

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 641.852

Е.А. Пушкарева, Г.А. Губаненко,
Е.А. Речкина, А.И. Машанов

ОБОСНОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ОБОГАЩЕННОГО ОВСЯНОГО ПЕЧЕНЬЯ

Е.А. Pushkareva, G.A. Gubanenko,
Е.А. Rechkina, A.I. Mashanov

THE GROUNDING OF ENRICHED OATMEAL COOKIES RECIPE

Пушкарева Е.А. – ассист. каф. технологии и организации общественного питания Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: 79050863372@yandex.ru

Губаненко Г.А. – д-р техн. наук, проф. каф. технологии и организации общественного питания Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: gubanenko@list.ru

Речкина Е.А. – канд. техн. наук, доц. каф. технологии консервирования и пищевой биотехнологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: kroha0701@mail.ru

Машанов А.И. – д-р биол. наук, проф. каф. технологии консервирования и пищевой биотехнологии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: info@kgau.ru

Pushkareva E.A. – Asst, Chair of Technology and Organization of Public Catering, Trade and Economic Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: 79050863372@yandex.ru

Gubanenko G.A. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Technology and Organization of Public Catering, Trade and Economic Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: gubanenko@list.ru

Rechkina E.A. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology of Conservation and Food Biotechnology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: kroha0701@mail.ru

Mashanov A.I. – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Technology of Conservation and Food Biotechnology, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: info@kgau.ru

Цель исследований – разработка рецептуры обогащенного овсяного печенья и изучение влияния дозировки пектина древесной зелени сосны обыкновенной на его органолептические показатели. Для реализации поставленной цели необходимо реализовать следующие задачи исследований: установить оптимальное количество пектина древесной зелени сосны обыкновенной в рецептуре овсяного печенья на основе комплексной оценки качества; разработать ингредиентный состав рецептуры обогащенного овсяного печенья с применением математических методов анализа экспериментальных данных. Объекты исследований: овсяное печенье, приготовленное по традиционной рецептуре, и образцы изделий с

применением пектина древесной зелени. В качестве функционального ингредиента выбран пектин древесной зелени сосны обыкновенной (ТУ 9169-012-02067876-2013), имеющий высокий показатель комплексообразующей способности 83,60 мгPb²⁺/г, степень этерификации 57,74 %, полученный из регионального хвойного сырья. При проведении исследований применялись общепринятые стандартизированные органолептические методы. Для комплексной оценки качества изделий по органолептическим показателям использовали разработанную 50-балльную шкалу. Оценку качества образцов овсяного печенья проводили по ГОСТ 24901-2014, используя методику, изложенную в ГОСТ 5897-90. Исследования прово-

дильсь в 3–5-кратной повторности. Результаты обработаны методом множественного регрессионного анализа в прикладной программе «STATISTICA 10». Разработан ингредиентный состав рецептуры обогащенного овсяного печенья с применением математических методов анализа экспериментальных данных. Выявлено влияние дозировки пектина на органолептические показатели и комплексную оценку качества готового изделия. Установленное количество пектина в рецептуре печенья составляет 30 % от суточной физиологической нормы потребления. В связи с чем разработанный новый вид овсяного печенья можно отнести к обогащенному мучному кондитерскому изделию согласно требованиям ГОСТ Р 52349-2005.

Ключевые слова: овсяное печенье, пектин древесной зелени сосны обыкновенной, обогащение, оценка качества, математическая обработка.

The purpose of researches was the development of enriched oatmeal cookies recipe and studying the influence of pectin dosage of wood greens of ordinary pine on organoleptic indicators. For the realization of the goal it is necessary to realize the following research problems: to establish optimum amount of pectin of wood greens of ordinary pine in oatmeal cookies recipe on the basis of complex assessment of the quality; to develop ingredients structure of enriched oatmeal cookies recipe with application of mathematical methods of experimental data analysis. The objects of researches were oatmeal cookies prepared according to traditional recipe and samples of products with the use of pectin of wood greens. As functional ingredient pectin of wood greens of ordinary pine (Technical Conditions 9169-012-02067876-2013), having high rate of complex forming ability 83.60 mg/b² +/g, the degree of etherification of 57.74 %, received from regional coniferous raw materials was chosen. When carrying out researches common standardized organoleptic methods were applied. For complex assessment of products quality on organoleptic indicators the developed 50-mark scale was used. The assessment of quality of oatmeal cookies samples was carried out in accordance with State Standard 24901-2014, using the technique given in State Standard 5897-90. The researches

