

# ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 664.788.8 (045)

В.А. Марьин, А.Л. Верещагин  
V.A. Maryin, A.L. Vereshchagin

## ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ГРЕЧНЕВОЙ КРУПЫ ЯДРИЦА, ВЫРАБОТАННОЙ ИЗ СОРНОГО ЗЕРНА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ

### THE PROPERTY CHANGE OF HULLED BUCKWHEAT PRODUCED FROM IMPURE GRAIN DURING LONG-TERM STORAGE

**Ключевые слова:** кислотность, кислотное число жира, сорное зерно, гречиха, крупа гречневая ядрица, качество, срок хранения, примеси.

В наше время качество зерна, поступающего в переработку, ухудшается вследствие значительно-го износа оборудования и снижения культуры земледелия. Образец зерно гречихи с примесями хранился 5 мес., затем был переработан в крупу ядрица и оставлен на хранение на 20 мес. При хранении зерна гречихи контролировались кислотное число жира, кислотность и содержание жира. Было установлено, что изменение кислотного числа жира, кислотности и жира можно описать S-образной кривой. Эта кривая делится на три части. Первая стадия (индукционный период) длится до 7 мес., вторая стадия (развитие процесса) – с 7 до 15 мес., третья стадия (затухание процесса) – с 15 до 20 мес. Значение кислотного числа жира опытного и контрольного образцов крупы гречневой ядрица в конце срока показали близкое значение – 10 мг KOH/1 г жира. Этот факт можно связать с процессом ферментативного гидролиза и установлением кислотно-щелочного равновесия в ядре зерна гречихи независимо от предыстории образца. Зерно гречихи с массовой долей сора до 19,8%, непрошедшее послеуборочную обработку и хранившееся в течение 5 мес. у производителей после пропаривания, пригодно для переработки в крупу ядрица со сроком хранения до 20 мес.

**Keywords:** acidity, fat acidity value, impure grain, buckwheat, hulled buckwheat, quality, shelf life, impurities.

Lately the quality of buckwheat grain received for processing has declined due to equipment deterioration and degraded quality of agronomic practices. A sample of buckwheat grain with impurities was stored for 5 months; then the grain was processed into hulled buckwheat and left for storage for 20 months. During the storage the fat acidity value, acidity and fat content in the grain was measured. It was found the change in the fat acidity value, acidity and fat content may be described by S-shaped curve. This curve is divided into three portions. The first stage (the induction period) lasts up to 7 months. The second stage (process development) lasts from the 7th to 15th month. The third stage (process damping) lasts from the 15th to 20th month. The fat acidity values of the test and control samples of hulled buckwheat at the end of storage were close – 10 mg KOH per 1 g of fat. This may be explained by enzymatic hydrolysis and the establishment of acid-alkaline balance in grain germs regardless of the buckwheat sample background. After steam treatment the buckwheat grain with impurity weight percentage up to 19.8%, without post-harvest processing and stored for 5 months in the producer's facility is suitable for processing into hulled buckwheat which then may be stored up to 20 months.

**Марьин Василий Александрович**, к.т.н., доцент, Бийский технологический институт (филиал), Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. E-mail: tehbiysk@mail.ru.

**Верещагин Александр Леонидович**, д.х.н., проф., Бийский технологический институт (филиал), Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. E-mail: val@bti.secna.ru.

**Maryin Vasily Aleksandrovich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Biysk Technologic Institute (Branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. E-mail: tehbiysk@mail.ru.

**Vereshchagin Aleksandr Leonidovich**, Dr. Chem. Sci., Prof., Biysk Technologic Institute (Branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. E-mail: val@bti.secna.ru.

### Введение

Значительный износ оборудования и снижение культуры земледелия приводят к ухудшению качественных показателей поступающего в переработку зерна [1]. При этом нередки случаи, когда собранное зерно гречихи может храниться у производителя по нескольку месяцев в ожидании послеуборочной обработки и поступает в переработку с большим содержанием примесей. В большей степени это связано с тем, что техническая база сельхозпроизводителей не позволяет осуществлять комплексную послеуборочную обработку всего поступающего зерна. Поступление влажного зерна гречихи создает проблемы для обеспечения режимов хранения [2].

