

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
АЛМАТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
АЛМАТИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ALMATY TECHNOLOGICAL UNIVERSITY**

**«ТАМАҚ, ЖЕҢІЛ ӨНЕРКӘСІПТЕРІ МЕН ҚОНАҚЖАЙЛЫЛЫҚ
ИНДУСТРИЯСЫНЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУЫ»
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
МАТЕРИАЛДАРЫ
29-30 қазан 2015 жыл**

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ПИЩЕВОЙ, ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ИНДУСТРИИ ГОСТЕПРИИМСТВА»
29-30 октября 2015 года**

**MATERIALS
OF INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
“INNOVATIVE DEVELOPMENT OF FOOD, LIGHT AND HOSPITALITY
INDUSTRY”
October 29-30, 2015**

ӘОЖ 663/664(063)

КБЖ 36

Т 17

Сборник материалов подготовлен под редакцией доктора химических наук, академика **Кулажанова К.С.**

Редакционная коллегия

Кулажанов Т.К., Нурахметов Б.К., Кизатова М.Ж., Рскелдиев Б.А.,
Мнацаканян Р.Г., Жилисбаева Р.О., Диханбаева Ф.Т., Адмаева А.М.,
Жангуттина Г.О., Мухтарханова Р.Б. (ответ.секретарь).

Т 17 **«Тамақ, жеңіл өнеркәсіптері мен қонақжайлылық индустриясының инновациялық дамуы = Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства»:** халықар. ғыл. конф. материалдары (29-30 қазан 2015 жыл) - Алматы: АТУ, 2015. – 385 б. қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-263-321-4

Настоящий сборник представляет собой публикации и выступления участников международной научно-практической конференции **«Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства»**, которые рассматривают актуальные вопросы: современные технологии пищевой, перерабатывающей и легкой промышленности; химические, биологические и биотехнологические аспекты в обеспечении безопасности пищевых и непродовольственных продуктов, современные методы контроля; информационное и техническое обеспечение производств; образовательные инновации в подготовке кадров; совершенствование методов управления предприятиями пищевой, легкой промышленности, индустрии гостеприимства, туризма.

Сборник адресован специалистам в области пищевой, перерабатывающей, легкой и текстильной промышленности, стандартизации, сертификации и контроля качества продукции, индустрии гостеприимства, туризма, а также преподавателям вузов и колледжей, научным работникам, студентам, магистрантам и докторантам химических, инженерных, технологических, экономических и педагогических специальностей.

ӘОЖ 663/664(063)

КБЖ 36

ISBN 978-601-263-321-4

©АТУ, 2015

УДК 664.858:635.12:004.942

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРНОГО СОСТАВА КОНФИТЮРОВ НА ОСНОВЕ КОРНЕЙ СЕЛЬДЕРЕЯ

*Станкевич Г.Н., Белевская И.Р., Голтиская Я.А.
Национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина
E-mail: georg-st@mail.ru*

Разработка технологии функциональных продуктов на основе корня сельдерея актуальна, продукция будет обладать рядом полезных свойств, которые необходимы для общего оздоровления организма человека.

В исследованиях были рассмотрены три новых продукта (конфитюра) на основе сельдерея с добавлением сахара, лимонной кислоты и агар-агара: с морковью (образец 1), со свеклой (образец 2) и с цедрой лимона (образец 3). Как видно, основной составной частью рецептур предложенных новых продуктов является измельченный сельдерей $m_{\text{с}}$, в качестве структурообразователя использован агар-агар $m_{\text{а}}$, а компонентами, которые предоставляют указанным выше трем продуктам оригинальные органолептические показатели $m_{\text{л}}$, приняты соответственно морковь, свекла и цедра лимона.

Кроме указанных компонентов, в рецептуре каждого из трех образцов конфитюров предусмотрено добавление дополнительных ингредиентов:

образец 1 – 0,05 г лимонной кислоты, 70 см³ воды и 55 г сахара;

образец 2 – 0,05 г лимонной кислоты, 60 см³ воды и 45 г сахара;

образец 3 – 60 см³ воды и 45 г сахара (так как в данном образце присутствует цедра лимона добавление лимонной кислоты не требуется).