were conducted in 3–5-fold frequency. The results were processed by the method of multiple regression analysis in the applied program "STATISTICA 10". The ingredient structure of recipe of enriched oatmeal cookies with application of mathematical methods of experimental data analysis was developed. The influence of pectin dosage on organoleptic indicators and complex assessment of quality of finished product was revealed. The assigned amount of pectin in compounding of cookies made 30 % of daily physiological norm of consumption. In this connection developed new type of oatmeal cookies can be considered enriched flour confectionery according to the requirements of State Standard R 52349-2005.

Keywords: oatmeal cookies, pectin of wood greens of ordinary pine, enrichment, quality assessment, mathematical processing.

Введение. Объем российского рынка овсяного печенья в 2015 г. составил 123 тыс. тонн. Согласно данным компании MegaResearch, в год среднее потребление печенья в целом на 1 жителя России составляет 4,5 кг, а доля овсяного печенья – 18,6 %. Оно входит в самую распространенную группу рынка мучных кондитерских изделий – печенье, которое занимает в структуре потребления около 40 % [1]. Наблюдается рост объема продаж овсяного печенья на протяжении пяти лет. Это связано с трендом здорового питания, который набирает среди потребителей все большую популярность, что увеличивает интерес кондитеров к овсяному печенью, как к продукту повышенной пищевой ценности [2, 3].

Анализ рынка овсяного печенья по производителям свидетельствует, что этот вид печенья производят как большие предприятия, так и малые кондитерские цеха, таким образом, конкуренция растет. В регионах очень сильны позиции местных мелких производителей за счет низкой цены, основной объем продукции реализуется весовым способом, немного фасуется в упаковку экономкласса. Овсяное печенье, выпускаемое крупными кондитерскими компаниями на производственных линиях, характеризуется высокой стоимостью, более длительными сроками годности, большим объемом фасованной брендовой продукции, широким видовым составом [2].

В структурной матрице ассортимента кроме овсяного печенья, произведенного по ГОСТ, появилось много предложений, изготовленных по ТУ, с различными добавками с изюмом, курагой, орехами, шоколадом, злаками; глазированное и декорированное шоколадом; с начинками – фруктово-ягодным джемом или повидлом, со стевииозидом [4].

Сегодня во всех сферах производства главный тренд – инновации. В сегменте овсяного печенья доля инноваций составляет 10–15 %, так оценивают тренд эксперты по направлению развития мучных кондитерских изделий [2]. Оценка товарных предложений показывает, что инновации в большем объеме связаны с разработкой новых видов печенья с использованием вкусоароматических добавок и ингредиентов. Но не представлено на рынке овсяное печенье, обогащенное функциональными ингредиентами, хотя этот вид печенья считается массовым продуктом.

Таким образом, производителю необходимо модернизировать ассортимент за счет применения функциональных ингредиентов, поддерживая тренд продуктов здорового питания, чтобы разнообразить данную группу мучных кондитерских изделий для потребителя. Разработка функциональных продуктов питания с использованием отечественного сырья – одно из направлений государственной политики РФ в области здорового питания. Необходимо учесть, что масштабное производство становится очень затратным в регионах и не выдерживает конкуренции в ценовом сегменте с местными марками. Учитывая вышеизложенное, ставится задача разработки нового вида овсяного печенья, обогащенного функциональным ингредиентом – пектином древесной зелени сосны обыкновенной, и продвижения регионального бренда продуктов здорового питания на потребительском рынке имеющего неблагоприятную экологическую обстановку Красноярского края, что определяет актуальность и практическую значимость научного исследования.