Доля сорного зерна гречихи (зерна, не отвечающего требованиям нормативной документации при заготовках и поставках), после хранения у производителя в течение 5 мес. поступающего в переработку из предгорной части Алтайского края на ОАО «Бийский элеватор» за период с 2000 по 2008 гг. в отдельные годы, составляла до 50% [3]. Все это приводит к тому, что часть зерна после уборки хранится в условиях, не обеспечивающих необходимую сохранность. Между тем зерно даже с небольшим содержанием примесей характеризуется меньшей стойкостью при хранении. Повышенное содержание (сорной и зерновой) примесей ухудшает сохранность зерновой массы, вследствие разнокачественности отдельных участков насыпи зерна по влажности и температуре. Это связано с тем, что посторонние примеси, как правило, имея капиллярнопористую структуру, легко впитывают влагу и создают в зерновой массе участки с повышенной влажностью. При хранении в зерновой массе могут создаваться условия для развития нежелательных процессов, которые приводят к потере пищевых и технологических качеств партий зерна гречихи.

Выработанная из такого зерна крупа гречневая ядрица (основной продукт переработки зерна гречихи) может не соответствовать нормативной документации или подвергаться порче в период гарантированного срока хранения.

Сохранность круп при длительном хранении зависит от интенсивности протекающих в них процессов, изменяющих органолептические и биохимические показатели.

Для крупы характерно повышение кислотности и кислотного числа жира (КЧЖ), которое зависит от многих условий: качества зерна, из которого выработана крупа, методов выработки, влажности, температуры воздуха в хранилище и доступа воздуха к крупе. Известно, что пищевая ценность круп при хранении снижается. Основной причиной этих

изменений является ферментативный гидролиз липидов крупы [4].

Крупа, выработанная из зерна соответствующего требованиям нормативной документации, более устойчива при хранении, в такой крупе распад жира идет медленнее, чем в крупе, выработанной из партий, содержащей дефектные зерна (проросшие, заплесневевшие, подвергшиеся самосогреванию) [5].

Изменение состава жира и накопление первичных продуктов окисления при хранении можно характеризовать кислотным числом жира и кислотностью [6].

**Целью** работы является определение КЧЖ в крупе гречневой ядрица, выработанной из сорного зерна в период гарантированного срока хранения.

### Объекты исследования

Для испытания были отобраны партии зерна гречихи сорта Аргумент, собранного в предгорье Алтайского края в 2011 г., с м.д. сора – до 19,8%. Переработка сорного зерна производилась согласно требованиям «Правил организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях». В качестве контрольного образца (контроль) была выработана крупа по технологии, в которой зерно прошло послеуборочную обработку и хранилось согласно инструкции по хранению зерна. Испытания проводились в производственных условиях, образцы для исследования были отобраны на гречезаводе производительностью 4 т/ч.

Гидротермическая обработка зерна, выработанного из партий сорного зерна гречихи, производилась по следующей схеме (рис. 1).

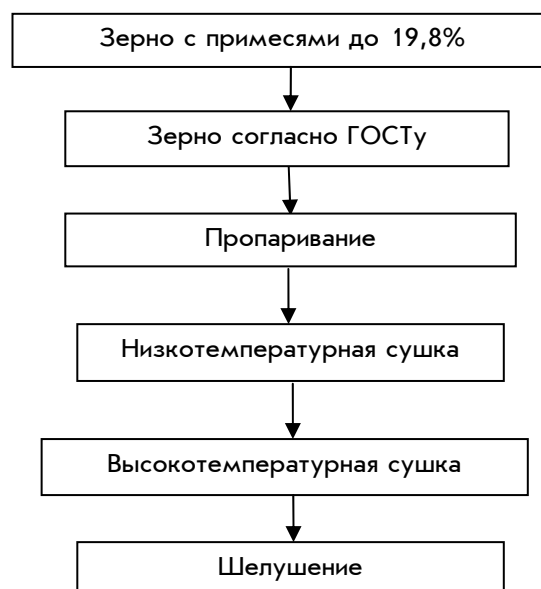


Рис. 1. Схема переработки сорного зерна гречихи

Параметры гидротермической обработки образцов

Технологические параметры				
время пропаривания, мин.	давление пара, мпа	низкотемпературная сушка, температура агента сушки 70°С, мин.	высокотемпературная сушка, температура агента сушки 130°С, мин.	охлаждение, мин.
6	0,55	25	60	20

\* Время от момента подачи пара в пропариватель до его прекращения.

