

НОВЫЙ ВИД СЫРЬЯ ИЗ ПЕРЛОВОЙ КРУПЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А.С. Саломатов¹, А.Д. Тошев¹, В.А. Васькина², Г.Н. Горячева³

¹ Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

² Московский государственный университет пищевых производств, г. Москва

³ Научно-исследовательский институт кондитерской промышленности Российской академии сельскохозяйственных наук, г. Москва

Проведены исследования качества перловой крупы, полученной из ячменя урожаев 2009, 2010 и 2011 гг. Выявлена взаимосвязь между количеством крахмала и воды в перловой крупе. Исследованные образцы крупы использовали для получения взорванной крупы в аппарате «Пушка». Сравнение нативной и взорванной перловой крупы одного и того же года урожая показали пропорциональное изменение содержания влаги, крахмала (амилозы и амилопектина) и декстринов. Следует отметить, что образцы нативной и взорванной перловой крупы имели различия по показателю насыпной плотности. Самой низкой насыпной плотностью (125 кг/м^3) отличались образцы взорванной крупы, полученные из сырья 2010 г урожая. Установлено, что для получения высокотехнологичной взорванной перловой крупы необходимо использовать сырье с высоким содержанием крахмала (не менее 79,9 %). С целью определения оптимальных условий хранения взорванной перловой крупы проведена серия экспериментов. Взорванную перловую крупу хранили в течение 12 месяцев при значениях относительной влажности воздуха $\varphi \approx 75, 80$ и 85% . Установлено, что хранение взорванной перловой крупы необходимо осуществлять при относительной влажности воздуха не выше 75% . Определение срока годности взорванной перловой крупы включало исследование изменения кислотности, микробиологические показатели и активность воды. Установлено, что продолжительность хранения взорванной перловой крупы не должна превышать одного года. По результатам проведенных исследований установлено, что выход продукта из перловой крупы зависит от степени измельчения и размера частиц взорванной крупы. Установлен оптимальный размер частиц $(1,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Исследованы физико-химические показатели качества нового вида сырья. Проведена апробация данного сырья в производстве воздушного полуфабриката.

Ключевые слова: перловая крупа, взрывание, показатели качества, хранение, технология, химический состав, структура, активность воды.

Введение

В России рынок кондитерских изделий для людей, страдающих неправильным обменом веществ и соблюдающих диету, практически не развит. Поэтому важной задачей является разработка новых видов кондитерских изделий для лечебно-профилактического питания, обладающих высокой пищевой ценностью и низкой калорийностью [4, 5, 10].

К функциональным ингредиентам для кондитерских изделий относятся пищевые волокна, в частности, полисахариды и другие подобные высокомолекулярные вещества. В последние годы в качестве функционального ингредиента используют β -глюкан – диетическое волокно. Основным и наиболее доступным источником β -глюкана является ячмень и

продукты его переработки – перловая крупа, ячменная мука. Содержание β -глюкана в перловой крупе, по разным источникам, составляет 5–11 % [19, 21, 22].

Проведены исследования влияния обогащенных β -глюканом продуктов питания (хлеб, молочные продукты, соки), на здоровье людей. Выявлено, что употребление продуктов питания с β -глюканом способствует снижению гипергликемии и гиперинсулинемии, улучшению липидного обмена, замедлению всасывания сахаров и холестерина, стимулируют рост полезной кишечной микрофлоры, таких как лактобациллы и бифидобактерии [11, 12]. Употребление этих продуктов обеспечивает профилактику диабета, ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний, избыточ-

ного веса и развитие подобных дегенеративных заболеваний [14, 17, 18].

В настоящее время содержание β -глюкана в продуктах питания в Российской Федерации не нормируется. В то же время, в рекомендациях Управления по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (США) четко прописано, что потребление β -глюкана должно составлять не менее 3 г/сутки на человека. Такого количества β -глюкана вполне достаточно для снижения концентрации общего холестерина и липопротеинов низкой плотности, которые накапливаясь на стенках сосудов вызывают атеросклероз [15, 16, 20].

Несмотря на явную пользу β -глюкана для здоровья человека, применение его в составе как перловой крупы, ячменной муки, так и в чистом виде, не получило широкого распространения. Это обусловлено тем, что применение перловой крупы и ячменной муки взамен сахара-песка в мучных кондитерских изделиях негативно влияют на органолептические показатели качества: внешний вид, структуру, вкус. Поэтому значительная часть исследований направлена на поиски способов введения функциональных ингредиентов, в том числе и β -глюкана ячменя в кондитерские изделия, в которых доля сахара составляет более 80% [1–3]. Данная работа направлена на создание нового вида сырья из перловой крупы для обогащения кондитерских изделий β -глюканом.

Целью работы является разработка нового вида сырья из перловой крупы для применения в технологии кондитерских изделий. В задачи исследования входило:

- 1) определение оптимальных требований к качеству сырья и условий его хранения;
- 2) разработка нового вида сырья из перловой крупы;
- 3) апробация нового вида сырья на кондитерских предприятиях.

Объекты и методы исследований

Исследована зависимость качества перловой крупы от года урожая. Оценка качества взорванной перловой крупы выполнена по ГОСТ 15113.1–77 по показателям: масса нетто образца, объемная масса, массовая доля и размеры отдельных зерен. Опытные и контрольные образцы готовили из одних партий сырья.

Ниже приведены методы определения физико-химических показателей: содержание

сахаров в крупе – ГОСТ 15113.6–77; содержание общего азота с пересчетом на общий белок в крупе по коэффициенту 6,25 методом Кьельдаля – ГОСТ 10846–91; содержание крахмала в крупе методом Эверса – ГОСТ 10845–98; содержание сырой клетчатки – ГОСТ Р 52839–2007; содержание жира экстракционным методом с помощью аппарата Сокслета – ГОСТ 29033–91; содержание экстрактивных веществ – ГОСТ 12136–77; определение золы гравиметрическим методом (ГОСТ 15113.3–77); минеральный состав – ГОСТ 30504–97, ГОСТ 26657–97, ГОСТ 26570–95, ГОСТ 30502–97, ГОСТ 30503–97.

Исследовано изменение структуры перловой крупы при обработке ее в аппарате «Пушка». Для исследования структуры крупы до и после обработки использован растровый электронный микроскоп «JEOL» JSM-6460LV. Определено влияние степени измельчения взорванной перловой крупы на выход добавки.

Образцы крупы анализировали по микробиологическим показателям на соответствие требованиям СанПиН 2.3.2.1078–01. При микробиологическом контроле образцов определяли мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (КМА-ФАНМ) по ГОСТ 10444.15–94; дрожжи и плесени – по ГОСТ 10444.12–88. Для микробиологических исследований использовали следующие питательные среды: пентонно-солевой раствор; бульон мясо-пептонный с агаром; сусло-агарный раствор.

