

ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 664.788.8 (045)

В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин
V.A. Maryin, A.L. Vereshchagin, N.V. Bychin

ВЛИЯНИЕ УВЛАЖНЕНИЯ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ ПЕРЕД ПРОПАРИВАНИЕМ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ШЕЛУШЕНИЯ

THE EFFECT OF BUCKWHEAT GRAIN DAMPING PRIOR TO STEAMING ON HULLING EFFECTIVENESS

Ключевые слова: гидротермическая обработка, увлажнение, зерно гречихи, шелушение, технологические свойства, влажность, массовая доля готового продукта.

Гидротермическая обработка зерна (ГТО) является обязательной операцией при выработке крупы гречневой ядрица быстрого приготовления. В технологическом плане ГТО предназначена для создания оптимальных условий по отделению малоусвояемых, грубых оболочек от ядра. На современных крупных заводах состоит из следующих этапов: подогрев зерна, пропаривание сушка и охлаждение. Несвершенство технологии при переработке зерна гречихи в крупу приводит к потерям ядра в зерноотходы. Целью работы является исследование влияния увлажнения перед пропариванием на целостность ядра после шелушения. В работе обсуждаются два способа ГТО зерна гречихи: стандартный – согласно «Правилам организации и ведения...» и способ с предварительным увлажнением зерна до 17,0% перед ГТО. Выявлено что использование предварительного увлажнения позволяет увеличить массовую долю целого ядра и общий выход готового продукта. Исследование микроструктуры оболочек и ядра гречихи по микрофотографиям, полученным на электронном сканирующем микроскопе JSM-840, показало, что при увлажнении зерна структура поверхности ядра и оболочки значительно деформируется. Возможно, увеличение целостности ядра при использовании увлажнения перед пропариванием связано с ослаблением связи между оболочкой и ядром. На основании экспериментальных данных можно рекомендовать ис-

пользование увлажнения 17,0% при переработке зерна гречихи в крупу ядрица.

Keywords: hydrothermal treatment, damping, buckwheat grain, hulling, processability, moisture content, end product weight percentage.

Hydrothermal grain treatment is a required operation in the production of hulled buckwheat for quick cooking. In terms of technology, hydrothermal treatment creates the optimum conditions for the separation of low digestible rough hulls from a kernel. Hydrothermal treatment of grain in modern buckwheat processing plants includes the following stages: grain preheating, steaming, drying and cooling. Imperfect technology of buckwheat processing results in kernel wasting. The research goal is to investigate the effect of damping prior to steaming on kernel integrity after hulling. The paper discusses two hydrothermal treatment techniques for buckwheat: the standard technique and the technique with grain pre-damping to 17.0% prior to hydrothermal treatment. It has been found that pre-damping may increase the weight percentage of whole kernels and the total output of the end product. The study of the microstructure of buckwheat hulls and kernels on microphotographs obtained by scanning electron microscope JSM-840 showed that the surface structure of kernels and hulls is deformed when damped. It may be weaker ties between kernel and hulls under damping that increase the number of whole kernels. Based on the experimental data, we may propose grain damping to a moisture content of 17.0% when producing hulled buckwheat grain.

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.

Бычин Николай Валерьевич, ведущий инженер, Бийский технологический институт (филиал), Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. E-mail: val@bti.secna.ru.

Bychin Nikolay Valeryevich, Leading Engineer, Biysk Technologic Institute (Branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov. E-mail: val@bti.secna.ru.

Введение

За последние пять лет производство зерна гречихи в Алтайском крае стабильно растет. По данным ИКАР в 2015 г. в Алтайском крае было произведено 410 тыс. т зерна гречихи. Это один из самых высоких показателей по производству за всю историю выращивания гречихи в крае.

Гречиха традиционно возделывается для производства крупы гречневой ядрица. По объемам производства гречневой крупы Алтайский край занимает лидирующее место в России [1]. Крупа гречневая ядрица является стратегически важным продуктом, производство которой постоянно развивается. Согласно «Правилам организации и ведения...» при переработке зерна крупяных кондиций базисные нормы выхода составляют для крупы ядрица 62,0%, продела – 5,0%. В настоящее время, используя современные технологии, получают 70,0-72,0% ядрицы, 0,2-1,8% продела при содержании ядра в зерне 74,0-76,0%, т.е. до 4,0% ядра уходит в отходы производства.

