

**РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ВЛАЖНОГО ЗЕРНА ГРЕЧИХИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОПАРИВАТЕЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ**

**RESOURCE-SAVING WHEN PROCESSING
WET BUCKWHEAT GRAIN USING A CONTINUOUS STEAMER**

Ключевые слова: влажное зерно гречихи, крупа ядрица, пропаривание, рентабельность, периодический пропариватель, пропариватель непрерывного действия, ресурсосбережение.

Современная технология производства крупяных продуктов не позволяет в полной мере использовать потенциал зерна, при его переработке от 10 до 40% ядра превращается в продукты пониженной товарной или потребительской ценности, например, дробленую крупу, либо кормовые отходы. Основную роль в расходовании ресурсов играет использование гидротермической обработки, которая включает в себя пропаривание в аппарате периодического действия, сушку и охлаждение. Для переработки влажного зерна гречихи предложено использовать пропариватель непрерывного действия. При этом существенно сокращается технологический цикл обработки зерна, за счет исключения стадии сушки. Проведены сравнительные расчеты плано-экономических показателей при работе гречезавода с периодическим и непрерывным пропаривателями. Наиболее ресурсосберегающим для обработки влажного зерна является пропаривание в аппарате непрерывного действия, при этом происходит экономия энерго-ресурсов и пара, повышается выход готового про-

дукта. При этом рентабельность увеличивается на 3,4% по сравнению со стандартной технологией.

Keywords: wet buckwheat grain, peeled buckwheat, steaming, cost-effectiveness, batch steamer, continuous steamer, resource-saving.

The existing technology of groats production does not utilize the buckwheat grain potential to a full extent; from 10 to 40% of the processed grain turn into the products of reduced marketing and customer value as cracked groats or fodder. Grain hydrothermal treatment that involves steaming in a batch steamer, drying and cooling contributes considerably to the consumption of resources. The use of a continuous steamer to process wet buckwheat grain is proposed. This shortens the technological cycle of grain processing by excluding the drying stage. A target-performance comparison has been made for an operating buckwheat processing factory with a batch steamer and a continuous steamer. The steaming of wet grain in a continuous steamer was found to be the most resource-saving technology enabling energy saving and increased output of the end product. The cost-effectiveness increases by 3.4% as compared to the standard technology.

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

Технология получения гречневой крупы ядрица представляет собой совокупность технологических операций по переработке зерна, основной из которых является его гидротермическая подготовка перед шелушением. Операция гидротермической обработки (ГТО) с применением пропаривания и последующей сушки позволяет улучшить технологические свойства зерна и, как следствие, повысить эффективность процесса шелушения [1]. Эта операция чаще всего является энергоемкой и

может привести к тому, что наряду с изменениями технологических свойств существенно изменятся биохимические показатели и питательная ценность крупы не всегда в лучшую сторону, вследствие применения влаготепловой обработки при высоких температурах [2].

Совершенствование технологии переработки зерна крупяных культур в крупу должно быть основано на изыскании новых, более эффективных методов гидротермической обработки, позволяющих улучшать качество

и повышать рентабельность производства готового продукта.

Такой подход объясняется тем, что современная технология производства крупяных продуктов не позволяет в полной мере использовать потенциал зерна, при его переработке от 10 до 40% ядра превращаются в продукты пониженной товарной или потребительской ценности, например, дробленую крупу, либо кормовые отходы.

Не менее остро стоит вопрос о разработке ресурсосберегающих технологий в связи с ростом цен на энергоносители.

Под ресурсосберегающей технологией подразумевается производство, в котором решаются задачи эффективного использования зерна и продуктов его переработки, с одной стороны, а также охраны окружающей среды от различного рода загрязнений и отходов – с другой.

Для решения вышеуказанных задач было принято решение об использовании непрерывного пропаривания для переработки влажного зерна гречихи.

Целью работы является исследование возможности использования влажного зерна гречихи при производстве крупы гречневой ядрица с использованием непрерывного пропаривания зерна.

Объекты исследования

Для испытания были отобраны партии зерна гречихи сорта «Диалог», собранного в предгорье Алтайского края в 2014 г. с влажностью до 17,0% и отклонением по влажности не более 1%. Согласно нормативным требованиям такое зерно перед переработкой в крупу доводится до требований ГОСТ Р56105-2014 по примесям, влажности и направляется на переработку. В наших исследованиях переработка таких партий зерна осуществлялась без предварительной сушки по технологии [3] (рис. 1).

