

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664.65

Е.В. Мельникова

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА ГАЛЕТ С ПАПОРОТНИКОВОЙ ПАСТОЙ

Рассмотрен состав многокомпонентного продукта – галет с папоротниковой пастой с заданными качественными и количественными показателями и определены оптимальные технологические параметры его производства.

Ключевые слова: папоротниковая паста, галеты, анализ, параметры.

E.V. Melnikova

OPTIMIZATION OF THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR PRODUCTION OF DRY BISCUITS WITH THE FERN PASTE

The composition of the multicomponent product – dry biscuits with the fern paste with the specified qualitative and quantitative indicators is developed and the optimal technological parameters of its production are determined.

Key words: fern paste, dry biscuits, analysis, parameters.

Введение. В современной литературе всё чаще стало фигурировать понятие «проектирование» пищевых продуктов. Под «проектированием» понимают процесс создания рациональных рецептов, способных обеспечить высокий уровень адекватности комплекса свойств пищевого продукта требованиям потребителя и нормируемым величинам содержания нутриентов и энергии [1].

Галеты – мучные изделия, которые вырабатывают из упругого теста. Различают три типа галет: простые, улучшенные с жиром, диетические с жиром и сахаром.

В производстве галет тесто является основным исходным полуфабрикатом. На качество готовых изделий большое влияние оказывают технология приготовления теста и количественные показатели отдельных видов сырья [2].

Цель работы. Определить оптимальные технологические параметры производства галет с папоротниковой пастой.

Задачи исследования: произвести расчет рецептов галет с частичной заменой сахара-песка на папоротниковую пасту в количестве 2, 4, 6, 8 %; определить физико-химические и органолептические показатели готовых изделий и полуфабрикатов; дать дегустационную оценку и определить сроки хранения исследуемых образцов изделий; разработать математическую модель влияния количества вносимой добавки на качество галет.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования являлись образцы галет с частичной заменой сахара-песка на папоротниковую пасту в количестве 2, 4, 6, 8 % в стандартной рецептуре галет «Спортивные» и их полуфабрикаты.

Исследование проводилось в научно-исследовательской лаборатории кафедры ТХК и МП Института пищевых производств Красноярского государственного аграрного университета.

Для определения интенсивности технологического процесса и качества образцов галет контролировались следующие показатели: длительность созревания опары, продолжительность замеса, вылежки и прокатки теста, сроки хранения изделий, дегустационная оценка [3, 4].

Результаты исследований и их обсуждение. Для улучшения качества изделия и совершенствования его технологического процесса производства в стандартную рецептуру галет «Спортивные» вводится папоротниковая паста (табл.1).

Таблица 1

Рецептуры галет с добавлением пасты из папоротника

Сырье	Содержание сухих веществ, %	Образцы									
		Контроль		2		4		6		8	
		В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах	В натуре	В сухих веществах
Мука в/с	85,50	131,56	112,48	131,56	112,48	131,56	112,48	131,56	112,48	131,56	112,48
Мука в/с (опара)	85,50	18,80	16,07	18,80	16,07	18,80	16,07	18,80	16,07	18,80	16,07
Сахар-песок	99,85	23,50	23,46	23,03	23,00	22,56	22,53	22,03	22,00	21,62	21,60
Масло сливочное	84,00	23,03	37,59	37,59	31,57	37,59	31,57	37,59	31,57	37,59	31,57
Молоко	11,50	29,43	3,38	29,43	3,38	29,43	3,38	29,43	3,38	29,43	3,38
Соль	96,50	0,94	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91
Дрожжи прессованные	25,00	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91	0,94	0,91	0,94
Меланж	27,00	5,64	1,52	5,64	1,52	5,64	1,52	5,64	1,52	5,64	1,52
Паста из папоротника	25,00	0,00	0,00	0,47	0,12	0,94	0,24	1,47	0,35	1,88	0,47
Итого	-	251,69	194,09	251,69	194,09	251,69	194,09	251,69	194,09	251,69	194,09
Выход	93,00	200,00	186,00	200,00	186,00	200,00	186,00	200,00	186,00	200,00	186,00

Управляющими параметрами в исследовании являются количество вносимой папоротниковой пасты и температурный режим выпечки во второй зоне печи, а результатными – технологические параметры и качество изготовленных образцов галет (табл. 2).

