

УДК 637.56:66.046

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТАБИЛИЗАЦИИ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ

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

*ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,  
Воронеж, e-mail: e\_s\_popov@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

## INVESTIGATION OF THE PROCESS OF STABILIZATION PROPERTIES OF WHEAT GERM OIL

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

*FSBEI HPE «Voronezh State University of Engineering Technologies»,  
Voronezh, e-mail: e\_s\_popov@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 wheat germ oil cake, acid value, peroxide value, total contamination, the stabilizing agent

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

Ценный химический состав жмыха зародышей пшеницы делает перспективным его введение в рецептуры пищевых композиций в качестве эффективных обогащающих добавок [2, 3].

В жмыхе зародышей пшеницы содержится около 7–8% масла, содержащего полиненасыщенные жирные кислоты, которое подвержено порче, что снижает сохранность показателей качества жмыха зародышей пшеницы, как сырья и как компонента

в составе продуктов. Биокаталитические реакции, протекающие в процессе хранения в жмыхе зародышей пшеницы под воздействием нативных ферментов – липазы, липоксигеназы, каталазы, делают практически невозможным введение этого ценного компонента, обладающего высоким биотехнологическим потенциалом, в рецептуры пищевых систем вследствие их быстрого прогоркания, а следовательно, существенного сокращения сроков годности содержащих их продуктов [4, 5].

**Цель исследования** – обосновать параметры процесса ингибирования окислительных процессов жировой фракции муки зародышей пшеницы, определяющих их хранимоспособность, разработать

технологии стабилизации с целью дальнейшего применения в пищевых технологиях.

### Материалы и методы исследования

В ходе экспериментальных исследований в роли стабилизирующих агентов показателей качества жмыха зародышей пшеницы исследованы L-carnitine (L-карнитин), chitosan (хитозан), viriditea (зеленый чай), feniculum (фенхель), turmeric (куркума), spici (шафран), thymum (тимьян), carduus (расторопша), lipoic acid (липоевая кислота), витамины А и Е. Будучи высокоэффективными антиоксидантами, они замедляют процессы биокаталитических превращений липидов жмыха зародышей пшеницы. В процессе экспериментальных исследований установлена динамика изменения кислотного, перекисного чисел, общей обсемененности в процессе хранения при различных режимах с применением стабилизирующих агентов в различной концентрации.

Жмых зародышей пшеницы смешивали с определенным количеством стабилизирующего агента в лабораторном смесителе в течение 4 мин (количество стабилизирующего агента варьировали в диапазоне 2,0–7,0%). В качестве контрольного образца служил жмых зародышей пшеницы без добавления стабилизирующего агента. С целью снижения начальной обсемененности микроорганизмами исследуемого продукта 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. Часть жмыха зародышей пшеницы подвергали вакуумной упаковке в полимерные пакеты при градиенте вакуума

1,5–2,0% в секунду до достижения значений 97,0–99,9%, а другая часть хранилась в условиях непосредственного контакта с атмосферным воздухом при различных режимах: относительная влажность воздуха 75–80%, температура 4–6°C (I режим); относительная влажность воздуха 70–80%, температура 18–22°C (II режим); относительная влажность воздуха 90–95%, температура 30–32°C (III режим). Хранение осуществляли в течение 8 недель при регулярном отборе проб и определении основных технологических и биохимических показателей. Результаты экспериментальных исследований представлены на примере turmeric (куркумы) в условиях первого режима хранения.

### Результаты исследования и их обсуждение

Динамика изменения кислотного, перекисного чисел и общей обсемененности в процессе хранения при различной концентрации turmeric в условиях режима I представлена 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 20,7 град. При введении в продукт стабилизирующего агента рост кислотного числа проходил менее интенсивно. В исследуемых образцах, где в качестве стабилизирующего агента применяли turmeric в количестве 2%, за период хранения кислотное число увеличилось на 9,1 град, при 5% – на 8,4 град, а при 7% – на 8,0 град (рис. 1).

