УДК 633.13

В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЙЛОЧНЫХ КРУГОВ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ЯДРА ОВСА

Поверхность ядра зерна овса после шелушения покрыта трихомами (опушением). После шлифования абразивными кругами с поверхности ядра удаляются не только волоски опушения и цветочные пленки, но и алейроновый слой. Так, при увеличении в 500 раз на поверхности после шлифования хорошо различимы крахмальные зерна эндосперма. После шлифования войлочными кругами происходит удаление опушения и остатка цветочных пленок. Более мягкое воздействие войлока позволяет сохранить целостность алейронового слоя и уменьшить механическое воздействие на ядро, тем самым повышается целостность ядра и его сохранность. На поверхности ядра (алейронового слоя) различимы незначительные поверхностные повреждения – задиры. Такие задиры расположены по всей длине ядра, а их ширина составляет 20–50 мкм. При переработке зерна овса после операции шлифования увеличивается количество дробленого ядра и мучки, что приводит к снижению прочности ядра, уменьшению выхода готового продукта и изменению пищевой ценности. Исследован процесс шлифования ядра овса абразивными и войлочными кругами на машине ЗШН-3. Было установлено, что обработка ядра овса на машине А1-ЗШН-3 с войлочными кругами приводит к уменьшению суммарной массовой доли дробленого ядра и мучки при сравнении с базисными нормами и абразивными кругами в 3 раза. Использование войлочных кругов при шлифовании ядра овса позволяет увеличить сохранность ядра и выход готового продукта за счет снижения массовой доли дробленого ядра и кормовой мучки. Улучшение целостности ядра можно объяснить эластичными свойствами войлока и отсутствием ударных нагрузок абразивных камней.

Зерно овса, шлифование, абразивные круги, войлок, оболочка, ядро, микроструктура поверхности.

Введение

Благодаря высокой питательной ценности, хорошей усвояемости и невысокой стоимости, крупы в пищевом рационе человека занимают важное место. Причем потребление продуктов переработки овса (крупа овсяная, хлопья, мука, толокно и др.) находится на третьем месте после риса, гречихи и постоянно увеличивается. Применение овса в пищевой промышленности связано с хорошей усвояемостью питательных веществ и витаминов, а также использование его для детского и диетического питания.

Зерно является достаточно дорогим сырьем. В общих затратах на производство крупы на долю зерна приходится более 50 %. Поэтому важно использовать зерно с максимально возможной эффективностью, обеспечивая максимальный выход готовой продукции, качество при минимальных удельных эксплуатационных расходах.

Отечественная крупяная промышленность добилась значительных успехов в своем развитии и совершенствовании. Однако при содержании в зерне овса ядра 63–65 % общий выход готового продукта составляет не более 45 % [1].

Эффективность переработки зерна в крупу зависит от технологических свойств перерабатываемого зерна, структуры и режима технологического процесса на крупяном цехе, состава технологического и транспортного оборудования [2].

Технологические свойства зерна определяются рядом факторов, которые можно подразделить на физико-химические, биохимические, структурно-механические, теплофизические, а также анатомическое строение зерна. Знание структурно-механических характеристик зерна крупяных культур позволяет обоснованно выбирать характер и величину основных параметров рабочих органов машин, обеспечивать более эффективную его обработку и использование зерна.

Зерно любой культуры имеет сложное строение и состоит из ядра и пленок. Для каждой из его анатомических частей характерна своя структура.

У пленчатого зерна овса ядро покрыто цветочными пленками, их доля составляет 26,0–34,0 %, с ядром они не срастаются, поэтому сравнительно легко удаляются при шелушении. Плодовые и семенные оболочки почти бесцветные, тонкие, их доля составляет 4,0–5,0 %, причем 1,5–3,0 % приходится на волоски опушения, образуемые наружным слоем плодовой оболочки и покрывающие всю поверхность ядра. Хотя общее содержание волосков составляет всего 1,5–3,0 % от массы ядра, они снижают усвояемость и вкусовые качества крупы, так как по химическому составу они близки к составу цветковых пленок и состоят в основном из клетчатки, поэтому в процессе переработки овса в крупу их удаляют. Волоски представляют собой полые выросты эпидермиса различных размеров.