Цель исследований: разработка рецептуры обогащенного овсяного печенья и изучение влияния дозировки пектина древесной зелени сосны обыкновенной на органолептические показатели.

Для реализации поставленной цели необходимо реализовать следующие **задачи исследований:**

1) установить оптимальное количество пектина древесной зелени сосны обыкновенной в рецептуре овсяного печенья на основе комплексной оценки качества;

2) разработать ингредиентный состав рецептуры обогащенного овсяного печенья с применением математических методов анализа экспериментальных данных.

Объекты и методы исследований. Объекты исследований: овсяное печенье, приготовленное по традиционной рецептуре, и образцы изделий с применением пектина древесной зелени. В качестве функционального ингредиента выбран пектин древесной зелени сосны обыкновенной (ТУ 9169-012-02067876-2013), имеющий высокий показатель комплексообразующей способности – 83,60 мгPb²⁺/г, степень этерификации – 57,74 %, полученный из регионального хвойного сырья [5].

При проведении исследований применялись общепринятые стандартизированные органолептические методы. Для комплексной оценки качества изделий по органолептическим показателям использовали разработанную 50-балльную шкалу. Оценку качества образцов овсяного печенья проводили по ГОСТ 24901-2014, используя методику, изложенную в ГОСТ 5897-90. Исследования проводились в 3–5-кратной повторности. Результаты обработаны методом множественного регрессионного анализа в прикладной программе «STATISTICA 10» [6].

Результаты исследований и их обсуждение. В качестве контрольного образца использовали рецептуру овсяного печенья по ТУ 9131-002-56147090-2002. В рецептуре овсяного печенья заменяли часть пшеничной муки пектином древесной зелени, количество которого рассчитывали с учетом физиологических норм потребления 2 г [7]. Для установления оптимальной дозировки пектина древесной зелени в рецептуре овсяного печенья были приготовлены 6 образцов: контрольный – без пектина; 5 вариантов – с внесением пектина от 1 до 5 % от массы пшеничной муки. Для комплексной оценки качества приготовленных образцов определяли органолептические показатели: форма, поверхность, вид в изломе, цвет, запах, вкус; оценку производили, используя разработанную 50-балльную шкалу. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Балльная оценка органолептических показателей овсяного печенья
с пектином древесной зелени сосны обыкновенной**

Показатель	Контрольный образец	Содержание пектина древесной зелени сосны обыкновенной, %				
		1	2	3	4	5
Форма (1–12,5 баллов)	12,25±0,69	12,25±0,69	12,50±0,00	12,00±1,39	11,25±1,56	10,00±0,00
Поверхность (1–12,5 баллов)	12,25±0,69	12,50±0,00	12,50±0,00	12,00±1,39	11,25±1,56	10,00±0,00
Вид в изломе (1–7,5 баллов)	7,05±0,83	7,20±0,39	7,50±0,00	7,20±0,39	7,05±0,83	6,90±0,78
Цвет (1–5 баллов)	5,00±0,00	5,00±0,00	5,00±0,00	5,00±0,00	5,00±0,00	5,00±0,00
Запах (1–5 баллов)	5,00±0,00	5,00 ±0,00	5,00±0,00	5,00 ±0,00	5,00±0,00	5,00±0,00
Вкус (1–7,5 баллов)	7,20±0,39	7,20±0,39	7,50±0,00	7,20±0,39	7,05 ±0,83	6,90±0,78
Комплексная оценка	48,75±2,60	49,45±1,47	50,00±0,00	48,40±3,56	46,60±4,78	43,80±1,56

Комплексная оценка овсяного печенья зависит от нескольких факторов, для анализа этих связей применяли множественный регрессионный анализ, который проводили по следующему алгоритму:

- 1) регрессионный анализ результатов органолептической оценки;
- 2) проверка значимости коэффициента регрессии;
- 3) интерпретация дисперсионного анализа;
- 4) анализ остатков;
- 5) построение объемных графиков (зависимость комплексной оценки от 4 наиболее значимых факторов).

