



УДК 664.647.4

Лю Янься

## РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР ПОЛУФАБРИКАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРОШКА ИЗ КЕДРОВОГО ЖМЫХА

Liu Yanxia

### FORMULATION PRODUCING FILLINGS WITH POWDER CEDAR OIL CAKE

**Лю Янься** – асп. каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: liuyanxia901@163.com

**Liu Yanxia** – Postgraduate student, Chair of Bread Baking, Confectionery and Macaroni Production Technologies, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: liuyanxia901@163.com

Целью исследования явилось получение нового полуфабриката с порошком из кедрового жмыха и проведение анализа полученных результатов посредством математического моделирования. Для определения наилучшего соотношения ингредиентов были установлены верхние и нижние пределы для внесения каждого компонента. В условиях кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств» Красноярского государственного аграрного университета были изучены дозировки порошка в рецептуре получения начинки и определено влияние соотношения компонентов на ее качество. В качестве сырья использовались кедровый порошок, сахарная пудра, молоко сухое обезжиренное, кондитерский жир и лецитин. Моделирование производилось с помощью компьютерного программного обеспечения Design-Expert 8.0.6, посредством которого были проанализированы экспериментальные данные, создана модель регрессии, построены поверхности отклика. Всего было обработано 30 вариантов рецептур. Путем анализа поверхности отклика определены наилучшие дозировки компонентов: порошок кедровый – 27,71 г; сахарная пудра – 28,10; молоко сухое обезжиренное – 12,35; кондитерский жир – 27,82; лецитин – 4,02 г на каждые 100 г готовых

продуктов с потерей 1 %. По полученным данным был вычислен расход сырья на каждые 100 г готового продукта.

**Ключевые слова:** кедровый жмых, рецептура, начинка, математическое моделирование.

The research objective was receiving a new semi-finished product with powder from cedar cake and carrying out the analysis of the received results by means of mathematical modeling. For definition of the best ratio of ingredients the top and lower limits for introduction of each component were set. In the conditions of the chair of bread baking, confectionery and macaroni production technologies of Krasnoyarsk state agrarian university powder dosages in a compounding of receiving a stuffing were studied and the influence of components ratio on its quality was defined. As raw materials cedar powder, icing sugar, the powdered milk fat-free confectionery fat and lecithin were used. Modeling was made by means of the computer software of Design-Expert 8.0.6 by means of which experimental data were analyzed, the regression model was created, response surfaces were constructed. In total 30 options of compounding were processed. By the analysis of the surface of the response the best dosages of components were defined: powder cedar was 27.71 g; icing sugar was 28.10; the pow-

dered milk fat-free was 12,35; confectionery fat was 27,82; lecithin was 4,02 g on each 100 g of ready-made products with loss of 1 %. According to the obtained data the raw materials expense on each 100 g of a ready-made product was calculated.

**Keywords:** cedar cake, compounding, stuffing, mathematical modeling.

**Введение.** Россия обладает самыми большими в мире запасами леса и благоприятными возможностями для развития лесопромышленного комплекса. В сибирских лесах преобладают хвойные породы деревьев. Среди них наиболее распространенной и ценной в хозяйственном отношении является кедровая сосна. Кедр является источником орехов, которые богаты витаминами группы В, Е и К, а также цинком, железом, медью, фосфором, магнием и марганцем. Основные площади кедровников сосредоточены в Тюменской, Томской, Иркутской областях, Красноярском крае и Тыве. Ядра кедрового ореха используются в пищу, а также служат сырьем для получения кедрового масла. Жмых, который остается после выжимания кедрового масла, следует использовать для безотходности производства. Обычно путем измельчения жмыха получают порошок, который применяют в народной медицине, косметологии и кулинарии [1]. В кулинарии порошок используют в качестве вкусовой добавки и обогатителя микроэлементами и витаминами [2].

**Цель исследования:** получить новый полуфабрикат с порошком из кедрового жмыха и провести анализ полученных результатов за счет математического моделирования.

