

нению с индивидуальным маслом кардамона.

Таким образом, найдено, что стабильность эфирных масел зависела от их состава. Менее стабильны масла, содержащие большое количество  $\alpha$ - и  $\gamma$ -терпиненов, сесквитерпеновых углеводородов. При окислении основных компонентов эфирных масел образуются соединения, которые присутствуют в натуральных маслах. Стабильность состава эфирных масел увеличивалась с увеличением их концентрации в модельных растворах. Окисление компонентов в чистых эфирных маслах проходило медленнее, чем в растворах. Использование смеси масел приводило к увеличению стабильности компонентов.

Литература:

1. Flavours and Fragrances. Chemistry, Bioprocessing and Sustainability. / Ed. R.G.Berger. New York: Springer. 2007. P.43-116.
2. Войткевич С.А. // Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. М.:Пищ. промышленность,1999. 282 с.
3. Madsen L.H., Nielsen B.R.,Bertelsen G., Skibsted L.H. // Food Chem. 1996. V.57. P. 331-337.
4. Мишарина Т.А. // Прикл.биохимия и микробиология. 2001. Т.37. № 6. С.726-732.
5. Мишарина Т.А., Полшков А.Н., Ручкина Е.Л., Медведева И.Б. // Прикл. биохимия и микробиология. 2003. Т.39. № 3. С.353-358.
6. Мишарина Т.А., Полшков А.Н. // Прикл.биохимия и микробиология. 2005. Т.41. № 6. С.693-702.

УДК 664:8:658.5.012

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КРУПЯНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ TECHNOLOGICAL THE TECHNOLOGY OF PRODUCTION CROUP BEANS WITH INCREASED BIOLOGICAL AND ENERGY VALUES

***Е.Б. Обухов, В.М. Рукосуев, С.М. Доценко, Т.К. Каленик  
E.B. Obukhov, V.M. Rukosuev, S.M. Dotsenko, T.K. Kalenik  
Всероссийский научно-исследовательский институт сои  
Russian soy scientific research institute***

*The basic problems of contemporary food production are the problems of production of balanced and adequate food.*

*This paper deals with technology of designing and production of soya bean croup and following production of concentrated food products.*

Задачи современной технологии продуктов общественного питания обусловлены общепризнанными проблемами питания человека, основной из которых является проблема сбалансированного и адекватного питания.

В соответствии с концепцией государственной политики России в области

здорового питания - создание продуктов питания нового поколения является основной задачей науки и практики.

Одним из представителей продуктов нового поколения являются пищевые продукты поликомпонентного состава, которые могут быть сбалансированы не только по основным пищевым нутриентам, но и по аминокислотному составу белков.

В настоящее время получены многочисленные данные по созданию и проектированию мясных, рыбных и молочных комбинированных пищевых систем, в том числе и с использованием соевого белка. Однако в настоящее время нет научных данных по созданию и проектированию крупяных изделий с использованием сои и последующего производства на основе таких изделий пищевых концентратов обеденных блюд.

В тоже время, использование крупяных изделий повышенной пищевой и биологической ценности, в приготовлении данных блюд, является перспективным направлением в технологии пищевых концентратов и продуктов общественного питания заданного состава и структуры.

На основании анализа имеющихся научных данных установлено, что наиболее эффективным способом приготовления крупяных изделий является влаготепловая обработка исходного соевого сырья, с последующим приготовлением на его основе тестообразной массы, смешиванием этой массы в определенном соотношении с соответствующим видом муки, формованием крупяных изделий и их сушкой.

В этой связи на следующем этапе исследований предусматривалось обобщать режимы и параметры влаготепловой обработки семян сои.

Процесс варки соевого зерна является многофакторным, поэтому в качестве управляемых факторов были приняты: активная кислотность водной

среды – рН, ед ( $x_1$ ); продолжительность варки соевого зерна –  $t_b$ , мин ( $x_2$ ); коэффициент водонасыщения соевого зерна при его замачивании –  $k_b$ , ( $x_3$ );

Данные показатели в значительной мере определяют качество готового продукта, а потому должны регламентироваться соответствующими требованиями и входить в нормативную документацию.

Объективность выбора данных факторов и критериев подтверждена в результате априорного ранжирования и поисковых опытов.

В результате поисковых опытов также определены и уровни варьирования указанных факторами.

По результатам проведения экспериментов, с использованием физического моделирования, установлены зависимости показателей термообработки соевого зерна от технологических и режимных параметров его обработки: активной кислотности водной среды -  $X_1$ , продолжительности варки -  $X_2$ ; коэффициента водонасыщения соевого зерна при замачивании -  $X_3$ , с учетом их уровней и интервалов варьирования для трёхфакторного эксперимента по композиционному трёхуровневому плану .

Получены уравнения регрессии органолептической оценки термообработанного соевого зерна и приготовленного на его основе соевого теста -  $Y_0(N_0)$ .