Таблица 2

Показатели интенсивности технологического процесса и качества образцов галет

Кол-во полуф., %	Температура, °С	Созр. опары, мин	Продолж. замеса теста, мин	Вылѐж. теста, мин	Прокатка теста, мин	Срок хран., сут	Дегуст. оценка, балл
x_1	x_2	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
0*	240	590	60	60	20	25	24
0*	250	590	60	60	20	23	24
0*	260	590	60	60	20	24	24
2	240	550	55	53	18	24	25
2	250	550	55	53	18	25	26
2	260	550	55	53	18	24	26
4	240	480	47	45	15	30	24
4	250	480	47	45	15	29	24
4	260	480	47	45	15	28	25
6	240	330	36	36	12	29	27
6	250	330	36	36	12	28	27
6	260	330	36	36	12	27	28
8	240	450	34	34	10	36	23
8	250	450	34	34	10	35	23
8	260	450	34	34	10	34	23

* – контрольный образец.

Показатель продолжительности созревания опары (y_1 , мин) в области изменения параметров количества полуфабриката (x_1 , %) представляется следующей функцией (Model Definition):

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1^2 + b_2 \cdot \exp x_1,$$

где b_0 , b_1 , b_2 – отыскиваемые по методу наименьших квадратов коэффициенты регрессии, покрываемые доверительным интервалом (Confidence Intervals) с надёжностью 95% (табл. 3).

Таблица 3

Доверительные пределы для значений коэффициентов

Variable	Value	Standard Error	Lower Limit	Upper Limit
b_0	591,6288497	11,03040106	559,4200786	623,8376208
b_1	-8,554301488	0,6813045343	-10,54371073	-6,564892247
b_2	0,1358633939	0,01391391886	0,09523475082	0,176492037

Таблица 4

Оценка погрешностей сглаживания опытных данных

Кол-во полуф., %	Созр. опары, мин	Выч. созр. опары, мин	Отклон.	Отн. откл., %
x_1	y_1	Выч. y_1	ε	δ
0*	590	591,7647131	-1,764713130	-0,2991039204
2	550	558,4155460	-8,415546025	-1,530099277
4	480	462,1779159	17,822084100	3,712934188
6	330	338,4852013	-8,485201256	-2,571273108
8	450	449,1566237	0,8433763069	0,1874169571

* – контрольный образец.

Наибольшая абсолютная погрешность приближения не превосходит 17,83, а относительная погрешность не больше 3,72 %. Коэффициент детерминации (Coefficient of Multiple Determination) составляет $R^2 = 98,85$ %. Статистика Дурбина-Ватсона (Durbin-Watson statistic) составляет 3,26. Стандартная ошибка оценки (Standard Error of the Estimate) составляет 15,24 [5, 6].