**Методы и результаты исследования.** В исследовании применен метод анализа поверхности отклика, путем которого получена рецептура с наилучшими свойствами. Вначале в условиях кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств» Красноярского государственного аграрного университета были изучены дозировки порошка в начинке и определено влияние соотношения компонентов на качество начинки. В качестве сырья использовались кедровый порошок, сахарная пудра, молоко сухое обезжиренное, кондитерский жир и лецитин.

Чтобы определить наилучшее соотношение ингредиентов, установлены верхние и нижние пределы для внесения каждого компонента: для кедрового порошка – от 20 до 40 % (с шагом 2 %), для сахарной пудры – от 20 до 40 (с шагом 2 %), для молока сухого обезжиренного – от 10 до 20 (с шагом 1 %), для кондитерского жира – от 20 до 34 (с шагом 2 %), для лецитина от 2 до 6 % (с шагом 1 %). Обработаны 30 вариантов рецептур. Путем анализа результатов с различной дозировкой компонентов было выбрано несколько вариантов (табл. 1).

Таблица 1

#### Экспериментальные варианты соотношения компонентов начинки

Дозировка компонентов, %					Оценка продукта
Кедровый порошок	Сахарная пудра	Молоко сухое	Кондитерский жир	Лецитин	
38	20	10	28	4	При комнатной температуре консистенция мягкая
36	24	12	26	2	Консистенция густая, умеренно твердая, рассыпчатая, небольшая сладость, выраженный вкус кедрового ореха
34	22	14	26	4	Сладость слабая, консистенция пластичная, с ярко выраженным вкусом кедрового ореха
30	26	12	27	5	Проявляется послевкусие лецитина
28	28	13	27	4	Консистенция пластичная, с приятным ароматом и вкусом кедрового ореха, нет привкуса
24	30	15	28	3	Выраженная сладость, со слабым ароматом и вкусом кедрового ореха, с выраженным вкусом молока

Данные испытаний показали, что при дозировке сахарной пудры в рецептуре от 30 до 40 % полученная начинка обладает твердой консистенцией. Это влияет не только на качество начинки, но и негативно влияет на конечный продукт. Со снижением дозировки сахарной пудры до 20–25 % начинка имеет небольшую сладость, при этом вкус кедрового ореха становится более выраженным.

При увеличении дозировки сухого молока свыше 15 % продукту придается крепкий вкус молока, вкус и аромат кедрового ореха становится менее выраженным. При уменьшении количества сухого молока ниже 10 % продукт будет иметь слабый вкус молока или совсем не ощущаться.

Консистенция продукции зависит от количества кедрового порошка и кондитерского жира в рецептуре. При увеличении дозировки кондитерского жира консистенция начинки становится

мягкой или жидкой. Дозировка кедрового порошка в размере от 30 до 38 % придает продукции ярко выраженный вкус и аромат кедрового ореха.

Дегустационная оценка начинки производилась сотрудниками кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств». На основе анализа экспериментальных данных выбраны дозировки кедрового порошка ( $X_1$ ), сахарной пудры ( $X_2$ ), молока сухого обезжиренного ( $X_3$ ) и кондитерского жира ( $X_4$ ) в качестве аргументов, а в качестве зависимой переменной балльная оценка ( $Y$ ). В эксперименте с помощью метода анализа поверхности отклика (двухфакторного эксперимента) определены наилучшие соотношения компонентов рецептуры [3, 4]. Оценка продукта определена по пятибалльной системе. Результаты опыта представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

**Эксперимент с использованием метода анализа поверхности отклика**

Фактор (аргумент)	Уровень		
	-1	0	1
$X_1$ – порошок кедровый	25,0	27,5	30,0
$X_2$ – сахарная пудра	25,0	27,5	30,0
$X_3$ – молоко сухое обезжиренное	10,0	12,5	15,0
$X_4$ – кондитерский жир	25,0	27,5	30,0