В кодированном виде:

$$Y_0 = 20,823 + 1,630 X_1 - 0,862 X_2^2 - 1,031 X_3^2 \rightarrow \max; \quad (1)$$

- в натуральном виде:

$$N_0 = - 520,90 + 1,630 \text{ рН} + 2,069 t_b + 453,8 k_b - 3,448 t_b^2 - 1,031 k_b^2 \rightarrow \max; \quad (2)$$

В результате решения данного уравнения, определены оптимальные зна-

чения факторов:

- активная кислотность водной среды -  $pH = 8,0$  ед.;
- продолжительность варки соевого зерна -  $t_b = 30$  мин.;
- коэффициент водонасыщения соевого зерна -  $k_b = 2,2$ .

В таблице 1 представлены факторы процесса сушки крупяных изделий и уровни их варьирования

**Таблица 1. Факторы и уровни варьирования процесса сушки крупяных изделий**

| Уровни                | Факторы                          |                                  |                                       |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
|                       | Начальная влажность гранул, и, % | Температура сушки, $t^\circ$ , C | Продолжительность сушки, $t_c$ , мин. |
|                       | $X_1$                            | $X_2$                            | $X_3$                                 |
| Интервал варьирования | 5,0                              | 10,0                             | 5,0                                   |
| Верхний уровень (+)   | 35,0                             | 150,0                            | 40,0                                  |
| Основной уровень      | 30,0                             | 140,0                            | 35,0                                  |
| Нижний уровень (-)    | 25,0                             | 130,0                            | 30,0                                  |

После реализации эксперимента проведена обработка полученных данных и построены математические модели процесса сушки крупяных изделий в виде уравнений регрессии (3-9)

Адекватность моделей (3-9) оценена с помощью критерия Фишера неравенством

$$F_R > F_T$$

В кодированной форме уравнения регрессии имеют вид:

$$Y_1 = 22,534 - 0,563 X_1 X_2 - 1,613 X_1^2 - 0,935 X_2^2 - 1,105 X_3^2 \rightarrow \max; \quad (3)$$

$$Y_2 = 19,118 - 0,303 X_3 + 0,312 X_2 X_3 + 0,913 X_1^2 - 0,841 X_2^2 + 0,851 X_3^2 \rightarrow \max; \quad (4)$$

$$Y_3 = 21,690 - 0,404 X_2 + 1,375 X_2 X_3 - 1,245 X_1^2 - 1,075 X_2^2 - 0,906 X_3^2 \rightarrow \max; \quad (5)$$

$$Y_4 = 24,494 - 0,547 X_2 + 0,625 X_2 X_3 - 1,460 X_1^2 - 1,799 X_2^2 - 1,799 X_3^2 \rightarrow \max; \quad (6)$$

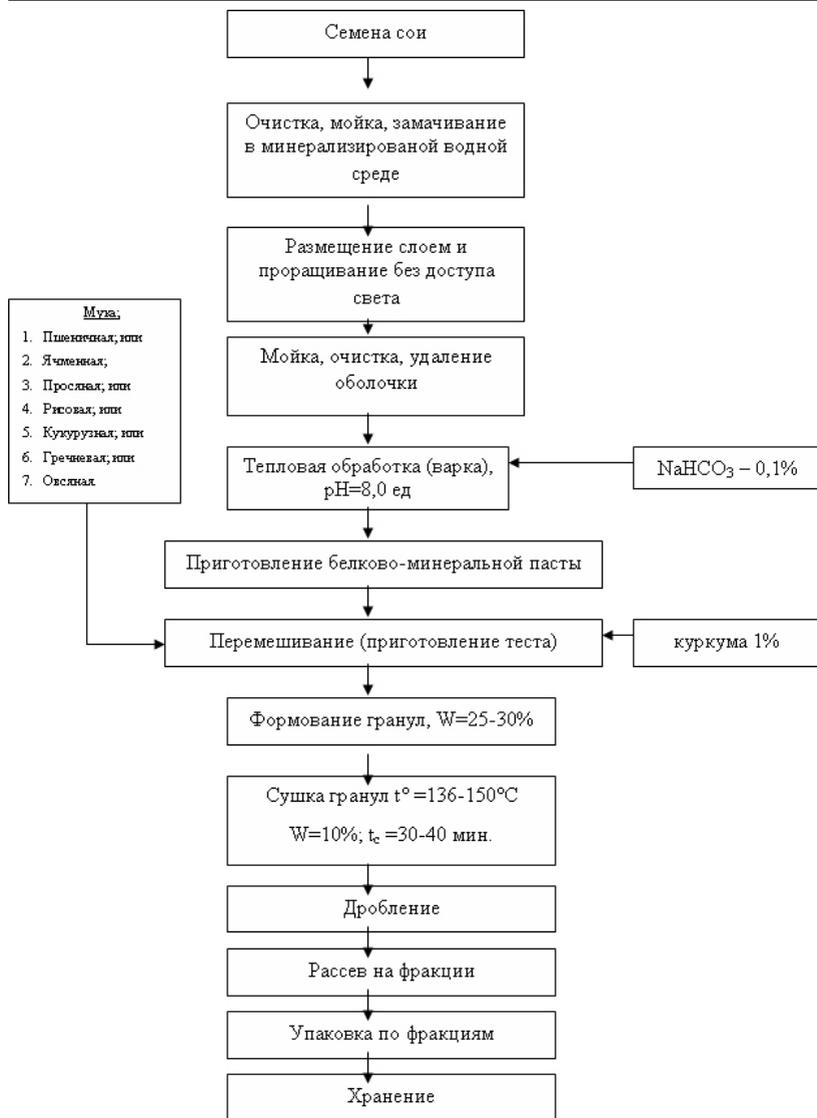
$$Y_5 = 23,487 + 0,603 X_3 - 1,285 X_1^2 - 0,946 X_2^2 - 0,946 X_3^2 \rightarrow \max; \quad (7)$$

$$Y_6 = 24,537 + 0,815 X_3 + 0,312 X_1 X_3 - 1,668 X_1^2 - 1,330 X_2^2 - 1,160 X_3^2 \rightarrow \max; \quad (8)$$

$$Y_7 = 23,124 - 0,293 X_1 + 0,841 X_2 + 0,551 X_3 - 0,625 X_1 X_3 + 0,375 X_2 X_3 - 0,789 X_1^2 - 0,450 X_2^2 - 0,619 X_3^2 \rightarrow \max; \quad (9)$$

В раскодированной форме уравнения регрессии имеют вид:

$$N_1 = -217,85 + 3,870W + 2,285 t^\circ + 1,518 t_c + 1,125 t^\circ t_c - 6,450 W - 9,353 (t^\circ)^2 - 4,418 t_c^2 \rightarrow \max; \quad (10)$$



**Рис. 1.** Технологическая схема получения крупяных изделий повышенной пищевой и биологической ценности

$$N_2 = - 52,88 - 1,23 W + 2,137 t^\circ - 3,320 t_c + 6,250 t^\circ t_c + 2,052 W^2 - 8,416 (t^\circ)^2 + 3,407 t_c^2 \rightarrow \max; \quad (11)$$

$$N_3 = - 138,00 + 2,988 W + 2,009 t^\circ - 1,311 t_c + 2,750 t^\circ t_c - 1,075 (t^\circ)^2 - 3,625 t_c^2 \rightarrow \max; \quad (12)$$

$$N_4 = - 400,00 + 3,505 W + 4,545 t^\circ + 3,288 t_c + 1,250 t^\circ t_c - 5,842 W^2 - 1,799 (t^\circ)^2 - 7,197 t_c^2 \rightarrow \max; \quad (13)$$

$$N_5 = - 258,91 + 3,084 W + 2,650 t^\circ + 2,771 t_c - 5,141 W^2 - 9,465 (t^\circ)^2 - 3,786 t_c^2 \rightarrow \max; \quad (14)$$

$$N_6 = - 345,70 + 3,567 W + 3,724 t^\circ + 3,083 t_c + 1,250 W t_c - 6,675 W^2 - 1,330 (t^\circ)^2 - 4,643 t_c^2 \rightarrow \max; \quad (15)$$

$$N_7 = - 127,29 + 2,710 W + 1,082 t^\circ + 1,545 t_c - 2,500 W t_c + 7,500 t^\circ t_c - 3,156 W^2 - 4,503 (t^\circ)^2 - 2,478 t_c^2 \rightarrow \max. \quad (16)$$

На основе данных моделей получения крупяных изделий, методом неопределенных множителей Лагранжа решена задача и получено оптимальное сочетание значений параметров и режимов сушки крупяных изделий семи наименований

При этом, оптимальные значения факторов находятся на следующем уровне:

начальная влажность крупяных изделий -  $W = 25-30\%$ ;

температура сушки -  $t^\circ = 136-150^\circ \text{C}$ ;

продолжительность сушки -  $t_c = 30-40$  мин.

С учетом данных значений параметров разработана технология крупяных изделий повышенной пищевой и биологической ценности (рис.1)

По данной технологии были изготовлены комбинированные крупяные изделия различного ассортимента. Анализ полученных данных показал, что по содержанию белка крупяные изделия, комбинированного состава превосходят традиционные крупы в 1,58-2,05 раза и в 1,5-5,4 раза по жиру. При этом, содержание углеводов в крупяных изделиях несколько ниже, чем в сырье, а энергетическая ценность выше, чем у традиционных круп. На данный ассортимент крупяных изделий разработана техническая документация (ТУ и ТИ). Данные крупяные изделия использованы в пищевых концентратах первых и вторых обеденных блюд в соответствии с разработанными рецептурами, которые отвечают требованиям, предъявляемым к данному типу продуктов питания.