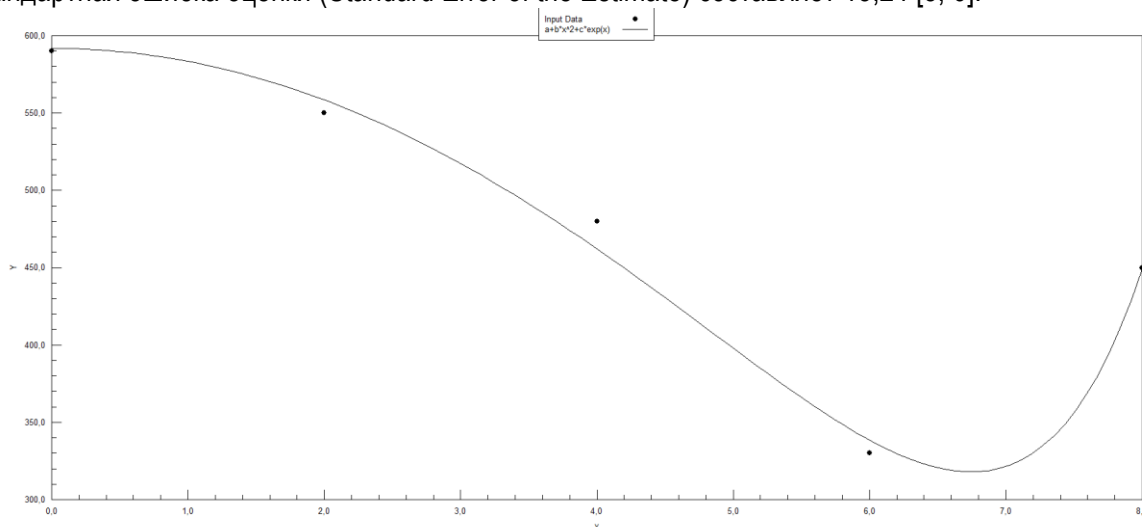


Рис. 1. Зависимость продолжительности созревания опары (y_1 , мин) от количества полуфабриката (x_1 , %)

Показатель продолжительности замеса теста (y_2 , мин) в области изменения параметров количества полуфабриката (x_1 , %) представляется следующей функцией (ModelDefinition):

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1^2 + b_2 \cdot \exp x_1,$$

где b_0 , b_1 , b_2 – отыскиваемые по методу наименьших квадратов коэффициенты регрессии с надёжностью 95 % (табл. 5).

Таблица 5

Доверительные пределы для значений коэффициентов

Variable	Value	Standard Error	Lower Limit	Upper Limit
b_0	58,84126535	0,859379966	55,14361117	62,53891953
b_1	-0,7292218999	0,05308052392	-0,9576114701	-0,5008323296
b_2	0,007339006834	0,001084035209	0,002674728542	0,01200328513

Таблица 6

Оценка погрешностей сглаживания полученных данных

Кол-во полуф., %	Продолж. замеса теста, мин	Выч. продолж. замеса теста, мин	Отклон.	Отн. откл., %
x_1	y_2	Выч. y_2	ε	δ
0*	60	58,84860435	1,151395646	1,918992743
2	55	55,97860608	-0,978606081	-1,779283784
4	47	47,57441115	-0,5744111457	-1,222151374
6	36	35,55004362	0,4499563753	1,24987882
8	34	34,04833479	-0,04833479463	-0,1421611607

* – контрольный образец.

Наибольшая абсолютная погрешность приближения не превосходит 1,16, а относительная погрешность не больше 1,92 %. Коэффициент детерминации (Coefficient of Multiple Determination) составляет $R^2 = 99,46$ %. Статистика Дурбина-Ватсона (Durbin-Watson statistic) составляет 2,13. Стандартная ошибка оценки (Standard Error of the Estimate) составляет 1,19.

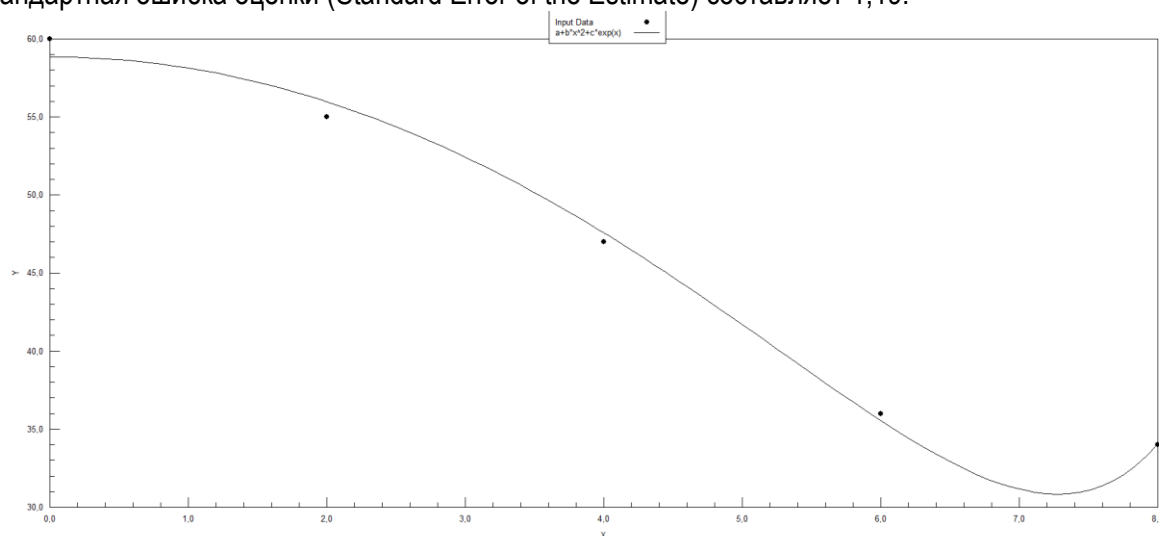


Рис. 2. Зависимость созревания опары (y_2 , мин) от количества полуфабриката (x_1 , %)