Для улучшения технологических свойств зерна гречихи, используемого для выработки крупы, формируют крупные партии, исходя из целевого назначения и качественных показателей.

Процесс подготовки зерна и улучшения его качества перед переработкой продолжается в крупозаводе зерноочистительного отделения путем тщательной очистки его от посторонних примесей и последующей гидротермической обработки (ГТО). В результате ГТО в зерне развиваются сложные физико-химические процессы, которые вызывают изменение технологических свойств зерна и создают оптимальные условия его переработки в готовый продукт. Основным доступным способом ГТО на существующих гречезаводах являются операции подогрева зерна, пропаривания, сушки и охлаждения [2]. Гидротермическая обработка позволяет целенаправленно изменять технологические свойства за счет уменьшения прочности оболочек и повышения прочности ядра, повышать коэффициент использования ядра и улучшать потребительские свойства и пищевую ценность готового продукта.

Проведенные исследования в работе [3] показали, что влажность существенно влияет на структурно-механические и технологические свойства зерна. Увеличение влажности ядра приводит к снижению твердости и повышению пластической деформации, кото-

рую ядро может претерпевать до разрушения, в том числе и при шелушении зерна [4].

Для снижения издержек производства при переработке сырого и влажного зерна гречихи целесообразным является применение технологии переработки с использованием коротких схем, когда зерно без сушки направляется в цех для производства крупы. Положительный результат переработки влажного зерна гречихи при выработке крупы ядрица позволил уделить особое внимание технологии.

Для оптимизации гидротермической обработки зерна, позволяющей повышать массовую долю крупы гречневой ядрица при оптимальном уровне увеличения трудовых, энергетических затрат и сохранения минимальной его себестоимости, зерно перед пропариванием увлажняли.

Целью работы является исследование влияния увлажнения перед пропариванием на шелушение зерна гречихи.

Объекты исследования

В качестве объектов исследования были использованы партии зерна гречихи с влажностью 14,2%, гидротермическая обработка которых производилась согласно «Правилам организации и ведения технологического...» и партии зерна, предварительно увлажненного до 17,0% перед пропариванием. Предметом исследования явилось влияние увлажнения перед пропариванием на целостность зерна после шелушения. В соответствии с целью исследования были разработаны общая схема и методология проведения экспериментальной работы.

При решении поставленных задач применяли общепринятые и специальные методы. Достоверность полученных результатов подтверждена 3-5-кратной повторностью экспериментов, все исследования обрабатывались статистически. В экспериментальной части приведены средние значения показателей. Оценку эффективности работы технологии оценивали по массовой доле целого ядра после шелушения.

Для испытания были отобраны партии зерна гречихи сорта Аргумент, собранного в 2015 г. в предгорье Алтайского края, соответствующие требованиям нормативной документации. Испытания проводили в производственных условиях, образцы для исследования отобрали на гречезаводе производительностью 4 т/ч, формировали средний образец и направляли на исследования.

Результаты и их обсуждение

В проведенных исследованиях выбраны два способа гидротермической обработки зерна гречихи со следующей последовательностью используемых операций:

- подогрев зерна, пропаривание, низкотемпературная сушка, высокотемпературная сушка, охлаждение;

- подогрев зерна, увлажнение, пропаривание, низкотемпературная сушка, высокотемпературная сушка, охлаждение.

Во втором случае для интенсивного перемешивания зерна с распыляемой водой, которая подавалась в шнек под давлением с помощью форсунок, использовали шнековый смеситель и бункер отволаживания на 10-20 мин., что обеспечивало заданные значения степени увлажнения. Схема гидротермической обработки зерна гречихи с его увлажнением представлена на рисунке 1.