Таблица 3

**Экспериментальный проект и результат**

Вариант	$X_1$ Порошок кедровый	$X_2$ Сахарная пудра	$X_3$ Молоко сухое обезжиренное	$X_4$ Кондитерский жир	$Y$ Балльная оценка
1	2	3	4	5	6
1	27,5	27,5	12,5	27,5	4,7
2	27,5	27,5	15,0	25,0	4,2
3	27,5	25,0	12,5	25,0	4,1
4	30,0	30,0	12,5	27,5	4,4
5	27,5	27,5	12,5	27,5	4,7
6	27,5	30,0	15,0	27,5	4,3
7	27,5	27,5	15,0	30,0	4,1
8	25,0	27,5	10,0	27,5	4,1
9	27,5	27,5	12,5	27,5	4,7
10	27,5	30,0	10,0	27,5	4,5
11	30,0	27,5	12,5	25,0	4,1

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
12	25,0	25,0	12,5	27,5	4,2
13	25,0	27,5	12,5	30,0	4,2
14	25,0	27,5	12,5	25,0	3,8
15	30,0	27,5	12,5	30,0	4,1
16	27,5	25,0	12,5	30,0	4,3
17	30,0	27,5	15,0	27,5	4,3
18	27,5	30,0	12,5	30,0	4,4
19	27,5	27,5	10,0	30,0	4,3
20	27,5	25,0	15,0	27,5	4,4
21	27,5	30,0	12,5	25,0	4,2
22	27,5	27,5	12,5	27,5	4,6
23	27,5	25,0	10,0	27,5	4,2
24	27,5	27,5	12,5	27,5	4,8
25	30,0	27,5	10,0	27,5	4,3
26	27,5	27,5	10,0	25,0	3,9
27	25,0	30,0	12,5	27,5	4,3
28	25,0	27,5	15,0	27,5	4,2
29	27,5	30,0	12,5	27,5	4,2
30	30,0	25,0	12,5	27,5	4,3

С помощью компьютерного программного обеспечения Design-Expert 8.0.6 были проанализированы экспериментальные данные и создана следующая модель регрессии:

$$Y = -119,6 + 2,97X_1 + 1,24667X_2 + 1,97333 X_3 + 3,84333 X_4 - 1,33227E-017 X_1X_2 - 0,004 X_1X_3 -$$

$$- 0,016 X_1X_4 - 0,016X_2X_3 + 1,24345 E-016X_2X_4 - 0,02X_3X_4 - 0,044667X_1^2 - 0,018667 X_2^2 - 0,034667X_3^2 - 0,056667X_4^2.$$

Результаты дисперсионного и регрессионного анализов представлены в таблице 4.

Таблица 4

## Результаты дисперсионного и регрессионного анализов

Показатель	Сумма квадратов	Средний квадрат	Значение F	Ошибка опыта
A – порошок кедровый	0,04083333	0,040833	18,54054	0,0007
B – сахарная пудра	0,03	0,03	13,62162	0,0024
C – молоко сухое обезжиренное	0,00333333	0,003333	1,513514	0,2389
D – кондитерский жир	0,10083333	0,100833	45,78378	< 0,0001
Корреляция	1,56	–	–	–

Из таблицы 4 видно, что между зависимой переменной и аргументом уравнения преобладает линейная связь. Модель регрессии обладает значимостью при чистой ошибке  $P < 0,05$ . В приведенной модели  $P = 0,9773 > 0,05$ , поэтому можно анализировать теоретические данные вместо экспериментальных данных с

помощью уравнения регрессии. Для модели общий связанный коэффициент  $R^2 = 0,9802 \%$ , коэффициент решения для коррекции  $R^2 (adj) = 0,9605 > 0,80$ , коэффициент вариации  $c.v. = 1,09 \%$ . Из значения F видно, что значимости факторов распределены в порядке:  $X_4, X_1, X_2, X_3$ , т. е. кондитерский жир, порошок кедро-

вый, сахарная пудра и молоко сухое обезжиренное. Моделью доказано, что можно реально описать данные экспериментов.

Взаимодействие между факторами, которые влияют на балльную оценку начинки: порошком

кедровым, сахарной пудрой, молоком сухим обезжиренным и кондитерским жиром, – отражены на рисунках1–6.