Показатель продолжительности вылёживания теста (y_3 , мин) в области изменения параметров количества полуфабриката (x_1 , %) представляется следующей функцией (Model Definition):

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1^2 + b_2 \cdot \exp x_1,$$

где b_0 , b_1 , b_2 – отыскиваемые по методу наименьших квадратов коэффициенты регрессии. с надёжностью 95 % (табл. 7).

Таблица 7

Доверительные пределы для значений коэффициентов

Variable	Value	Standard Error	Lower Limit	Upper Limit
b_0	57,60550776	1,823260573	49,7605645	65,45045103
b_1	-0,7146666807	0,1126156418	-1,199218003	-0,2301153586
b_2	0,007464366494	0,002299889145	-0,00243136653	0,01736009952

Таблица 8

Оценка погрешностей сглаживания опытных данных

Кол-во полуф., %	Вылѐж. теста, мин	Выч. созр. опары, мин	Отклон.	Отн. откл, %
x_1	y_3	Выч. y_3	ε	δ
0*	60	57,61297213	2,387027872	3,978379787
2	53	54,80199566	-1,801995661	-3,399991814
4	45	46,57838147	-1,578381472	-3,507514382
6	36	34,88884762	1,111152375	3,086534376
8	34	34,11780311	-0,1178031143	-0,3464797481

* – контрольный образец.

Наибольшая абсолютная погрешность приближения не превосходит 2,39, а относительная погрешность не больше 3,98 %. Коэффициент детерминации (Coefficient of Multiple Determination) составляет $R^2 = 97,41\%$. Статистика Дурбина-Ватсона (Durbin-Watson statistic) составляет 2,08. Стандартная ошибка оценки (Standard Error of the Estimate) составляет 2,52.

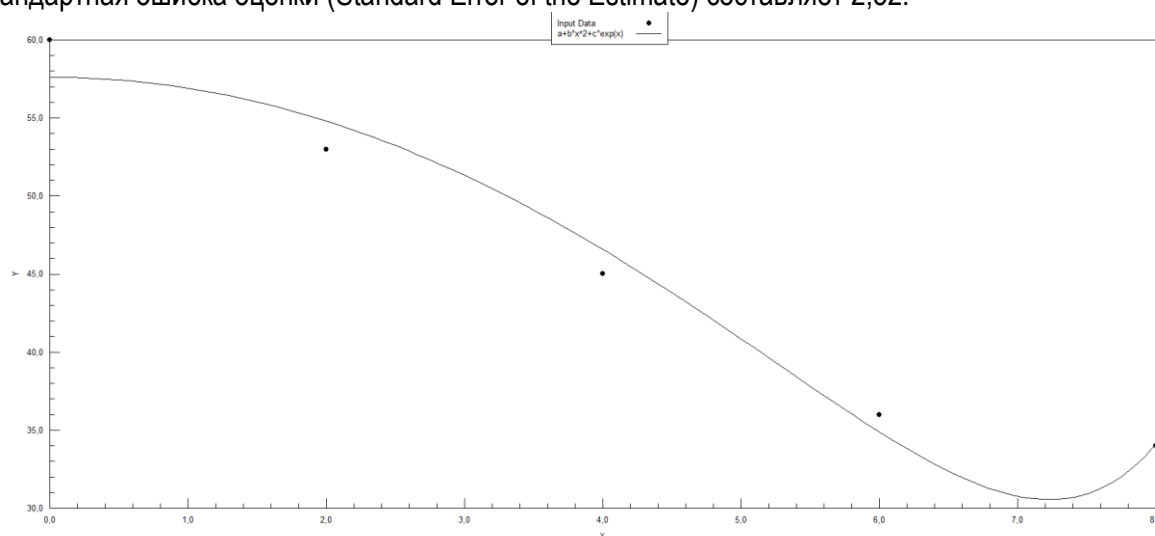


Рис. 3. Зависимость продолжительности вылёживания теста (y_3 , мин) от количества полуфабриката (x_1 , %)

