

**Библиографический список**

1. ГОСТ Р 51705.1-2001 «Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования». – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 15 с.
2. Запорожский А.А., Касьянов Г.И., Мишкевич Э.Ю. К вопросу о системе менеджмента качества и безопасности пищевых продуктов // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 4 (31). – С. 17-20.
3. Сокоуртова С.С. Проблемы внедрения систем управления качеством продукции в отечественном животноводстве // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. – 2012. – № 1. – Т. 9. – С. 90-94.
4. Давлеев А.Д., Сорокин П.П. Производственные стандарты микробиологической безопасности при переработке птицы в США // Птица и птицепродукты. – 2014. – № 1. – С. 56-58.
5. Мезенцев С.В. Разработка и внедрение схем безопасности продуктов животноводства и птицеводства и их влияние на эпизоотическую ситуацию Алтайского края: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – С. 28.
6. HACCP / ISO 22001 // International certification organization. <http://www.worldico.org>.
7. Мезенцев С.В., Щербинин А.В. ХАССП – «аксиома или теорема» для перерабатывающих предприятий // Вестник АГАУ. – 2014. – № 9 (119). – С. 126-130.
8. Мезенцев С.В. Системность подходов обеспечения эпизоотического благополучия в регионе и ветеринарно-санитарная оценка всех видов животноводческого сырья: монография. – Барнаул: ООО «Пять плюс», 2014. – С. 27.

**References**

1. GOST R 51705.1-2001 «Sistemy kachestva. Upravlenie kachestvom pishchevykh produktov na osnove printsipov KhASSP. Obshchie trebovaniya» – M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2001. – 15 s.
2. Zaporozhskii A.A., Kas'yanov G.I., Mishkevich E.Yu. K voprosu o sisteme menedzhmenta kachestva i bezopasnosti pishchevykh produktov // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2013. – № 4 (31). – S. 17-20.
3. Sokorutova S.S. Problemy vnedreniya sistem upravleniya kachestvom produktsii v otechestvennom zhivotnovodstve // Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova. – 2012. – № 1. – T. 9. – S. 90-94.
4. Davleev A.D., Sorokin P.P. Proizvodstvennyye standarty mikrobiologicheskoi bezopasnosti pri pererabotke ptitsy v SShA // Ptitsa i ptitseprodukty. – 2014. – № 1. – S. 56-58.
5. Mezentsev S.V. Razrabotka i vnedrenie skhem bezopasnosti produktov zhivotnovodstva i ptitsevodstva i ikh vliyanie na epizooticheskuyu situatsiyu Altaiskogo kraya: monografiya. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2009. – S. 28.
6. HACCP / ISO 22001 // International certification organization. <http://www.worldico.org>.
7. Mezentsev S.V., Shcherbinin A.V. KhASSP – «aksioma ili teorema» dlya pererabatyvayushchikh predpriyatii // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 9 (119). – S. 126-130.
8. Mezentsev S.V. Sistemnost' podkhodov obespecheniya epizooticheskogo blagopoluchiya v regione i veterinarno-sanitarnaya otsenka vseh vidov zhivotnovodcheskogo syr'ya: monografiya. – Barnaul: ООО «Pyat' plus», 2014. – S. 27.



УДК 66.093.3:633.12(048.3)

**В.А. Марьин, Р.Б. Ермаков, А.Н. Блазнов**  
**V.A. Maryin, R.B. Yermakov, A.N. Blaznov**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО СПОСОБА  
 ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ**

**APPLICATION EFFECTIVENESS OF CONTINUOUS HYDROTHERMAL TREATMENT  
 OF BUCKWHEAT GRAIN**

**Ключевые слова:** зерно гречихи, непрерывное пропаривание, периодическое пропаривание, гидротермическая обработка, экономические показатели, эффективность, рентабельность.

**Keywords:** buckwheat grain, continuous steaming, intermittent steaming, hydrothermal treatment, economic indicators, efficiency, profitability.