Результаты и их обсуждение

Проведены исследования качества перловой крупы, полученной из ячменя урожая 2009, 2010 и 2011 гг. Качество перловой крупы оценивали по химическому составу, содержанию витаминов, минеральных веществ и по технологическим свойствам. Опыты проводились в трехкратной повторности. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Данные табл. 1 показывают, что образцы перловой крупы, полученной из ячменя урожая 2009–2011 гг., заметно различаются по химическому составу, т. е. по содержанию воды, белка, жира, крахмала (амилозы и амилопектина), декстринов, моно- и дисахаридов, пищевых волокон. В то же время по содержанию витаминов различия между образцами укладываются в пределы погрешности опытов. По содержанию минеральных веществ разница между образцами крупы незначительна и не превышает 0,03 мг%. По содержа-

Химический состав перловой крупы в зависимости от года урожая

Наименование показателей	Показатели качества перловой крупы в зависимости от года урожая		
	2009	2010	2011
Вода, %	9,6 ± 0,1	10,2 ± 0,1	9,4 ± 0,1
Белки, %	14,2 ± 0,1	11,1 ± 0,1	14,6 ± 0,1
Жиры, %	1,3 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,3 ± 0,1
Крахмал, %:	75,3 ± 0,2	79,9 ± 0,2	74,6 ± 0,2
амилоза	15,4 ± 0,2	16,2 ± 0,2	14,7 ± 0,2
амилопектин	59,9 ± 0,2	63,7 ± 0,2	59,9 ± 0,2
Декстрины, %	0,70 ± 0,05	0,80 ± 0,05	0,70 ± 0,05
Моно- и дисахариды, %	1,6 ± 0,05	0,9 ± 0,05	1,8 ± 0,05
Пищевые волокна, %	5,4 ± 0,1	5,0 ± 0,1	5,5 ± 0,1
Витамины, мг%			
Тиамин	0,22 ± 0,06	0,20 ± 0,06	0,21 ± 0,06
Рибофлавин	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,06 ± 0,01
Ниацин	2,40 ± 0,04	2,10 ± 0,04	2,30 ± 0,04
Минеральные вещества, мг%			
Натрий	0,22 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,25 ± 0,01
Калий	0,21 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,23 ± 0,01
Кальций	0,15 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,14 ± 0,01
Магний	0,010 ± 0,002	0,010 ± 0,002	0,010 ± 0,002
Фосфор	0,31 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,34 ± 0,01
Зола, %	1,10 ± 0,01	0,90 ± 0,01	1,20 ± 0,01
Насыпная плотность, кг/м ³	825 ± 1	825 ± 1	825 ± 1

нию золы образцы перловой крупы отличаются не более чем на 0,1 %.

Анализ данных позволяет отметить наличие взаимосвязи между количеством крахмала и воды в перловой крупе. Так, образцы крупы (урожая 2009 и 2011 гг.), в которых содержание влаги w составляло 9,4–9,6 % отличались пониженным содержанием крахмала (74,6–75,3 %) и имели в своем составе более высокое содержание белка (14,2–14,6 %). В крупе урожая 2010 года увеличивалось содержание как влаги до $w \approx 10,2$ %, так и крахмала – 79,9 %, при этом заметно снижалась доля белка – 11,1 %. Следует отметить, что насыпная плотность перловой крупы не зависит от химического состава.

Исследованные образцы крупы использовали для получения взорванной крупы в аппарате «Пушка». Технология производства взорванной перловой крупы включает следующие стадии: увлажнение крупы до $w \approx (18 \pm 2)$ % с последующим нагреванием массы в течение 10–15 мин под избыточным давлением; взрывание подготовленной крупы при температуре (220 ± 10) °С и давлении (900 ± 50) кПа; охлаждение взорванной крупы и просеивание [6–8]. Качество взорванной крупы оценивали по химическому составу, содержанию витаминов, минеральных веществ и по

технологическим свойствам [13]. Опыты проводились в трехкратной повторности. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Сравнение нативной и взорванной перловой крупы (см. табл. 1 и 2) одного и того же года урожая показывает пропорциональное изменение содержания влаги, крахмала (амилозы и амилопектина) и декстринов. Так, во взорванной крупе содержание влаги снизилось на 5,7–5,8 % (2009 и 2011 гг.) и на 6,2 % (2010 г.). Содержание крахмала во взорванной крупе уменьшилось на 19,2–20,4 %, при этом наблюдалось увеличение доли декстринов на 13,5–15,2 %, белка – 1,1–2,1 %, моно- и дисахаридов – 1,3–2,3 %, нерастворимых пищевых волокон – 1,7–2,2 % и золы – 0,3–0,4 %. Кроме того, отмечено снижение количества отдельных витаминов и минеральных веществ. Следует отметить, что образцы нативной и взорванной перловой крупы имеют различия по показателю насыпной плотности. Самой низкой насыпной плотностью (125 кг/м³) отличаются образцы взорванной крупы, полученные из сырья 2010 г. урожая. Установлено, что для получения высокотехнологичной взорванной перловой крупы необходимо использовать сырье с высоким содержанием крахмала (не менее 79,9 %).

Таблица 2

Качество взорванной перловой крупы в зависимости от года урожая

Наименование показателей	Показатели качества взорванной перловой крупы в зависимости от года урожая		
	2009	2010	2011
Вода, %	3,8 ± 0,1	4,0 ± 0,1	3,7 ± 0,1
Белки, %	16,3 ± 0,1	12,2 ± 0,1	16,6 ± 0,1
Жиры, %	1,3 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,2 ± 0,1
Крахмал, %:			
амилоза	56,1 ± 0,2	59,5 ± 0,2	54,8 ± 0,2
амилопектин	11,7 ± 0,2	11,2 ± 0,2	11,2 ± 0,2
Декстрины, %	44,4 ± 0,2	48,3 ± 0,2	43,6 ± 0,2
Моно- и дисахариды, %	14,20 ± 0,05	16,00 ± 0,05	14,60 ± 0,05
Пищевые волокна, %	2,90 ± 0,05	3,20 ± 0,05	3,10 ± 0,05
Витамины, мг%			
Тиамин	7,1 ± 0,1	6,3 ± 0,1	7,7 ± 0,1
Рибофлавин	0,18 ± 0,06	0,19 ± 0,06	0,19 ± 0,06
Ниацин	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01
Минеральные вещества, мг%	2,10 ± 0,04	2,00 ± 0,04	2,20 ± 0,04
Натрий			
Калий	0,23 ± 0,01	0,24 ± 0,01	0,26 ± 0,01
Кальций	0,25 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,25 ± 0,01
Магний	0,19 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,16 ± 0,01
Фосфор	0,010 ± 0,002	0,010 ± 0,002	0,010 ± 0,002
Зола, %	0,36 ± 0,01	0,33 ± 0,01	0,35 ± 0,01
Насыпная плотность, кг/м ³	1,50 ± 0,01	1,30 ± 0,01	1,50 ± 0,01
	135 ± 0,5	125 ± 0,5	139 ± 0,5

Проведены исследования микроструктуры нативной и взорванной крупы с помощью микроскопа JEOL JSM-6460LV. Результаты исследования микроструктуры нативной и взорванной крупы представлены на рис. 1 и 2.