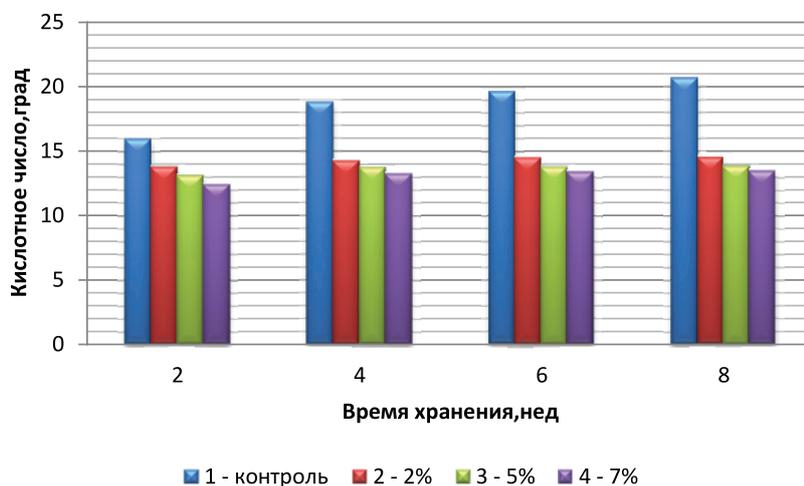


Рис. 1. Изменение кислотного числа в процессе хранения при различной концентрации turmeric в условиях режима I:  
1 – контроль; 2 – 2%; 3 – 5%; 4 – 7%

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 зна-

чение увеличилось с 5,5 до 19,4 град. При введении в продукт стабилизирующего агента (turmeric) при концентрации 2% кислотное число за период хранения увеличилось на 8,2 град, при 5% – на 8,0 град, а при 7% – на 7,4 град.

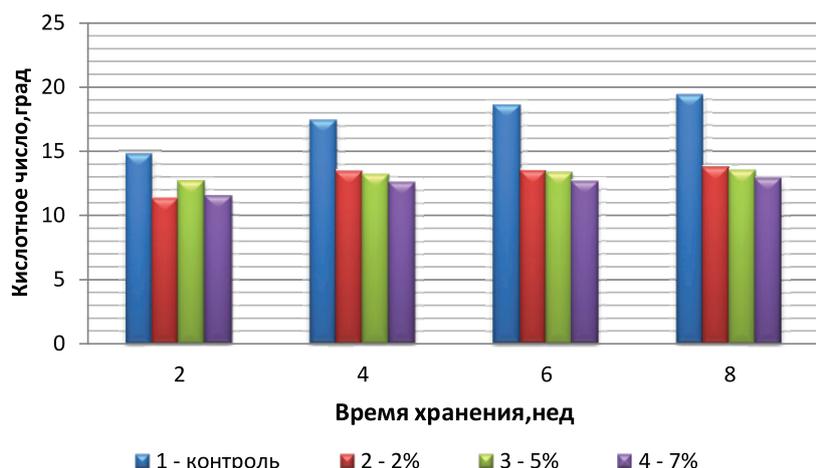


Рис. 2. Изменение кислотного числа в процессе хранения в вакуумной упаковке при различной концентрации turmeric в условиях режима I: 1 – контроль; 2 – 2%; 3 – 5%; 4 – 7%

В течение двух месяцев хранения также значительно изменилось перекисное число контрольного образца продукта – с 2,82 до 27,06 мМ/кг. Следует отметить, что в жмыхе зародышей пшеницы, содержащем turmeric

в диапазоне концентраций 2,0–7,0%, перекисное число за весь период хранения возросло на 22,0; 20,69 и 19,97 мМ/кг соответственно (рис. 3), что ниже, чем в контрольном образце.