Показатель продолжительности прокатки теста (y_4 , мин) в области изменения параметров количества полуфабриката (x_1 , %) представляется следующей функцией (Model Definition):

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1^2 + b_2 \cdot \exp x_1,$$

где b_0 , b_1 , b_2 – отыскиваемые по методу наименьших квадратов коэффициенты регрессии с надёжностью 95 % (табл.9).

Таблица 9

Доверительные пределы для значений коэффициентов

Variable	Value	Standard Error	Lower Limit	Upper Limit
b_0	19,32469343	0,5577821294	16,92472427	21,7246626
b_1	-0,2367804037	0,03445201056	-0,3850170695	-0,08854373786
b_2	0,001969667723	0,000703595023	-0,001057690582	0,004997026028

Таблица 10

Оценка погрешностей сглаживания опытных данных

Кол-во полуф., %	Прокатка теста, мин	Выч. прокатка теста, мин	Отклон.	Отн. откл., %
x_1	y_4	Выч. y_4	ε	δ
0*	20	19,3266631	0,6733368979	3,36668449
2	18	18,3921258	-0,3921258049	-2,178476694
4	15	15,64374719	-0,6437471892	-4,291647928
6	12	11,59521957	0,4047804253	3,373170211
8	10	10,04224433	-0,04224432913	-0,4224432913

* – контрольный образец.

Наибольшая абсолютная погрешность приближения не превосходит 0,68, а относительная погрешность не больше 4,30 %. Коэффициент детерминации (Coefficient of Multiple Determination) составляет $R^2 = 98,25$ %. Статистика Дурбина-Ватсона (Durbin-Watson statistic) составляет 2,10. Стандартная ошибка оценки (Standard Error of the Estimate) составляет 0,77.

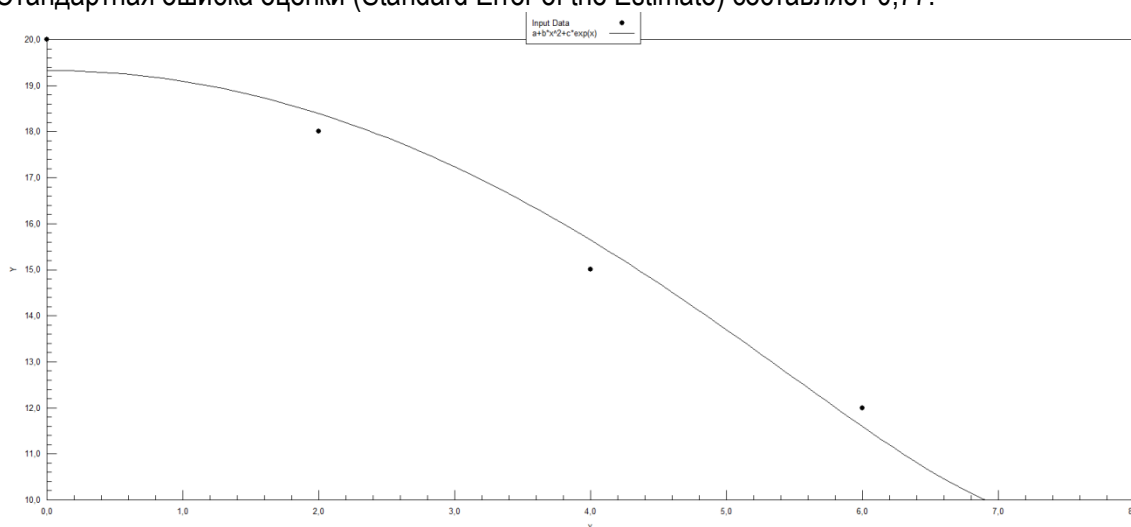


Рис. 4. Зависимость продолжительности прокатки теста (y_4 , мин) от количества полуфабриката (x_1 , %)

Показатель срока хранения (y_5 , сут) в области изменения параметров количества полуфабриката (x_1 , %) и температуры выпечки (x_2 , °C) представляется следующей функцией (Model Definition):

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_1^2 + b_3 \cdot x_1^3 + b_4 \cdot x_1^4 + b_5 \cdot x_1^5 + \frac{b_6}{x_2},$$

где $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ – отыскиваемые по методу наименьших квадратов коэффициенты регрессии с надёжностью 95 % (табл. 11).