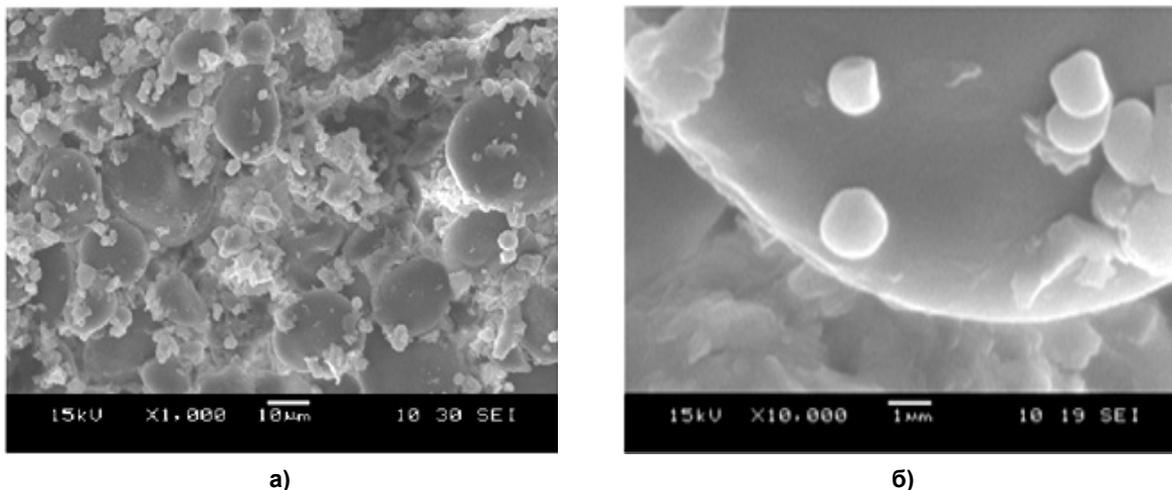
Перловая крупа (см. рис. 1 а, б) в процессе размола распадается на отдельные частицы различного размера округлой или овальной формы (крупные частицы – крахмал, мелкие – белок). Взорванная перловая крупа (см. рис. 2 а, б) в процессе размола включает частицы различного размера остроугольной формы и представляет белково-крахмальные комплексы, имеющие слоистую структуру. Таким образом, полученные фотографии подтверждают, что под воздействием высокой температуры и давления микроструктура взорванной крупы изменяется: крахмальные зерна клейстеризуются, образуя декстрины, моно- и дисахара, а также вступают в межмолекулярное взаимодействие с белками, образуя новые соединения слоистой структуры.

В процессе хранения содержание воды во взорванной перловой крупе может увеличиваться, что негативно влияет на ее сроки хранения и пищевую ценность. Кроме того, при хранении в условиях повышенной влажности, могут также происходить необратимые изме-

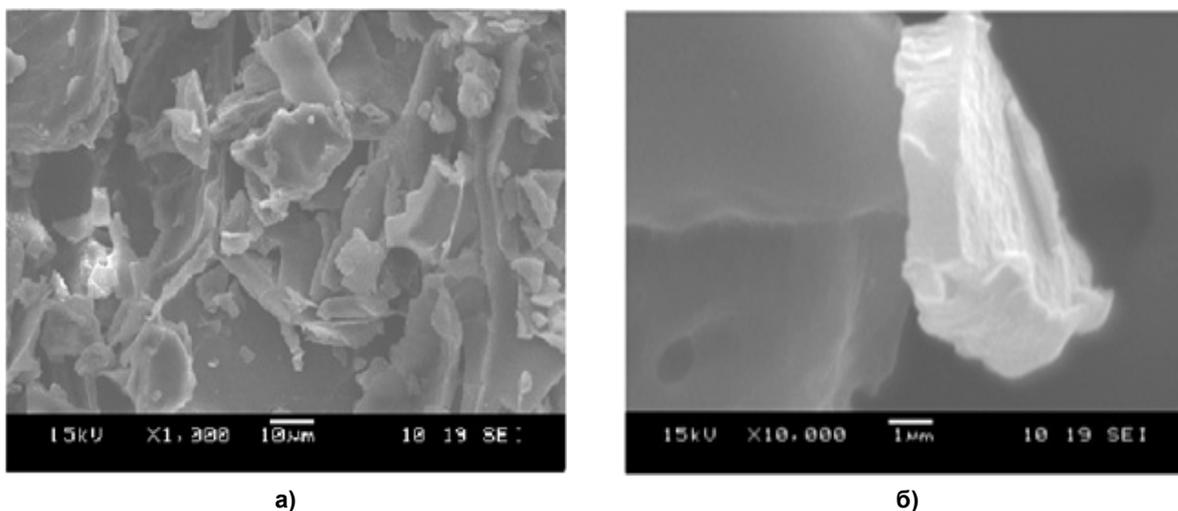
нения, связанные с гидролизом белков, жиров и углеводов под действием, как собственных ферментов, так и ферментов микробного происхождения. Поэтому представляет практический интерес определение оптимальных условий хранения взорванной перловой крупы.

С целью определения оптимальных условий хранения взорванной перловой крупы проведена серия экспериментов. Взорванную перловую крупу хранили в течение 12 месяцев при значениях относительной влажности воздуха $\varphi \approx 75, 80$ и 85% . При закладке взорванной крупы на хранение ее влажность w составляла $4,0\%$. Эксперименты проводились в трехкратной повторности. Результаты экспериментов представлены на рис. 3.