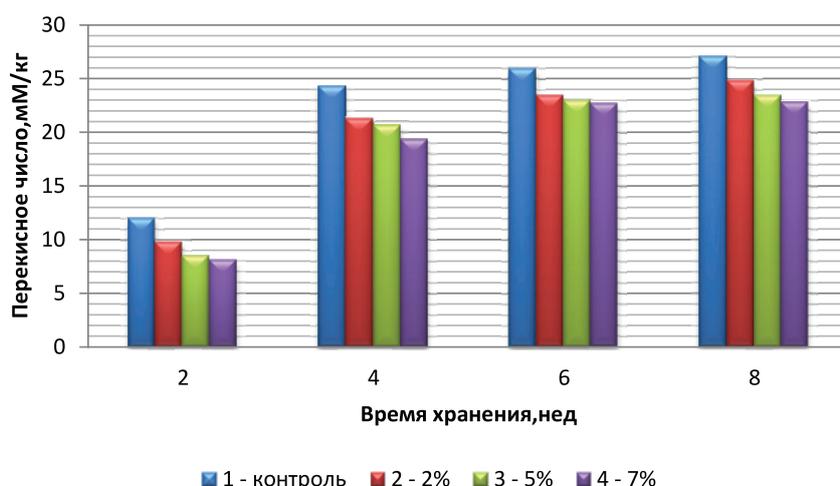


Рис. 3. Изменение перекисного числа в процессе хранения при различной концентрации turmeric в условиях режима I: 1 – контроль; 2 – 2%; 3 – 5%; 4 – 7%

При хранении в условиях вакуумной упаковки рост перекисного числа проходил менее интенсивно по сравнению с хранением в условиях непосредственного контакта с атмосферным воздухом, и к концу второго месяца его значение в контроле увеличилось с 2,82 до 13,53 град (рис. 4). При введении в продукт стабилизирующего агента turmeric при концентрации 2,0% перекисное число за период хранения возросло на 7,59 град, при 5,0% – на 6,94 град, а при 7,0% – на 6,58 град. Полученные данные свидетельствуют об ак-

тивном протекании биокаталитических процессов и о положительном влиянии turmeric на устойчивость жмыха зародышей пшеницы в процессе хранения.

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. Введение turmeric в диапазоне концентраций 2,0–7,0% в жмых зародышей

пшеницы привело к снижению общей обсемененности в конце периода хранения (8 недель) до  $7,0 \cdot 10^4$ ;  $5,9 \cdot 10^4$  и  $5,0 \cdot 10^4$  КОЕ/г

соответственно, что свидетельствует об увеличении продолжительности срока хранения (рис. 5).

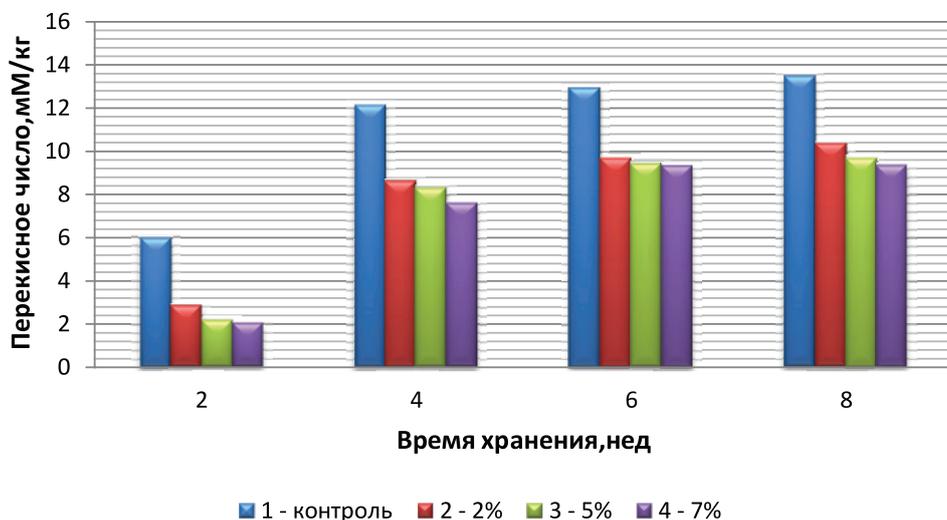


Рис. 4. Изменение перекисного числа в процессе хранения в вакуумной упаковке при различной концентрации turmeric в условиях режима I: 1 – контроль; 2 – 2%; 3 – 5%; 4 – 7%