В результате обработки получена модель в виде уравнения регрессии, которая связывает комплексную оценку (зависимый параметр) с 4 наиболее важными показателями (независимые переменные). Для оценки качества обогащенного овсяного печенья к таким показателям относится дозировка пектина, форма, поверхность и вид в изломе. Все показатели, кроме общего балла, независимы друг от друга. Исходные данные для построения уравнения регрессии овсяного печенья приведены в таблице 2.

Результаты множественного регрессионного анализа комплексной оценки от независимых переменных показаны на рисунке 1.

Таблица 2

**Исходные данные для расчета уравнения регрессии комплексной оценки
качества овсяного печенья**

Содержание пектина, %	Оценка поверхности	Оценка формы	Оценка вида в изломе	Комплексная оценка
0	12,25	12,25	7,05	48,75
1	12,25	12,5	7,2	49,45
2	12,5	12,5	7,5	50
3	12	12	7,2	48,4
4	11,25	11,25	7,05	46,6
5	10	10	6,9	43,8

Regression Summary for Dependent Variable: Комплексная оценка (Spreadsheet1)						
R= ,99999942 R²= ,99999884 Adjusted R²= ,99999419						
F(4,1)=2153E2 p<,00162 Std.Error of estimate: ,00552						
N=6	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(1)	p-value
Y- пересечение			11,31829	0,104477	108,3332	0,005876
Содержание пектина, %	-0,036504	0,002912	-0,04472	0,003567	-12,5357	0,050677
Оценка поверхности	0,050074	0,011152	0,12195	0,027160	4,4901	0,139505
Оценка формы	0,788048	0,011279	1,85285	0,026520	69,8672	0,009111
Оценка вида в изломе	0,167951	0,002384	1,87805	0,026656	70,4543	0,009035

Рис. 1. Результаты множественного регрессионного анализа

Уравнение линейной множественной регрессии для обогащенного овсяного печенья, связывающее комплексную оценку (Y) с содержанием пектина (x₁), поверхностью (x₂), формой (x₃) и видом в изломе (x₄):

$$Y = 11,318 - 0,0447 \cdot x_1 + 0,121 \cdot x_2 + 1,852 \times x_3 + 1,878 \cdot x_4.$$

Полученное уравнение регрессии свидетельствует, что наибольшее влияние на комплексную оценку овсяного печенья оказывают результаты органолептических показателей «вид в изломе» и «форма». Незначительно влияет на комплексную оценку значения показателя поверхности. Все показатели коррелируют с содержанием пектина в составе овсяного печенья. Для проверки значимости коэффициентов регрессии была выдвинута гипотеза о том, что зависимость отсутствует, т. е. коэффициенты регрессии генеральной совокупности для содержания пектина (x₁), оценки поверхности (x₂), оценки формы (x₃) и оценки вида в изломе (x₄) равны нулю. Значение t-статистики (t-критерий Стьюдента) для коэффициента «со-

держание пектина» равно -12,535, следовательно, значение коэффициента регрессии b₁ = -0,0447 существенно отличается от нуля. Аналогично, для коэффициента «оценка поверхности» t-статистика равна 4,49, значение коэффициента регрессии b₂ = 0,121 также существенно отличается от нуля. Для коэффициента «оценка формы» t-статистика равна 69,867, значение коэффициента регрессии b₃ = 1,852 не равно нулю. Для коэффициента «вид в изломе» t-статистика равна 70,454, следовательно, значение коэффициента регрессии b₄ = 1,878 также не равно нулю.

P-значения (вероятность ошибочного отклонения нулевой гипотезы) определяют вероятность получения результатов при выполнении нулевой гипотезы с 5 % уровнем значимости. Полученные значения меньше 0,05. Таким образом, значимость коэффициентов регрессии и малые P-значения в данной модели позволяют отвергнуть нулевую гипотезу об отсутствии связи между комплексной оценкой и каждой из независимых переменных.

Анализ дисперсии, показанный на рисунке 2, является результатом проверки нулевой гипотезы, когда все коэффициенты равны нулю.