Данные рис. 3 показывают, что при хранении взорванной крупы независимо от относительной влажности воздуха φ наблюдаются два этапа увеличения содержания влаги в образцах, различающиеся между собой скоростью процесса. Так, при хранении взорванной крупы в среде с $\varphi \approx 85\%$ продолжительность первого этапа составляет 6 месяцев, при $\varphi \approx 80\%$ – 5 месяцев, а при $\varphi \approx 75\%$ – 3 месяца. Скорость увеличения содержания влаги V во взорванной крупе минимальна при хранении в



а) б)
Рис. 1. Структура нативной перловой крупы: а – увеличение $\times 10^3$; б – увеличение $\times 10^4$



а) б)
Рис. 2. Структура взорванной перловой крупы: а – увеличение $\times 10^3$; б – увеличение $\times 10^4$

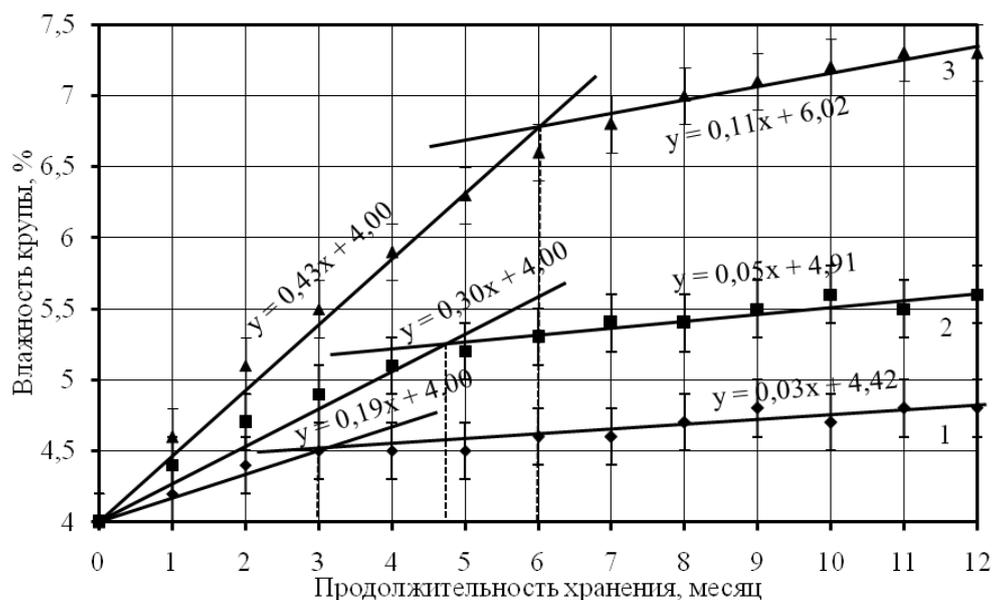


Рис. 3. Зависимость влажности взорванной крупы от продолжительности хранения при относительной влажности воздуха, %: (1 – 75; 2 – 80; 3 – 85)

среде с $\varphi \approx 75\%$. Повышение φ до 80–85 % приводит к нарастанию V во взорванной крупе в 1,5–4,0 раз. Затем, на втором этапе хранения, при $\varphi \approx 85\%$ V снижается в 4 раза и в конце влажность крупы w составляет 7,3 %; при $\varphi \approx 75\text{--}80\%$ V снижается в 6 раз.

Таким образом, можно заключить, что взорванная крупа имеет низкую влажность. Благодаря своей пористой структуре взорванная крупа способна быстро поглощать воду. Хранение взорванной перловой крупы необходимо осуществлять при относительной влажности воздуха не выше 75 %. При этом уменьшается первый период интенсивного поглощения влаги продуктом и увеличивается второй период – медленного выравнивания влаги.

С целью определения срока годности взорванной крупы проведены исследования изменения кислотности взорванной перловой крупы при хранении в течение 12 месяцев и относительной влажности воздуха, равной 75 %. Отбор проб для определения кислотности проводили в начале каждого месяца в течение исследуемого срока хранения. Эксперименты проводились в трехкратной повторности. Результаты исследований представлены на рис. 4.

Данные, представленные на рис. 4, показывают, что в процессе хранения в течение 12 месяцев кислотность нативной перловой крупы повышается с 3,3 до 4,8 градусов. При

этом кислотность взорванной крупы увеличивается с 4,2 до 4,4 градусов. Следует отметить, что в процессе хранения взорванной перловой крупы накопление кислоты происходит в 7 раз медленнее, чем в нативной перловой крупе. Это обусловлено тем, что при термообработке и взрывании крупы происходит значительное снижение влажности, а также инактивируются ферменты продукта.

Проведены исследования влияния термической обработки на микробиологическую безопасность взорванной перловой крупы. Пробы отбирали с поверхностных слоев крупы, в которых наиболее интенсивно развиваются патогенные микроорганизмы. Эксперименты проводились в трехкратной повторности. Результаты исследований микробиологической стабильности нативной и взорванной перловой крупы в процессе хранения представлены в табл. 3.

Данные табл. 3 демонстрируют постепенное увеличение КМАФАнМ в процессе хранения перловой крупы. Результаты исследований показали соответствие перловой крупы требованиям СанПиН 2.3.2.1078-2001. Следует отметить, что взорванная перловая крупа имеет меньшую обсемененность в сравнение с нативной. Высокое давление и температура, воздействующие на перловую крупу в аппарате «Пушка», объясняют значительно более низкое содержание микроорганизмов во взорванной перловой крупе. Вместе с тем, плесени и дрожжи не обнаружены в исследуемых

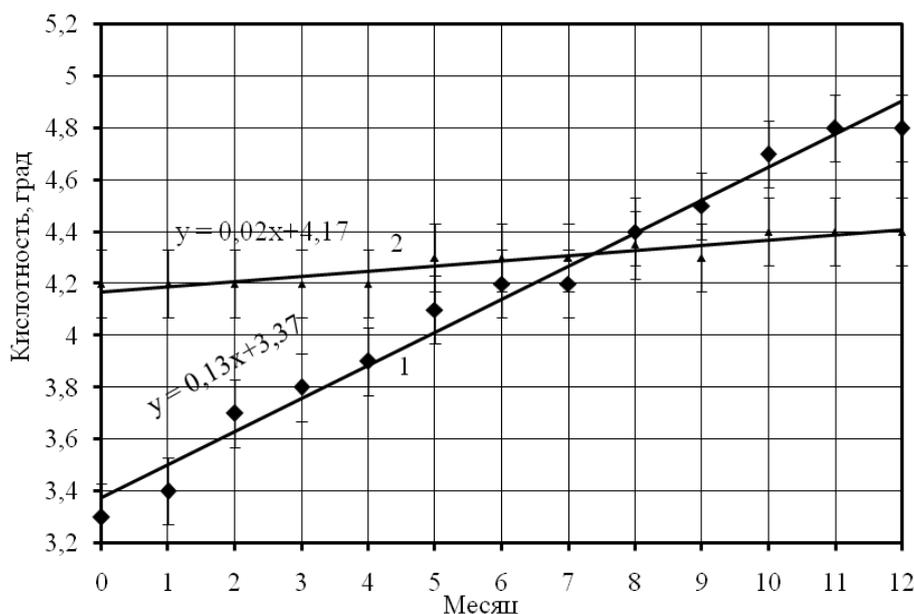


Рис. 4. Влияние продолжительности хранения на кислотность крупы:
1 – нативная; 2 – взорванная

Технологические процессы и оборудование

образцах, как в нативной, так и во взорванной крупе.