Технологические параметры процесса гидротермической обработки сорного зерна гречихи представлены в таблице 1.

Крупа, выработанная по такой технологии, была упакована в мешки по 10 кг и отправлена на хранение вместе с контрольными образцами.

Отбор проб проводили последовательно из пяти мешков, формировали средний образец и направляли на исследование. Исследования проводили в трехкратной повторности и обрабатывали статистически. Все показатели приведены к среднему значению.

Исследуемые образцы хранились в неоттапливаемом теплоизолированном помещении в течение гарантированного срока хранения с 13 ноября 2012 г. по 13 июля 2014 г.

**Результаты и их обсуждение**

Примеси значительно снижают ценность партии зерна, поэтому их удаляют перед переработкой зерна. Содержание примесей нормируется государственными стандартами для каждого класса зерна, так как они усложняют его переработку, хранение и снижают качество готового продукта. Так как показатели качества крупы находятся в прямой зависимости от показателей качества зерна, из которого она была выработана, целесообразным является исследование качества крупы, выработанной из такого зерна.

При определении показателей качества использовали стандартные методы исследования.

Оценку качества образцов крупы проводили по показателям на соответствие требованиям ГОСТ: влажность – по ГОСТ 26312.77-88; КЧЖ – по ГОСТ 52466-2005; белок – по ГОСТ 10846-9; кислотность – по ГОСТ 26312-84; жир – по ГОСТ 29033-91; углеводы – по разнице показателей; органолептические показатели – по ГОСТ 26312.2-84. Температура на складе определялась с помощью термографа марки ОВЕН ТРМ 138.

Физико-химические показатели зерна гречихи, из которого были выработаны контрольные и опытные образцы крупы гречневой ядрица для определения КЧЖ и образцов крупы до хранения и после гарантированного срока хранения, представлены в таблице 2.

В процессе исследования было выявлено, что при хранении как контрольный, так и опытный образцы крупы сохраняют некоторое время свои исходные свойства (индукционный период), затем начинается увеличение КЧЖ, кислотности и жира.

Изменения органолептических показателей крупы после хранения в течение гарантированного срока представлены в таблице 3, для сравнения приведены показатели контрольного образца.

Таблица 2

Влияние гарантированного срока хранения на показатели качества крупы гречневой ядрица

Образцы	Массовая доля							
	влажность, %	белок, %	углеводы, %	пищевые волокна, %	жиры, %	зольность, %	кислотность, град.	КЧЖ, мг КОН / г
Исходное зерно гречихи (контроль)	14,2±0,5	11,9±0,4	58,0±0,5	11,3±0,5	1,9±0,3	2,7±0,02	4,6±0,2	4,9±0,5
Исходное «сорное зерно»	14,8±0,5	11,1±0,4	55,4±0,5	15,0±0,5	1,1±0,3	2,6±0,02	2,8±0,2	7,3±0,5
Крупа до хранения «контроль»	13,0±0,5	11,8±0,4	68,0±0,5	3,1±0,5	2,2±0,3	1,9±0,02	4,4±0,2	4,5±0,5
Крупа до хранения из «сорного зерна»	13,2±0,5	12,3±0,4	67,0±0,5	3,6±0,5	2,0±0,3	1,9±0,02	4,0±0,2	7,6±0,5
Крупа после хранения «контроль»	11,0±0,5	11,7±0,4	69,7±0,5	3,1±0,5	2,6±0,3	1,9±0,02	5,8±0,2	9,8±0,5
Крупа после хранения «сорное зерно»	10,6±0,5	12,3±0,4	69,2±0,5	3,6±0,5	2,4±0,3	1,9±0,02	5,7±0,2	9,6±0,5

