ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОВОЩНЫХ ДОБАВОК И ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПЕСОЧНОГО ТЕСТА МЕТОДОМ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

ТУГУШ Асия Рафаильевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

КАНЕВСКАЯ Ирина Юрьевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова.

САДЫГОВА Мадина Карипулловна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова.

КИРИЛЛОВА Татьяна Валерьяновна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова.

КОНТАРЕВА Дарья Дмитриевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова.

Представлена и обоснована экономическая эффективность производства песочного печенья. Приведены расчеты себестоимости единицы продукции, показана рентабельность от ее реализации. Разработаны нелинейные многомерные статистические модели для количественной оценки влияния дозировки овощного порошка и сахара на физико-химические показатели и реологические характеристики готовых изделий. Входные параметры модели – количество овощного порошка и сахара. Управляемые параметры модели: массовая доля влаги, намокаемость, деформация объекта. Доказано, что изменение дозировки овощного порошка оказывает влияние на физико-химические показатели и реологические характеристики печенья. Определено оптимальное количество овощного порошка 15 % при снижении количества сахара на 10 %, что позволит получить продукт диетического назначения.

Введение. Среди продукции пищевой промышленности песочное печенье являются одним из самых популярных и востребованных во всем мире, так как оно обладают особыми вкусовыми свойствами, высокой энергетической ценностью и характеризуются привлекательным внешним видом.

В настоящее время, по мнению ученых, наиболее распространенным нарушением в питании является недостаточное потребление витаминов и ряда минеральных веществ, что наносит серьезный ущерб здоровью детей и взрослых. Поэтому необходимо создавать новые продукты пониженной калорийности с минимальным содержанием сахара, повышенным содержанием витаминов, биологически активных веществ, широко применяя при этом овощное сырье из местных ресурсов, чтобы возрастающее потребление мучных кондитерских изделий не приносило вреда организму человека. Одним из важных направлений в кондитерской отрасли является совершенствование структуры и ассортимента мучных изделий в результате использования нетрадиционных видов сырья [5]. В наибольшей степени

этим требованиям отвечает такое сырье, как корнеплоды моркови и свеклы (столовой) [6], овощные порошки из которых содержат в себе в наиболее полном и естественном виде ценные для организма человека минеральные вещества, витамины и пищевые волокна. Для данных пищевых добавок характерны длительный срок хранения и высокие санитарно-гигиенические показатели, что положительно сказывается на качестве готового изделия и повышении конкурентоспособности предприятия, производящего кондитерскую продукцию.

Методика исследований. При написании данной статьи была использована научная и учебно-методическая литература, в том числе статьи в периодических изданиях Российской Федерации. Проблемами использования нетрадиционных видов сырья в пищевой промышленности занимаются отечественные исследователи О.И. Козлов, Т.Н. Тертычная, М.К. Садыгова и ряд других. В работах этих ученых рассмотрены методы введения в рецептуру кондитерских изделий натуральных пищевых обогатителей и экономическо-технологическое обоснование эффективности производства данной продук-

ции. Несмотря на наличие широкого спектра исследований по вопросам использования овощных добавок, некоторые аспекты заявленной проблематики требуют дальнейшего изучения. В частности, вопрос оптимального состава теста для мучных изделий в указанной литературе исследован без использования математических методов, что снижает качество управления технологическими процессами.

На протяжении ряда лет в Саратовском ГАУ им. Н.И. Вавилова в учебно-научно-испытательной лаборатории по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции и учебно-научно-испытательной лаборатории по определению реологических свойств пищевой и сельскохозяйственной продукции проводились исследования по разработке рецептуры песочного печенья с добавлением овощного порошка из корнеплодов моркови и свеклы (столовой) и цукат из моркови. Данные практические наработки наряду с теоретическими выкладками легли в основу представленного исследования, методологической основой которого является системно-синтетический подход. При этом синтез заключается в учете двух позиций исследования выбранной проблематики – отраслевой, в первую очередь технологической, и экономической. Так, конкретной целью статьи являлись, с одной стороны, оптимизация дозировки продуктов переработки овощей и сахара в рецептуре песочного печенья: готовые изделия анализировались по следующим физико-химическим показателям – массовая доля влаги по

ГОСТ 5900-73 и намокаемость по ГОСТ 10114-80; а, с другой, – расчет рентабельности производства данной продукции.