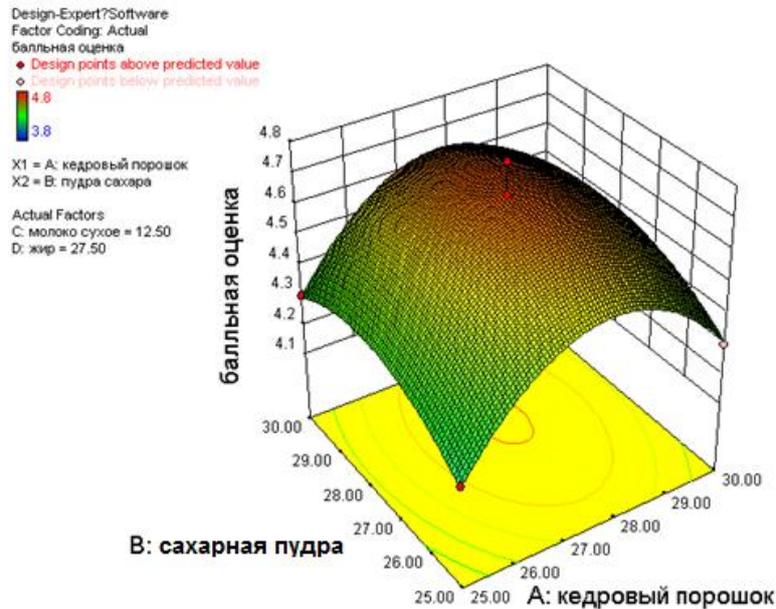


Рис. 1. Поверхность отклика между порошком кедровым и сахарной пудрой

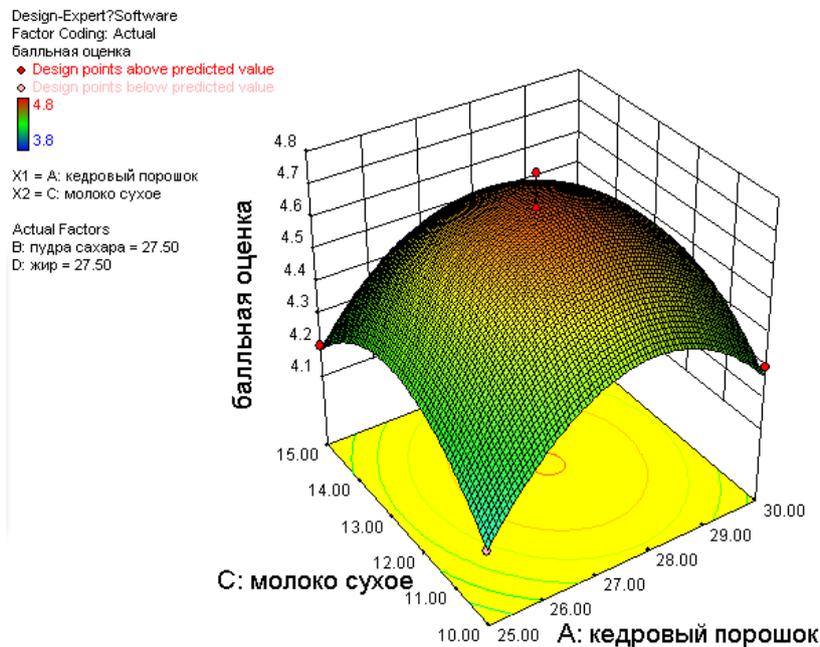


Рис. 2. Поверхность отклика между порошком кедровым и молоком сухим обезжиренным

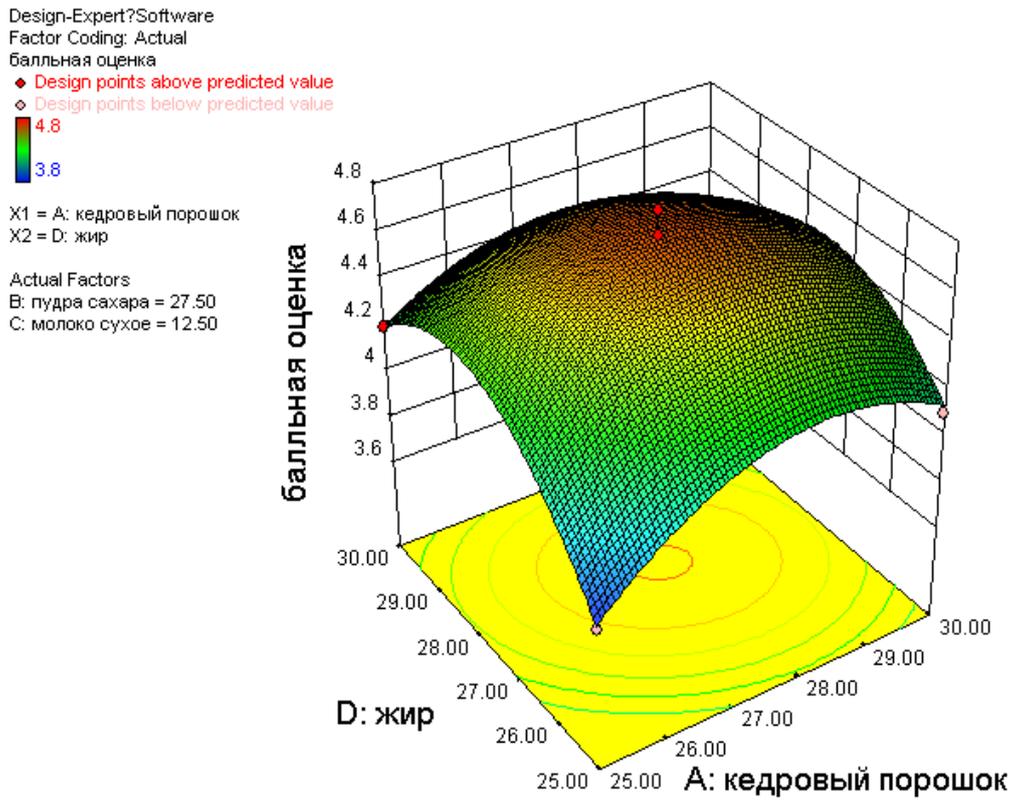


Рис. 3. Поверхность отклика между порошком кедровым и кондитерским жиром

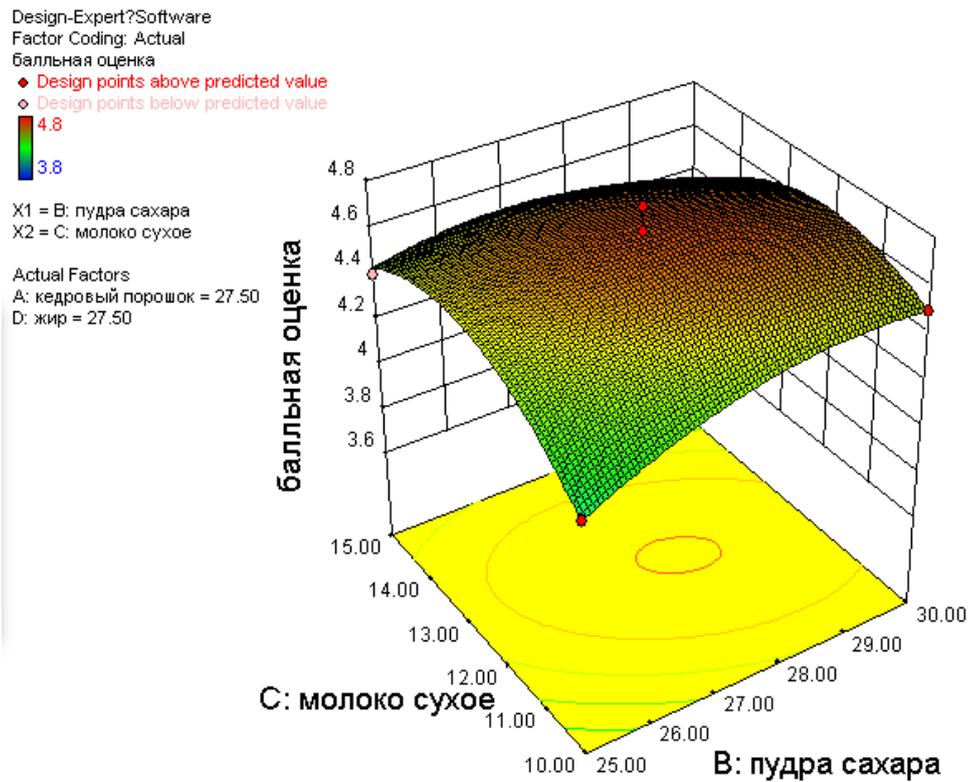


Рис. 4. Поверхность отклика между молоком сухим обезжиренным и сахарной пудрой

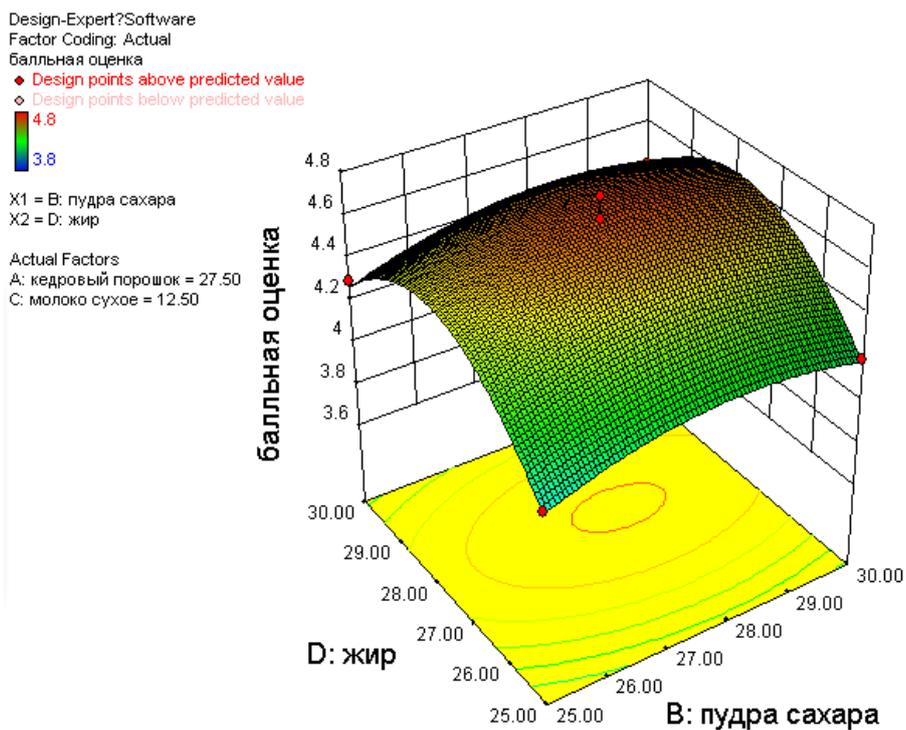


Рис. 5. Поверхность отклика между кондитерским жиром и сахарной пудрой

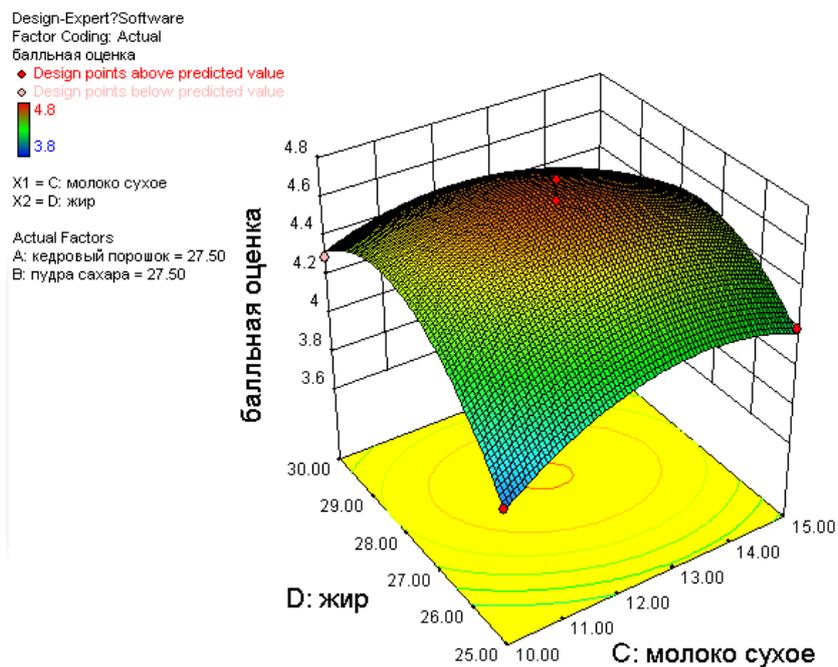


Рис. 6. Поверхность отклика между кондитерским жиром и молоком сухим обезжиренным

Путем анализа поверхности отклика определены наилучшие дозировки компонентов (табл. 5).

Таблица 5

### Наилучшие дозировки компонентов в начинке

Показатель	Сырье, г				