Таблица 3

**Органолептические показатели исследованных образцов крупы гречневой ядрица до и после гарантированного срока хранения**

Наименование	Органолептические показатели			
	контрольный образец		образец из сорного зерна	
	до хранения	после хранения	до хранения	после хранения
Цвет	коричневый разных оттенков		коричневый разных оттенков	
Запах	свойственный гречневой крупе, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый		свойственный гречневой крупе, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	
Вкус	свойственный гречневой крупе, без посторонних привкусов, не кислый, не горький		свойственный гречневой крупе, без посторонних привкусов, не кислый, не горький	
Состояние поверхности	гладкая, без повреждений		гладкая, без повреждений	

Анализ данных таблицы 3 позволяет утверждать, что крупа гречневая ядрица в период гарантированного срока хранения не претерпевает изменений потребительских свойств, сопоставима с контрольным образцом и соответствует требованиям нормативной документации.

Изменение температуры массовой доли белка крупы гречневой ядрица из сорного зерна и контрольного образца в процессе хранения представлено в таблице 4.

Анализ данных таблицы 4 позволяет говорить о том, что у крупы гречневой ядрица в период гарантированного срока хранения наблюдалось изменение температуры от +4 до + 26°С, содержание определяемого белка не изменилось.

Изменение влажности, КЧЖ, крупы гречневой ядрица из сорного зерна и контрольного образца в процессе хранения представлено в таблице 5.

Анализ представленных данных свидетельствует о том, что у крупы гречневой ядрица

в период гарантированного срока хранения уменьшение влажности у контрольного образца произошло на 2,0%, у образца из сорного зерна – на 2,6%. КЧЖ за этот же период у контрольного образца увеличилось на 5,3 мг КОН/г, у образца из сорного зерна – на 3 мг КОН/г.

Динамика изменения КЧЖ приведена на рисунке 2, откуда следует, что динамика изменения КЧЖ в образце выработанного из сорного зерна значительно ниже. Однако предельная величина КЧЖ для обоих образцов по результатам хранения не превышает 10 мг КОН/1 г жира. Такое поведение КЧЖ исследуемых образцов можно связать с процессом гидролиза и установлением кислотно-щелочного равновесия в ядре зерна гречихи. Это связано с клеточным эффектом, поскольку образовавшиеся при гидролизе кислоты не диффундируют из ядра зерна и препятствуют тем самым дальнейшему гидролизу.

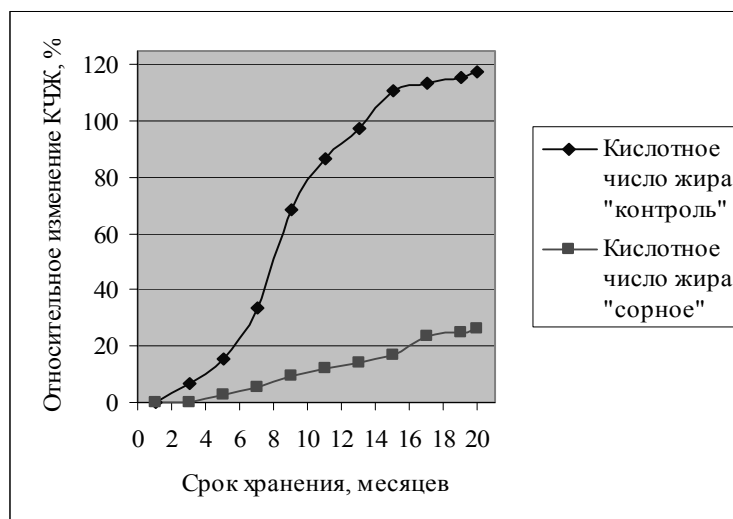
Таблица 4

**Динамика температуры, массовой доли белка гречневой крупы ядрица из сорной и контрольной партий зерна гречихи в период гарантированного срока хранения**