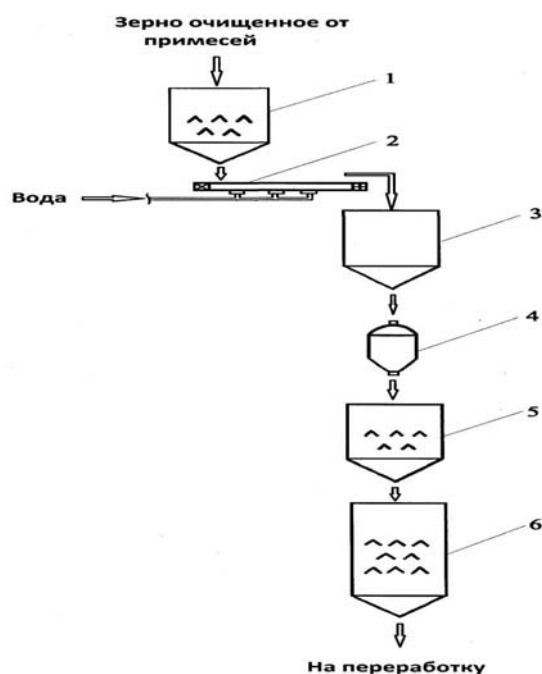


Рис. 1. Схема гидротермической обработки зерна гречихи с увлажнением

Процесс осуществляется в следующей последовательности: зерно, очищенное от посторонних примесей, поступает в бункер подогрева 1, далее в шнек для увлажнения 2, в который с помощью форсунок подается вода. В результате контакта зерна с водой и равномерного перемешивания происходит механический «захват» воды, дальнейший контакт с водой не приводит к дополнительному увлажнению зерна, для равномерного увлажнения зерна необходима его отлежка в бункере для отволаживания 3. Влажность перед пропариванием была определена экспериментально, исходя из целостности ядра после шелушения зерна, и составляла 17,0%.

Зерно с такой влажностью направляли в пропариватель 4, после этого зерно сушили в два этапа в низкотемпературной сушилке 5, в высокотемпературной сушилке 6 и направляли на переработку.

Используемая конструкция не требует дополнительного рабочего персонала, имеет малый износ и незначительные энергозатраты [5]. Для достижения наибольшей технологической эффективности увлажнения рекомендуется в зимнее время подогревать зерно, т.к. оптимальная температура зерна перед пропариванием должна составлять не менее +20°C.

Сравнительный анализ используемого ГТО и с увлажнением представлен в таблице 1.

Из представленных данных следует, что при ГТО с увлажнением общее время обработки несколько выше, однако его использование имеет ряд значительных преимуществ: значительная экономия технологического пара, возможность увеличения производительности пропаривателя.

Уменьшение давления пропаривания, возможно, связано с тем, что теплопроводность зерна зависит от влажности, а ее максимум находится в диапазоне 15-20% и соответствует рабочему режиму пропаривателя [6].

Необходимо отметить, что уменьшение давления обработки повлечет за собой уменьшение нагрева зерна в пропаривателе и может привести к значительному повышению биологической ценности готового продукта за счет сохранения витаминов и минеральных веществ.

Расчеты показывают, что затраты на увлажнение зерна сопоставимы с затратами на экономию пара. Длительность отволаживания во многом зависит от исходной влажности, плотности, структуры зерна, других показателей и позволит увлажнить зерно до необходимой кондиции. Такая подготовка приводит к снижению энергозатрат на осуществление процесса гидротермической обработки зерна для последующего шелушения. Однако необходимо принимать во внимание, что чрезмерное увлажнение зерна сказывается на эффективности его шелушения и снижает производительность шелушильной машины.

После ГТО зерно поступает на сортировку. Отличительной особенностью переработки зерна гречихи является его разделение перед шелушением на шесть фракций по размерам. Чтобы исключить большие погрешности, использовали зерно одного производителя с фиксированными показателями по качеству и крупности, сортирование зерна гречихи по крупности проводили с учетом нормативных требований.

Исследование процесса шелушения зерна, прошедшего ГТО по двум вышеуказанным

способам, проводили на вальцедековых станках марки 2ДШС-ЗБ. Его рабочими органами являются абразивный вал и две неподвижно закрепленные деки. При воздействии рабочих органов шелушительных машин в зазоре между валом и одной, и второй деками зерно подвергается сложной деформации – сжатию и сдвигу, в результате оболочка отделяется от ядра.

Проведенный сравнительный анализ шелушения зерна, прошедшего ГТО согласно «Правилам организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях» и с увлажнением, представлен в таблице 2.

Из представленных данных следует, что при использовании гидротермической обработки с увлажнением при сохранении коэффициентов шелушения ядро в процессе шелушения также сохраняется.

В результате шелушения зерна гречихи при производстве крупы ядрица, основной целью является отделение наружных оболочек и получение максимально возможной

массовой доли целого ядра. Однако ввиду несовершенства технологического процесса получают смесь различных продуктов, которую условно можно разделить на пять фракций: ядро, нешелушенные зерна, лузга, дробленое ядро и мучка.

