

С.М. Доценко, О.В. Скрипко, С.А. Иванов, Г.В. Кубанкова

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛКОВО-УГЛЕВОДНОЙ ДОБАВКИ В ВИДЕ МУКИ

Обоснована возможность и целесообразность разработки безотходной технологии соево-имбирной и соево-цитрусовой добавки в виде муки для включения в рецептуры хлеба, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий для улучшения органолептических показателей и повышения пищевой и биологической ценности. Разработаны математические модели органолептической оценки двух видов белково-углеводной добавки в виде муки, посредством которых обоснованы параметры и режимы её получения.

Белково-углеводная добавка в виде соево-имбирной и соево-цитрусовой муки, математическая модель, технология.

Введение

Хлеб и хлебобулочные изделия в Российской Федерации являются традиционными, а потому незаменимыми продуктами питания. Однако хлебобулочные изделия содержат незначительное количество белка – до 8 % и достаточно много легкоусвояемых углеводов – более 45 %, что вызывает необходимость разработки новых видов хлеба и хлебобулочных изделий, обогащенных белком [1].

Пшеничная мука, применяемая в рецептурах хлебобулочных изделий, содержит в своем составе малое количество незаменимых аминокислот – лизина, аминокислотный скор которого 45–50 %, и треонина, аминокислотный скор которого 75–79 %. Кроме того, для неё характерен дисбаланс незаменимых и заменимых аминокислот. Для компенсации недостающих аминокислот необходимо вводить в рецептурный состав хлеба и хлебобулочных изделий дополнительные источники белка, среди которых более подходящими являются белки бобовых культур, например сои. Белки сои содержат в своем составе значительные количества лизина и треонина, но лимитированы по метионину и цистину, которые, в свою очередь, в достаточном количестве содержатся в белках злаков [1–4].

Оптимальное усвоение белков и углеводов хлебобулочных изделий может быть обеспечено путем введения в рецептуры новых изделий одновременно белков и пищевых волокон, которое возможно при использовании добавки в виде муки с соевой окарой, что будет существенно замедлять скорость усвоения содержащихся в хлебобулочных изделиях углеводов и обеспечивать снижение их гликемического индекса, придавая им функциональную направленность [5, 6].

Проведенные нами ранее исследования биохимического состава соевой окары, полученной из амурских сортов сои по традиционной технологии, показали, что при влажности 8–10 % она содержит до 28,0 % белков, около 15,0 % жиров, до 48,0 % углеводов и около 4,0 % минеральных веществ, а также незначительное количество витамина Е. При этом окара имеет не привлекательный внешний вид, бледно-желтый цвет с сероватым оттенком и практически обезличенные вкус и запах.

Для улучшения органолептических свойств и по-

вышения пищевой ценности соевой окары необходима её модификация какими-либо рациональными способами, например, путем совместной дезинтеграции семян сои и сырья, содержащего значительное количество биологически активных веществ, в виде корня имбиря или вторичного сырья пищевой промышленности – кожуры цитрусовых плодов. При этом особое значение имеет полное использование сырья, исключающее образование отходов.

Целью исследования является разработка безотходной технологии белково-углеводной добавки в виде муки с использованием вторичного соевого сырья.

Объект и методы исследования

Объектом исследования являлись: семена сои по ГОСТ 17109-88; корень имбиря свежий; отходы от цитрусовых плодов свежие в виде кожуры (лимона по ГОСТ 4429-82, апельсина по ГОСТ 4427-82, мандарина по ГОСТ 4428-82), соответствующих ГОСТ Р 53596-2009 (ЕЭК ООН FV-14:2004); аскорбиновая кислота по ГОСТ 4815-76; а также технологические процессы приготовления белково-углеводной добавки в виде муки (соево-имбирной, соево-цитрусовой).