Срок хранения, мес.	Температура хранения, °С	Белок, % «контроль»	Белок, % «сорное зерно»
1	+10	11,9	12,3
2	+4	12,0	12,2
3	+4	11,9	12,3
4	+5	11,9	12,3
5	+7	12,0	12,2
6	+15	12,0	12,1
7	+22	12,0	12,2
8	+23	11,9	12,3
9	+26	11,9	12,1
10	+22	11,8	12,2
11	+12	11,9	12,2
12	+10	11,9	12,3
13	+8	11,9	12,4
14	+4	11,7	12,2
15	+5	11,8	12,2
16	+12	11,9	12,4
17	+18	11,9	12,4
18	+16	11,9	12,3
19	+16	11,8	12,2
20	+17	11,9	12,3
Среднее значение	+13	11,9	12,3

*Динамика влажности и КЧЖ гречневой крупы ядрица из сорной и контрольной партий зерна гречихи в период гарантированного срока хранения*

Срок хранения, мес.	Влажность, % «контроль»	КЧЖ, мг КОН/г «контроль»	Влажность, % «сорное зерно»	КЧЖ, мг КОН/г «сорное зерно»
1	13,0	4,5	13,2	7,6
2	12,8	4,6	13,2	7,6
3	12,8	4,8	13,0	7,6
4	12,8	5,1	13,0	7,7
5	12,6	5,2	12,8	7,8
6	12,4	5,5	12,6	7,9
7	12,2	6,0	12,4	8,0
8	12,0	6,9	12,2	8,1
9	11,8	7,6	12,0	8,3
10	11,8	8,1	11,8	8,4
11	11,4	8,4	11,6	8,5
12	11,4	8,7	11,4	8,6
13	11,4	8,9	11,4	8,7
14	11,2	9,2	11,2	8,8
15	11,2	9,5	11,0	8,9
16	11,0	9,5	11,0	9,2
17	11,0	9,6	10,8	9,4
18	11,0	9,6	10,8	9,5
19	11,0	9,7	10,8	9,5
20	11,0	9,8	10,6	9,6
Среднее значение	11,8		11,8	



**Рис. 2. Динамика изменения кислотного числа жира в период гарантированного срока хранения (по оси абсцисс — срок хранения крупы, по оси ординат — относительное изменение кислотного числа жира)**

Динамика изменения кислотности образцов приведена на рисунке 3.

Динамика нарастания кислотности для обоих образцов идентична динамике изменения кислотного числа жира.

Динамика изменения массовой доли жира у образцов приведена на рисунке 4.

Динамика изменения определяемой массовой доли жира симбатна динамике изменения кислотного числа жира и кислотности.

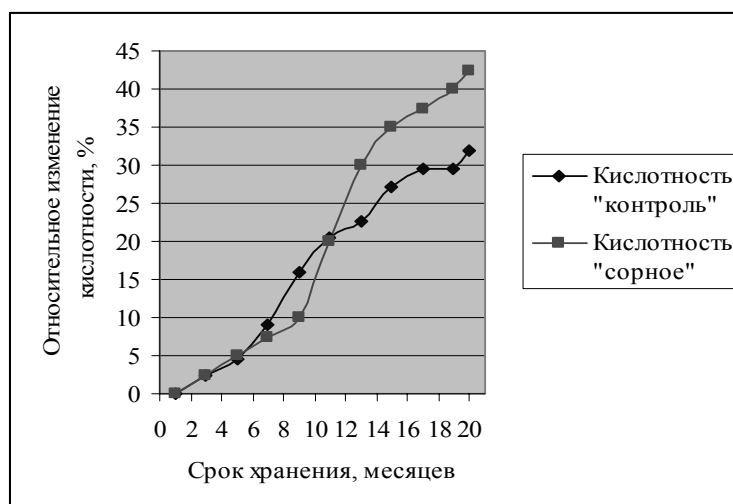
Из рисунков 2-4 следует, что динамику изменения показателей КЧЖ, кислотности и определяемой доли жира можно описать как

S-образную кривую (подобная закономерность была получена для крупы «Геркулес» в работе [7]), выделив три стадии:

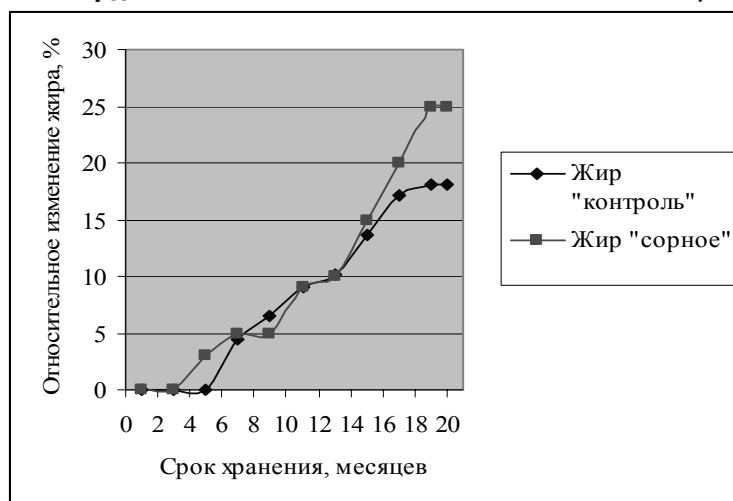
первая стадия (до 7 мес.) — «индукционный период», незначительное изменение показателей;

вторая стадия (от 7 до 15 мес.) — «быстро развивающийся период», существенное изменение показателей;

третья стадия (от 15 до 20 мес.) — «период старения», происходит замедление биохимических процессов.



**Рис. 3. Динамика изменения кислотности в период гарантированного срока хранения (по оси абсцисс – срок хранения крупы, по оси ординат – относительное изменение кислотности)**



**Рис. 4. Динамика изменения определяемой доли жира в период гарантированного срока хранения (по оси абсцисс – срок хранения крупы, по оси ординат – относительное изменение жира)**

Таким образом, зерно с массовой долей сора до 19,8%, не прошедшее послеуборочную обработку и хранившееся в течение 5 мес. у производителей после пропаривания, пригодно для переработки в крупу ядрица со сроком хранения до 20 мес.

**Библиографический список**

1. Злачевский А.Л., Булавин В.Е., Корбут А.В., Ган Е.А., Кобута И.В. Зерновая политика ЕЭП. – СПб.: Центр интеграционных исследований, 2012 – С. 120.
2. Parde S.R., Johal A., Jayas D.S., White N.D.G. Physical properties of buckwheat cultivars // Canadian Biosystems Engineering. – 2003. – Vol. 45. – P. 3.19-3.22.
3. Марын В.А., Федотов Е.А., Верещагин А.Л. Качество зерна гречихи, не прошедшего послеуборочную обработку // Товарный консалтинг и аудит потребительского рынка: матер. 2-й Всерос. науч.-практ. конф. – Бийск, 2008. – С. 137-142.

4. Зверев С.В., Белецкий С.Л. Влияние влажности воздуха на сохраняемость гречневой крупы // Хранение и переработка зерна. – 2014. – № 1 (178). – С. 31-34.

5. Mar'in V.A. Effects of humidity and the content of sprouted and spoiled buckwheat grains on the changes of acid number of fat and grain acidity V.A. / Mar'in, A.L. Vereshchagin // Foods and Raw Materials. – 2014. – Vol. 2 (1). – P. 31-35.

6. Приезжева Л.Г. Кислотное число жира – показатель возможности хранения и реализации рисовой крупы // Хлебопродукты. – 2012. – № 7. – С. 46-49.

7. Марын В.А., Верещагин А.Л., Фомина И.Г. Изменение кислотного числа жира в период гарантированного срока хранения в хлопьях овсяных «Геркулес» // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3 (30). – С. 126-128.

