

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРУПЫ ПЕРЛОВОЙ № 2 ВОЗДУШНОЙ

В процессе обработки в крупе перловой № 2 в аппарате типа «Пушка» происходят глубокие структурные и химические изменения. При мгновенном падении внешнего давления влага, находящаяся в крупе, моментально испаряется, разрывая клетки изнутри. При этом происходит значительное уменьшение объемной массы. Крупа перловая № 2 становится хрупкой, нежной по вкусу и легко усвояемой. Происходят значительные изменения технологических свойств, играющих важную роль в случае использования крупы перловой № 2 воздушной в технологии кондитерских изделий. К основным технологическим свойствам крупы перловой № 2 воздушной относятся: водо- и жиросвязывающая способность, насыпная плотность, растворимость в растворах с различным значением рН.

Крупа перловая № 2, насыпная плотность, водосвязывающая способность, жиросвязывающая способность, растворимость.

### Введение

Анализ литературных источников показал, что ячмень является одной из древнейших сельскохозяйственных культур, возделываемых человеком. Он имеет достаточно сбалансированный химический состав и отличается высоким содержанием крахмала, белка, благоприятным минеральным составом (по содержанию калия, кальция, кобальта, кремния превышает пшеницу), а также витаминами группы В. Ячмень и продукты его переработки отличаются высоким содержанием водорастворимых веществ, пищевых волокон и слизей, улучшающих пищеварение. Продукты переработки ячменя являются эффективными природными энтеросорбентами [1].

В настоящее время во всем мире, в том числе и в России, наблюдается тенденция в сторону здорового питания. Люди начали обращать внимание на то, что они едят.

Кондитерские изделия во всех странах мира занимают особое место в питании человека. Они, как правило, содержат большое количество жиров и легкоусвояемых углеводов и практически не содержат пищевых волокон, по этой причине люди вынуждены ограничивать или отказываться себе в потреблении сладостей. Применение воздушных круп в технологии кондитерских изделий позволяет решить данную проблему.

Воздушные крупы – это продукт, получаемый путем термической обработки крупы в специальных аппаратах типа «Пушка», работающих при избыточном давлении.

Принцип работы «Пушки» состоит в том, что в цилиндр емкостью  $10\text{ м}^3$  засыпают крупу массой до 10 кг, зажимают затвор, а затем включают газовую горелку и привод вращения цилиндра. В результате крупа нагревается, а давление в герметично закрытом металлическом цилиндре возрастает. Давление контролируется выносным манометром и предохранительным клапаном. Как только давление внутри цилиндра достигает нужной величины, газовую горелку выключают, привод останавливают и производят резкую разгерметизацию цилиндра (взрыв) [2].

Чтобы крупа перловая № 2 взорвалась изнутри, необходимо следующее: во-первых, она должна быть

разогрета, а во-вторых, должен произойти сильный и резкий перепад давления. Так как пар внутри крупы, находящийся под давлением, стремится выровнять давление с окружающей средой, где давление ниже, он высвобождается и крупа перловая № 2 взрывается, значительно увеличиваясь в размерах.

Существуют также однозарядные установки другого типа, работающие автоматически. В них перед загрузкой крупу предварительно нагревают, после чего в корпус впускают пар под давлением 14 бар. В этом случае время для передачи тепла зерну и подготовки его к взрыву существенно сокращается (с 9–12 мин до 90 с). Во избежание производства слишком сырого зерна желателен прогрев пара на  $55\text{ °C}$  при давлении 14 бар.

В многозарядных установках используется несколько рабочих камер с одним загрузочным центром и одним «стволом» для выстреливания. В каждой отдельной камере загрузка, обработка паром и выстреливание зерен происходит так же, как и в однозарядных установках, включая предварительный нагрев зерна. Отличие состоит в том, что несколько камер смонтированы на медленно вращающемся колесе так, что каждая из них в нужное время проходит позицию загрузки и выстреливания зерен, а в промежутке проходит обработка зерен паром.

Разработаны и запатентованы несколько способов непрерывного производства воздушных зерен, при которых в основном применяется загрузка зерна в рабочую камеру с уже находящимся в ней паром под давлением. Загрузка осуществляется с помощью специального клапана, а выгрузка прогретого зерна происходит через специальную заслонку без падения давления в камере.

Разработана и запатентована установка, позволяющая взрывать зерна в вакууме, благодаря чему нет необходимости значительно перегревать крупу, а следовательно, биологическая ценность воздушной крупы практически не отличается от биологической ценности сырья [3].