Дозировка овощного порошка из корнеплодов моркови и свеклы (столовой) в рецептуру песочного теста варьировала в пределах от 0 до 20 % к массе сырья. Уменьшение дозировки сахара варьировало в пределах от 0 до 30 % к массе сахара по рецептуре ГОСТ 24901-89 на песочное печенье (табл. 1).

Для количественной оценки влияния дозировки овощного порошка и сахара на физико-химические показатели и реологические характеристики готовых изделий авторами разработаны нелинейные многомерные статистические модели. Входные параметры модели – количество овощного порошка и сахара. Управляемые параметры модели: массовая доля влаги, намокаемость, деформация объекта. Одним из достоинств моделей, обеспечивающих их универсальность, является возможность трансформации их структуры, например, с учетом изменения покупательских приоритетов или сырьевой базы.

Результаты исследований. Заменой нелинейных объясняющих переменных получим многофакторное уравнение линейной регрессии.

Оценка намокаемости песочного печенья представлена зависимостью (рис. 1):

$$z_1 = a_0 + a_1x^2 + a_2x + a_3 / (\ln y)^2, \quad (1)$$

Таблица 1

Показатели качества песочного печенья

Показатель	Уменьшении дозировки сахара по отношению к ГОСТ 24901-89, %	Значение показателей при дозировке овощного порошка, г						
		0	5	7,5	10	15	17,5	20
Массовая доля влаги, %	0	5,30	5,95	5,90	5,71	5,26	5,12	4,52
Намокаемость, %		141,3	114,3	121,4	122,3	123,7	130,4	130,9
Деформация на твердость, mm		8,79	9,43	12,23	13,5	13,57	14,19	14,61
Массовая доля влаги, %	10	5,21	5,94	5,80	5,62	5,02	4,69	4,14
Намокаемость, %		142,8	115,0	121,9	123,8	126,8	132,9	133,8
Деформация на твердость, mm		8,44	8,98	11,94	13,47	13,01	13,82	8,44
Массовая доля влаги, %	20	4,84	5,71	5,64	5,5	4,88	4,26	3,96
Намокаемость, %		143,8	116,7	123,7	127,4	129,8	134,6	136,8
Деформация на твердость, mm		7,98	8,67	10,87	13,32	12,64	13,17	7,98
Массовая доля влаги, %	30	4,41	4,82	4,63	4,4	4,24	4,03	3,68
Намокаемость, %		144,7	117,5	124,9	127,9	132,6	136,6	139,5
Деформация на твердость, mm		7,73	8,34	9,63	12,26	12,36	12,93	7,73

Рис. 1. Влияние дозировки добавок на намокаемость песочного печенья

Рис. 2. Влияние дозировки добавок на массовую долю влаги

где x – количество овощного порошка, y – количество сахара, $a_0 = 94,69845$; $a_1 = 0,100993$; $a_2 = -1,60289$; $a_3 = 297,744$.

Оценка массовой доли влаги в песочном печенье представлена зависимостью (рис. 2):

$$z_2 = a_0 + a_1 x^2 + a_2 x + a_3 \ln y, \quad (2)$$

где x – количество овощного порошка, y – количество сахара, $a_0 = 2,50315$; $a_1 = -0,00565$; $a_2 = 0,059402$; $a_3 = 2,534645$.

Рис. 3. Влияние дозировки добавок на деформацию песочного печенья

Оценка деформации песочного печенья представлена зависимостью (рис. 3):

$$z_3 = a_0 + a_1 x^2 + a_2 x + a_3 y^2 + a_4 y, \quad (3)$$

где x – количество овощного порошка, y – количество сахара, $a_0 = 2,395752$; $a_1 = -0,011083$; $a_2 = 0,55743$; $a_3 = -0,00256$; $a_4 = 0,29438$.

Построенные модели проверялись на качество и значимость [2].

При анализе качества модели регрессии использовалось основное положение дисперсионного анализа, согласно которому общая сумма квадратов отклонений зависимой переменной от среднего значения $\bar{y}$ может быть разложена на две составляющие – объясненную и необъясненную уравнением регрессии:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Для оценки качества целесообразно использовать коэффициент множественной корреляции (индекс корреляции).

После того как уравнение регрессии было построено, выполнялась проверка значимости построенного уравнения в целом и отдельных параметров.

Необходимо оценить значимость уравнения регрессии, т.е. установить, соответствует ли математическая модель, выражающая зависимость между x , y и z фактическим данным и достаточно ли включенных в уравнение объясняющих переменных для описания зависимой переменной z [1].