Оценку качества разрабатываемого продукта проводили по следующим органолептическим показателям: внешний вид y_1 , цвет y_2 , консистенция y_3 , аромат y_4 , и вкус y_5 . Очередность определения отдельных показателей качества конфитюров соответствовала естественной последовательности органолептической оценки [1]. Вначале проводили оценку показателей, определяемых органами зрения (внешний вид, цвет и консистенция), затем обоняния (аромат) и в конце — осязания (вкусовые качества). При характеристике цвета определяли основной тон продукта, его интенсивность и устанавливали отклонения от цвета, который присущ этому продукту. Аромат определяли при задержанном дыхании (делали глубокий короткий вдох, задерживали дыхание на 2...3 секунды и выдыхали), устанавливали характерный аромат и наличие посторонних запахов. Консистенцию определяли размазыванием продукта по поверхности. При определении вкуса пробу распределяли по всей поверхности ротовой полости и задерживали на 5...10 секунд во рту, чтобы растворимые вещества продукта перешли в слюну и образовавшийся раствор влиял на вкусовые рецепторы [1]. Каждый показатель органолептического анализа оценивали от 1 до 5 баллов.

Для решения задач сначала необходимо иметь некий обобщенный показатель качества конфитюра, учитывающий рассматриваемые нами отдельные органолептические количественные выражения свойств продукции $y_1...y_5$. В качестве такого обобщающего показателя качества конфитюра наиболее приемлемым является использование предложенной Харрингтоном [2] обобщенной функции желательности D .

На этапе обработки, для каждого показателя качества $y_1...y_5$ были выбраны минимальные и максимальные значения балльной оценки, на основании которых рассчитали коэффициенты b_0 и b_1 , по формуле (2) — частные функции желательности d_i , а по формуле (1) — обобщенную функцию желательности D_1 .

Последующая обработка методом наименьших квадратов с использованием алгоритма последовательного регрессионного анализа, реализованного в программе PLAN [4], позволила получить зависимость обобщенной функции желательности D_1 от компонентного состава разрабатываемого конфитюра — массовых долей (г) агара m_a , моркови m_o и сельдерея m_c :

$$D_1 = -8.608 + 0.307 m_a + 0.254 m_o - 5.204 m_a^2 - 0.00379 m_o^2 - 0.00236 m_c^2 - 0.0800 m_a m_o + 0.110 m_a m_c - 0.00266 m_o m_c. \quad (1)$$

Уравнение (1) адекватно описывает экспериментальные данные, поскольку расчетное значение критерия Фишера $F = 2.69$ меньше критического значения $F_{кр}(0.05; 11; 5) = 4.70$.

Используя полученное уравнение, методом трехмерной дихотомии были определены значения массовых долей (г) агара m_a , моркови m_o и сельдерея m_c при которых достигается максимум обобщенной функции желательности D_1 , т.е. наилучшее качество конфитюра. Таким образом, расчетный оптимальный состав разработанного конфитюра (образец 1) будет следующим (в граммах):

$$\text{агар } m_a = 0.368, \text{ морковь } m_o = 18.570, \text{ сельдерей } m_c = 51.307.$$

В качестве дополнительных компонентов, не участвовавших в расчете, при приготовлении конфитюра (образец 1) использовали воду — 70 см³, сахар — 55 г и лимонную кислоту — 0.05 г.

На рис. 1 приведена графическая интерпретация уравнения (1), представленная в виде поверхностей отклика (рис. 1 а, б, в) и изолиний (рис. 1 г) зависимости обобщенной функции желательности D_1 от массовых долей агара m_a , моркови m_o и сельдерея m_c , построенных в оптимальной области. Приведенные графические зависимости дают наглядное представление о закономерностях влияния переменных факторов m_a , m_o и m_c на обобщенную функцию желательности D_1 разработанного конфитюра, а также подтверждают координаты оптимума.