Эффективность переработки зерна в крупу характеризуется рядом технико-экономических показателей цеха по переработке гречихи и определяется выходом и качеством готовой продукции. Одним из возможных путей уменьшения затрат на переработку зерна является его гидротермическая обработка (ГТО), которая может составлять до 50% общих затрат. Для оптимизации гидротермической обработки зерна, а также для увеличения производственной мощности цеха без дополнительных затрат был использован пропариватель непрерывного действия (кондиционер). Сравнительный анализ процессов пропаривания зерна гречихи показал преимущество непрерывного способа перед периодическим по следующим показателям: сокращение времени обработки в 3-5 раз, снижение давления пара до 0,015 МПа, снижение температуры нагрева зерна; экономия электроэнергии на 39%; возможность увеличения производственных мощностей крупозавода без дополнительных затрат; уменьшение технологических этапов; расширение видов обрабатываемых культур. Расчет планово-экономических показателей для непрерывного способа пропаривания дает увеличение прибыли на 327 руб/т и рентабельности на 3,5%, по сравнению с периодическим способом.

The efficiency of buckwheat processed grain production is associated with a number of technical and economic indicators of a buckwheat processing plant and is determined by the end product yield and quality. One of the possible ways to reduce grain processing costs is to optimize grain hydrothermal treatment that may be as much as 50% of overall costs. To optimize grain hydrothermal treatment and improve the production capacity of the processing plant without additional expenditures, a continuous steamer (tempering machine) was used. The comparison of buckwheat steaming processes revealed the following advantages of continuous steaming as opposed to intermittent steaming: three- to five-fold reduction of treatment time, steam pressure decrease to 0.015 MPa, reduced grain heating temperature, 39% electric power saving, the possibility of increasing the production capacity of the grain processing factory without additional expenses, minimization of the process stages, and the diversification of crops to be processed. The estimation of the planning and economic indicators for continuous steaming shows increase in profits by 327 rubles per ton and that in cost-effectiveness by 3.5% compared to intermittent steaming.

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

**Ермаков Роман Борисович**, студент, Бийский технологический институт (филиал), Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. E-mail: hpp@abroiler.ru.

**Блазнов Алексей Николаевич**, д.т.н., доцент, проф., Бийский технологический институт (филиал), Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. E-mail: blaznov74@mail.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.

**Yermakov Roman Borisovich**, student, Biysk Technologic Institute (Branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. E-mail: hpp@abroiler.ru.

**Blaznov Aleksey Nikolayevich**, Dr. Tech. Sci., Prof., Biysk Technologic Institute (Branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. E-mail: blaznov74@mail.ru.

### Введение

Анализ существующих технологических процессов по производству круп позволяет говорить о том, что развитие технологии переработки круп в большей степени соответствует традиционным вариантам.

Существующие технологические процессы являются достаточно сложными и энергоемкими, а применяемое оборудование, как правило, является дорогостоящим. При этом выход готовой продукции и ее качество по пищевой ценности не всегда реализуют потенциальные возможности, заложенные в зерне [1].

Поэтому использование новых технологических решений должно приводить к уменьшению производственных затрат, снижению себестоимости продукции, повышению качества производимого продукта, эффективности использования зерна и продуктов его переработки, разработке эффективного оборудования, ресурсосберегающих технологий

переработки зерна и создания ассортимента новых продуктов здорового питания с направленным изменением химического состава [2].

Одним из основных направлений, повышающих эффективность переработки зерна, является гидротермическая обработка, основной ее задачей является улучшение технологических характеристик зерна, направленное на повышение эффективности его переработки [3]. Гидротермическая обработка повышает коэффициент использования ядра, коэффициент шелушения гречихи и хрупкость оболочек в результате их обезвоживания.

Используя гидротермическую обработку зерна гречихи, можно добиться улучшения производства крупы, повышая ее выход при шелушении, за счет уменьшения прочности лузги и повышения прочности эндосперма [4]. При этом возрастает усвояемость белков и углеводов крупы.

Экономическая эффективность ресурсосберегающих технологий определяется их влиянием на улучшение конечных показателей переработки зерна за счет прироста прибыли повышения качества продукции, сокращения затрат и снижения себестоимости продукции.

**Целью** работы является оценка эффективности использования ресурсосберегающих технологий непрерывного способа гидротермической обработки для зерна гречихи.

### Основная часть

Основными способами гидротермической обработки являются пропаривание, сушка и охлаждение [5].

Пропариватели периодического действия А9-БПБ имеют ряд существенных недостатков, разработка и использование более совершенных пропаривателей непрерывного действия, менее энергоемких, позволят устранить существующие недостатки периодического пропаривания [6].

Эффективность переработки зерна в крупу характеризуется рядом технико-экономических показателей цеха по переработке гречихи и определяется выходом и качеством готовой продукции.

Одним из возможных путей уменьшения затрат на переработку зерна является его гидротермическая обработка (ГТО), которая может составлять до 50% общих затрат. При использовании гречневой лузги в качестве топлива на заводских котельных затраты могут составлять 15-20%.

Для оптимизации гидротермической обработки зерна, а также для увеличения производственной мощности цеха без дополнительных затрат на усовершенствование пропаривателей периодического действия для пропаривания зерна гречихи был использован пропариватель непрерывного действия (кондиционер) [7].

Непрерывный процесс обработки зерна в предложенной установке начинается с загрузки зерна через шлюзовой затвор, расположенный в верхней части цилиндра, частота вращения которого регулируется преобразователем, задавая производительность ГТО. При заполнении корпуса подается пар в нижнюю часть пропаривателя через паровой патрубок, который имеет защиту от попадания зерна. Давление пара, подаваемое в кондиционер, составляет 0,005-0,015 МПа, при температуре 120-200°C.

Температура в данной технологии достигается смешиванием сжатого воздуха (нагнетаемого воздушным компрессором) и газообразного топлива, сгорание воздушно-газовой смеси происходит посредством электрозажигания в камере сгорания. При необходимости в камере сгорания подается вода,

которая, охлаждая газообразные продукты сгорания, испаряется и превращается в пар. Вводимое количество воды определяет температуру и степень влажности пара.

Проходя через «кипящий» слой зерна, отработанный пар через отводящий патрубок выводится из кондиционера. Зерно под действием гравитационных сил попадает на наклонные лопасти вертикального вала, частота вращения которого составляет до 150 об/мин. (регулируется частотным преобразователем), создавая слой зерна, постоянно находящегося во взвешенном состоянии, обеспечивая максимальный контакт зерна и пара в режиме противотока. Благодаря этому происходит тепло- и влагопередача. Время гидротермической обработки зерна определяется уровнем заполнения корпуса кондиционера и составляет 4-8 мин.

Обработанное таким образом зерно с помощью лопасти, находящейся в донной части кондиционера, выгружается через разгрузочный патрубок на шелушение. В зависимости от влажности поступающего зерна в кондиционере предусмотрена система увлажнения с подачей воды температурой 15-20°C.

Кондиционер непрерывного действия имеет систему автоматизированного управления подачи воды в зависимости от исходной влажности зерна с регулируемым временем и температурой обработки зерна. С помощью этой системы во время работы кондиционера в потоке непрерывно измеряются исходная влажность, температура нагрева и время обработки для достижения необходимых технологических свойств зерна. На экране отражается графическая запись всех параметров. Сравнительный анализ работы периодического и непрерывного пропаривания зерна гречихи представлен в таблице 1.

Из представленных в таблице 1 данных следует, что непрерывное пропаривание зерна имеет несколько значительных преимуществ:

1. Сокращение времени обработки в 3-5 раз.
2. Зерно не подвергается механическому травмированию при выгрузке из пропаривателя.
3. Экономия электроэнергии на 39%.
4. Возможность увеличить производственные мощности крупозавода без дополнительных затрат.
5. Сокращение процесса гидротермической обработки в 3-4 раза.
6. Уменьшение технологических этапов.
7. Вырабатывается гигиенически чистый продукт за счёт высокотемпературной обработки.
8. Простой технический уход, малый износ.

Кроме того, применение нового способа обработки зерна позволяет увеличить производительность на 10% за счет сокращения простоев вследствие непрерывности процесса.

Для достижения наибольшей технологической эффективности увлажнения рекомендуется в зимнее время подогревать зерно, т.к. оптимальная температура зерна перед тепловой обработкой должна быть не менее +20°C.

Планово-экономические показатели гречезавода при работе с периодическим и непрерывным пропаривателями рассчитаны в рублях за 1 т. В качестве сравнения взяты результаты переработки зерна без пропаривания, результаты представлены в таблице 2. Цены на зерно, крупу, электроэнергию и другие затраты взяты из расчета как средние на текущий период.

Из анализа представленных данных следует, что увеличение прибыли на 327 руб. и рентабельности на 3,5% при переработке зерна гречихи по предложенной технологии (непрерывное пропаривание) связано с уменьшением переменных затрат на производстве при использовании непрерывного пропаривания. Увеличение массовой доли крупы (гречневая крупа и продел) связано с высокой сохранностью ядра в процессе ше-

лушения вследствие равномерного пропаривания зерна.

Одним из аспектов ресурсосберегающей технологии является решение экологической проблемы.

При использовании конструкции пропаривателя периодического действия отсутствуют устройства для утилизации отработавшей теплоты, которая образуется при их разгрузке. При этом до 50% теплоты выбрасывается в атмосферу с отработавшим паром, который пар не используется на технологические цели и загрязняет окружающую среду. Так, при выбросе отработавшего пара из пропаривателя в атмосферу захватываются зерно, лузга, конденсат и др., что загрязняет производственную среду. Кроме этого образуется ударная шумовая волна, так как выброс пара производится под давлением до 0,4 МПа, чем наносится экологический урон окружающей природе.

Предложенный способ предусматривает значительное сокращение выброса пара в атмосферу за счёт высокой интенсивности теплообмена, при котором передается до 100% имеющейся энергии теплоносителя (пара) зерну, а также вследствие использования более низкого давления пара при термообработке, которое составляет 0,005-0,015 МПа.

Таблица 1

*Сравнительный анализ периодического и непрерывного пропаривания зерна гречихи*

Показатели	Периодическое пропаривание	Непрерывное пропаривание
Установка для пропаривания	Пропариватель марки А9-БПБ [8]	Кондиционер [7]
Основные рабочие органы	Стальной конус с парораспределительным устройством внутри	Цилиндр с размещенным внутри вращающимся вертикальным валом и лопастями на нем
Производительность установки для увлажнения, т/ч	до 6	5-40
Культуры, которые возможно обрабатывать	Гречиха, овес, рожь, ячмень	Пшеница, рожь, ячмень, овёс, кукуруза, рис, бобовые культуры
Длительность обработки зерна, мин.	90-120	20-40
Увеличение влажности зерна, %	4-5	2-5
Расход электроэнергии, кВт·ч/т	26,6	10,4
Расход пара, кг/ч	300-560	100-220
Максимально допустимое давление, МПа	0,6	0,015
Количество этапов гидротермической обработки, шт.	3-5	1-2
Обслуживание, чел.	2	1

*Планово-экономические показатели гречезавода при работе с периодическим и непрерывным пропаривателями*

Наименование затрат	Производство гречневой крупы ядрица		
	без пропаривания	при периодическом пропаривании	при непрерывном пропаривании
Цена 1 т (с НДС)	7000	7000	7000
Выход продукции (гречневая крупа и продел), %	65	70	71
Переменные затраты	10478	9954	9685
Сырье	9790	9091	8963
Мешкотара	188	188	188
Заработная плата	180	180	180
Отчисления от з/платы	56	56	56
Электроэнергия	264	290,64	274,43
Пар	–	148,32	–
Газ	–	–	19,50
Вода	–	–	4,34
Постоянные затраты	673	673	615
Расходы вспомогательных цехов (сч. 23)	203	203	185
Общепроизводственные расходы (сч. 25)	175	175	159
Общехозяйственные затраты (сч. 26)	260	260	236
Коммерческие расходы	16	16	16
Внереал. расходы	19	19	19
Себестоимость 1 т продукции	11151	10626	10299
Цена реализации с НДС, руб.	13000	13000	13000
Полученная прибыль, руб.	668	1192	1519
Рентабельность, %	6,0	11,2	14,7

**Выводы**

Таким образом, использование непрерывного способа обработки зерна гречихи позволяет снижать расход электроэнергии до 39%, расход пара – в 3 раза, сократить количество технологических этапов с 5 до 3, время ГТО – в 3-5 раз, что обеспечивает увеличение общего выхода готовой продукции и существенно сокращает затраты на обслуживание оборудования ГТО. При переработке зерна гречихи экономическая эффективность заключается в увеличении прибыли на 327 руб/т и рентабельности – 3,5% по сравнению с периодическим способом пропаривания.