Для объективной оценки использования увлажнения перед гидротермической обработкой зерна гречихи исследовали получаемую массовую долю готового продукта, результаты технологических испытаний представлены в таблице 3.

Из представленных результатов следует, что использование предварительного увлажнения позволяет увеличить массовую долю целого ядра на 0,8%, общий выход готового продукта – на 0,5%.

Возможно, увеличение целостности ядра при использовании увлажнения перед пропариванием связано с изменением технологических свойств и в том числе с ослаблением связи между оболочкой и ядром.

Таблица 1

Сравнительный анализ используемого ГТО и с увлажнением

Технологические параметры		ГТО с увлажнением	Используемая ГТО
1. Подогрев зерна, °С		20	20
2. Увлажнение и отволаживание, мин.		10	–
3. Пропаривание	давление, МПа	5,0	6,0
	время, мин.	6,0	6,0
4. Время сушки, мин.	при 70°С	25	25
	при 130°С	60	60
5. Сушка крупы, мин. при 70°С		25	25
6. Общее время ГТО		131	116

Таблица 2

Показатели шелушения зерна, прошедшего ГТО согласно «Правилам организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях» используемая и с увлажнением

Номер фракции	Показатели эффективности шелушения, %					
	ГТО с увлажнением		используемая технология ГТО		по «Правилам организации...»	
	к _ш	доля продела	к _ш	доля продела	к _ш	доля продела
1	55,2-58,0	0,1-0,2	53,0-57,4	0,2-0,3	55,0	1,5
2	57,1-62,3	0,2-0,3	55,3-61,6	0,4-0,5	60,0	1,5
3	49,4-52,7	0,5-0,8	47,0-52,5	0,8-1,0	50,0	2,5
4	42,1-46,2	1,1-1,8	40,4-45,2	1,5-2,0	40,0	2,5
5	32,8-36,1	1,5-2,3	31,1-35,8	1,9-2,5	30,0	2,5
6	23,1-29,0	1,9-2,4	23,7-28,9	2,1-2,7	25,0	2,5

Примечание. к_ш – коэффициент шелушения.

Таблица 3

Результаты технологических испытаний

Наименование продукта	Массовая доля готового продукта		
	ГТО с увлажнением	используемая технология ГТО	по «Правилам организации...»
Крупа ядрица	70,2-71,3	69,5-70,4	62,0
Крупа продел	0,2-0,6	0,7-0,9	5,0
Мучка кормовая	0,6-0,9	1,0-1,3	3,5