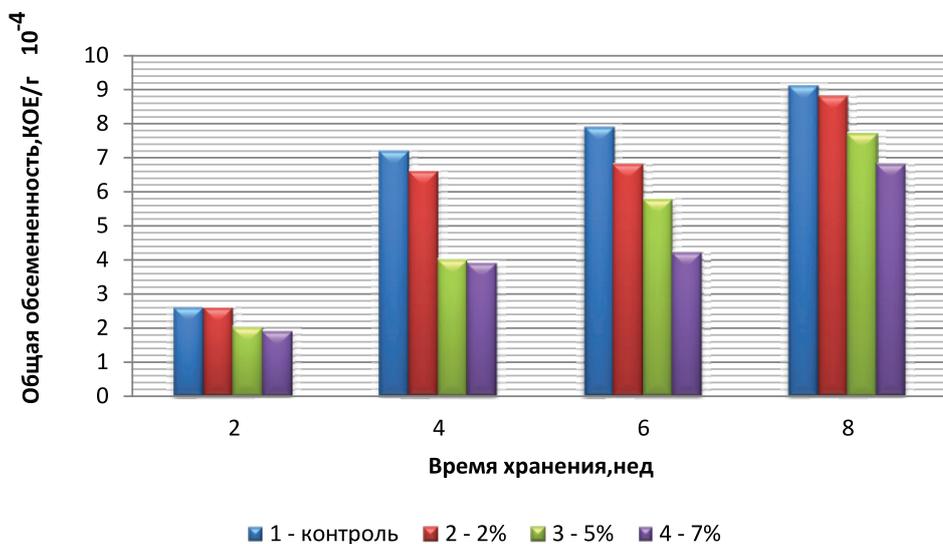


Рис. 5. Изменение перекисного числа в процессе хранения при различной концентрации turmeric в условиях режима I: 1 – контроль; 2 – 2%; 3 – 5%; 4 – 7%

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  $8,2 \cdot 10^4$  КОЕ/г. Введение turmeric в диапазо-

не концентраций 2,0–7,0% привело к снижению общей обсемененности в процессе хранения до  $2,7 \cdot 10^4$ ;  $2,4 \cdot 10^4$  и  $2,2 \cdot 10^4$  КОЕ/г соответственно (рис. 6), что свидетельствует о положительном влиянии вакуумной упаковки на увеличение продолжительности срока хранения.