Дисперсионный анализ					
	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	4	26,25830285	6,564575711	215318,0833	0,001616295
Остаток	1	3,04878E-05	3,04878E-05		
Итого	5	26,25833333			

Рис. 2. Интерпретация дисперсионного анализа

Окончательный результат определяется Р-значением, которое обозначено как значимость F. В нашем случае значимость $F = 0,00161$. Следовательно, вероятность получения результатов при истинности нулевой гипотезы очень мала, поэтому необходимо отвергнуть нулевую гипотезу об отсутствии зависимостей. Приходим к выводу о наличии существенной зависимости комплексной оценки от независимых переменных.

Для анализа разностей между наблюдаемыми значениями и значениями, предсказанными изучаемой регрессионной моделью (остатков), построили их графики. Графики служат для проверки линейной зависимости и постоянства дисперсии. Так как наша зависимость линейная, то графики остатков имеют случайный вид, т. е. точки на нем располагаются случайным образом (рис. 3–6).

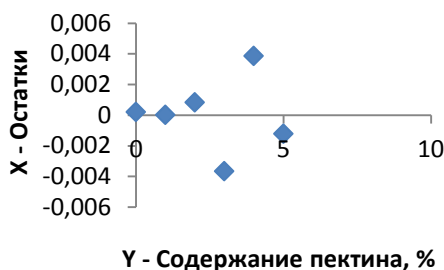


Рис. 3. График остатков относительно содержания пектина

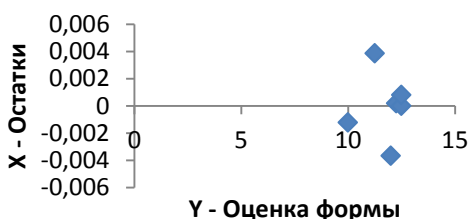


Рис. 4. График остатков относительно формы



Рис. 5. График остатков относительно поверхности

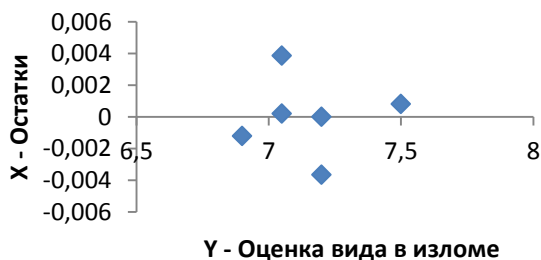


Рис. 6. График остатков относительно вида в изломе

Точки на графиках расположены случайным образом, следовательно, между ними нет закономерной корреляционной связи, они подчиняются нормальному закону распределения случайных величин. Это является основанием для заключения об адекватности регрессии.

В результате регрессионного анализа установлена высокая степень соответствия модели

реальным данным, так как коэффициент множественной корреляции имеет высокое значение. Все коэффициенты статистически значимы, что свидетельствует о правильности выбора независимых факторов. Для представления корреляции комплексной оценки от независимых показателей были построены объемные графики (рис. 7–9).

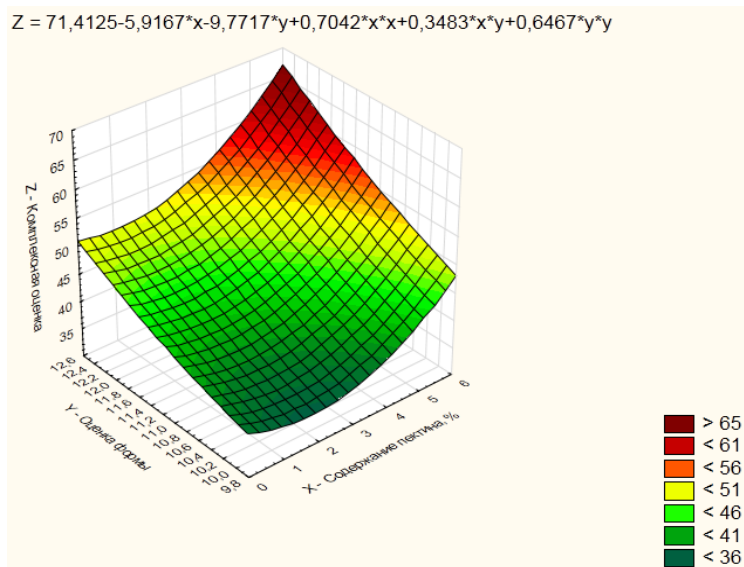


Рис. 7. Зависимость комплексной оценки овсяного печенья от содержания пектина и его формы