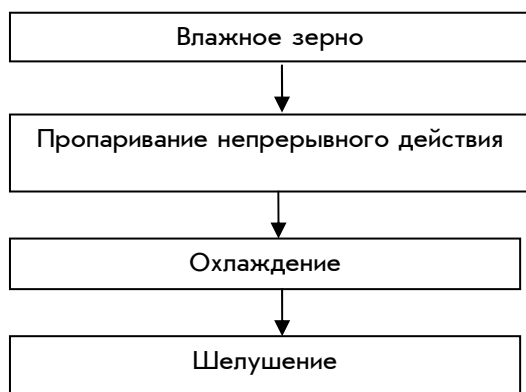


Рис. 1. Схема гидротермической обработки влажного зерна гречихи с использованием непрерывного пропаривания

Технологические параметры процесса гидротермической обработки сырого зерна гречихи в пропаривателе непрерывного действия представлены в таблице 1.

Таблица 1
Параметры гидротермической обработки образцов

Технологические параметры		
время пропаривания, мин.	давление пара, МПа	охлаждение, мин.
4-8	0,005-0,015	10-15

Время от момента подачи зерна в пропариватель до его выгрузки.

В качестве сравнения использована технология, рекомендованная нормативными документами (согласно «Правилам организации...») (рис. 2).

При переработке согласно нормативной документации зерно гречихи подвергалось сушке до крупяных кондиций.

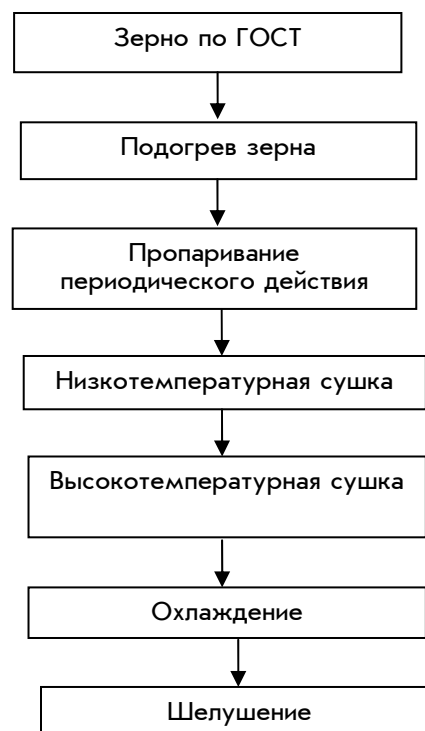


Рис. 2. Схема гидротермической обработки влажного зерна гречихи по стандартной технологии

Технологические параметры процесса гидротермической обработки сырого зерна гречихи по стандартной технологии представлены в таблице 2.

Как следует из приведенных данных, использование непрерывного пропаривания позволяет значительно сократить этап ГТО переработки зерна гречихи.

Параметры гидротермической обработки образцов

Технологические параметры				
время пропаривания, мин.	давление пара, МПа	низкотемпературная сушка, температура агента сушки 70°C, мин.	высокотемпературная сушка, температура агента сушки 130°C, мин.	охлаждение, мин.
4-6	0,25-0,55	15-25	40-60	15-20

Время от момента подачи пара в пропариватель до его прекращения.

Результаты и их обсуждение

Использование гидротермической обработки зерна гречихи позволяет направленно изменять его технологические свойства. В результате такого воздействия стремятся увеличить различие свойств оболочек и ядра. Процесс необходимо проводить таким образом, чтобы изменить структурно-механические свойства зерна гречихи: повысить прочность ядра, снизить прочность оболочек и ослабить связь ядра и оболочки. Чем значительнее такие изменения, тем эффективнее оказывается переработка зерна в крупу. В результате ГТО облегчается отделение оболочек при шелушении, снижается дробимость ядра, улучшаются потребительские свойства крупы (сокращается длительность ее варки, повышается стойкость крупы при хранении).

Однако положительный эффект от применения указанной обработки связан со значительными затратами на пропаривание зерна, которые могут составлять до 50% от общих затрат и 15-25% при использовании гречневой

лузги в качестве топлива на заводских котельных [4].

При переработке зерна гречихи для производства крупы гречневой ядрица согласно «Правилам организации...» основными способами гидротермической обработки зерна являются пропаривание, сушка и охлаждение [5]. Используемые для обработки зерна гречихи пропариватели периодического действия А9-БГБ имеют ряд существенных недостатков. Поэтому как у нас в стране, так и за рубежом уделяется значительное внимание разработке и использованию более совершенных пропаривателей непрерывного действия, которые являются менее энергоемкими и позволяют устранить существующие недостатки периодического пропаривания [6].