References

1. Zlachevskii A.L., Bulavin V.E., Korbut A.V., Gan E.A., Kobuta I.V. Zernovaya politika EEP. – SPb.: Tsentr integratsionnykh issledovaniy, 2012 – S. 120.
2. Parde S.R., Johal A., Jayas D.S., White N.D.G. Physical properties of buckwheat cultivars // Canadian Biosystems Engineering. – 2003. – Vol. 45. – P. 3.19-3.22.
3. Mar'in V.A., Fedotov E.A., Vereshchagin A.L. Kachestvo zerna grechikhi, ne proshedshego posleuborochnuyu obrabotku // Tovarnyi konsalting i audit potrebitel'skogo rynka. Materialy 2-oi Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Biisk, 2008. – S. 137-142.
4. Zverev S.V., Beletskii S.L. Vliyanie vlazhnosti vozdukha na sokhranyaemost' grechne-voi krupy // Khranenie i pererabotka zerna. – 2014. – № 1 (178). – S. 31-34.
5. Mar'in V.A. Effects of humidity and the content of sprouted and spoiled buckwheat grains on the changes of acid number of fat and grain acidity V.A. / Mar'in, A.L. Vereshchagin // Foods and Raw Materials. – 2014. – Vol. 2 (1). – R. 31-35.
6. Priezzheva L.G. Kislotoe chislo zhira – pokazatel' vozmozhnosti khraneniya i realizatsii risovoi krupy // Khleboprodukty. – 2012. – № 7. – S. 46-49.
7. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Fomina I.G. Izmenenie kislotnogo chisla zhira v period garantirovannogo sroka khraneniya v khlop'yakh ovsyanykh «Gerkules» // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2013. – № 3 (30). – S. 126-128.



УДК 664.786.01–492.2

**А.С. Саломатов**  
A.S. Salomatov

**ПОЛУЧЕНИЕ β-ГЛЮКАНА ИЗ ЯЧМЕНЯ  
МЕТОДОМ КИСЛОТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ**

**ACIDIC EXTRACTION OF B-GLUCAN FROM BARLEY**

**Ключевые слова:** ячмень, β-глюкан, кислотная экстракция, очистка, технология, химический состав, обогащение, функциональный ингредиент.

Проведен анализ литературных источников по применению β-глюкана в технологии продуктов питания. Проанализированы основные свойства β-глюкана, позволяющие использовать его в качестве функционального компонента для обогащения продуктов питания. Представлены результаты исследований отечественных и зарубежных авторов, экспериментально подтверждающие способность β-глюкана снижать гликемический индекс продуктов, а также выполнять роль антиоксиданта. Выполнен анализ научных данных, подтверждающих способность β-глюкана оказывать положительное влияние на здоровье человека через повышение иммунитета, нормализацию уровня липидов в крови, снижение содержания холестерина, стимулирование роста иммунных клеток, подавление раковых клеток. В качестве сырья для получения кристаллов β-глюкана использован яровой ячмень сорта Челябинский 99. Представлена подробная схема кислотной экстракции β-глюкана из ячменя. Качество полученных кристаллов β-глюкана оценивали по наличию углеводов, жиров, белка, золы, пищевых волокон. Установлено, что на долю углеводов приходится 3,72% массы кристаллов, в том числе 2,46% – на долю крахмала и 1,26% – на долю моно- и дисахаридов.

Содержание сырого жира составляет 0,65%; белков – 6,87%; золы – 1,57%. Основная масса кристаллов (87,19%) представлена пищевыми волокнами, причем на долю растворимых волокон, а именно β-глюкана, приходится их основная масса (71,12%). Таким образом, в кристаллах β-глюкана, полученного методом кислотной экстракции, 28,88% приходится на различные примеси. Данная добавка рекомендована для применения в качестве функционального ингредиента при проектировании рецептур продуктов питания.

**Keywords:** barley, β-glucan, acidic extraction, purification, technology, chemical composition, food enrichment, functional ingredient.

The literature review on the use of β-glucan in food technology was conducted. The properties of β-glucan which enable its use as a functional ingredient for food enrichment were analyzed. The extensive analysis of the literature from national and international sources revealed several beneficial properties of β-glucan such as its ability to decrease glycemic index and its role as an antioxidant, its effect on immune system, regulating blood lipids level, decreasing the plasma cholesterol concentration, stimulation of growth of immune system cells, and suppression of malignancy in human cancer cells. The above makes it beneficial in the prevention, treatment and control of several chronic diseases. The spring barley variety Chelyabinskii 99 was used as a source for extraction of β-glucan crystals. The de-