Оценка значимости уравнения регрессии позволяет узнать, пригодно уравнение регрессии для практического использования (например, для прогноза) или нет. При этом выдвигают основную гипотезу о незначимости уравнения в целом, которая формально сводится к гипотезе о равенстве нулю параметров регрессии, или, что то же самое, о равенстве нулю коэффициента детерминации: $R^2 = 0$. Альтернативная гипотеза о значимости уравнения – гипотеза о неравенстве нулю параметров регрессии.

Для проверки значимости модели регрессии используется F -критерий Фишера, вычисляемый как отношение дисперсии исходного ряда и несмещенной дисперсии остаточной компоненты. Если расчетное значение с $n_1 = k$ и $n_2 = n - k - 1$ степенями свободы, где k – количество факторов, включенных в модель, больше табличного при заданном уровне значимости, то модель считается значимой.

Проверка значимости отдельных коэффициентов регрессии связана с определением расчетных значений t -критерия (t -статистики) для

Задачу многокритериальной оптимизации методом целевого программирования преобразуем в однокритериальную задачу минимизации суммы отклонений с некоторым показателем p :

$$z = \left(\sum_{k=1}^K w_k |f_k(x, y) - \bar{f}_k|^p \right)^{\frac{1}{p}} \rightarrow \min, \quad (7)$$

где w_k – некоторые весовые коэффициенты, характеризующие важность того или иного критерия, $\bar{f}_1, \bar{f}_2, \dots, \bar{f}_K$ – значения целевых функций на оптимальном плане по каждому из критериев, p – параметр, k – число целевых функций.

При $p = 4$ и $w_k = 1$ получим следующую задачу минимизации с критерием (8) и ограничениями (9)–(10):

$$\sqrt[4]{(x - \bar{f}_1)^4 + (y - \bar{f}_2)^4} \rightarrow \min; \quad (8)$$

$$\begin{cases} 94,7 + 0,101x^2 - 1,602x + 297,744 / (\ln y)^2 \leq 145; \\ 94,7 + 0,101x^2 - 1,602x + 297,744 / (\ln y)^2 \geq 110; \\ -2,5 - 0,006x^2 + 0,059x + 2,337h \geq 5; \\ -2,5 - 0,006x^2 + 0,059x + 2,337h \leq 6; \\ 2,39 - 0,011x^2 + 0,557x - 0,00256y^2 + 0,294y \geq 8; \\ 2,39 - 0,011x^2 + 0,557x - 0,00256y^2 + 0,294y \leq 12; \end{cases} \quad (9)$$

$$0 \leq x \leq 20, \quad 15 \leq y \leq 35, \quad (10)$$

где $\bar{f}_1$ – максимум первого критерия, $\bar{f}_2$ – минимум второго критерия.

Задача оптимизации по каждому критерию решается MS Excel с использованием процедуры «Поиск решения».

В результате получим

$$\bar{f}_1 = \max_{x \in D} f_1(x, y) = 8,53.$$

$$\bar{f}_2 = \min_{x \in D} f_2(x, y) = 23,44.$$

Оптимальным решением однокритериальной задачи (14)–(16) является точка $x = 8,53$, $y = 23,44$.

Проведенные исследования показывают, что изменение дозировки овощного порошка оказывает влияние на физико-химические показатели и реологические характеристики печенья [4]. С увеличением овощного порошка в рецептуре печенья повышается относительная упругость печенья, уменьшается массовая доля влаги, показатель намокаемости в начале снижается, затем возрастает. В рецептуре песочного печенья оптимальное количество овощного порошка составит 15 % при снижении сахара на 10 %.

Обоснуем экономически, почему изготовление печенья с добавлением продуктов переработки овощей в настоящее время выгодно. Проблемой современных кондитерских пред-

Таблица 3

Расчет плановой калькуляции оптовой цены 1 т песочного печенья и основные показатели производственно-хозяйственной деятельности предприятия

Статьи калькуляции	Затраты на 1 т тыс. руб.	Показатель	По проекту
Сырье, основного и вспомогательного материала	0,062	Объем реализации продукции, млн руб.	18,148
Транспортно-заготовительные расходы	0,177	Производство продукции, тыс. шт.	1
Электроэнергия	0,69	Численность ППП, чел.	12
Основная и дополнительная зарплата	7,252	Фонд оплаты труда, млн руб.	2,212
Отчисления на соцстрахование	2,466	Среднемесячная зарплата работника ППП, тыс. руб.	15,361
Расходы на содержание оборудования	0,725	Производительность труда	1,512
Общехозяйственные расходы	0,363	Полная себестоимость реализованной продукции, млн руб.	3,615
Фабрично-заводская себестоимость	11,735	Затраты на 1 руб. товарной продукции	0,199
Коммерческие расходы	0,117	Стоимость производственных фондов, млн руб.	0,99
Рентабельность	80,081	Фондоемкость, руб.	0,055
Прибыль	47,648	Прибыль от реализации продукции, млн руб.	14,533
Оптовая цена	59,50	Рентабельность реализации, %	40,080
Налог на НДС	5,95	Эффективность понижать вложения, руб.	14,680
Отпускная цена с НДС	65,45	Срок окупаемости капитального вложения, гг.	1,068