	Порошок кедровый	Сахарная пудра	Молоко сухое обезжиренное	Кондитерский жир	Лецитин
Объем	27,71	28,10	12,35	27,82	4,02

По полученным данным вычислен расход сырья на каждые 100 г готового продукта с потерей 1 % и получена рецептура начинки (табл. 6).

Таблица 6

### Рецептура начинки с кедровым порошком

Сырье	Содержание сухих веществ, %	Расход сырья на 100 кг начинки	
		в натуре	в сухих веществах
Кедровый порошок	94,00	28,00	26,31
Сахарная пудра	99,85	28,40	28,37
Молоко сухое обезжиренное	95,00	12,50	11,85
Кондитерский жир	100,00	28,10	28,10
Лецитин	99,50	4,10	3,97
Итого		101,00	98,59
Выход	97,50	100,00	97,50

**Заключение.** Посредством математического моделирования и проведения экспериментов получена рецептура начинки с использованием кедрового порошка с наилучшими показателями в соотношении: порошок кедровый – 27,71 г; сахарная пудра – 28,10; молоко сухое обезжиренное – 12,35; кондитерский жир – 27,82; лецитин – 4,02 г на каждые 100 г готовых продуктов с потерей 1 %. Изготовленная начинка получила оценку 4,7 баллов. Начинку можно рекомендовать для получения булочек с ее содержанием 16 % от массы изделия.

### Литература

1. Чэнь Бао. Разработка и использование кедровых орехов // Современные сельскохозяйственные науки и техника. – 2010. – 160 с.
2. Типсина Н.Н. Новые виды кондитерских и хлебобулочных изделий с местным растительным сырьем. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2009. – 259 с.
3. Глазырин С.В. Моделирование технологической линии для производства желеино-фруктового мармелада из мякоти плодов черемухи. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2013. – № 11. – С. 247–252.

Wang Sheng-nan, Jiang Lian-zhou, Li Yang. Optimization of aqueous enzymatic extraction conditions of pine seed protein by response surface method // Science and Technology of Food Industry. – 2012. – Vol. 33. – № 6. – P. 356–359.

### Литература

1. Chjen' Bao. Razrabotka i ispol'zovanie kedrovih orehov // Sovremennyye sel'skhozajstvennyye nauki i tehnika. – 2010. – 160 s.
2. Tipsina N.N. Novyye vidy konditerskih i hlebobulochnyh izdelij s mestnym rastitel'nym syr'em. – Krasnojarsk: Izd-vo KrasGAU, 2009. – 259 s.
3. Glazyrin S.V. Modelirovanie tehnologicheskoy linii dlja proizvodstva zhelejno-fruktovogo marmelada iz mjakoti plodov cheremuhi. – Krasnojarsk: Izd-vo KrasGAU, 2013. – № 11. – S. 247–252.
4. Wang Sheng-nan, Jiang Lian-zhou, Li Yang. Optimization of aqueous enzymatic extraction conditions of pine seed protein by response surface method // Science and Technology of Food Industry. – 2012. – Vol. 33. – № 6. – P. 356–359.