Способ непрерывного пропаривания обеспечивает передачу зерну до 100% имеющейся энергии теплоносителя (пара) и значительное сокращение выброса пара в атмосферу вследствие использования более низкого давления пара 0,005-0,015 МПа.

**Библиографический список**

1. Марьин В.А., Федотов Е.А., Верещин А.Л. Ресурсосберегающие технологии при переработке зерна гречихи // Хлебопродукты. – 2008. – № 8. – С. 54-56.
2. Карев С.В., Камозин Л.М. Анализ способов гидротермической обработки зерна гречихи // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 10. – С. 20-22.
3. Пат. ПМ 128837 Российская Федерация, МПК В02В 1/08. Пропариватель / Самойлов В.А., Ярум А.И.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Краснояр. гос. аграр. ун-т». – № 2012147423/13; заявл. 07.11.12; опубл. 10.06.2013.
4. Christa K., Soral-Smietana M., Lewandowicz G. Buckwheat starch: structure, functionality and enzyme in vitro susceptibility upon the roasting process // Int. J. Food Sci. Nutr. – 2009. – V. 60. – Suppl. 4. – P. 140-154.

5. Егоров Г.А. Управление техническими свойствами зерна. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 348 с.

6. Каминский В.Д., Бабич М.Б. Повышение эффективности переработки зерна гречихи с возможностью производства муки // Хранение и переработка зерна. – 2000. – № 7. – С. 50-54.

7. Ермаков Р.Б., Марьин В.А., Блазнов А.Н. Экспериментальное исследование процесса непрерывного пропаривания зерна гречихи // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 3 (113). – С. 114-120.

8. Пат. 2388539 Российская Федерация. МПК<sup>5</sup> V02V 1/08. Способ гидротермической обработки зерна гречихи и пропариватель для гидротермической обработки зерна гречихи / В.А. Марьин, Е.А. Федотов, А.Л. Верещагин. – № 2008136279/13, заявл. 10.05.2010. Бюл. № 13. – 10 с.

#### References

1. Mar'in V.A., Fedotov E.A., Vereshchagin A.L. Resursosberegayushchie tekhnologii pri pererabotke zerna grechikhi // Khleboproduktu. – 2008. – № 8. – S. 54-56.

2. Karev S.V., Kamozin L.M. Analiz sposobov gidrotermicheskoi obrabotki zerna grechikhi // Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya. – 2013. – № 10. – S. 20-22.

3. Pat. РМ 128837 Rossiiskaya Federatsiya, МПК V02V 1/08. Proparivatel' / Samoilov V.A., Yarum A.I.; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO «Krasnoyar. gos. agrar. un-t». – № 2012147423/13; zayavl. 07.11.12; opubl. 10.06.2013.

4. Christa K., Soral-Smietana M., Lewandowicz G. Buckwheat starch: structure, functionality and enzyme in vitro susceptibility upon the roasting process // Int. J. Food Sci. Nutr. – 2009. – V. 60. – Suppl. 4. – P. 140-154.

5. Egorov G.A. Upravlenie tekhnicheskimi svoistvami zerna. – Voronezh: Izd-vo Voronezh. gos. un-ta, 2005. – 348 s.

6. Kaminskii V.D., Babich M.B. Povyslenie effektivnosti pererabotki zerna grechikhi s vozmozhnost'yu proizvodstva muki // Khranenie i pererabotka zerna. – 2000. – № 7. – S. 50-54.

7. Ermakov R.B., Mar'in V.A., Blaznov A.N. Eksperimental'noe issledovanie protsessa nepreryvnogo proparivaniya zerna grechikhi // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 3 (113). – S. 114-120.

8. Patent 2388539 Rossiiskaya Federatsiya. МПК5 V02V 1/08. Sposob gidrotermicheskoi obrabotki zerna grechikhi i proparivatel' dlya gidrotermicheskoi obrabotki zerna grechikhi / Mar'in V.A, Fedotov E.A, Vereshchagin A.L. – № 2008136279/13, zayavl. 10.05.2010. Byul. № 13. – 10 s.

