии зерновых, хлебных, пищевкусовых и субтропических продуктов, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар;

Илларионова В.В., д.т.н., профессор кафедры технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов, ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар.