

УДК 637.56:66.046

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ХРАНЕНИЯ

Родионова Н.С., Попов Е.С., Тефикова С.Н., Попова Н.Н., Фомичева А.В., Мальцева М.В.

*ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,  
г. Воронеж, Россия (394036, Воронеж, проспект Революции, 19), e-mail: alexandravrnl@mail.ru*

Жмых зародышей пшеницы является источником полноценного белка и спектра макро- и микроэлементов. Исследован процесс хранения при различных условиях жмыха зародышей пшеницы с применением различных стабилизирующих агентов, на примере куркумы. Установлено, что применение предварительной вакуумной упаковки жмыха зародышей пшеницы с внесением ингибитора позволяет замедлить биокаталитические реакции, протекающие в процессе хранения под воздействием нативных ферментов. Полученные экспериментальные данные, отражающие влияние предварительной вакуумной упаковки, а также действие стабилизирующих агентов на значения кислотного, перекисного чисел, общей бактериальной обсемененности доказывают возможность увеличения срока хранения жмыха зародышей пшеницы. При сравнении исследуемых показателей, достигаемых в процессе хранения в жмыхе зародышей пшеницы, при различной концентрации куркумы, в условиях непосредственного контакта с кислородом воздуха и в вакуумной упаковке установлены значительные различия в численных значениях. Значения исследуемых показателей в вакуум-упакованных образцах с добавлением стабилизирующих агентов значительно ниже, чем при хранении в условиях непосредственного контакта с кислородом воздуха без добавления стабилизирующих агентов, что свидетельствует об увеличении продолжительности срока хранения.

Ключевые слова: жмых зародышей пшеницы, кислотное число, перекисное число, общая обсемененность, стабилизирующий агент.

## STUDY OF STABILIZATION OF PROPERTIES PRODUCTS DEEP PROCESSING OF VEGETABLE RAW MATERIALS IN THE DIFFERENT MODES STORAGE

Rodionova N.S., Popov E.S., Popova N.N., Fomicheva A.V., Maltseva M.V.

*VPO "Voronezh State University of Engineering Technology", Voronezh, Russia (394036, Voronezh, 19 Revolution Avenue), e-mail: alexandravrnl@mail.ru*

Wheat germ oil cake is a source of complete protein and the spectrum of macro – and micronutrients. The process of storage under various conditions of wheat germ meal using different stabilizing agents, for example turmeric. It is found that the use of pre-vacuum packing of wheat germ oil cake with the introduction of the inhibitor can slow biocatalytic reactions occurring during storage under the influence of the native enzyme. The experimental data reflecting the impact of pre-vacuum packaging, and the effect of stabilizing agents on the acid value, peroxide number, total bacterial contamination prove the possibility of increasing the shelf life of wheat germ meal. When comparing the studied parameters obtained in the course of storage in the meal wheat germ, with different concentrations of turmeric in a direct contact with air or oxygen and vacuum packed, are set significant differences in the numerical values. The values of the parameters studied in the vacuum-packed samples with the addition of stabilizing agents is much lower than when stored under direct contact with atmospheric oxygen, without adding a stabilizing agent, which shows an increase in the duration of storage.

Keywords: wheat germ oil cake, acid value, peroxide value, total contamination, the stabilizing agent.

Правильное полноценное питание – важное условие поддержания здоровья, работоспособности и активного долголетия человека.

Одним из физиологически функциональных пищевых ингредиентов является жмых зародышей пшеницы, являющийся вторичным сырьевым ресурсом при производстве соответствующего масла методом холодного прессования [1].

Жмых зародышей пшеницы, являющийся источником полноценного белка и биологически активных веществ, отличается высоким содержанием незаменимых аминокислот, ненасыщенных омега-3, 6- жирных кислот, витаминов E, D, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, PP, пантотеновой и фолиевой кислот, каротиноидов, а также богат макро и микроэлементами, среди которых следует выделить такие, как фосфор, кальций, калий, магний, селен, цинк [3, 4].

В настоящее время развитие отрасли организации питания связано с совершенствованием процессов тепловой кулинарной обработки сырья. Одним из таких направлений является применение низкотемпературной термо-влажностной кулинарной обработки пищевых продуктов, предварительно вакуум-упакованных в полимерную термоустойчивую пленку. Данный способ обработки позволяет поддерживать витамины, белки, углеводы, жиры, макро- и микроэлементы сырья в неизменном состоянии, а также предохраняет пищу от нежелательных органолептических изменений, происходящих при традиционной тепловой обработке, с сохранением привлекательных потребительских качеств продукта и гарантированной гигиенической безопасностью при увеличении срока хранения [2].

**Цель исследования** – разработка способов и технологий ингибирования и формирования устойчивых при хранении форм жмыха зародышей пшеницы.

#### **Материалы и методы исследования**

В качестве стабилизирующих агентов были исследованы L-carnitine (L-карнитин), chitosan (хитозан), viriditea (зеленый чай), feniculum (фенхель), turmeric (куркума), croci (шафран), thymum (тимьян), carduus (расторопша), lipoic acid (липоевая кислота), витамин A и E.

Фенхель является многолетним растением из семейства зонтичных. Фенхель содержит в себе целый ряд необходимых организму витаминов, микро- и макроэлементов. Это витамины группы B (B<sub>1</sub> – B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub>), A и C; кальций, натрий, селен, натрий, железо и др.

Липоевая кислота (витамин N) относится к витаминоподобным веществам. Липоевая кислота – ненасыщенная жирная кислота. Она влияет на обмен углеводов, белков и жиров.

Жмых зародышей пшеницы смешивали с определенным количеством ингибитора (в данном случае куркумы) в лабораторном смесителе в течение 4 мин (количество куркумы в продукте варьировали в пределах 2–7 %), контролем служил жмых зародышей пшеницы без обработки куркумой. С целью снижения начальной обсемененности микроорганизмами исследуемого продукта и соответствия его требованиям СанПин, перед закладкой на хранение

опытные партии подвергали воздействию ультрафиолетового излучения в течение 30 мин. В качестве источника излучения использовали ультрафиолетовую лампу низкого давления с длиной волны 254 нм. Опытные партии жмыха зародыша пшеницы хранили в условиях непосредственного контакта с атмосферным воздухом и в вакуумной упаковке при различных режимах: относительная влажность воздуха 75–80 %, температура 4–6 °С (I режим), температура 30–32 °С (III режим). Хранение осуществляли в течение 8 недель при регулярном отборе проб и определении основных технологических и биохимических показателей.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Изменение кислотного числа, перекисного числа и общей обсемененности в процессе хранения при различной концентрации *feniculum* в условиях режима I представлены на рис.1,2.

Следует отметить, что кислотное число интенсивно росло в контроле и к концу второго месяца его значение увеличилось с 5,5 до 37,5 град. При введении в продукт стабилизирующего агента рост кислотного числа проходил менее интенсивно. В исследуемых образцах, где в качестве стабилизирующего агента применяли *feniculum* в количестве 2 %, за период хранения кислотное число увеличилось на 17,9 град, при 5 % – на 16,3 град, а при 7 % – на 14,8 град (рис.1).

При хранении в условиях вакуумной упаковки рост кислотного числа (рис. 2) в контроле проходил менее интенсивно, по сравнению с хранением в условиях непосредственного контакта с атмосферным воздухом, и к концу второго месяца его значение увеличилось с 5,5 до 37,5 град. При введении в продукт стабилизирующего агента (*feniculum*), при концентрации 2 % кислотное число за период хранения увеличилось на 12,7 град, при 5 % – на 11,5 град, а при 7 % – на 11,1 град. В течение двух месяцев хранения также значительно изменилось перекисное число контрольного образца продукта – с 2,82 до 127,06 мМ/кг. Следует отметить, что в жмыхе зародышей пшеницы, содержащем *feniculum* в диапазоне концентраций 2,0–7,0 %, перекисное число за весь период хранения возросло на 94,03, 82,85 и 80,73 мМ/кг соответственно (рис. 3,4), что ниже, чем в контрольном образце.

Введение стабилизирующего агента также способствовало снижению общей обсемененности жмыха зародышей пшеницы в процессе хранения. В контрольном образце за весь период хранения общая обсемененность увеличилась с  $1,8 \cdot 10^4$  до  $9,1 \cdot 10^4$  КОЕ/г.

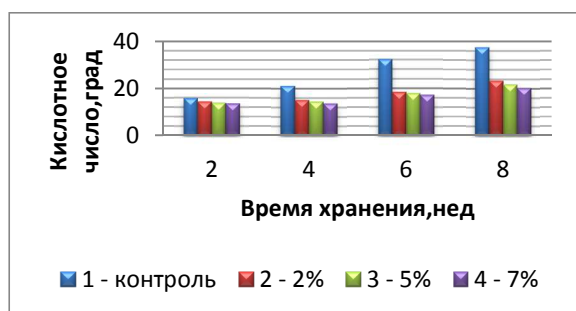


Рис. 1. Изменение кислотного числа в процессе хранения при различной концентрации feniculum в условиях режима I:1 – контроль; 2 – 2 %; 3 – 5 %; 4 – 7 %

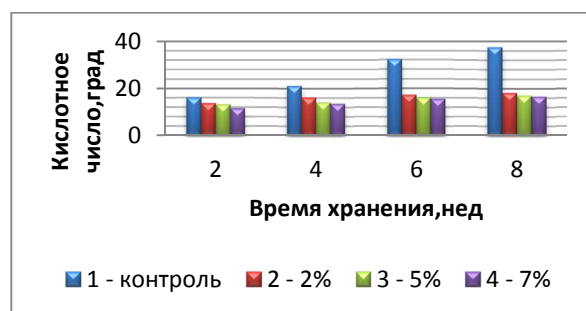


Рис. 2. Изменение кислотного числа в процессе хранения в вакуумной упаковке при различной концентрации feniculum в условиях режима I:1 – контроль; 2 – 2 %; 3 – 5 %; 4 – 7 %

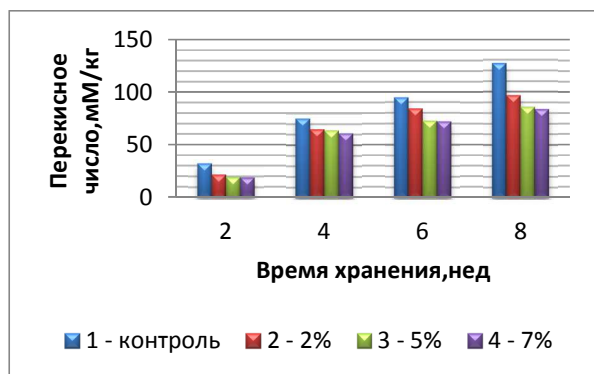


Рис. 3. Изменение перекисного числа в процессе хранения при различной концентрации feniculum в условиях режима I:1 – контроль; 2 – 2 %; 3 – 5 %; 4 – 7 %

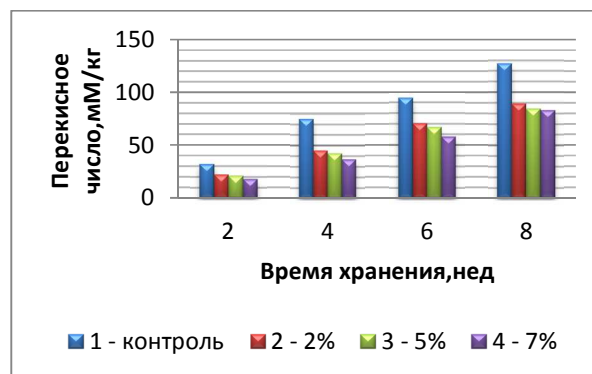


Рис. 4. Изменение перекисного числа в процессе хранения в вакуумной упаковке при различной концентрации feniculum в условиях режима I:1 – контроль; 2 – 2 %; 3 – 5 %; 4 – 7 %

Введение lipoic acid в диапазоне концентраций 2,0–7,0 % в жмых зародышей пшеницы привело к снижению общей обсемененности в конце периода хранения (8 недель) до  $7,0 \cdot 10^4$ ,  $6,8 \cdot 10^4$  и  $6,6 \cdot 10^4$  КОЕ/г соответственно, что свидетельствует об увеличении продолжительности срока хранения (рис. 5).

Применение вакуумной упаковки также способствовало снижению общей обсемененности жмыха зародышей пшеницы в процессе хранения. В контрольном образце в процессе хранения общая обсемененность продукта увеличилась с  $1,8 \cdot 10^4$  до  $9,1 \cdot 10^4$  КОЕ/г. Введение feniculum в диапазоне концентраций 2,0–7,0 % привело к снижению общей обсемененности в процессе хранения до  $3,8 \cdot 10^4$ ,  $3,7 \cdot 10^4$  и  $3,5 \cdot 10^4$  КОЕ/г соответственно (рис. 6).

Изменение кислотного числа, перекисного числа и общей обсемененности в процессе

хранения при различной концентрации *lipoic acid* в условиях режима III представлены на рис.7,8. Следует отметить, что кислотное число интенсивно росло в контроле, и к концу второго месяца его значение увеличилось с 5,5 до 68,5 град.

При введении в продукт стабилизирующего агента рост кислотного числа проходил менее интенсивно. В исследуемых образцах, где в качестве стабилизирующего агента применяли *lipoic acid* в количестве 2 %, за период хранения кислотное число увеличилось на 44,6 град, при 5 % – на 43,7 град, а при 7 % – на 33,4 град (рис.7).

При хранении в условиях вакуумной упаковки рост кислотного числа (рис. 8) в контроле проходил менее интенсивно, по сравнению с хранением в условиях непосредственного контакта с атмосферным воздухом, и к концу второго месяца его значение увеличилось с 5,5 до 66,5 град.

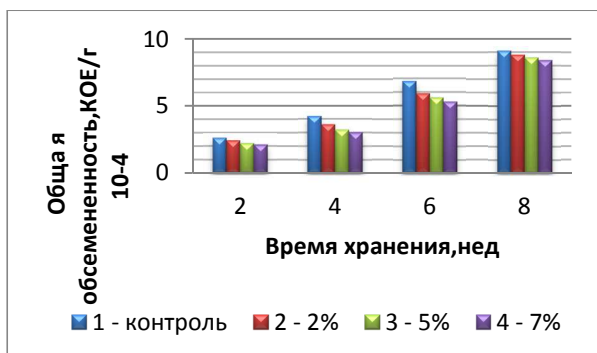


Рис. 5. Изменение общей обсемененности в процессе хранения при различной концентрации *fenculum* в условиях режима I: 1 – контроль; 2 – 2 %; 3 – 5 %; 4 – 7 %

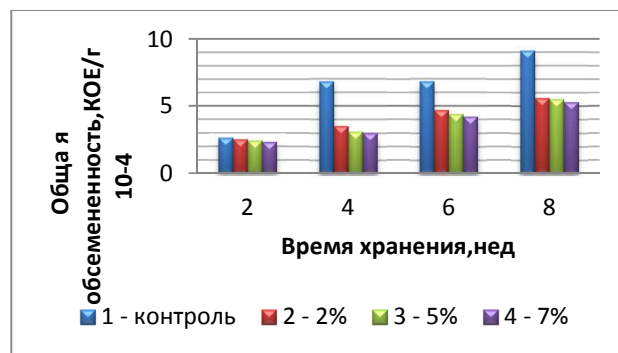


Рис.6. Изменение общей обсемененности в процессе хранения в вакуумной упаковке при различной концентрации *fenculum* в условиях режима I: 1 – контроль; 2 – 2 %; 3 – 5 %; 4 – 7 %

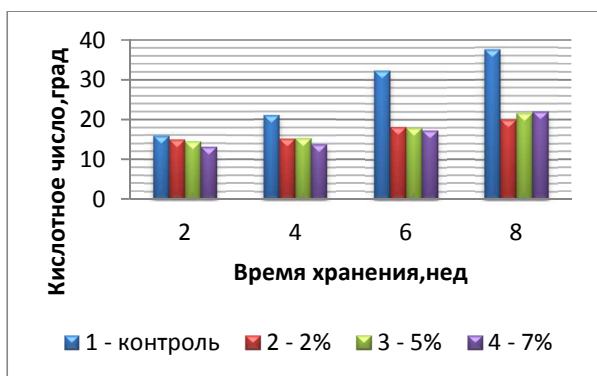


Рис. 7. Изменение кислотного числа в процессе хранения при различной концентрации в условиях режима III: 1 – контроль; 2 – 2 %; 3 – 5 %; 4 – 7 %

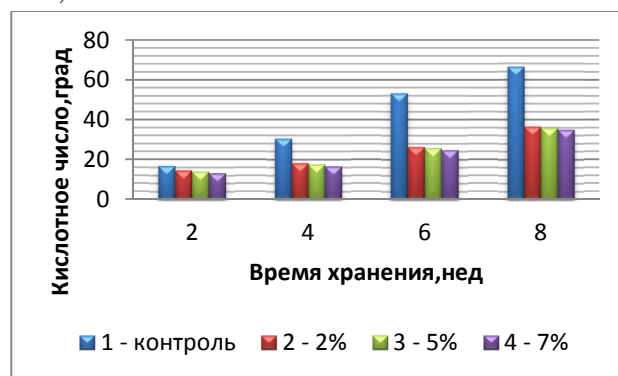


Рис. 8. Изменение кислотного числа в процессе хранения в вакуумной упаковке при различной концентрации *lipoic acid* в условиях режима III: 1 – контроль; 2 – 2 %; 3 – 5 %; 4 – 7 %

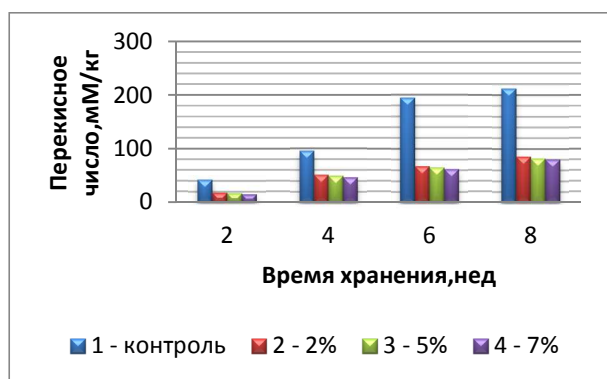


Рис. 9. Изменение кислотного числа в процессе хранения при различной концентрации lipoic acid в условиях режима III: 1 – контроль; 2 – 2 %; 3 – 5 %; 4 – 7 %

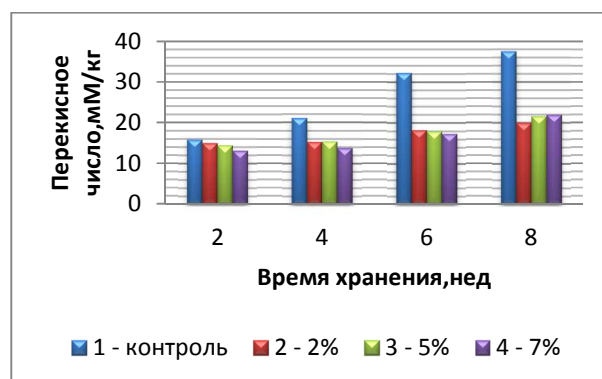


Рис. 10. Изменение кислотного числа в процессе хранения в вакуумной упаковке при различной концентрации lipoic acid в условиях режима III: 1 – контроль; 2 – 2 %; 3 – 5 %; 4 – 7 %

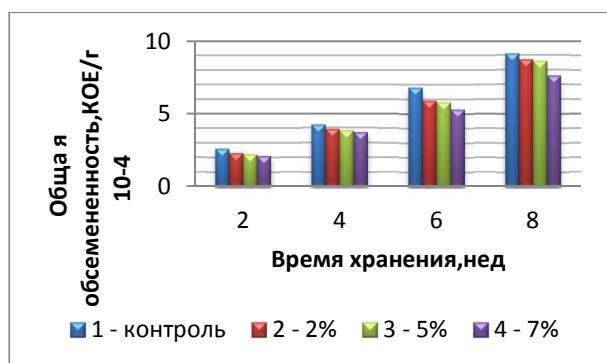


Рис. 11. Изменение кислотного числа в процессе хранения при различной концентрации lipoic acid в условиях режима III: 1 – контроль; 2 – 2 %; 3 – 5 %; 4 – 7 %

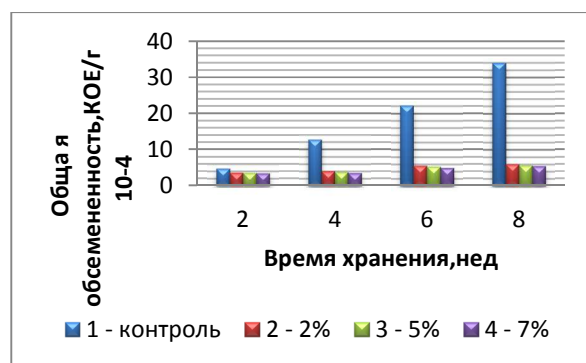


Рис. 12. Изменение кислотного числа в процессе хранения в вакуумной упаковке при различной концентрации lipoic acid в условиях режима III: 1 – контроль; 2 – 2 %; 3 – 5 %; 4 – 7 %

При введении в продукт стабилизирующего агента (lipoic acid), при концентрации 2 % кислотное число за период хранения увеличилось на 31,0 град, при 5 % – на 30,4 град, а при 7 % – на 29,4 град.

В течение двух месяцев хранения также значительно изменилось перекисное число контрольного образца продукта – с 2,82 до 212,06 мМ/кг. Следует отметить, что в жмыхе зародышей пшеницы, содержащем lipoic acid в диапазоне концентраций 2,0–7,0 %, перекисное число за весь период хранения возросло на 82,85, 81,15 и 68,71 мМ/кг соответственно (рис. 9,10), что ниже, чем в контрольном образце.

Введение стабилизирующего агента также способствовало снижению общей обсемененности жмыха зародышей пшеницы в процессе хранения. В контрольном образце за весь период хранения общая обсемененность увеличилась с  $1,8 \cdot 10^4$  до  $34,0 \cdot 10^4$  КОЕ/г. Введение lipoic acid в диапазоне концентраций 2,0–7,0 % в жмых зародышей пшеницы привело к снижению общей обсемененности в конце периода хранения (8 недель) до  $16,1 \cdot 10^4$ ,  $15,4 \cdot 10^4$  и  $15,3 \cdot 10^4$  КОЕ/г соответственно, что свидетельствует об увеличении продолжительности срока хранения (рис. 11).

Применение вакуумной упаковки также способствовало снижению общей обсемененности жмыха зародышей пшеницы в процессе хранения. В контрольном образце в процессе хранения общая обсемененность продукта увеличилась с  $1,8 \cdot 10^4$  до  $34,0 \cdot 10^4$  КОЕ/г. Введение lipoic acid в диапазоне концентраций 2,0–7,0 % привело к снижению общей обсемененности в процессе хранения до  $4,2 \cdot 10^4$ ,  $3,9 \cdot 10^4$  и  $3,7 \cdot 10^4$  КОЕ/г соответственно (рис. 12), что свидетельствует о положительном влиянии вакуумной упаковки на увеличение продолжительности срока хранения.

### **Выводы**

Таким образом, полученные экспериментальные закономерности влияния фенхеля, липоевой кислоты на значение кислотного, перекисного чисел, а также общую бактериальную обсемененность доказывают наличие положительного эффекта применения куркумы в качестве стабилизатора в массе жмыха зародышей пшеницы в количествах 2–7 %. При сравнении кислотного и перекисного чисел, общей обсемененности в процессе хранения при различной концентрации фенхеля, липоевой кислоты в условиях непосредственного контакта с атмосферным воздухом и в вакуумной упаковке установлено значительное различие в численных значениях. Значения исследуемых показателей в вакуумной упаковке меньше, чем в условиях непосредственного контакта с воздухом, следовательно, применение вакуумной упаковки более целесообразно для стабилизации свойств жмыха зародыша пшеницы и лучшего его хранения.

### **Список литературы**

1. Родионова Н.С. Влияние режимов предварительной гидратации на тепловую обработку риса для специального питания [Текст] / Н.С. Родионова, Е.С. Попов, Л.Д.К. Де-Соуза // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 3. – С. 25-27.
2. Родионова Н. С. Исследование процесса тепловой обработки гидробионтов с использованием низкотемпературного термовлажностного режима [Текст] / Н. С. Родионова, Е. С. Попов, Т. И. Фалеева // Вестник РАСХН. – 2011. – № 6. – С. 75–78.

3. Родионова Н.С. Влияние режимов обработки рисо-овощных смесей на формы связи влаги [Текст] / Е.С. Попов, М. Лукили, Л.Д.К. Де-Соуза // Вестник РАСХН. – 2012. – № 5. – С. 78-80.
4. Родионова Н.С. Исследование параметров инновационной низкотемпературной термовлажностной обработки полуфабрикатов из овощей [Текст] / Н.С. Родионова, Е.С. Попов, Л.Д.К. Де-Соуза // Вестник ВГУИТ. – 2012. – № 4. – С. 10-12.
5. Родионова Н.С., Алексеева Т.В. Теоретические аспекты разработки технологий и компонентного состава растительной комплексной пищевой системы на основе продуктов глубокой переработки низкомасличного сырья: монография. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т инж. технол., 2014. – С 152-160.

**Рецензенты:**

Кретов И.Т., д.т.н., профессор кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» Воронежского государственного университета инженерных технологий, г. Воронеж;

Шевцов А.А., профессор кафедры «Технология хлебопекарного, кондитерского, макаронного зерноперерабатывающего производств» Воронежского государственного университета инженерных технологий, г. Воронеж.