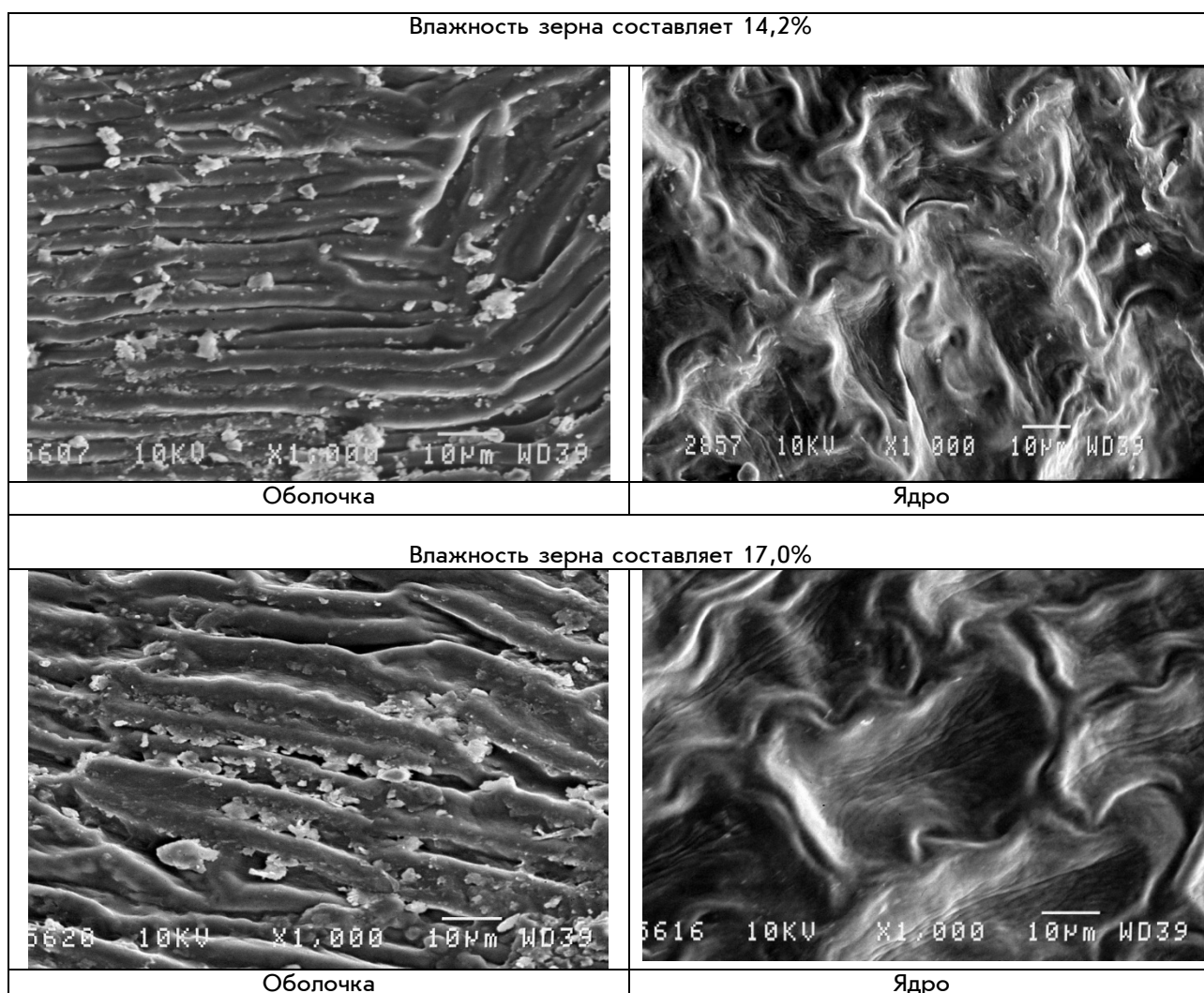


Рис. 2. Морфология оболочки и ядра сухого и влажного зерна гречихи

Результаты, приведенные в работе [7], позволяют утверждать, что с увеличением влажности структура поверхности ядра и оболочки зерна гречихи деформируются. Такие процессы, возможно, связаны с тем, что сложное строение зерна, особенности микроструктуры его анатомических частей приводят к неодинаковой интенсивности во времени параллельно протекающих процессов. При увлажнении влага интенсивно перемещается внутрь зерна, что приводит к набуханию белков и ликвидации пустот между крахмальными зёрнами, в результате пористая и рыхлая структура эндосперма становится более плотной, увеличиваясь в размерах. Морфология оболочек и ядра гречихи изучалась по данным сканирующей электронной микроскопии (JSM-840, Jeol, Япония) (рис. 2).

Из сравнения представленных изображений следует, что увлажнение на 2,8% приводит к увеличению микрофибрил поверхности ядра и оболочки в 2-4 раза, что не противоречит результатам, полученным в работе [8].

Отличительной особенностью морфологии сухого и влажного зерна является увеличение его размеров и, соответственно, деформации микроструктуры поверхности как ядра, так и оболочки.

Деформация приводит к возникновению внутреннего напряжения за счет разного коэффициента расширения ядра и оболочки, а также к ослаблению связи между ними, при этом дополнительное увлажнение зерна перед пропариванием только усиливает этот эффект.

По результатам испытания были найдены оптимальные по эффективности условия шелушения при ГТО, которая включало увлажнение с отволаживанием до 17,0%, пропаривание, сушку и охлаждение.

Таким образом, используя гидротермическую обработку зерна гречихи с предварительным увлажнением зерна, можно увеличить выход массовой доли целой крупы при шелушении до 1,0%.