Анализ патентной информации показал, что направление по применению воздушных круп в технологии кондитерских изделий в последние годы активно развивается. С каждым годом количество ком-

паний, занимающихся производством продуктов питания на основе воздушного сырья, увеличивается. Примером из числа таких компаний является ООО «Новые продукты» (г. Челябинск), производящее большой ассортимент продукции на основе воздушных круп, среди которой завтраки сухие «Хрумстик», «Вкусняк», «Шокорех», «Наки с кокосом», «Хрумцы» и др. [4–6].

Применение воздушных круп в технологии кондитерских изделий позволяет значительно экономить основное сырье, тем самым снижая себестоимость продукции, а также расширить ассортимент вырабатываемых кондитерских изделий [7, 8].

Воздушные крупы способны придавать некоторым видам шоколадных плиток дополнительные хрустящие свойства [8].

Воздушные крупы широко применяются в хлебопекарной промышленности, в производстве маффинов и сухих завтраков, в том числе для замены дорогих ингредиентов (в частности, орехов) [8].

Сотрудниками ОАО «Воронежская кондитерская фабрика» разработаны и запатентованы различного рода начинки для конфет, включающие в состав воздушные зерновые продукты [5].

Учеными Кемеровского технологического института пищевой промышленности разработана и запатентована технология изготовления мюсли-батончика на мармеладной основе с добавкой из воздушной крупы [6].

Таким образом, применение воздушных круп в качестве добавки в технологии кондитерских изделий является новым перспективным направлением, открывающим практически безграничные возможности для исследований.

Целью работы является исследование технологических свойств крупы перловой № 2 воздушной.

### Объекты и методы исследований

Изучали изменение насыпной плотности крупы перловой № 2 и ее способность растворяться в растворах с различным значением pH до и после обработки в аппарате типа «Пушка». Исследовали водо- и жиросвязывающую способность. Для исследования структуры крупы перловой № 2 до и после обработки использовали растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6460LV. Для определения водо- и жиросвязывающей способности, а также способности крупы перловой № 2 воздушной растворяться при различных значениях pH использовали центрифугу ОПС-8 № 1919, лабораторную мельницу ЛМЗ, весы аналитические ВЛР-200.

### Результаты и их обсуждение

Исследовали на растровом электронном микроскопе структуру муки, полученной из крупы перловой № 2 до и после обработки в аппарате типа «Пушка». Результаты исследования представлены на рис. 1.

Как видно из рис. 1, в процессе размола крупы перловой № 2 образуются частицы округлой формы различного размера. Таким образом, можно сделать вывод о том, что разрушение образцов крупы перловой № 2 в процессе размола происходит в наиболее

слабых местах – в пространствах между крахмальными зернами. Сами же крахмальные зерна в процессе размола не разрушаются, а следовательно, крахмал сохраняет свою нативную структуру.

Совершенно другую ситуацию наблюдали при исследовании под микроскопом муки, полученной в процессе размола крупы перловой № 2, обработанной в аппарате типа «Пушка». Частицы крупы перловой № 2 воздушной не имели строго определенной округлой формы. Их форма была остроугольной с ярко выраженными слоями. Таким образом, можно сделать вывод о том, что в процессе обработки крупы перловой № 2 в аппарате типа «Пушка» произошла клейстеризация крахмала, что привело к разрушению структуры крахмальных зерен.

Насыпную плотность определяли заполнением стеклянного сосуда объемом 1 л образцами крупы и определением его массы. Насыпная плотность крупы перловой № 2 составила  $(825 \pm 5)$  г/л, тогда как насыпная плотность крупы перловой № 2 воздушной составила  $(125 \pm 0,5)$  г/л. Таким образом, можно сделать вывод, что в результате обработки крупы перловой № 2 в аппарате типа «Пушка» происходит увеличение объема крупы более чем в 6,5 раза, а следовательно, значительно возрастает площадь взаимодействия крупы перловой № 2 воздушной с ингредиентами, применяемыми в технологии кондитерских изделий.

Вода используется повсеместно в технологии продуктов питания, а жиры, в свою очередь, являются одним из неотъемлемых компонентов большинства кондитерских изделий.

Водо- и жиросвязывающая способность показывает, сколько воды (жира) может связать исследуемое сырье в процентах к собственной массе.

Знание водо- и жиросвязывающей способности сырья позволяет контролировать процесс производства продуктов питания, заранее прогнозируя выход и консистенцию конечной продукции.