Таблица 11

Доверительные пределы для значений коэффициентов

Variable	Value	StandardError	Lower Limit	Upper Limit
b_0	-1,825419049	2,68057355	-7,574713199	3,923875102
b_1	-93,86985922	5,467627338	-105,5968263	-82,1428921
b_2	96,1685188	5,645001758	84,06111903	108,2759186
b_3	-33,20882714	1,95158757	-37,39459216	-29,02306212
b_4	4,733393986	0,2764285536	4,140510025	5,326277948
b_5	-0,2375027664	0,01375054376	-0,2669949326	-0,2080106001
b_6	7598,747706	715,7969353	6063,506439	9133,988973

Таблица 12

Оценка погрешностей сглаживания опытных данных

Кол-во полуф., %	Темп. выпечки, °C	Срок хран., сут	Выч. срок хран., сут	Отклон.	Отн. откл., %
x_1	x_2	y_5	Выч. y_5	ε	δ
0*	240	25	25,31296562	-0,312965615	-1,25186246
0*	250	23	24,37715925	-1,377159247	-5,987648902
0*	260	24	23,50373997	0,4962600291	2,067750121
2	240	24	25,24834400	-1,248344004	-5,201433351
2	250	25	24,31253764	0,6874623636	2,749849454
2	260	24	23,43911836	0,5608816401	2,337006834
4	240	30	29,83602973	0,1639702743	0,5465675809
4	250	29	28,56957177	0,4304282253	1,484235259
4	260	28	27,40053367	0,5994663338	2,140951192
6	240	29	29,23398467	-0,233984670	-0,806843690
6	250	28	27,96752672	0,0324732807	0,1159760027
6	260	27	26,79848861	0,2015113894	0,7463384791
8	240	36	36,23398467	-0,233984670	-0,649957416
8	250	35	34,96752672	0,0324732809	0,0927808026
8	260	34	33,79848861	0,2015113895	0,5926805574
0	240	43	43,23398467	-0,233984670	-0,544150395
0	250	42	41,96752672	0,0324732808	0,0773173354
0	260	41	40,79848861	0,2015113895	0,4914911938

* – контрольный образец.

Наибольшая абсолютная погрешность приближения не превосходит 1,38, а относительная погрешность не больше 5,99 %. Коэффициент детерминации (Coefficient of Multiple Determination) составляет $R^2 = 99,29$ %. Статистика Дурбина-Ватсона (Durbin-Watsonstatistic) составляет 2,41. Стандартная ошибка оценки (Standard Error of the Estimate) составляет 0,63.