Аналогичные эксперименты и расчеты были проведены и для других композиций конфитюров на основе сельдерея: со свеклой (образец 2) и цедрой лимона (образец 3). Как отмечалось ранее, во всех рецептурах присутствовали дополнительные компоненты.

Обработка результатов экспериментов по описанной выше методике позволила получить следующие зависимости обобщенной функции желательности D от компонентного состава разрабатываемых конфитюров:

— для образца 2 (агар, свекла, сельдерей)

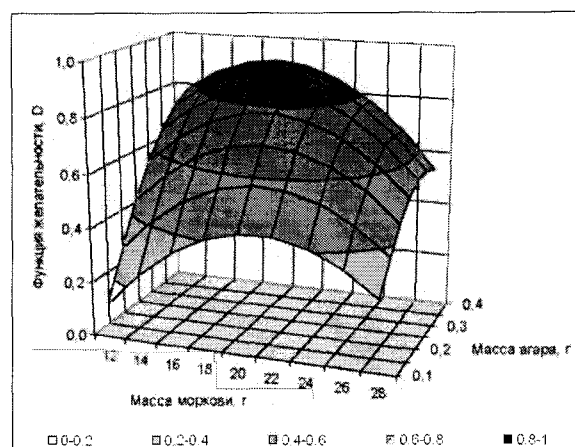
$$D_2 = -8.608 + 0.307 m_a + 0.254 m_c - 5.204 m_a^2 - 0.00379 m_c^2 - 0.00236 m_c^2 - 0.0800 m_a m_o + 0.110 m_a m_c - 0.00266 m_o m_c. \quad (2)$$

— для образца 3 (агар, цедра лимона, сельдерей)

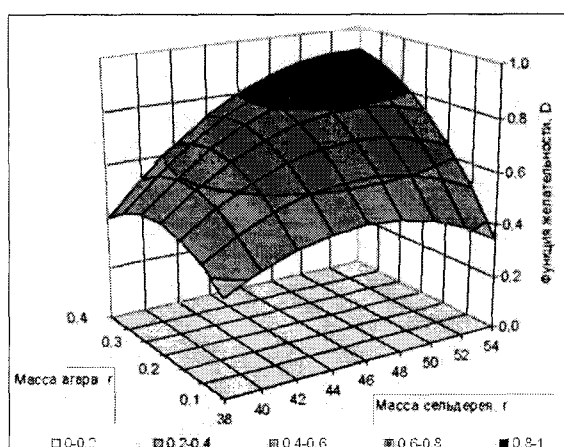
$$D_3 = -8.608 + 0.307 m_a + 0.254 m_c - 5.204 m_a^2 - 0.00379 m_c^2 - 0.00236 m_c^2 - 0.0800 m_a m_o + 0.110 m_a m_c - 0.00266 m_o m_c. \quad (3)$$

Уравнения (2) и (3) адекватно описывают экспериментальные данные, поскольку для них выполняются соответственно условия:

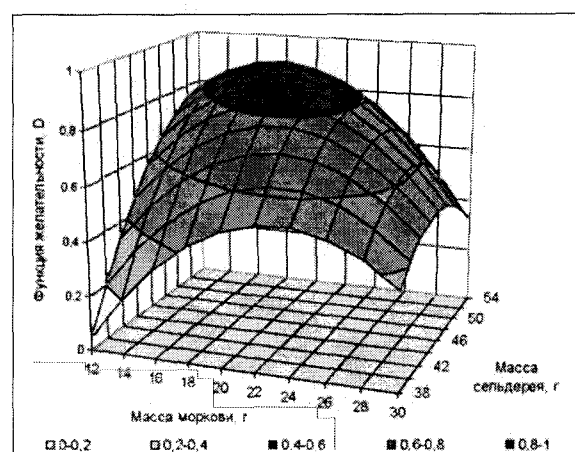
$$F = 2.13 - F_{кр}(0.05; 14; 5) = 4.64; F = 1.69 - F_{кр}(0.05; 13; 5) = 4.46.$$