В процессе исследования использовались следующие методы: биохимический и аминокислотный состав исходного сырья и готовой добавки в виде муки определяли с помощью инфракрасного сканера FOSS NIRSystem 5000 (Швеция); определение массовой доли: влаги по ГОСТ 9404-88, протеина по ГОСТ Р 54390-2011, жира по ГОСТ 29033-91; определение витамина С по ГОСТ 24556-89, ГОСТ Р ЕН 14130-2010; определение витамина Е по ГОСТ Р 54634-2011. Обработка экспериментальных данных статистическими методами анализа; построение математических моделей и их анализ (программа Arrol, метод Парето-оптимального решения – программа KPS) [7].

Результаты и их обсуждение

На основании проведенного анализа и принятой гипотезы одним из вариантов ценной в пищевом отношении добавки может являться соево-имбирная или соево-цитрусовая композиция, полученные пу-

тем совместной дезинтеграции семян сои и цитрусовой цедры, или семян сои и корня имбиря с последующей экстракцией физиологически ценных ингредиентов в водную среду, получением коагуляционной структуры на их основе, формованием гранул, их сушкой и получением муки.

Белково-углеводную добавку в виде муки получали по следующей технологической схеме. На основе совместной дезинтеграции семян сои и частиц свежего корня имбиря, а также семян сои и кожуры цитрусовых в водной среде готовили белково-углеводную дисперсную систему. В последующем проводили в ней коагуляцию белковых веществ 5 %-ным водным раствором аскорбиновой кислоты с целью осаждения коагулята на слой нерастворимого соево-имбирного или соево-цитрусового остатка. От полученной массы отделяли сыворотку, массу тщательно перемешивали, затем формовали гранулы, которые сушили и измельчали.

На этапе экспериментальных исследований с учетом разработанных подходов путем априорного ранжирования выделялись факторы процесса, опосредованно влияющие на органолептические показатели соево-имбирной и соево-цитрусовой добавки в виде муки.

В качестве основных выделены три фактора: массовая доля имбиря или цитрусовой цедры – M_d , % (X_1); диаметр гранул – d_r , мм (X_2); температура сушки – t^0 , °C (X_3) (табл. 1). За критерий оптимизации принята органолептическая оценка показателей качества – $N_{1,2}$, баллы ($Y_{1,2}$).

Регрессионный анализ зависимостей $Y_{1,2}=f(X_1; X_2; X_3)$ позволил получить математические модели (1, 2) органолептической оценки белково-углеводной добавки в виде муки и установить их адекватность по значению расчетного критерия Фишера – F_R , который должен быть больше табличного – F_T .

Полученные математические модели органолептической оценки имеют следующий вид:

– для соево-имбирной добавки:

$$N_1 = 4,1623 + 0,0419 \cdot M_d + 3,8615 \cdot d_r + 0,3125 \cdot t^0 + 0,0120 \cdot M_d \cdot d_r + 0,0012 \cdot M_d \cdot t^0 - 0,00158 \cdot M_d^2 - 0,9870 \cdot d_r^2 - 0,0022 \cdot (t^0)^2 \rightarrow \max (25 \text{ баллов}); \quad (1)$$

– для соево-цитрусовой добавки:

$$N_2 = -6,4313 + 0,0864 \cdot M_d + 3,2504 \cdot d_r + 0,6175 \cdot t^0 + 0,0009 \cdot M_d \cdot t^0 - 0,0018 \cdot M_d^2 - 0,8126 \cdot d_r^2 - 0,0041 \cdot (t^0)^2 \rightarrow \max (25 \text{ баллов}). \quad (2)$$

Таблица 1

Уровни и интервалы варьирования факторов

Уровень и интервал	Факторы		
	X_1 / M_d	X_2 / d_r	X_3 / t^0
Верхний уровень	75,0	3	100
Основной уровень	50,0	2	80
Нижний уровень	25,0	1	60
Интервал варьирования	25,0	1	20

Анализ данных моделей показал, что оптимальными значениями параметров являются: $M_d = (45 \pm 4,5) \%$; $d_r = (2,2 \pm 0,1) \text{ мм}$; $t^0 = (81 \pm 2,5) ^\circ\text{C}$, а органолептическая оценка добавки в виде муки, полученной по двум вариантам её приготовления, составляет $N_{1,2} = 22,80 - 23,16$ балла.