приятий, которые тормозят их развитие, является удорожание сырья, вспомогательных материалов и трудности с обновлением оборудования, а также рост цен на электроэнергию и воду, высокий уровень налогообложения и некоторые другие факторы, способствующие увеличению себестоимости выпускаемой продукции. Многие предприятия вынуждены для увеличения своей прибыли от реализации продукции использовать более дешевое, но менее качественное сырье или нарушать правила технологического процесса производства мучных кондитерских изделий, что отрицательно сказывается на качестве готовой продукции, соответственно, и на здоровье населения.

Главными задачами пищевой отрасли являются правильная организация производства мучных кондитерских изделий и экономное расходование ресурсов. От решения поставленных задач зависит качество продукции и уменьшение ее себестоимости, а, следовательно, и рост прибыли кондитерских предприятий, их конкурентоспособность, возможность внедрения в производство нового прогрессивного оборудования и способность выхода на новые потребительские рынки.

Обеспечение населения мучными кондитерскими изделиями функционального назначения считается необходимым в связи с недостатком в организме людей минеральных веществ и витаминов. Повышение пищевой ценности и конкурентоспособности мучных кондитерских изделий можно достигнуть путем применения новейших технологий и использования высококачественного сырья. Одной из таких технологий является приготовление песочного печенья с добавлением овощного порошка из корнеплодов моркови и свеклы (столовой) и морковных цукат [3]. Данные добавки богаты витаминами и минеральными веществами, что позволяет повысить пищевую и понизить энергетическую ценности продукта, благодаря чему песочное печенье приобретает диетические свойства.

Расчет себестоимости единицы продукции осуществлялся авторами методом калькулирования, т.е. отнесение всех расходов на производство и реализацию продукции 1 т изделия по всем видам производственной программы.

Расчет плановой калькуляции оптовой цены 1 т песочного печенья и основные показатели производственно-хозяйственной деятельности предприятия представлен в табл. 3.

Экономический расчет показал, что при рентабельности реализации продукции 80,08 % прибыль от выпуска 1 т изделий соста-

вит 14,533 млн руб.

При выпуске песочного печенья с добавлением продуктов переработки овощей затраты на электроэнергию составят 0,387 %, основная и дополнительная заработная плата – 3,976 %, отчисления на соцстрахования снижаются на 1,025 %, а общехозяйственные расходы и производственная себестоимость на 0,363 %.

Заключение. Таким образом, выпуск песочного печенья с добавлением овощного порошка из корнеплодов и цукат из моркови позволит увеличить прибыль и выпускать конкурентоспособную продукцию. Поскольку использование такого сырья снижает затраты на хранение и увеличивает рентабельность данной продукции.

Недостатками сбыта является привязанность рынка к определенной территории, т.к. печенье имеет ограниченный срок хранения, а высокие расходы на транспортировку при низкой цене не окупают поставки продукции на дальние расстояния.

Достаточно серьезные позиции региональных игроков рынка можно объяснить тем, что практически в каждом областном центре существуют кондитерские фабрики и хлебопекарни с крупными мощностями. Рассчитанная экономическая эффективность производства песочного печенья с добавлением продуктов переработки овощей показывает, что выпуск данного изделия позволит увеличить прибыль, которая составляет 14,533 млн руб., и выпускать конкурентоспособную продукцию. Поскольку использование такого сырья снижает затраты на хранение и увеличивает рентабельность готовой продукции, равную 40,08 %. Срок окупаемости капитальных вложений составляет 1,068 г. Поэтому даже небольшие компании, имеющие всего одно предприятие, могут стать лидерами в сегменте недорогого песочного печенья на развес.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дудникова Е.Б., Камышова Г.Н., Корсунов В.П., Бердникова Е.В. Математическое моделирование состава мясных продуктов при комплексной переработке вторичных ресурсов // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 9. – С. 49–53.
2. Кириллова Т.В., Каневская И.Ю. Статистическая зависимость (Статистическое моделирование в условиях стохастической неопределенности). – Саратов: Издательство ООО «ЦеСАин», 2017. – 101 с.
3. Козлов О.И., Садыгова М.К. Разработка рецептуры и технологии полуфабриката заварных пирожных // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 3. – С. 49–52.
4. Садыгова М.К., Бороздина А.В., Овраменко Е.А. Влияние технологических добавок на качество бисквитного полуфабриката // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 10. – С. 71–77.
5. Тертычная Т.Н. Определение рациональных пара-