Алейроновый слой состоит из одного ряда клеток и составляет 6,0–8,0 % зерновки. Клетки алейронового слоя крупные и вытянуты в радиальном направлении [3].

Зародыш у овса довольно крупный – 3,0–4,0 % зерна. На долю эндосперма приходится 50,0–55,0 % массы зерновки. Эндосперм у овса рыхлый, мучнистый, белого цвета, при шелушении и шлифовании легко разрушается.

Шлифование зерна овса – один из основных этапов технологического процесса его переработки. Задачей шлифования является сохранить ядро зерновки, представляющее основную питательную ценность целым, и удалить оболочки, не усваиваемые человеческим организмом. Шлифованные крупы имеют лучший внешний вид, быстрее варятся, имеют лучшую консистенцию, цвет и дольше

хранятся. Однако в результате шлифования разрушается ядро, удаляются не только остатки оболочек и опушение, но и биологически ценные анатомические части зерна: зародыш, алейроновый слой, значительная часть пищевых волокон, витаминов, полноценных белков, минеральных веществ, липидов, находящихся в алейроновом слое и наружных частях ядра, что приводит к снижению пищевой ценности и увеличению массовой доли дробленого зерна.

Целью работы является изучение влияния шлифования ядра овса войлочными кругами на его сохранность и выход готовой продукции.

Объект и методы исследования

Эффективность использования зерна овса при выработке крупы зависит в значительной мере и от совершенства конструкций шлифовальных машин.

Изучение и анализ опыта эксплуатации крупоцеха в ОАО «Бийский элеватор» по переработке зерна овса позволяет наметить пути совершенствования техники и технологии крупяного производства.

Существующие традиционные технологии переработки зерна овса в крупу, согласно [1], предусматривают обязательную технологическую операцию – шлифование ядра, для чего используется шелушильно-шлифовальная машина А1-ЗШН-3. Принцип обработки зерна в машине основан на движении зерна сверху вниз при одновременном трении зерна о вращающиеся абразивные круги и неподвижный перфорированный цилиндр, а также за счет трения зерна между собой. При движении происходит отделение оставшихся после шелушения оболочек зерна, которые удаляются аспирационной системой машины. С помощью клапанного устройства машины одновременно регулируется производительность и технологический эффект процесса шлифования.

Опыт работы на овсоцехе ОАО «Бийский элеватор» показал, что в результате шлифования ядра овса на машинах марки А1-ЗШН-3 (с рекомендуемыми для шлифования абразивными кругами зернистостью 60–80) происходит разрушение ядра, образование мучки и значительное снижение массовой доли выхода готовой продукции.

При относительной простоте и универсальности конструкции машин марки А1-ЗШН-3 она имеет существенные недостатки: низкие технологическую эффективность шлифования и производительность, высокие степень дробимости ядра и удельный расход электроэнергии. Указанные недостатки связаны с тем, что принцип действия таких машин несовершенен и недостаточно полно учитывает физико-механические и структурно-биологические особенности зерна овса. Поэтому важно обоснованно выбрать средства и способы для осуществления процесса шлифования, так как от этого зависит рациональное использование зерна овса.

Исследование проводилось в ОАО «Бийский элеватор» в цехе по переработке зерна овса. Объектами исследования являлись ядро овса и шлифовальная машина А1-ЗШН-3. В процессе исследования в шлифовальной машине заменялись шлифовальные элементы. В заводском исполнении для шлифования продукта машина укомплектована абразивными кругами с зернистостью 60–80. Для увеличения эффективности работы машины в качестве шлифовальных элементов был использован войлок с плотностью не менее 320–400 кг/м^3. Обладая плотной структурой, он имеет повышенную износостойкость и значительный срок службы. Войлок с меньшей плотностью использовать не рекомендуется вследствие низкой износостойкости и малого срока эксплуатации. Установлено, что при эксплуатации машины А1- ЗШН-3 с абразивными кругами один комплект можно использовать для шлифования до 8 500 т ядра овса, а при использовании войлочных кругов – до 650 т. Однако комплект абразивных кругов стоит 17 400 руб., в то время как 13 комплектов войлочных кругов, перерабатывающих 8 500 т ядра овса, – 11 230 руб.