Данные модели исследованы на экстремум посредством их трёхмерной графической интерпретации (рис. 1–6). Это дало наглядное представление о влиянии совокупности трех факторов на органолептические показатели модифицированной соевой муки.

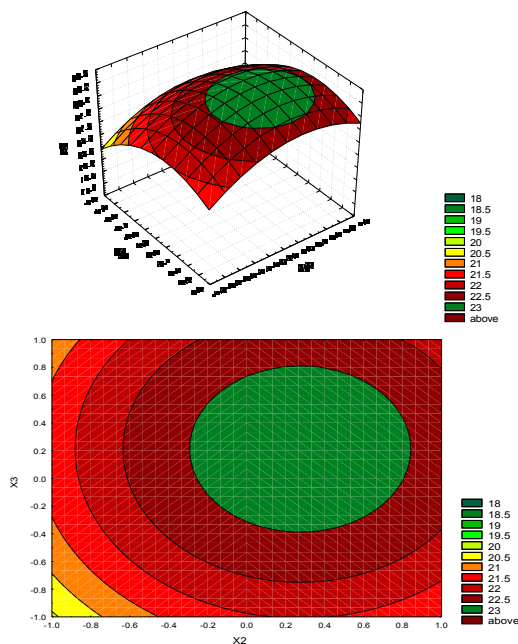


Рис. 1. Поверхность отклика и её сечения $Y_1=f(X_1=0,1; X_2; X_3)$

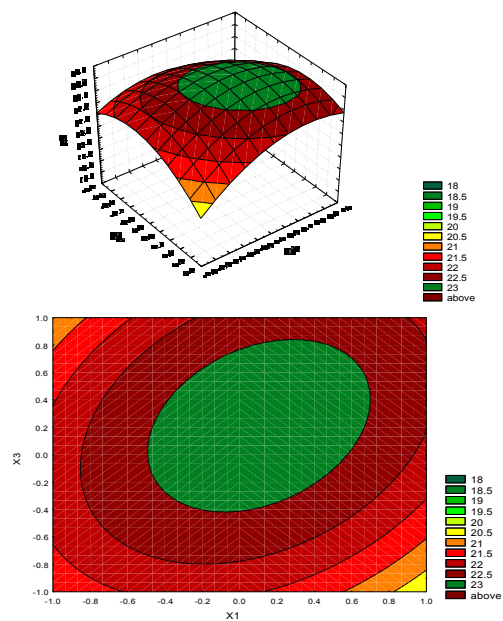


Рис. 2. Поверхность отклика и её сечения $Y_1=f(X_1; X_2=0,28; X_3)$

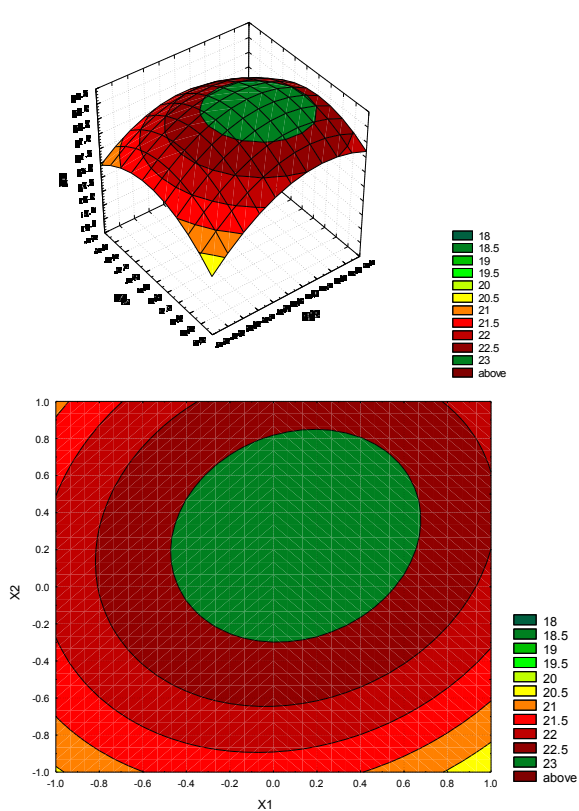


Рис. 3. Поверхность отклика и её сечения
 $Y_1=f(X_1;X_2;X_3=0,21)$

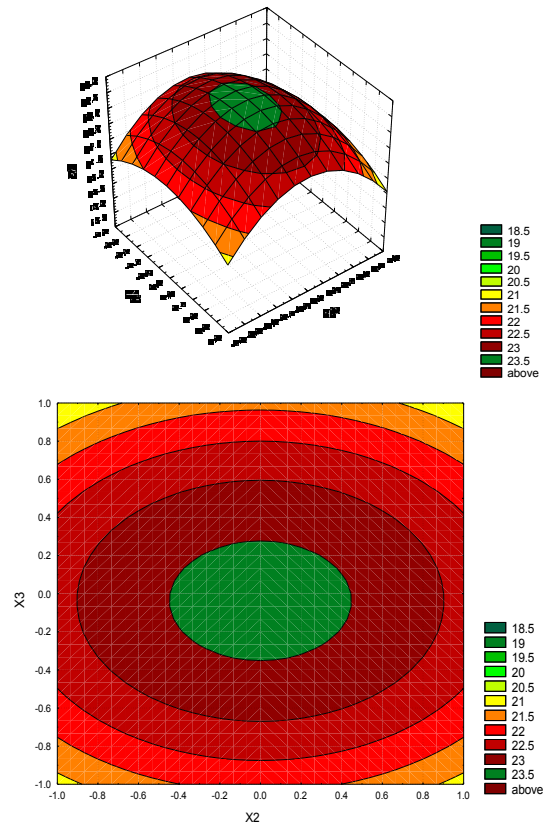


Рис. 4. Поверхность отклика и её сечения
 $Y_2=f(X_1=-0,27;X_2;X_3)$

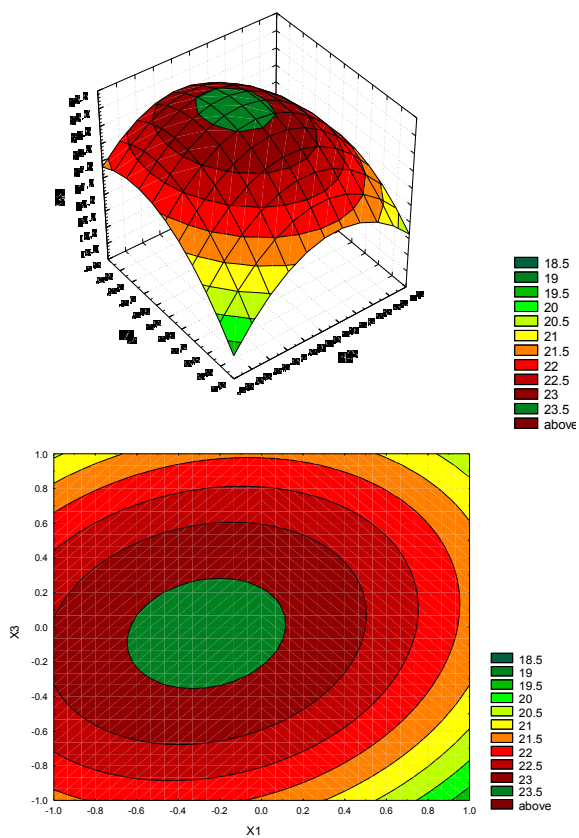


Рис. 5. Поверхность отклика и её сечения
 $Y_2=f(X_1;X_2=0,0;X_3)$

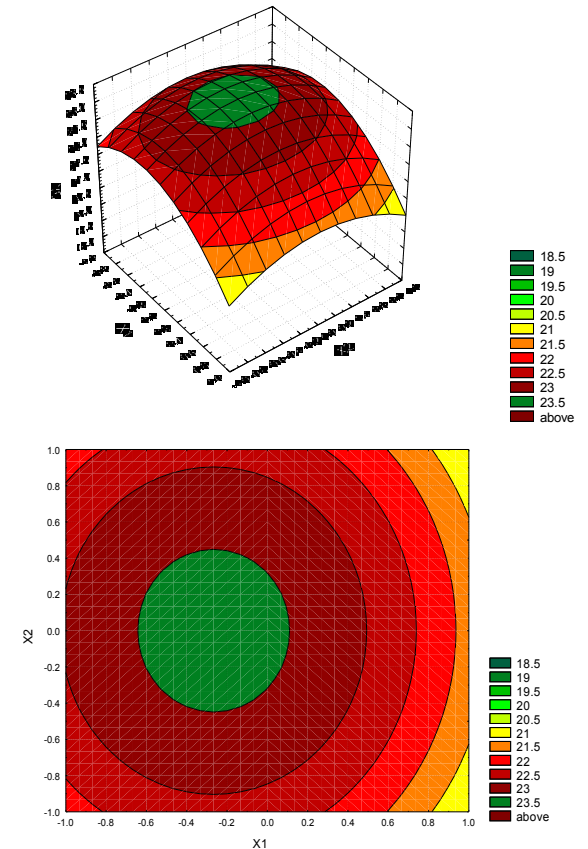


Рис. 6. Поверхность отклика и её сечения
 $Y_2=f(X_1;X_2;X_3=-0,04)$

Требуемые значения показателей по биохимическому составу и энергетической ценности белково-углеводной добавки в виде муки представлены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели по биохимическому составу и энергетической ценности белково-углеводной добавки в виде муки