метров приготовления бисквита на основе тритикалевой муки // Хлебопродукты. – 2010. – № 7. – С. 31–33.

6. Тугуш А.Р., Садыгова М.К., Белова М.В., Рысмухамбетова Г.Е. Разработка технологических решений использования продуктов переработки из корнеплодов в производстве песочного печенья // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 6. – № 3. – С. 214–218.

Тугуш Асия Рафаильевна, магистрант, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Каневская Ирина Юрьевна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Математика и математическое моделирование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Садыгова Мадина Карипулловна, д-р техн. наук, проф.

кафедры «Технологии продуктов питания», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Кириллова Татьяна Валерьяновна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Математика и математическое моделирование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Контарева Дарья Дмитриевна, студентка, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.
Тел.: (8452) 23-32-92.

Ключевые слова: овощной порошок; песочное печенье; деформация объекта; намокаемость; оптимизация; статистические модели; индекс корреляции; экономическая эффективность.

USAGE OF THE METHOD OF REGRESSION ANALYSIS TO OPTIMIZE THE AD-MIXTURES IN THE RECIPE OF SHORTBREAD

Tugush Asia Rafailyevna, Magistrand, Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov. Russia.

Kanevskaya Irina Yurievna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Mathematics and Mathematical Modeling", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Sadygova Madina Karipullovna, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Technologies of Food Products", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Kirillova Tatyana Valeryanovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Mathematics and Mathematical Modeling", Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov. Russia.

Kontareva Darya Dmitrievna, 4th course student of the direction of training 19.03.02 – "Food Products from Plant Material", Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov. Russia.

Keywords: vegetable powder; shortbread; object deformation;

soakage; optimization; statistical models; correlation index; economic efficiency.

The economic efficiency of shortbread production is presented and proved. The calculations of cost per unit of output are given; the profitability from sales is shown. The non-linear multivariate statistical models to quantify the influence of the dosage of vegetable powder and sugar on physico-chemical parameters and rheological characteristics of finished products are developed. The input parameters are number of vegetable powder and sugar. The adjustable parameters of the model are mass fraction of moisture, soakage and deformation of the object. It is proved that the manipulation of vegetable powder volume has an influence on the physico-chemical parameters and rheological characteristics of shortbread. There is defined the optimal amount of vegetable powder 15 per cent while reducing the amount of sugar by 10 per cent. It gives the opportunity to get the product of a dietary purpose.

УДК 33 (338.2) 338.242.2

ПРОГРАММНО-ЦЕЛЕВАЯ ПОДДЕРЖКА КЛАСТЕРНЫХ ИНИЦИАТИВ В АПК РЕГИОНА

ЧЕТОШНИКОВА Любовь Александровна, Новороссийский филиал Финансового университета при Правительстве РФ

Статья посвящена исследованию программно-целевой поддержке кластерных инициатив в одном из приоритетного направления развития специализации экономики Краснодарского края – АПК. Показано, что возможности развития АПК региона определяются его мощным агропромышленным потенциалом. Существенный резерв активизации инвестиционной деятельности заложен в кластерных образованиях. Выявлены проблемы развития формирующихся территориально-производственных кластеров в сфере АПК и определены направления развития процессов кластеризации.

Введение. Интерес к кластерам как новой единице пространственной и экономической структуры обусловлен общепризнанным фактом положительного влияния процессов кластеризации на конкурентоспособность. Практически все государства мира взяли курс на целенаправленное формирование кластеров в рамках промышленной, аграрной, инновационной (научно-технической), инвестицион-

ной политики и политики поддержки малого и среднего бизнеса [1]. Говоря об отечественных кластерах в сельскохозяйственной сфере, нельзя сбрасывать со счетов и такие факторы, как эффективное развитие подотраслей АПК с учетом технологических особенностей и проблем сбытового характера, а также конструктивное решение социально-экономических задач на региональном уровне.