Таблица 3

Влияние процесса хранения на микробиологическую стабильность нативной и взорванной перловой крупы

Виды перловой крупы	Микробиологические показатели перловой крупы в зависимости от сроков хранения		
	КМАФАнМ, КОЕ/г	Плесени, КОЕ/г	Дрожжи, КОЕ/г
В начале хранения			
Нативная	$1,8 \cdot 10^3$	нет	нет
Взорванная	$1,2 \cdot 10^2$	нет	нет
3 месяца			
Нативная	$1,9 \cdot 10^3$	нет	нет
Взорванная	$2,2 \cdot 10^2$	нет	нет
6 месяцев			
Нативная	$2,1 \cdot 10^3$	нет	нет
Взорванная	$3,4 \cdot 10^2$	нет	нет
9 месяцев			
Нативная	$2,3 \cdot 10^3$	нет	нет
Взорванная	$5,3 \cdot 10^2$	нет	нет
12 месяцев			
Нативная	$2,6 \cdot 10^3$	нет	нет
Взорванная	$7,6 \cdot 10^2$	нет	нет

Одним из ключевых критериев стабильности и пригодности к длительному хранению взорванной крупы, является показатель активности воды. Показатель активности воды в исследуемых образцах крупы определяли на приборе Series ЗТЕ. Активность воды рассчитывали как отношение давления паров воды над дистиллированной водой к давлению паров воды в исследуемом продукте. Давление паров воды над дистиллированной водой составляет единицу. Результаты экспериментов представлены на рис. 5.

Данные рис. 5 показывают, что при хранении нативной перловой крупы (кривая 1) изменение активности воды происходит в два этапа. На первом этапе хранения (8 месяцев) показатель активности воды увеличивается с 0,375 до 0,393. Затем на втором этапе хранения (4 месяца) показатель активности воды повышается до 0,418, что показывает нарастание данного показателя в 3 раза. Изменение активности воды при хранении взорванной перловой крупы происходит также в два этапа. На первом этапе хранения (9,5 месяцев) показатель активности воды увеличивается с

0,364 до 0,370. При этом интенсивность нарастания активности воды во взорванной крупе в 2 раза ниже, чем у нативной крупы. На втором этапе хранения (2,5 месяца) показатель активности воды повышается до 0,379, что значительно ниже, чем у нативной перловой крупы. Таким образом, низкий показатель активности воды во взорванной крупе гарантирует микробиологическую стабильность продукта в процессе хранения.

При разработке нового вида сырья из взорванной перловой крупы необходимо учитывать потери, возникающие при ее измельчении. На рис. 6 представлена зависимость выхода продукта из измельченной взорванной перловой крупы. Эксперименты проводились в трехкратной повторности.

По результатам проведенных исследований (см. рис. 6) установлено, что выход продукта из перловой крупы (ППК) зависит от степени измельчения и размера частиц взорванной крупы. Так, измельчение взорванной крупы до размера частиц $1,5 \cdot 10^{-3}$ м, получен максимальный выход продукта (99,1%). Потери ($\approx 0,9\%$) являются неизбежными и связаны с процессом дробления и просеивания. Измельчение взорванной крупы до размера частиц $(0,5-1,5) \cdot 10^{-3}$ м приводит к снижению выхода продукта до 95,6%. Таким образом, установлен оптимальный размер частиц $(1,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$ м.

Продукт из перловой крупы по физико-химическим показателям должен соответствовать требованиям, представленным в табл. 4.

Таблица 4
Физико-химические показатели качества ППК

Показатель	Значение
Белки, %	$11,1 \pm 1,0$
Жиры, %	$1,1 \pm 0,3$
Углеводы, %	$81,2 \pm 2,0$
Пищевые волокна, %	$6,3 \pm 0,1$
Вода, %	$10,2 \pm 0,5$
Калорийность, ккал	380

На продукт из перловой крупы разработан проект технических условий. Проведена апробация нового вида сырья в производстве воздушного полуфабриката [9]. Разработанное сырье вводили в количестве 6% от массы сахара. Физико-химические показатели качества воздушного полуфабриката представлены в табл. 5.

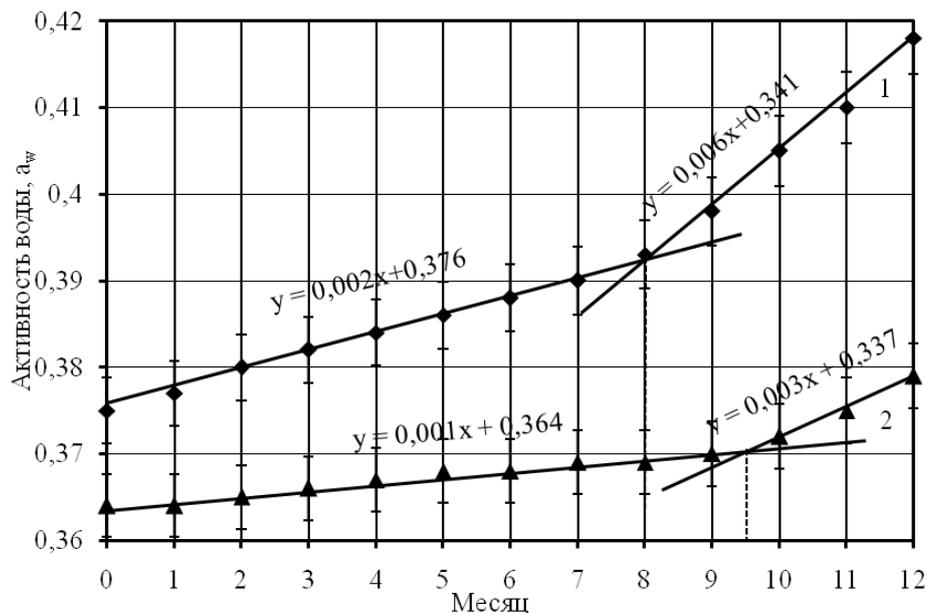


Рис. 5. Влияние процесса хранения перловой крупы на активность воды:
1 – нативная; 2 – взорванная