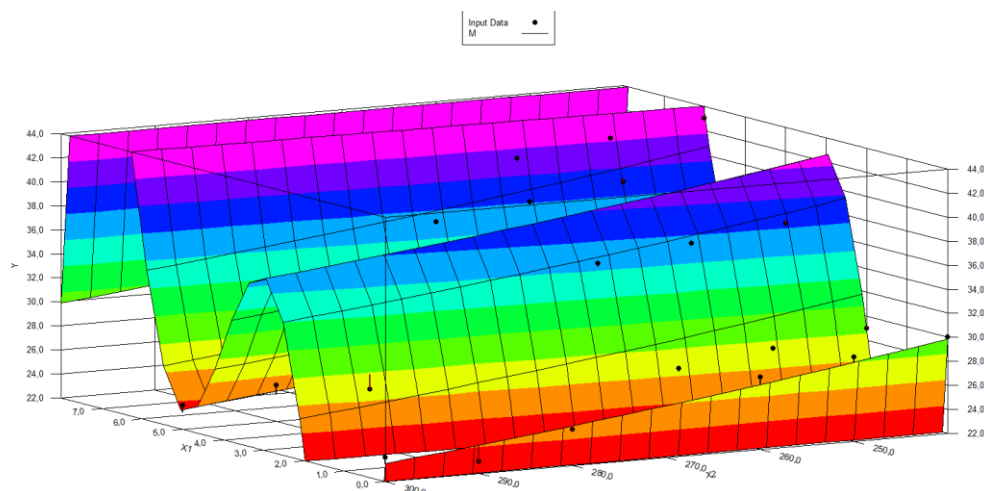


Рис. 5. Зависимость срока хранения (y_5 , сут) от количества полуфабриката (x_1 , %) и температуры выпечки (x_2 , °C)

Показатель дегустационной оценки изделия (y_6 , балл) в области изменения параметров количества полуфабриката (x_1 , %) и температуры выпечки (x_2 , °C) представляется следующей функцией (Model Definition):

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_1^2 + b_3 \cdot x_1^3 + b_4 \cdot x_1^4 + b_5 \cdot x_1^5 + \frac{b_6}{x_2},$$

где $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ – отыскиваемые по методу наименьших квадратов коэффициенты регрессии с надёжностью 95 % (табл. 13).

Таблица 13

Доверительные пределы для значений коэффициентов

Variable	Value	StandardError	Lower Limit	Upper Limit
b_0	31,45870647	2,948247916	24,66004678	38,25736616
b_1	23,57208309	96771,98222	-223132,6189	223179,7631
b_2	-22,62659118	100804,1482	-232476,9924	232431,7392
b_3	7,451772192	35281,45191	-81351,57633	81366,47988
b_4	-1,007371226	5040,207423	-11623,72569	11621,71095
b_5	0,04789460296	252,0103715	-581,088022	581,1838112
b_6	-1862,686568	734,3166587	-3556,020783	-169,3523529

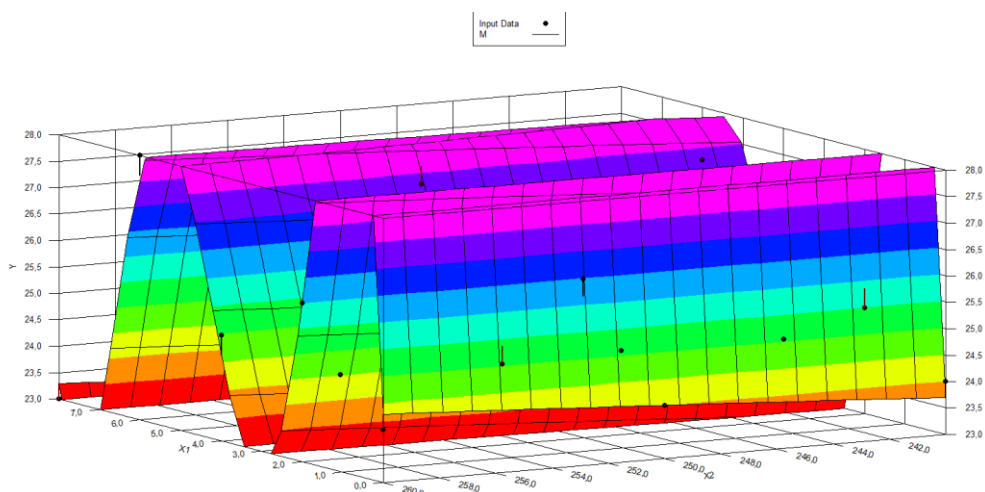
Наибольшая абсолютная погрешность приближения не превосходит 0,38, а относительная погрешность не больше 1,49 %. Коэффициент детерминации (Coefficient of Multiple Determination) составляет $R^2 = 96,89$ %. Статистика Дурбина-Ватсона (Durbin-Watsonstatistic) составляет 2,08. Стандартная ошибка оценки (Standard Error of the Estimate) составляет 0,37.