На основании проведенных нами экспериментальных исследований были отработаны оптимальные режимы ГТО, которые позволили сократить технологический цикл обработки влажного зерна, исключив сушку и доведение его до крупяной кондиции согласно требованиям нормативной документации [7].

Таблица 3

Планово-экономические показатели работы гречезавода с периодическим и непрерывным пропариванием

№ строки	Наименование затрат	Производство гречневой крупы ядрица	
		при периодическом пропаривании (зерно после сушки)	при непрерывном пропаривании (влажное зерно)
1	Цена 1 т (с НДС)	17000	17000
2	Выход продукции (гречневая крупа и продел), %	70	71
3	Переменные затраты	22941	22489
4	Сырье	22078	21767
5	Мешкотара	188	188
6	Заработная плата	180	180
7	Отчисления от з/платы	56	56
8	Электроэнергия	290,6	274,4
9	Пар	148,32	11,4
10	Газ	–	19,50
11	Вода	–	4,34
12	Постоянные затраты	900	615
13	Расходы вспомогательных цехов (сч. 23), включая сушку, отгрузку, перемещение и приемку	430	185
14	Общепроизводственные расходы (сч. 25)	175	159
15	Общехозяйственные затраты (сч. 26)	260	236
16	Коммерческие расходы	16	16
17	Внереал. расходы	19	19
18	Себестоимость 1 т продукции	23841	23104
19	Цена реализации с НДС, руб.	28000	28000
20	Полученная прибыль, руб.	1613	2350
21	Рентабельность, %	6,8	10,2

Экономическая целесообразность внедрения вышеуказанной технологии обоснована планово-экономическими показателями при использовании периодического и непрерывного пропаривания для переработки зерна гречихи, которые представлены в таблице 3. Все расчеты приведены исходя из цены на зерно, крупу и другие затраты как средние на текущий период. В пункте 13 таблицы 3 для периодического пропаривания дополнительно учтены затраты на приемку и сушку зерна.

Из представленных в таблице 3 данных следует, что экономически целесообразным является использование непрерывного пропаривания при переработке зерна гречихи. Основными показателями, по которым оценивалась технология непрерывного пропаривания, являются расход пара на пропаривание, сушку и затраты на электроэнергию.

Преимущества непрерывного пропаривания зерна:

- технология обеспечивает производство крупы ядрица со значительным уменьшением потребления пара и электроэнергии;
- позволяет сократить время и количество этапов тепловой обработки зерна;
- обеспечивает более высокий выход готового продукта и высокую степень автоматизации технологического процесса;
- предусматривает значительное сокращение выброса отработанного пара в атмосферу за счёт высокой интенсивности теплообмена;
- позволяет сократить количество топлива, используемого для получения пара, и, соответственно, уменьшить объемы загрязнений, связанных с продуктами сгорания топлива;
- принцип действия пропаривателя обеспечивает малое пылеобразование и вынос в атмосферу вредных веществ;
- позволяет существенно сократить затраты на обслуживание оборудования, обеспечивающее температурную обработку зерна.

Выводы

Таким образом, использование непрерывного способа пропаривания влажного зерна гречихи обеспечивает ресурсосбережение основных энергоносителей – пара и электроэнергии, позволяет повысить выход готовой крупы и является экономически целесообразным. Увеличение рентабельности при переработке такого зерна составляет 3,4%, по сравнению с периодическим способом пропаривания.

Библиографический список

1. Марьин В.А., Верещагин А.Л., Бычин Н.В. Характерные особенности переработки сырого зерна гречихи // Хлебопродукты. – 2010. – № 9. – С. 54-55.

2. Sedej I., Sakac M., Mandic A., Misan A., Tumbas V., Canadanovic-Brunet J. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Grain and Fractions: Antioxidant Compounds and Activities // Journal of Food Science. – 2012. – Vol. 77 (9). – P. 954-959.

3. 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. 114-119.

4. Марьин В.А., Федотов Е.А., Верещагин А.Л. Ресурсосберегающие технологии при переработке зерна гречихи // Хлебопродукты – 2008. – № 8. – С. 54-56.

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. Марьин В.А., Ермаков Р.Б., Блазнов А.Н. Эффективность применения непрерывного способа гидротермической обработки зерна гречихи // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 10 (120). – С. 137-142.

References

1. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Kharakternye osobennosti pererabotki syrogo zerna grechikhi // Khleboprodukty. – 2010. – № 9. – S. 54-55.

2. Sedej I., Sakac M., Mandic A., Misan A., Tumbas V., Canadanovic-Brunet J. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Grain and Fractions: Antioxidant Compounds and Activities // Journal of Food Science. – 2012. – Vol. 77 (9). – P. 954-959.