Показатель	Для соево-имбирной муки	Для соево-цитрусовой муки
Влажность, %, не более	6,0	8,0
Белок, %, не менее	32,1	29,0
Жир, %, не менее	14,9	12,9
Углеводы, %, не менее	36,3	37,8
в том числе пищевые волокна, %, не менее	15,5	16,2
Минеральные вещества, %, не менее	10,7	12,3
Витамин С, мг/100 г	55,0	100,0
Витамин Е, мг/100 г	5,8	5,5
Витамин РР, мг/100 г	3,0	3,2
Энергетическая ценность, ккал/100 г	407,7	383,3

Проведенной дегустацией установлено, что разработанные белково-углеводные добавки в виде соево-имбирной и соево-цитрусовой муки имеют привлекательный внешний вид и цвет, достаточно хорошие вкусовые и ароматические характеристики (рис. 7 и 8).



Рис. 7. Белково-углеводная добавка в виде соево-имбирной муки



Рис. 8. Белково-углеводная добавка в виде соево-цитрусовой муки

На основе проведенных исследований разработана технологическая схема получения добавок в виде муки на основе бинарной соево-имбирной и соево-цитрусовой композиции (рис. 9).



Рис. 9. Технологическая схема безотходного производства белково-углеводной добавки в виде соево-имбирной и соево-цитрусовой муки

Согласно разработанной технологии, семена сои моют, инспектируют и замачивают в воде с целью их набухания и размягчения, затем направляют на измельчение.

Одновременно подготавливают углеводный компонент – свежий корень имбиря, который моют, очищают, ополаскивают для удаления остатков кожуры. Очищенный имбирь нарезают на мелкие кусочки. Нарезанный имбирь направляют на смешивание с набухшими семенами сои и последующее измельчение.

Предварительно вымытую кожуру плодов семейства цитрусовых (лимона, или мандарина, или апельсина) смешивают с предварительно подготовленными семенами сои и направляют на последующее измельчение.

Предварительно подготовленные семена сои, корень имбиря или кожуру плодов семейства цитрусовых смешивают в весовом соотношении как 1:1 и измельчают в водной среде с одновременным её нагреванием с целью проведения экстракции до получения тонкодисперсной суспензии.

На основе приготовленных по первому и второму вариантам белково-углеводных суспензий получают коагулят путем внесения раствора физиологически функционального пищевого ингредиента – аскорбиновой кислоты (Е 300). В результате структурной трансформации образуется белково-углеводный продукт, который отделяется от сыворотки.