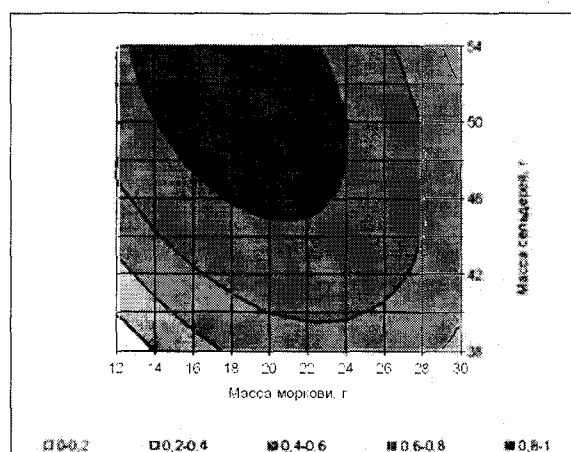
а) масса сельдерея $m_c = 51.31$ г



б) масса моркови $m_c = 18.57$ г



в) масса агара $m_a = 0.37$ г



г) масса моркови $m_c = 18.57$ г

Рис. 1 – Зависимость обобщенной функции желательности конфитюра D_1 от массовых долей агара m_a , моркови m_c и сельдерея m_e (образец 1)

Расчетные оптимальные составы разработанных конфитюров для образцов 2 и 3 будут следующими (в граммах):

образец 2: агар $m_a = 0.368$, свекла $m_s = 15.704$, сельдерея $m_e = 49.577$;

– образец 3: агар $m_a = 0.290$, цедра лимона $m_l = 1.869$, сельдерея $m_e = 59.772$.

Сводные данные по составу оптимальных рецептов конфитюров с учетом округлений приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Оптимальный рецептурный состав разработанных конфитюров на основе сельдерея, г

Компоненты	Образцы					
	1	2	3	1	2	3
	Массовые доли, г			Проценты		
1. Сельдерей	51.31	49.58	59.77	26.3	29.05	35.8
2. Агар-агар	0.37	0.37	0.29	0.2	0.22	0.17
3. Морковь	18.57	–	–	9.5	–	–
4. Свекла	–	15.70	–	–	9.2	–
5. Цедра лимона	–	–	1.87	–	–	1.12
6. Сахар	55	45	45	28.5	26.35	26.95
7. Лимонная кислота	0.05	0.05	–	0.03	0.03	0.03
8. Вода, см ³	70	60	60	35.47	35.15	35.93

Дегустационная оценка изготовленных по оптимальному рецептурному составу предложенных продуктов на основе корней сельдерея подтвердила их высокое качество.

Используя построенные математические модели, адекватно описывающие зависимость органолептических показателей качества новых продуктов от массовых долей их основных компонентов, определен оптимальный по обобщенной органолептической оценке состав рецептур конфитюров на основе корня сельдерея с использованием моркови, свеклы и цедры лимона, формирующих оригинальные свойства готовых продуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Станкевич Г.М. Оптимізація рецептур соків та паст на основі ферментованого топінамбура / Г.М. Станкевич, І.Р. Біленька, Н.А. Буланша // Харчова наука і технологія. – 2011. – № 4 (17). – С. 86-90.
2. Ахназарова С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. – М.: Высш. шк., 1985. – 327 с.
3. Осьмак Т.Г. Оптимізація рецептурного складу морозива «Сирок» / Т.Г. Осьмак, Т.А. Скорченко, Н.О.Касьянова // Харчова промисловість – 2011. – № 11. – С. 96-101.
4. Математическое моделирование процессов пищевых производств: учеб. пособие / Н.В. Остапчук, В.Д. Каминский, Г.Н. Станкевич, В.П. Чучуй; Под ред. Н.В. Остапчука. – К.: Вища шк., 1992. – 175 с.