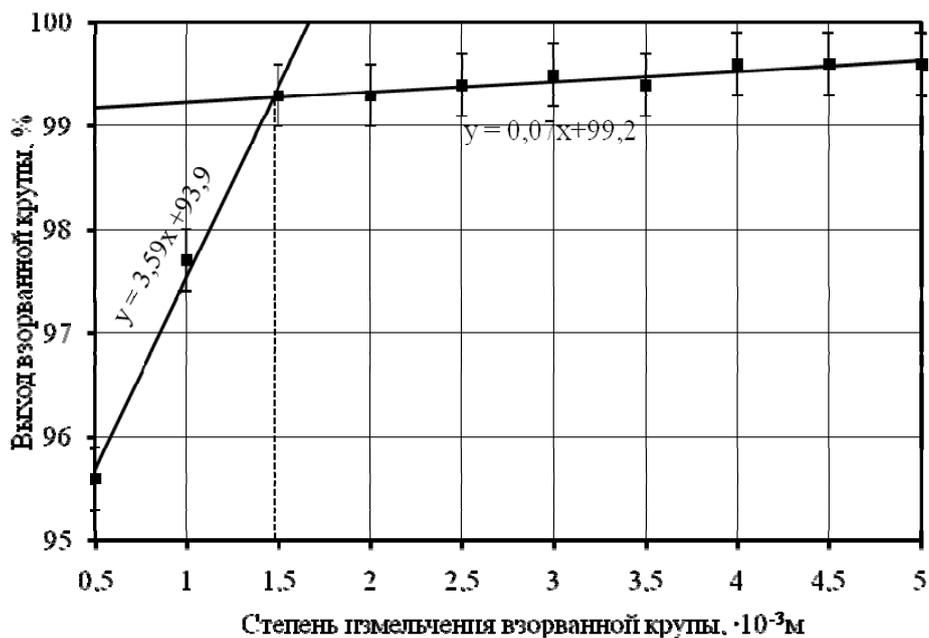


Рис. 6. Влияние степени измельчения взорванной перловой крупы на выход ППК

Установлено (см. табл. 5), что использование сырья из перловой крупы в технологии воздушного полуфабриката способствует повышению содержания белка в 1,2 раза; сокращению содержания углеводов, и как следствие снижению калорийности за счет увеличения содержания пищевых волокон.

Следует отметить дополнительные преимущества использования нового вида сырья

из перловой крупы в технологии воздушного полуфабриката. В частности, введение разработанного сырья в количестве 6 % от массы сахара [9] приводит к снижению плотности воздушного полуфабриката на 4,7 % и незначительно сказывается на хрупкости. Кроме того, новый вид сырья способствует сокращению продолжительности выпечки на 12,5 %.

Таблица 5
Физико-химические показатели качества
воздушного полуфабриката

Показатель	Значение	
	Воздушный полуфабрикат	
	контроль	с добавкой
Белки, %	3,9 ± 0,5	4,7 ± 0,5
Жиры, %	следы	следы
Углеводы, %	91,5 ± 2,0	86,8 ± 2,0
Пищевые волокна, %	нет	0,7 ± 0,1
Вода, %	4,0 ± 0,2	4,0 ± 0,2
Калорийность, ккал	382	366

Заключение

Изучен химический состав перловой крупы в зависимости от года урожая. Установлено, что для получения высокотехнологичной взорванной перловой крупы необходимо использовать сырье с высоким содержанием крахмала (не менее 79,9 %). Определены оптимальные условия хранения взорванной перловой крупы. Взорванная перловая крупа может храниться без ущерба для качества при влажности воздуха 75 % в течение 12 месяцев.

Разработан новый вид сырья из перловой крупы для применения в кондитерской промышленности. При степени измельчения взорванной крупы $(1,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$ м получен максимальный выход продукта 99 %. Определены физико-химические показатели качества нового продукта. Разработан проект технических условий.

Проведена апробация нового продукта на основе перловой крупы на кондитерских предприятиях. Анализ физико-химических показателей качества воздушного полуфабриката показал, что использование продукта из перловой крупы в количестве 6 % от массы сахара способствует повышению содержания белка в 1,2 раза, сокращению содержания углеводов и, как следствие, снижению калорийности за счет увеличения содержания пищевых волокон.

Литература

1. Аксенова, Л.М. Увеличить срок годности зефира / Л.М. Аксенова, Л.Е. Скокан, Г.Н. Горячева // Кондитерское производство. 2009. – № 2. – С. 18–19.
2. Влияние физико-механических свойств зерна ячменя перспективных селекционных форм на выход перловой крупы / М.А. Вайтанис, Л.Е. Мелешкина, В.С. Иунихина, Л.А. Ко-

строва // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 4. – С. 38–40.

3. Васькина, В.А. Сахарозаменители в технологии производства зефира / В.А. Васькина, Н.А. Львович // Кондитерское производство. – 2011. – № 1. – С. 16–19.

4. Горячева, Г.Н. Особенности использования сухого яичного белка в кондитерских изделиях / Г.Н. Горячева, О.М. Марданян // Кондитерское производство. – 2007. – № 2. – С. 16.

5. Иунихина, В.С. Продукты на зерновой основе: возможности расширения ассортимента на современном этапе / В.С. Иунихина // Хлебопродукты. – 2012. – № 10. – С. 10–11.

6. Иунихина, В.С. Сорбционная способность и физико-технологические свойства перспективных сортов ячменя алтайского края, выращенных на фонах с тяжелыми металлами / В.С. Иунихина, Л.Е. Мелешкина, М.А. Вайтанис, Л.И. Кострова // Ползуновский вестник. – 2010. – № 3. – С. 257–260.

7. Мелешкина, Л.Е. Изменение углеводного комплекса перловой и гречневой крупы быстрого приготовления в процессе баротермического текстурирования / Л.Е. Мелешкина, В.С. Иунихина, М.А. Вайтанис // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2-2. – С. 117–121.

8. Пат. 2323592 Российская Федерация, МПК А23L1/18, А23L1/10. Способ производства перловой крупы, не требующей варки / В.С. Иунихина, Л.Е. Мелешкина, М.А. Вайтанис; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Алтайский гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – 2006138562/13; заявл. 31.10.2006; опубл. 10.05.2008.

9. Пат. 2428042 Российская Федерация, МПК А23G3/00, А23G3/34. Воздушный полуфабрикат для кондитерских изделий / А.Д. Тошев, Н.В. Полякова, А.С. Саломатов; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Юж.-Урал. гос. ун-т. – 2010117530/13; заявл. 30.04.2010; опубл. 10.09.2011.