После отделения сыворотки полученные соево-имбирную и соево-цитрусовую композиции определенной влажности формируют в гранулы, которые затем сушат до содержания сухих веществ 90–92 %.

Высушенные гранулы измельчают до получения муки, которую просеивают, отделяют от металломагнитных примесей и направляют на фасовку. Фасуют полученную белково-углеводную муку в пакеты массой 500–5000 г.

Полученная соево-имбирная добавка в виде муки имеет высокие органолептические показатели (привлекательный внешний вид, выраженный имбирный или цитрусовый аромат и привкус, приятный кремовый цвет с золотисто-желтыми оттенками) и биологическую ценность за счет наличия в ней биологически активных веществ имбиря – фенольных соединений (рутина и 6-гингерола), кожуры плодов семейства цитрусовых – пектиновых веществ, клетчатки, органических кислот, азотистых и минераль-

ных веществ, эфирных масел, глюкозидов с Р-витаминной активностью, витамина С, витамина Е и изофлавоноидов сои, в синергизме обладающих антиоксидантными свойствами.

Полученная таким способом добавка может применяться в хлебопекарной промышленности для повышения пищевой и биологической ценности хлеба, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий.

Выводы

На основе проведенных исследований разработана безотходная технология производства белково-углеводной добавки в виде муки для использования в пищевых продуктах заданного состава и свойств, а также техническая документация ТУ 9146-004-00668442-13 «Мука белково-углеводная модифицированная» и ТИ на её производство.

Список литературы

1. Дубцов, Г.Г. Обоснование целесообразности производства и потребления высокобелкового хлеба «Протеиновый» / Г.Г. Дубцов. – Режим доступа: <http://www.bosko-1.ru/48-protein/6-obosnovanie>, свободный.
2. Доморощенкова, М.Л. Особенности современного этапа производства и развития рынка пищевых соевых белков в России / М. Л. Доморощенкова // Пищевая промышленность. – 2006. – № 10. – С. 68–71.
3. Петибская, В.С. Соя: химический состав и использование / В.С. Петибская. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012. – 432 с.
4. Обоснование параметров производства белково-углеводной муки из вторичного соевого сырья / С.М. Доценко, О.В. Скрипко, Г.В. Кубанкова и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 2. – С. 12–15.
5. Бегеулов, М. Использование соевой окары в хлебопечении / М. Бегеулов // Хлебопродукты. – 2010. – № 7. – С. 40–42.
6. Кузнецова, А.А. Разработка технологии кулинарной продукции из рыбного и молочного сырья с использованием биомодифицированной соевой окары: дис. ... канд. техн. наук: защищена 04.05.2012; утв. 02.10.2012 / Кузнецова А.А. – Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2013. – 166 с.
7. Биотехнологические аспекты создания поликомпонентных продуктов с использованием математического моделирования: монография / С.М. Доценко, О.В. Скрипко, В.А. Тильба, Б.И. Ющенко. – Благовещенск: ОАО «ПКИ Зея», 2011. – 180 с.

ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сои Россельхозакадемии,
675027, Россия, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19.
Тел/факс (4162)36-95-58,
e-mail: amursoja@gmail.com

SUMMARY

S.M. Dotsenko, O.V. Skripko, S.A. Ivanov, G.V. Kubankova

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PROTEIN-CARBOHYDRATE ADDITIVE PRODUCTION IN THE FORM OF MEAL

The possibility and expediency of developing the waste-free technology of soya-ginger and soya-citrus additives in the meal form used for inclusion into the formula of bread, pastry and bakery products to improve their organoleptic characteristics and to enhance food and biological values were substantiated. The mathematical models of organoleptic evaluation of two types of protein-carbohydrate additives in the form of meal were developed. The models were used to justify the parameters of obtaining the additives.

Protein-carbohydrate additive in the form of soya-ginger and soya-citrus meal, mathematical model, technology.

SSI All-Russian scientific research institute of soybean of RAAS,
19, Ignatevskoe shosse, Blagoveschensk, 675027 Russia.
Phone/fax (4162)36-95-58,
e-mail: amursoja@gmail.com

Дата поступления: 26.03.2014