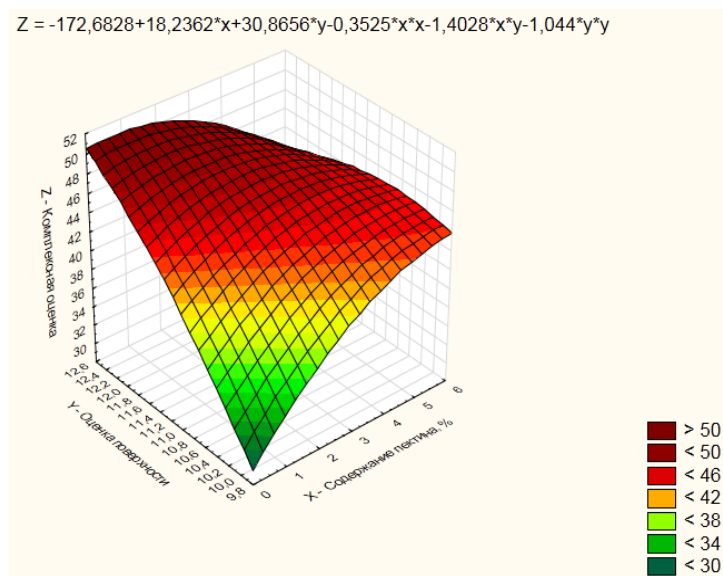


Рис. 8. Зависимость комплексной оценки овсяного печенья от содержания пектина и поверхности

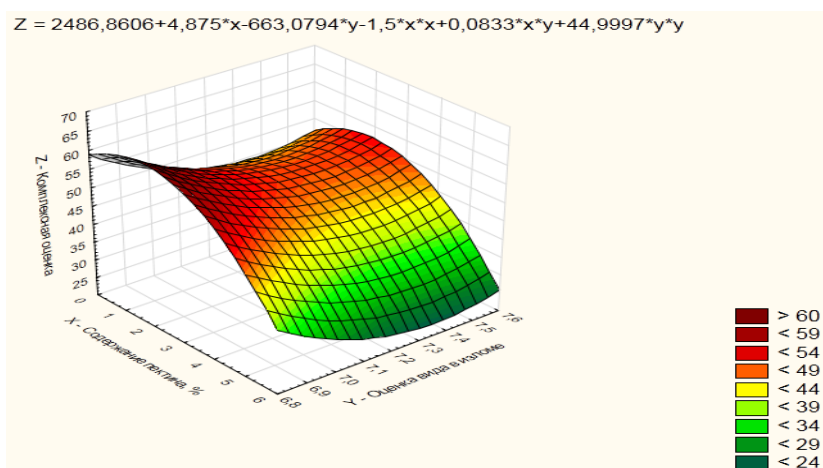


Рис. 9. Зависимость комплексной оценки овсяного печенья от содержания пектина и вида в изломе

Рассчитанный коэффициент корреляции (-0,85) для органолептического показателя «форма» овсяного печенья указывает, что между рассматриваемыми показателями (оценка формы и содержания пектина) имеется высокая зависимость, а знак минус указывает, что эта зависимость носит обратный характер, при увеличении содержания пектина более 2 % от массы муки происходит значительное ухудшение формы овсяного печенья. Коэффициент корреляции для показателя «поверхность» – (-0,83), что также показывает высокую обратную зависимость от содержания пектина в составе печенья, аналогично показателю «форма». Полученное значение коэффициента корреляции для

показателя «вид в изломе» (-0,39) показывает обратную зависимость от содержания пектина в рецептуре печенья, однако влияние пектина на качество вида в изломе овсяного печенья меньше, чем на качество его формы и поверхности.