10. Пат. 2452190 Российская Федерация, МПК А23G3/52, А23L1/29. Способ производства беже / В.А. Васькина, Н.А. Львович, А.В. Головачева, Е.А. Платонов, Т.И. Асташкина, И.В. Боброва, И.В. Галкина, А.А. Комарова, М.Ю. Сидоренко, А.С. Штарькова; заявитель и патентообладатель В.А. Васькина, Н.А. Львович. – 2011104792/13; заявл. 10.02.2011; опубл. 10.06.2012.

11. Пат. 2469608 Российская Федерация, МПК А23L2/02. Натурально подслащенные соковые продукты с бета-глюканом / Т. Ривера, Д. Эстерлинг; заявитель и патентообла-

датель Тropicana Продактс, ИНК. – 2011111726/13; заявл. 28.07.2009; опубл. 20.12.2012.

12. Пат. 2490919 Российская Федерация, МПК А23С9/137, А23Л1/308. Полуужидкий пищевой продукт, содержащий волокна бета-глюканов и гуаровую смолу, и его применение в качестве функционального пищевого продукта / С. Винуа, Т. Стелер, П. Рондо; заявитель и патентообладатель Компани Жерве Данон. – 2009134727/10; заявл. 19.02.2008; опубл. 24.08.2013.

13. Тошев, А.Д. Исследование технологических свойств крупы перловой №2 воздушной / А.Д. Тошев, Н.В. Полякова, А.С. Саломатов // Техника и технология пищевых производств. – 2012. – Т. 1. – № 24. – С. 77–81.

14. Ahmad, A. Extraction and characterization of β -d-glucan from oat for industrial utilization / A. Ahmad, F. Muhammad Anjum, T. Zahoor, H. Nawaz, Z. Ahmed // International Journal of Biological Macromolecules. – 2010. – V. 46, Is. 3. – P. 304–309.

15. Brennan, C.S. Utilisation glucagel in the beglucan enrichment of breads: a physiochemical and nutritional evaluation / C.S. Brenna, L.J. Cleary // Food Research International. – 2007. – V. 40. – P. 291–296.

16. Marklinder, I., Sour dough fermentation of barley flours with varied content of mixed-linked (1/3),(1/4) b-D-glucans / I. Marklinder, L. Johansson // Food Microbiology. – 1995. – V. 12. – P. 363–371.

17. Mitsou, E.K. Prebiotic potential of barley derived b-glucan at low intake levels: a randomized, double-blinded, placebocontrolled clinical study / M.K. Mitsou, N. Panopoulou, K. Turunen et al. // Food Research International. – 2010. – V. 43(4). – P. 1086–1092.

18. Mikkelsen, M.S. New insights from a β -glucan human intervention study using NMR metabolomics / M.S. Mikkelsen, F. Savorani, M.A. Rasmussen et al. // Food Research International. – 2014. – V. 63, Part B. – P. 210–217.

19. Ostman, E. Glucose and insulin responses in healthy men to barley bread with different levels of (1/3;1/4)-b-glucans; predictions using fluidity measurements of in vitro enzyme digests / E. Ostman, E. Rossi, H. Larsson et al. // Journal of Cereal Science. – 2006. – V. 43. – P. 230–235.

20. Sullivan, P. The increasing use of barley and barley by-products in the production of healthier baked goods / P. Sullivan, E. Arendt, E. Gallagher // Trends in Food Science & Technology. – 2013. – V. 29, Is. 2. – P. 124–134.

21. Tiwari, U. Dietary exposure assessment of β -glucan in a barley and oat based bread / U. Tiwari, E. Cummins // LWT – Food Science and Technology. – 2012. – V. 47, Is. 2. – P. 413–420.

22. Tong, Li-Tao. Effects of dietary hull-less barley β -glucan on the cholesterol metabolism of hypercholesterolemic hamsters / Li-Tao Tong, K. Zhong, L. Liu et al. // Food Chemistry. – 2014. – V. 169. – P. 344–349.

Саломатов Алексей Сергеевич. Кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации питания, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), salomatovas@mail.ru

Тошев Абдували Джабарович. Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и организации питания, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), a.d.toshev@mail.ru

Васькина Валентина Андреевна. Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств, Московский государственный университет пищевых производств (г. Москва), v.a.vaskina@inbox.ru

Горячева Галина Николаевна. Кандидат технических наук, заведующая сектором оборудования, ГНУ НИИ кондитерской промышленности Россельхозакадемии (г. Москва), confect@mail.ru

Поступила в редакцию 10 декабря 2014 г.

NEW KIND OF MATERIAL MADE FROM PEARL BARLEY FOR USE IN CONFECTIONERY TECHNOLOGY

A.S. Salomatov¹, A.D. Toshev¹, V.A. Vaskina², G.N. Goryacheva³

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

² Moscow State University of Food Production, Moscow, Russian Federation

³ SSI Research Institute confectionery industry RAAS, Moscow, Russian Federation

Research of quality of the pearl barley, barley yields obtained from 2009, 2010 and 2011. It shows dependence between the amount of starch and water pearl barley. The investigated samples of cereals were used for cereals in the exploded device "PYSHKA". Matching of native and exploded pearl barley of the same crop year showed a proportional change in moisture content, starch (amylose and amylopectin) and dextrin. It should be noted that the samples of the native and exploded pearl barley were differences as indicated of bulk density. Very low bulk density (125 kg/m^3) different samples blasted grains derived from raw materials 2010 harvest. It was found that for high-tech exploded pearl barley is necessary to use raw materials with high starch content (not less than 79.9 %). In order to determine the optimum storage conditions exploded pearl barley, a series of experiments. Exploded pearl barley was stored for 12 months at values of relative humidity $\varphi \approx 75, 80$ and 85 %. It was found that the storage exploded pearl barley must be carried out at a relative humidity above 75 %. Shelf life exploded pearl barley include research in acidity, microbiological and water activity. Found that the shelf life exploded pearled barley may not exceed one year. The results of the study found that the yield of barley grains depends on the degree of grinding and particle size of grains blasted. The optimum particle size $(1,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-3} \text{ m}$. Was made a research of The physico-chemical quality of the new raw material and was made The approbation of the raw material in the production of semi-finished air.

Keywords: pearl barley, blasting, quality indicators, storage, technology, chemical composition, structure, water activity.