Для испытаний были отобраны партии зерна овса сорта «Аргумент», собранного в предгорной зоне Алтайского края в 2013 году, соответствующие требованиям ГОСТ 28678-90. Исследовались физико-химические показатели ядра овса до и после шлифования, в качестве контроля использовалось ядро до шлифования.

Для оценки изменений физико-химических показателей зерна и ядра при шлифовании определяли их основные показатели: влажность – по ГОСТ 26312.7-88; белок – по ГОСТ 10846-91; кислотность – по ГОСТ 26312-84; жир – по ГОСТ 29033-91; пищевые волокна – по ГОСТ 13496.2-91; зольность – по ГОСТ 26312-84, углеводы – по разнице показателей. Физико-химические показатели зерна овса, которое использовалось для исследований, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели зерна овса, используемого для исследований

Зерно овса	Массовая доля, %						Кислотность, град
	Влажность	Белок	Углеводы	Пищевые волокна	Жиры	Зольность	
	11,8–12,8	10,1–12,5	51,1–58,6	10,4–12,3	3,1–4,0	2,8–3,2	3,2–4,1

Особенности микроструктуры поверхности ядра овса до и после шлифования абразивными и войлочными кругами исследовали по микрофотографиям, полученным на электронном сканирующем микроскопе JSM-840.

Отбор проб производили в производственных условиях, в цехе по переработке зерна овса из оперативного бункера перед машиной А1-ЗШН-3 и после нее. Среднесменный образец формировался в течение рабочей смены и направлялся на исследование. Все исследования проводились в 5-кратной повторности и обрабатывались статистически. В работе приведены минимальные и максимальные отклонения показателей.

Результаты и их обсуждение

Пищевая ценность получаемой продукции может теряться с отходами, так как в удаляемых после шелушения оболочках, алейроновом слое и зародышах содержится значительная часть белка и жира [4].

С целью обеспечения целостности ядра в процессе шлифования и увеличения выхода готового продукта абразивные круги на машине А1-ЗШН-3 были заменены войлочными таких же геометрических размеров. Ранее круги из такого же материала использовались при обработке проса, поражённого пыльной головней [5]. Для придания ядру гладкой и товарной поверхности экспериментально определялось его время шлифования.

Время нахождения ядра овса в шлифовальной машине составляло 6,5–7,5 мин и определялось качеством вырабатываемого продукта согласно требованиям нормативной документации. Результаты технологических испытаний машины А1-ЗШН-3 при использовании для шлифования ядра овса абразивных и войлочных кругов, а также базисные нормы, согласно [1], дробленого ядра и кормовой мучки представлены в табл. 2.

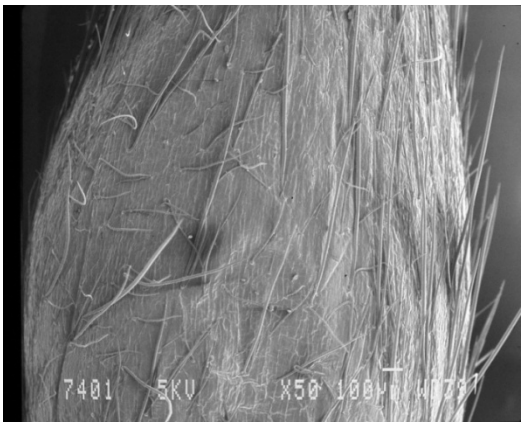
Таблица 2

Результаты технологических испытаний машины А1-ЗШН-3

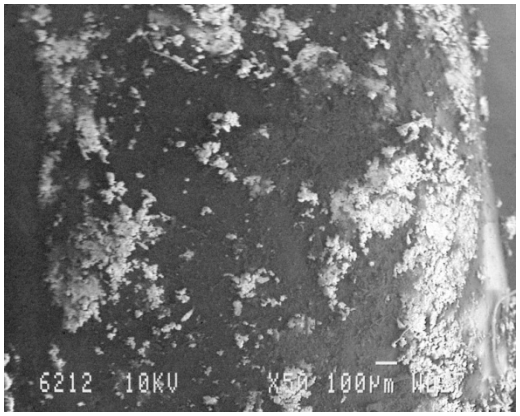
Продукты переработки	Нормы выхода, %		
	Базисные, согласно [1]	машина А1-ЗШН-3 с абразивными кругами	машина А1-ЗШН-3 с войлочными кругами
Дробленка кормовая	16,0	7,0–9,0	1,0–2,5
Мучка кормовая		5,0–8,0	1,5–3,0
Итого	16,0	12,0–17,0	2,5–5,5
Выход готового продукта	45,0	44,0–49,0	55,5–58,5

Из представленных данных следует, что обработка ядра овса на машине А1-ЗШН-3 с войлочными кругами приводит к уменьшению потерь в виде дробленого ядра, мучки при сравнении с базисными нормами и абразивными кругами в 3 раза, повышению выхода готового продукта на 10–13 %. Улучшение целостности ядра можно объяснить эластичными свойствами войлока и отсутствием ударных нагрузок абразивных камней.

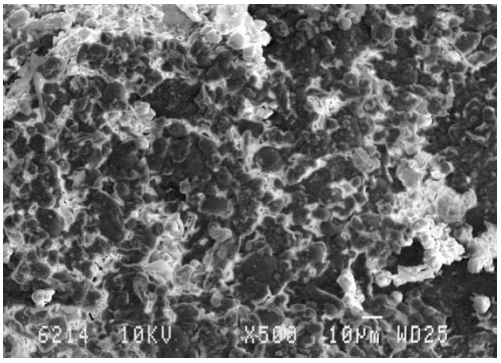
В работе [6] при исследовании морфологии околоплодных оболочек и ядра методом сканирующей электронной микроскопии было показано, что изменение режимов ГТО при производстве хлопьев овсяных «Геркулес» может привести к увеличению сохранности целого ядра на этапе шелушения. С целью изучения целостности ядра овса в процессе шлифования на абразивных и войлочных кругах также была исследована морфология поверхности. Состояние поверхности ядра перед шлифованием, после шлифования на абразивных и войлочных кругах представлено на рис. 1.



а

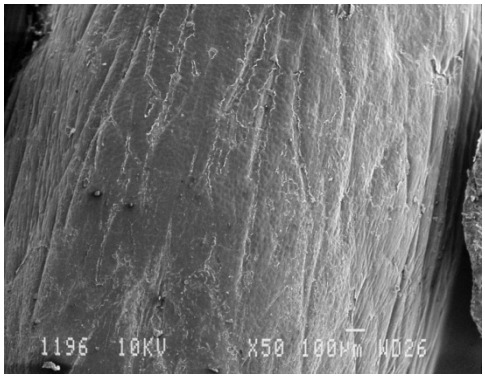


б

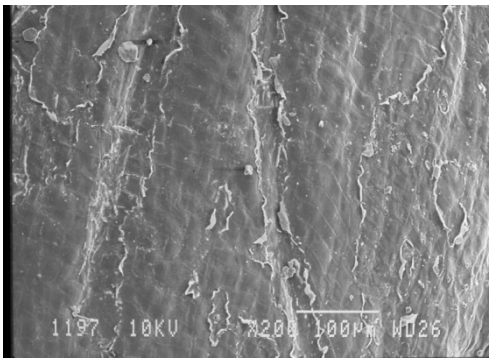


в

Рис. 1. *Начало.* Состояние поверхности ядра овса:
а – перед шлифованием х 50;
б – после шлифования абразивным кругом х 50;
в – после шлифования абразивным кругом х 500;



г



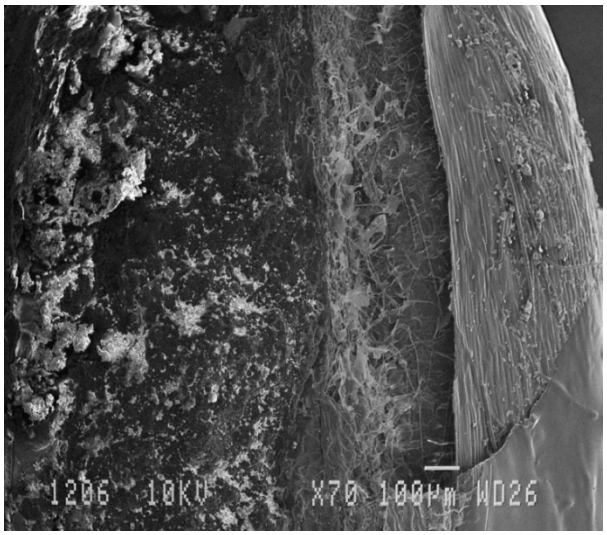
д

Рис. 1. *Окончание*. Состояние поверхности ядра овса:
г – после шлифования войлочным кругом х 50;
д – после шлифования войлочным кругом х 200;

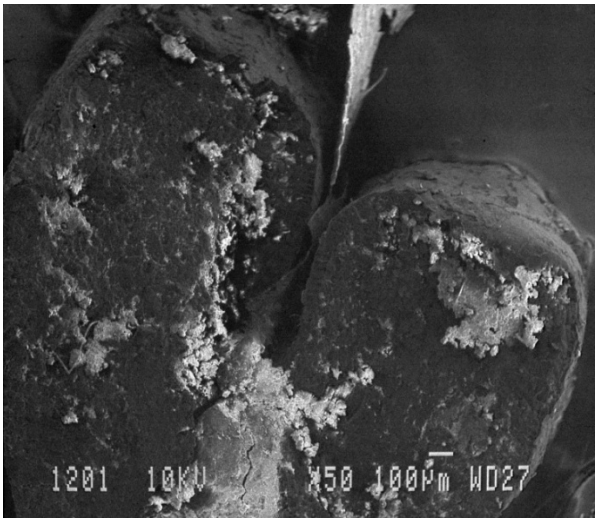
Из приведенных данных рис. 3а следует, что поверхность ядра зерна овса после шелушения покрыта трихомами (опушением). После шлифования абразивными кругами (рис. 3б) с поверхности ядра удаляются не только волоски опушения и цветочные пленки, но и алейроновый слой. Так, при увеличении в 500 раз (рис. 3в) на поверхности хорошо различимы крахмальные зерна эндосперма.

После шлифования войлочными кругами (рис. 3г) происходит удаление опушения и остатка цветочных пленок. Более мягкое воздействие войлока позволяет сохранить целостность алейронового слоя и уменьшить механическое воздействие на ядро, тем самым повышается целостность ядра и его сохранность. У зерна овса алейроновый слой состоит из одного ряда клеток и при увеличении в 200 раз (рис. 3д) на поверхности ядра (алейронового слоя) различимы незначительные поверхностные повреждения – задиры. Такие задиры расположены по всей длине ядра, а их ширина составляет 20–50 мкм.

Для выявления причин образования высокого содержания дробленого ядра и кормовой мучки при шлифовании абразивными кругами на шелушильно-шлифовальной машине А1-ЗШН-3 были исследованы разрушенные ядра овса с поперечным и продольным разломом. Морфология поверхности разрушенного ядра продольного и поперечного разлома в результате шлифования на абразивных кругах представлена на рис. 2.



а



б

Рис. 2. Морфология поверхности разрушенного ядра продольного и поперечного разлома в результате шлифования на абразивных кругах:
а – продольный разлом ядра х 70;
б – поперечный разлом ядра х 50

Из представленных данных следует, что в процессе шлифования абразивными кругами равновероятно происходит разрушение ядра как вдоль, так и поперек зерновки. В результате шлифования разрушается не только поверхность зерновки, но и происходит деформация и разрушение внутри зерновки, что приводит к образованию значительного количества мучки и дробленого зерна.

Количественные и качественные характеристики продуктов питания определяют выход и, соответственно, рентабельность производства [7]. Физико-химические показатели образцов ядра овса до шлифования и после шлифования абразивными и войлочными кругами представлены в табл. 5.

Таблица 3

Физико-химические показатели ядра овса до шлифования
и после шлифования абразивными и войлочными кругами

Массовая доля, %						Кислотность, град
Влажность	Белок	Углеводы	Пищевые волокна	Жиры	Зольность	
До шлифования						
11,2–12,0	12,1–12,9	62,8–65,7	2,2–2,4	5,0–5,5	1,7–2,1	2,1–2,3
После шлифования абразивом						
11,0–11,6	11,8–12,4	65,9–68,9	1,3–1,8	4,1–4,7	1,6–1,9	1,3–1,7
После шлифования войлоком						
11,0–11,8	11,9–12,6	65,0–67,9	1,7–2,0	4,4–4,9	1,5–1,8	1,6–1,9

Из представленных данных следует, что после шлифования в овсяной крупе уменьшается зольность, содержание клетчатки, жира и белка. Увеличивается количество зерен, лишенных зародыша, при этом содержание крахмала возрастает. Кроме того, при удалении алейронового слоя может удаляться значительная часть витаминов и минеральных веществ, находящихся в зародыше и алейроновом слое.

Таким образом, использование войлочных кругов при шлифовании ядра овса позволяет увеличить выход готового продукта за счет снижения массовой доли дробленого ядра и кормовой мучки и повысить рентабельность производства.

Список литературы

1. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. – ВНПО «Зернопродукт». – М., 1990. – С. 81.

2. Afzalinia, S. Comparison of different rice milling methods / S. Afzalinia, M. Shaker, E. Zare // Canad. Biosystems Engg. – 2004. – Vol. 46, n Annual. – P. 3.63–3.66.

3. Попов, Е.П. Микроструктура зерна и семян / Е.П. Попов. – М.: Колос, 1979. – 224 с.

4. Марьин, В.А. Исследование химического состава продуктов переработки зерна овса при производстве хлопьев овсяных «Геркулес» / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // Хранение и переработка зерна. – 2013. – № 3 (168). – С. 46–49.

5. Пат. 2346743, Российская Федерация, МПК ВО2В^2 3/02. Способ переработки зерна овса, зараженного головней, и рабочий орган шелушильно-шлифовальной машины для переработки зерна, зараженной пыльной головней / Федотов Е.А., Марьин В.А., Верещагин А.Л. – № 2006134545/13; Заявл. 28.09.2006, Бюл. № 5. – 6 с.

6. Марьин, В.А. Изменение структуры зерна овса при производстве хлопьев / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // Хранение и переработка зерна. – 2012. – № 4 (154). – С. 36–39.

7. Yeung, J. Pearling of hull-less barley: product composition and gel color of pearled barley flours as affected by the degree of pearling / J. Yeung, T. Vasanthan // J. Agr. Food Chem. – 2001. – Vol. 49, № 1. – P. 331–335.

Бийский технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова».
659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27,
e-mail: tehbiysk@mail.ru

SUMMARY

V.A. Mar'in, A.L. Vereshchagin, N.V.Bychin

USING A FELT CIRCLES WHEN GRINDING KERNEL OATS

The surface of the kernel of grain oats after peeling covered trichomes (hairs). After grinding abrasive wheels with the surface of the nucleus removed not only the hair down and flower films, but the aleurone layer. So when increased 500 times on the surface after polishing distinct starch grains endosperm. After grinding felt circles erases down and rest flower films. Milder impact felt you can maintain the integrity of the aleurone layer and reduce mechanical effect on the kernel. This increases the integrity of the kernel and its sohrannost the surface of the nucleus (the aleurone layer) distinguishable slight superficial damage is burrs. These fins are located along the length of the kernel, and their width is 20 - 50 microns.

The processing grain oats after the operation grinding increases the number crushed kernel and husking bran, which reduces the strength of the engine, reducing output of the finished products and changes in nutritional value. The process of grinding kernel oats abrasive and felt around in the car TSN-3. It was found that the processing of core oats by car TSN-3 with a felt circles leads to the decreasing of total mass fraction of crushed kernel and husking

bran in comparison with basic norms and abrasive wheels 3 times. Using a felt circles when grinding kernel oats allows to increase the safety of core and product output by reducing the mass fraction of crushed kernel and feed husking bran. Improving the integrity of the kernel can be explained elastic properties of felt and the lack of impact loads abrasive stones.

Grain oats, grinding, abrasive circles, felt, shell, core microstructure of the surface.