На основе комплексной оценки качества по органолептическим показателям и математической обработки экспериментальных данных получена модель в виде уравнения линейной множественной регрессии, установлена оптимальная дозировка пектина древесной зелени сосны обыкновенной 2 % от массы пшеничной муки, разработан ингредиентный состав обогащенного овсяного печенья (табл. 3).

Таблица 3

Рецептура обогащенного овсяного печенья

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья на 10 кг готового изделия, кг	
		В натуре	В сухих веществах
1	2	3	4
Мука пшеничная 1 с	85,50	3,3	2,82
Сахар-песок	99,85	3,0	2,99
Маргарин	84,00	1,6	1,34
Мука овсяная	85,50	1,5	1,28
Изюм	80,00	0,5	0,4
Вода	-	0,9	-
Масло растительное (подсолнечное)	100,00	0,09	0,09
Пектин древесной зелени сосны обыкновенной	90,00	0,066	0,059

1	2	3	4
Натрий двууглекислый	50,00	0,04	0,02
Соль	96,50	0,04	0,038
Корица молотая	100,00	0,007	0,007
Ванилин	100,00	0,004	0,004
Итого		11,047	9,048
Выход	90,0	10,0	90,0
Влажность, %		Не более 10,0	

Выводы. Учитывая потребности регионального потребительского рынка в разработке продуктов здорового питания, в том числе обогащенных функциональными ингредиентами, в результате проведенного исследования разработан ингредиентный состав рецептуры обогащенного овсяного печенья с применением математических методов анализа экспериментальных данных.

Выявлено влияние дозировки пектина на органолептические показатели и комплексную оценку качества готового изделия. Установленное количество пектина в рецептуре печенья составляет 30 % от суточной физиологической нормы потребления. В связи с чем разработанный новый вид овсяного печенья можно отнести к обогащенному мучному кондитерскому изделию согласно требованиям ГОСТ Р 52349-2005.

Литература

1. Обзор рынка овсяного печенья в ЦФО, 2015 год [Электрон. ресурс]. – URL: <http://www.konsalter.ru/rb/res25255.htm>.
2. Российский рынок овсяного печенья [Электрон. ресурс]. – URL: <http://www.myki.ru/articles.php?c=30&n=248&a=6733>.
3. Максимова А.А., Духу Т.А., Савенкова Т.В. Инновационная технология производства овсяного печенья // Хлебобродукты. – 2010. – № 7. – С. 38–39.
4. Спахова М.В., Колендина Н.Б., Воеводина О.С. Овсяное печенье со стевиозидом // Пищевая промышленность. – 2012. – № 11. – С. 61–63.
5. Речкина Е.А. Переработка древесной зелени сосны обыкновенной с получением пек-

тиновых веществ: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Красноярск, 2012. – 19 с.

6. Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
7. МР 2.3.1.1915-04. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. – М., 2004. – 36 с.

Literatura

1. Obzor rynka ovsjanogo pechen'ja v CFO, 2015 god [Elektron. resurs]. – URL: <http://www.konsalter.ru/rb/res25255.htm>.
2. Rossijskij ryнок ovsjanogo pechen'ja [Elektron. resurs]. – URL: <http://www.myki.ru/articles.php?c=30&n=248&a=6733>.
3. Maksimova A.A., Duhu T.A., Savenkova T.V. Innovacionnaja tehnologija proizvodstva ovsjanogo pechen'ja // Hleboprodukty. – 2010. – № 7. – S. 38–39.
4. Spahova M.V., Kolendina N.B., Voevodina O.S. Ovsjanoe pechen'e so steviozidom // Pishheva-ja promyshlennost'. – 2012. – № 11. – S. 61–63.
5. Rechkina E.A. Pererabotka drevesnoj zeleni sosny obyknovennoj s polucheniem pektinovyh veshhestv: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. – Krasnojarsk, 2012. – 19 s.
6. Borovikov V.P. STATISTICA. Iskusstvo analiza dannyh na komp'jutere: dlja professionalov. – SPb.: Piter, 2003. – 688 s.
7. MR 2.3.1.1915-04. Rekomenduemye urovni potreblenija pishhevyyh i biologicheski aktivnyh veshhestv. – M., 2004. – 36 s.