3. Ermakov R.B., Mar'in V.A., Blaznov A.N. Eksperimental'noe issledovanie protsessa nepreryvnogo proparyvaniya zerna grechikhi // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 3 (113). – S. 114-119.

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

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. Povyshenie effektivnosti pererabotki zerna grechikhi s vozmozhnost'yu proizvodstva muki // Khranenie i pererabotka zerna. – 2000. – № 7. – S. 50-54.

7. Mar'in V.A., Ermakov R.B., Blaznov A.N. Effektivnost' primeneniya nepreryvnogo sposoba

gidrotermicheskoi obrabotki zerna grechikhi // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 10 (120). – S. 137-142.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Алтайского края в рамках научного проекта «Ресурсосберегающие технологии зернопереработки» № 15-48-04416 «р_сибирь_а».



УДК 536.4

О. Рахматов
O. Rakhmatov

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОРАДИАЦИОННОЙ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИНОГРАДА КРАСНЫХ И БЕЛЫХ СОРТОВ

THE STUDY OF THERMO-IRRADIATION AND THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF RED AND WHITE GRAPE VARIETIES

Ключевые слова: сушка, виноград, свойства, теплопроводность, теплоемкость, температура, ягода, характеристика, длина волны, спектр, краска, цвет, уравнение, зависимость.

Keywords: drying, grape, properties, thermal conductivity, thermal capacity, temperature, berry, characteristics, wave-length, spectrum, color, equation, dependence.

Реологические свойства винограда необходимы для расчета процесса сушки. К ним относятся терморadiaционные характеристики (ТРХ) и теплофизические характеристики (ТФХ). Для определения ТРХ винограда был использован спектроколориметр «Пульсар-М» в диапазоне инфракрасной области спектра 380-1100 нм. Действие прибора основано на измерении коэффициента отражения и пропускания за одну вспышку импульсной лампы. Доказано, что для черного винограда спектры отражения различаются с белыми сортами. Это объясняется цветовой гаммой красящего вещества черного винограда антоциана. Результаты расчетов коэффициентов отражения и поглощения винограда, яблока и абрикоса дали возможность провести расчеты гелиосушилок пленочного типа. ТФХ винограда определяются его теплоаккумулирующей способностью, инерционностью температурного поля при нагревании и оказывают влияние на процесс сушки. Для определения ТФХ ягод винограда использован зондовый экспресс-метод, который является комплексным и дает возможность получить данные об основных характеристиках: плотности, температуропроводности и теплоемкости. Для реализации этого метода создана лабораторная установка, позволяющая автоматически фиксировать изменение температуры внутри отдельной ягоды с использованием потенциометра КСП-4, термометра ЭКТ-150. Обработку полученных данных проводили методом наименьших квадратов. Были определены значения α , λ и комплекса C для ягод винограда сорта Кара-кишмиш в диапазоне температур 20-80°C и влажности $W = 81\%$. Выведены аппроксимированные зависимости теплопроводности и температуропроводности, которые увеличиваются линейно.

The rheological properties of grapes are needed to calculate the drying process. These include the thermo-irradiation properties and thermophysical properties. To determine grape thermo-irradiation properties, the spectral colorimeter Pulsar-M was used in the range of the infrared spectrum of 380...1100 nm. The action of the device is based on the measurement of reflectance and transmission coefficients per one flash of a pulse lamp. It is proved that the reflection spectra of black and white grape varieties are different. This is explained by the color range of black grape anthocyanin pigment. The obtained results of the calculations of the reflection and absorption coefficients of grapes, apple and apricot enabled calculating film solar energy dryers. The thermophysical properties of grape are determined by its thermal storage capacity, the temperature field response to heating and affect the drying process. A rapid probe technique was used to determine the thermophysical properties; the integrated technique enabled obtaining data on the basic characteristics as density, thermal diffusivity and thermal capacity. A laboratory setup was developed to implement this technique which enabled to automatically monitor the change in temperature within an individual berry with potentiometer KSP-4 and thermometer EKT-150. The data processing was performed by least-squares method. The values of α , λ and C complex for grape berries of the Karakishmish variety were determined for the temperature range of 20-80°C and humidity $W = 81\%$. The approximate dependences of thermal conductivity and thermal diffusivity were derived; they increased in linear fashion.

Рахматов Орифжон, к.т.н., доцент, каф. технологии переработки с.-х. продукции, Гулистанский государственный университет, Республика Узбекистан. E-mail: glsu_info@edu.uz.

Rakhmatov Orifzhon, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Product Processing Technologies, Gulistan State University, Republic of Uzbekistan. E-mail: glsu_info@edu.uz.