Библиографический список

1. Важов В.М., Важов С.В., Важова Т.И. Резервы производства гречихи в Алтайском крае // Международный научно-исследовательский журнал = International Research Journal. – 2016. – № 2. – Ч. 3. – С. 91-94.
2. Марьин В.А., Федотов Е.А., Верещагин А.Л., Барабошкин К.С. Регулирование цветности ядра гречневой крупы // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 5. – С. 39-41.
3. Марьин В.А., Верещагин А.Л., Бычин Н.В. Технологические свойства сырого и влажного зерна гречихи // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 36-41.
4. Марьин В.А., Верещагин А.Л., Бычин Н.В. Влияние влажности на структурно-механические свойства ядра гречихи // Хлебопродукты. – 2015. – № 10. – С. 41-43.
5. Панкратов Г.Н., Афонасенко К.В. Влияние реологических свойств зерна на процесс производства ржаных хлопьев // Хлебопродукты. – 2014. – № 6 – С. 42-44.
6. Егоров Г.А. Технология муки. Технология крупы. – М.: Колос, 2005. – С. 296.
7. Марьин В.А., Верещагин А.Л. Изменение морфологии поверхности влажного зерна гречихи в процессе гидротермической обработки // Хранение и переработка зерна. – 2012. – № 3(153). – С. 44-46.
8. Yun Deng, Olga Padilla-Zakour, Yanyun Zhao, Shishi Tao / Influences of High Hydrostatic Pressure, Microwave Heating, and Boiling on Chemical Compositions, Antinutritional Factors, Fatty Acids, In Vitro Protein Digestibility, and Microstructure of Buckwheat / Food and Bioprocess Technology, 2015. – Volume 8. – Issue 11. – pp. 2235-2245.

References

1. Vazhov V.M., Vazhov S.V., Vazhova T.I. Rezervy proizvodstva grechikhi v Altaiskom krae // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. – International Research Journal. – 2016. – № 2. – Chast' 3. – S. 91-94.
2. Mar'in V.A., Fedotov E.A., Vereshchagin A.L., Baraboshkin K.S. Regulirovanie tsvetnosti yadra grechnevoi krupy // Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya. – 2009. – № 5. – S. 39-41.
3. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Tekhnologicheskie svoistva syrogo i vlazhnogo zerna grechikhi // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2015. – T.38. – № 3. – S. 36-41.
4. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Vliyanie vlazhnosti na strukturno-mekhanicheskie svoistva yadra grechikhi // Khleboprodukty. – 2015. – № 10 – S. 41-43.
5. Pankratov G.N., Afonassenko K.V. Vliyanie reologicheskikh svoistv zerna na protsess proizvodstva rzhanykh khlop'ev // Khleboprodukty. – 2014. – № 6. – S. 42-44.
6. Egorov G.A. Tekhnologiya muki. Tekhnologiya krupy. – M.: Kolos, 2005. – S. 296.
7. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Izmenenie morfologii poverkhnosti vlazhnogo zerna grechikhi v protsesse gidrotermicheskoi obrabotki // Khranenie i pererabotka zerna. – 2012. – № 3 (153). – S. 44-46.
8. Yun Deng, Olga Padilla-Zakour, Yanyun Zhao, Shishi Tao. Influences of High Hydrostatic Pressure, Microwave Heating, and Boiling on Chemical Compositions, Antinutritional Factors, Fatty Acids, In Vitro Protein Digestibility, and Microstructure of Buckwheat // Food and Bioprocess Technology. – 2015. – Vol. 8 (11). – P. 2235-2245.



УДК 637.51:636.085

Т.И. Аникиенко
T.I. Anikiyenko

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА МОЛОКА, СМЕТАНЫ, МАСЛА ПРИ СКАРМЛИВАНИИ СИЛОСА ИЗ ТОПИНАМБУРА И КУКУРУЗЫ

THE COMPARISON OF MILK, SOUR CREAM AND BUTTER QUALITY WHEN FED SILAGE MADE OF SUNROOT AND MAIZE

Ключевые слова: *силос из топинамбура, молочная продуктивность, качество молока, качество сметаны, качество масла.*

В настоящее время в Сибири основной силосной культурой является кукуруза. Однако завозимые в Сибирь для возделывания на силос сорта кукурузы к наступлению уборки (15-20 августа) в

лучшем случае достигают фазы цветения и характеризуются низким содержанием сухого вещества, переваримого протеина и минеральных элементов. В связи с этим возникает необходимость поиска новых источников кормовых культур для улучшения кормопроизводства в Сибири. Увеличение производства сельскохозяйственных продуктов возможно за счет кормления животных