Таблица 14

Оценка погрешностей сглаживания опытных данных

Кол-во полуф., %	Темп. выпечки, °C	Дегуст. оценка, балл	Выч. дегуст. оценка, балл	Отклон.	Отн. откл., %
x_1	x_2	y_6	Выч. y_6	ε	δ
0*	240	24	23,69751244	0,3024875623	1,260364843
0*	250	24	24,00796020	-0,007960199	-0,033167495
0*	260	24	24,29452736	-0,294527363	-1,227197347
2	240	25	25,36417910	-0,364179104	-1,456716417
2	250	26	25,67462687	0,3253731343	1,251435132
2	260	26	25,96119403	0,0388059700	0,1492537309
4	240	24	24,03084577	-0,030845771	-0,128524045
4	250	24	24,34129353	-0,341293532	-1,422056385
4	260	25	24,6278607	0,3721393034	1,488557213
6	240	27	27,03084577	-0,030845771	-0,114243596
6	250	27	27,34129353	-0,341293532	-1,26405012
6	260	28	27,62786070	0,3721393034	1,329068941
8	240	23	22,69751244	0,3024875623	1,315163314
8	250	23	23,0079602	-0,007960199	-0,034609560
8	260	23	23,29452736	-0,294527363	-1,280553754

* – контрольный образец.

Рис. 6. Зависимость дегустационной оценки (y_6 , балл) от количества полуфабриката (x_1 , %) и температуры выпечки (x_2 , °C)

Выводы. Сравнительный анализ показателей продолжительности созревания опары, замеса, вылёживания и прокатки теста с различным количеством добавляемой пасты, с аналогичными показателями контрольного образца показал, что при добавке 6 % длительность созревания опары сократилось на 260 мин, продолжительность замеса теста уменьшилась на 24 мин, срок вылёживания теста сократился на 24 мин, продолжительность прокатки теста убавилась на 8 мин.

Исследование показателей срока хранения и дегустационной оценки готового изделия с различным количеством добавляемой пасты с аналогичными показателями контрольного изделия

показало, что при добавке в количестве 6 % срок хранения увеличился на 3–5 суток, дегустационная оценка выросла на 3–4 балла.

Таким образом, выбраны эффективные технологические параметры производства галет с количеством добавляемой папоротниковой пасты – 6 %, при котором дегустационная оценка составила 28 баллов.

Литература

1. Олейникова А.Я., Магомедов И.В., Плотникова И.В. Технологические расчеты при производстве кондитерских изделий. – СПб., 2008. – 240 с.
2. Драгилев А.И., Сезанаев Я.М. Производство мучных кондитерских изделий. – М., 2000. – 92 с.
3. Типсина Н.Н., Полякова Т.В., Струпан Е.А. Технология кондитерского производства: лаборатор. практикум. – Красноярск, 2006. – 61с.
4. Пучкова Л.И. Лабораторный практикум по технологии хлебопекарного производства. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 259 с.
5. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 448 с.
6. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: для инженеров и науч. работников. – М.: Физматлит, 2012. – 816 с.



УДК 658.62:664

Е.О. Никулина, Г.В. Иванова, О.Я. Кольман

ОБЛЕПИХОВЫЙ ШРОТ КАК ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНГРЕДИЕНТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Статья посвящена исследованию функциональных характеристик продуктов переработки облепихи (облепихового шрота). Представлены результаты исследований химического состава, показателей безопасности, комплексобразующих свойств обезжиренного облепихового шрота.

Ключевые слова: обезжиренный облепиховый шрот, химический состав, показатели безопасности, функциональный ингредиент, комплексобразующие свойства.

E.O. Nikulina, G.V. Ivanova, O.Ya. Kolman

SEA-BUCKTHORN MEAL AS THE FUNCTIONAL INGREDIENT FOR THE CREATION OF THE FUNCTIONAL PURPOSE PRODUCTS

The article is devoted to the research of the functional characteristics of the sea-buckthorn processing products (sea-buckthorn meal). The research results on the chemical composition, safety indicators, complex-forming properties of the fat-free sea-buckthorn meal are presented.

Key words: fat-free sea-buckthorn meal, chemical composition, safety indicators, functional ingredient, complex-forming properties.

Введение. Одним из приоритетных направлений, способных решать проблемы здорового питания населения Красноярского края, является использование местного дикорастущего и культивируемого сырья, так как природные соединения растительного происхождения весьма активно влияют на ферментные системы детоксикации организма, способствуя нейтрализации и выводу из