References

1. Aksenova L.M., Skokan L.E., Goryacheva G.N. [To Increase the Shelf Life of the Marshmallow]. *Konditerskoe proizvodstvo* [Confectionary manufacture]. 2009, no. 2, pp. 18–19. (in Russ.)
2. Vaytanis M.A., Meleshkina L.E., Iunikhina V.S., Kostrova L.A. [Effect of Physical and Mechanical Properties of Barley Grain Promising Selection Forms the output of Pearl Barley]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Agricultural Raw Materials]. 2011, no. 4, pp. 38–40. (in Russ.)
3. Vas'kina V.A., L'vovich N.A. [Sweeteners in Production Technology]. *Konditerskoe proizvodstvo* [Confectionary manufacture]. 2011, no. 1, pp.16–19. (in Russ.)
4. Goryacheva G.N., Mardanyan O.M. [Features of the Use of Egg Albumen Confectionery]. *Konditerskoe proizvodstvo* [Confectionary manufacture]. 2007, no. 2, pp. 16. (in Russ.)
5. Iunikhina V.S. [Food on Cereal-Based: the Possibility of Expanding the Range at the Present Stage]. *Khleboprodukty* [Bakery]. 2012, no. 10, pp. 10–11. (in Russ.)
6. Iunikhina V.S., Meleshkina L.E., Vaytanis M.A., Kostrova L.I. [The Sorption Capacity and Physical and Technological Properties of Promising Varieties of Barley Altai Krai Grown on Backgrounds with Heavy Metals]. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsky Vestnik]. 2010, no. 3, pp. 257–260. (in Russ.)
7. Meleshkina L.E., Iunikhina V.S., Vaytanis M.A. [Change Carbohydrate Complex Pearl and Buckwheat Noodles in the Process of Barothermal Texturing]. *Polzunovskiy vestnik* [Polzunovsky Vestnik]. 2012, no. 2–2, pp. 117–121. (in Russ.)
8. Iunikhina V.S., Meleshkina L.E., Vaytanis M.A. *Sposob proizvodstva perlovoy krupy, ne trebuyushchey varki* [Process for Producing Pearl Barley, Requires no Cooking]. Pat. 2323592 Russian Federation, IPC A23L1/18, A23L1/10. No. 2006138562/13; appl. 31.10.2006; publ. 10.05.2008.

9. Toshev A.D., Polyakova N.V., Salomatov A.S. *Vozdushnyy polufabrikat dlya konditerskikh izdeliy* [Air Semi-Finished Confectionery]. Pat. 2428042 Russian Federation, IPC A23G3/00, A23G3/34. No. 2010117530/13; appl. 30.04.2010; publ. 10.09.2011.
10. Vas'kina V.A., L'vovich N.A., Golovacheva A.V., Platonov E.A., Astashkina T.I., Bobrova I.V., Galkina I.V., Komarova A.A., Sidorenko M.Yu., Shtar'kova A.S. *Sposob proizvodstva beze* [Process for Producing a Meringue. Pat. 2452190 Russian Federation, IPC A23G3/52, A23L1/29. No. 2011104792/13; appl. 10.02.2011; publ. 10.06.2012.
11. Rivera T., Esterling D. *Natural'no podslashchennye sokovye produkty s beta-glyukanom* [Naturally Sweetened Juice Product with Beta-Glucan]. Pat. 2469608 Russian Federation, IPC A23L2/02. No. 2011111726/13; appl. 28.07.2009; publ. 20.12.2012
12. Vinua S., Steler T., Rondo P. *Poluzhidkiy pishchevoy produkt, sodержashchiy volokna beta-glyukanov i guarovuyu smolu, i ego prime-nenie v kachestve funktsional'nogo pishchevogo produkta* [The Semi-Solid Food Product Containing Beta-Glucan Fiber and Guar Gum and its Use as a Functional Food]. Pat. 2490919 Russian Federation, IPC A23C9/137, A23L1/308. No. 2009134727/10; appl. 19.02.2008; publ. 08.24.2013.
13. Toshev A.D., Polyakova N.V., Salomatov A.S. [Investigation of the Technological Properties of Pearl Barley no. 2 Air]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Engineering and Technology of Food Production]. 2012, vol. 1, no. 24, pp. 77–81. (in Russ.)
14. Ahmad A., Muhammad Anjum F., Zahoor T., Nawaz H., Ahmed Z. Extraction and characterization of β -d-glucan from oat for industrial utilization. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2010, vol. 46, iss. 3, pp. 304–309.
15. Brennan C.S., Cleary L.J. Utilisation glucagel in the beglucan enrichment of breads: a physiochemical and nutritional evaluation. *Food Research International*, 2007, vol. 40, pp. 291–296.
16. Marklinder I., Johansson L. Sour dough fermentation of barley flours with varied content of mixed-linked (1/3),(1/4) b-D-glucans. *Food Microbiology*, 1995, vol. 12, pp. 363–371.
17. Mitsou E.K., Panopoulou N., Turunen K., Spiliotis V., Kyriacou A. Prebiotic potential of barley derived b-glucan at low intake levels: a randomized, double-blinded, placebocontrolled clinical study. *Food Research International*, 2010, vol. 43(4), pp. 1086–1092.
18. Mikkelsen M.S., Savorani F., Rasmussen M.A., Jespersen B.M., Kristensen M., Engelsen S.B. New insights from a β -glucan human intervention study using NMR metabolomics. *Food Research International*, 2014, vol. 63, Pt. B, pp. 210–217.
19. Ostman E., Rossi E., Larsson H., Brighenri F., Bjorck I. Glucose and insulin responses in healthy men to barley bread with different levels of (1/3;1/4)-b-glucans; predictions using fluidity measurements of in vitro enzyme digests. *Journal of Cereal Science*, 2006, vol. 43, pp. 230–235.
20. Sullivan P., Arendt E., Gallagher E. The increasing use of barley and barley by-products in the production of healthier baked goods. *Trends in Food Science & Technology*, 2013, vol. 29, iss. 2, pp. 124–134.
21. Tiwari U., Cummins E. Dietary exposure assessment of β -glucan in a barley and oat based bread. *LWT – Food Science and Technology*, 2012, vol. 47, iss. 2, pp. 413–420.
22. Tong Li-Tao, Zhong K., Liu L., Zhou X., Qiu J., Zhou S. Effects of dietary hull-less barley β -glucan on the cholesterol metabolism of hypercholesterolemic hamsters. *Food Chemistry*, 2014, vol. 169, pp. 344–349.

Salomatov Alexey Sergeevich. Ph.D., Docent of technology and catering, South Ural State University (Chelyabinsk), salomatovas@mail.ru

Toshev Abduvali. Doctor of technical sciences, professor, head of technology and catering, South Ural State University (Chelyabinsk), a.d.toshev@mail.ru

Vaskina Valentina. Ph.D., Professor, Department of Technology bakery, macaroni and confectionery, Moscow State University of Food Production (Moscow), v.a.vaskina@inbox.ru

Gorjacheva Galina. Ph.D., Head of Sector, equipment, SSI Research Institute confectionery industry RAAS (Moscow), confect@mail.ru

Received 10 December 2014