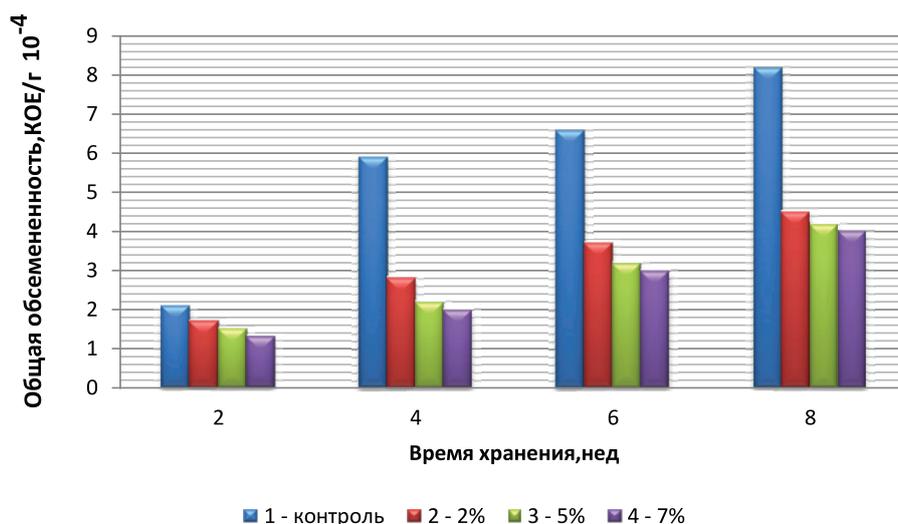


Рис. 6. Изменение перекисного числа в процессе хранения в вакуумной упаковке при различной концентрации turmeric в условиях режима I: 1 – контроль; 2 – 2%; 3 – 5%; 4 – 7%

### Выводы

На основании вышеизложенного можно заключить, что 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.

### Список литературы

1. Родионова Н.С. Влияние режимов предварительной гидратации на тепловую обработку риса для специального питания / Н.С. Родионова, Е.С. Попов, Л.Д.К. Де-Соуза // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 3. – С. 25–27.
2. Родионова Н.С. Влияние режимов обработки рисово-овощных смесей на формы связи влаги / Е.С. Попов, М. Лукили, Л.Д.К. Де-Соуза // Вестник РАСХН. – 2012. – № 5. – С. 78–80.
3. Родионова Н.С. Разработка пищевых систем на основе растительных композиций, обогащенных w-3 и w-6 жирными кислотами / Н.С. Родионова, Е.С. Попов, А.В. Фомичева // Новое в технике и технологии пищевых производств. – 2012. – № 3. – С. 25–27.
4. Родионова Н.С. Перспективы применения муки зародышей пшеницы в производстве комбинированных пи-

щевых продуктов / Н.С. Родионова, Е.С. Попов, А.В. Фомичева, Р.О. Гончаров // Образование и наука: проблемы и перспективы развития. – 2014. – С. 185–188.

5. Родионова Н.С. Разработка технологии пищевых систем увеличенного срока годности с применением муки зародышей пшеницы / Н.С. Родионова, Е.С. Попов, А.В. Фомичева, Р.О. Гончаров // Актуальные вопросы современной техники и технологии. – 2014. – С. 77–80.

### References

1. Rodionova N.S. Effect of pre-hydration on the thermal processing of rice for special nutrition / N.S. Rodionova, E.S. Popov, L.D.K. De Souza // Storage and processing sel-hozsrya. 2012. no. 3. pp. 25–27.
2. Rodionova N.S. Influence of processing rice-vegetable mixtures moisture forms of communication / E.S. Popov, M. Luki-li, L.D.K. De Souza // Bulletin RASKHN. 2012. no. 5. pp. 78–80.
3. Rodionova N.S. Development of food systems on os-noverastitelnyh compositions obogashennyhw-3 and w-6 fatty acids / N.S. Rodionova, E.S. Popov, A.V. Fomicheva // New in the art and technology of food proizvodstv. 2012. no. 3. pp. 25–27.
4. Rodionova N.S. Prospects for the use of flour in wheat germ produc ve combined food / N.S. Rodionova, E.S. Popov, A.V. Fomicheva, R.O. Goncharov // Education and Science: Problems and Prospects. 2014. pp. 185–188.
5. Rodionova N.S. Development of technology for food systems increase shelf life using flour wheat germ / N.S. Rodi-onova, E.S. Popov, A.V. Fomicheva, R.O. Goncharov // Actual problems of modern technology and tehнологii. 2014. pp. 77–80.

### Рецензенты:

Шенцова Е.С., д.т.н., профессор кафедры хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж;

Тертычная Т.Н., д.с.-х.н., профессор кафедры технологии переработки растениеводческой продукции, ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», г. Воронеж.

Работа поступила в редакцию 18.11.2014.