References

1. *Pravila organizatsii i vedeniya tekhnologicheskogo protsessa na krupyanykh predpriyatiyakh* [Rules for the organization and management of the process for cereal plants]. Moscow, VNPO «Zernoprodukt», 1990. 81 p.

2. Afzalinia S., Shaker M., Zare E. Comparison of different rice milling methods. *Canad. Biosystems Engg*., 2004, Vol. 46, n Annual, P. 3.63–3.66.

3. Popov E.P. *Mikrostruktura zerna i semyan* [The microstructure of grains and seeds]. Moscow, Kolos, 1979. 224 p.

4. Marin V.A., Vereschagin A.L. Issledovanie khimicheskogo sostava produktov pererabotki zerna ovsa pri proizvodstve khlopev ovsyanykh «Gerkules» [Study of the chemical composition of grain products in the production of oat flakes oat «Hercules»]. *Grain storage and processing*, 2013, no. 3, vol. 168, pp. 46 - 49.

5. Fedotov E.A., Marin V.A., Vereschagin A.L. *Sposob pererabotki zerna ovsa, zarazhennogo golovnej, i rabochij organ shelushilno-shlifovalnoj mashiny dlya pererabotki zerna, zarazhennoj pylnoj golovnej* [Method for processing grain oats infected firebrands, and working body shelling-grinder for grain contaminated with loose smut]. Patent RF, no. 2346743, 2006.

6. Marin V.A., Vereschagin A.L. Izmenenie struktury zerna ovsa pri proizvodstve khlopev [Changing the structure of the oat grain in the production of cereal]. *Grain storage and processing,* 2012, no. 4, vol. 154, pp. 36-39.

7. Yeung J.,Vasanthan T. Pearling of hull-less barley: product composition and gel color of pearled barley flours as affected by the degree of pearling, *J. Agr. Food Chem,* 2001, Vol. 49, № 1, P. 331–335.

Biysk technological Institute (branch) of
FSEI HPE «The Altai state technical
University. I.I. Polzunov»,
27, Trofimov st., Biysk, 659305, Russia.
e-mail: tehbiysk@mail.ru

Дата поступления: 23.05.2014

УДК: 577.112.083

М.А. Константиновская, А.А. Красноштанова

ПОДБОР УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗАТА ИЗ БУЛЬОНА, ОБРАЗУЮЩЕГОСЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОСТНОЙ МУКИ

В настоящее время во всем мире остро стоит проблема преодоления дефицита белка, прежде всего в питании человека и животных. В данной работе рассмотрен процесс получения гидролизатов коллагена из белоксодержащего бульона, образующегося при производстве костной муки, путем его обработки ферментными препаратами: трипсином, химотрипсином, панкреатином, папаином, протосубтилином, Protex 51FP, Protex 40E, Protex 6L, Protex 7L. Показано, что наиболее эффективными ферментными препаратами, обеспечивающими выход низкомолекулярной фракции не менее 10,5 г/л, являются трипсин, панкреатин и Protex 40 E. Подобраны оптимальные режимы гидролиза белоксодержащего бульона ферментным препаратами панкреатином и Protex 40E. Установлено, что последовательный гидролиз ферментными препаратами панкреатином и Protex 40E позволяет повысить выход низкомолекулярной фракции с 55 до 80 %. Установлено, что очистку белкового гидролизата от токсичных примесей необходимо проводить методом ультрафильтрации на мембране УПМ-20. При этом степень очистки от негидролизованной фракции белка составляет 30 %, от взвешенных примесей – 97 %, а потери компонентов гидролизата не превышают 10 %, а пермеат не обладает токсичностью. Исследован процесс получения сухой формы белкового гидролизата. Установлено, что проведение распылительной сушки при температуре влажного воздуха 160 °С, скорости подачи суспензии 30 % и расходе сушильного агента 90 % не влияет на качество гидролизата, а именно не приводит к деструкции пептидов и аминокислот, в частности, оксипролина, образованию токсичных примесей, не снижает индекса растворимости азота (NSI). По качественным показателям полученный в работе гидролизат не уступает известным промышленным образцам.

Ферментативный гидролиз, костная мука, гидролизаты коллагена, оксипролин, панкреатин.