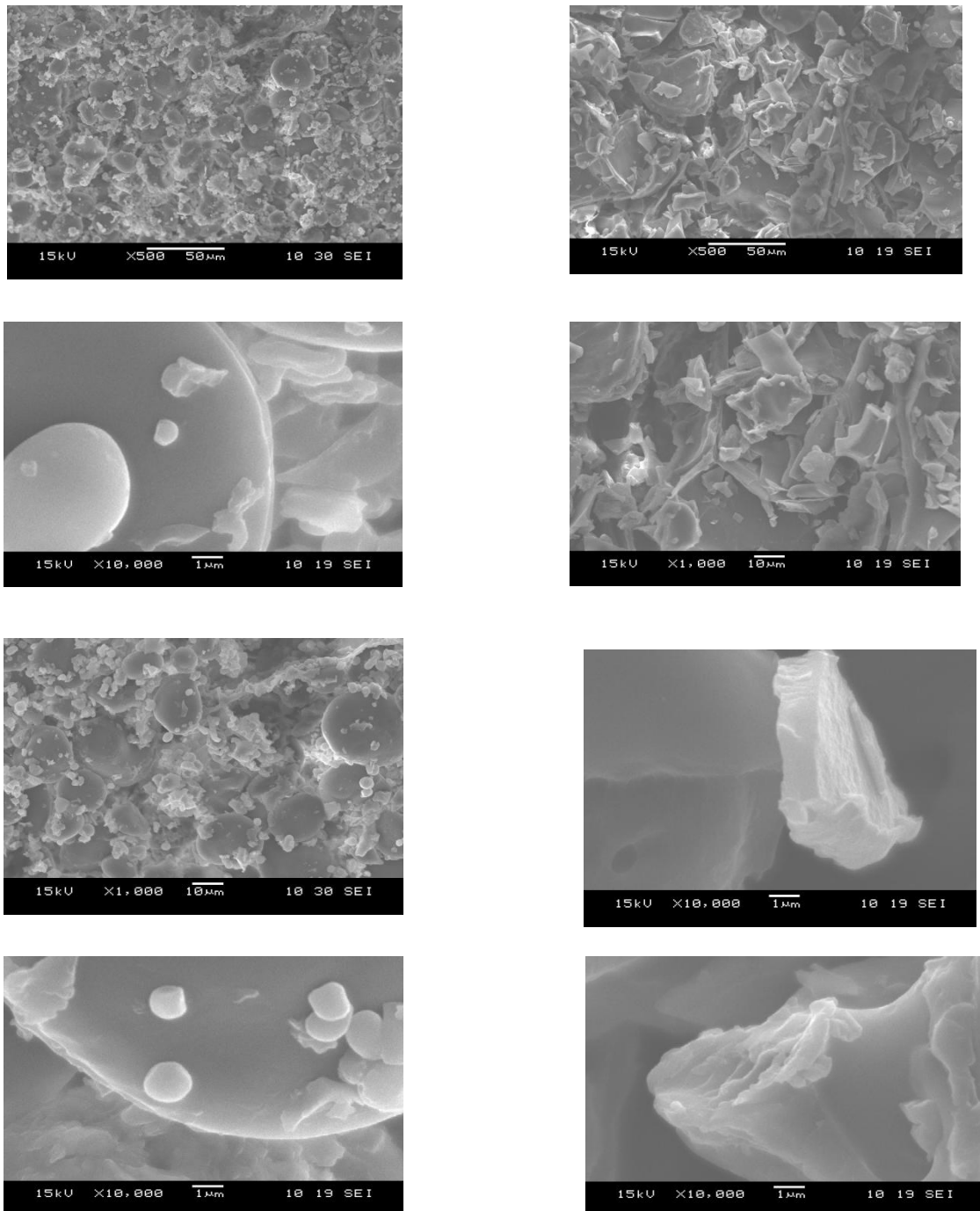
Для определения жиросвязывающей способности навеску измельченной крупы массой 1 г помещали во взвешенную центрифужную пробирку, добавляли 10 г нерафинированного подсолнечного масла и перемешивали в течение 1 мин при  $1000 \text{ мин}^{-1}$ . Смесь оставляли в покое на 5 мин, после чего ее центрифугировали 15 мин со скоростью  $4000 \text{ мин}^{-1}$ . Неадсорбированное масло сливали, а пробирки в перевернутом положении оставляли на фильтровальной бумаге. Через 10 мин пробирки взвешивали и рассчитывали жиросвязывающую способность по формуле

$$\text{ЖСС} = \frac{(m_{\text{ц.п.}}^2 - m_{\text{ц.п.}}^1)}{m_{\text{н}}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где ЖСС – жиросвязывающая способность, %;  $m_{\text{ц.п.}}^1$  – масса центрифужной пробирки с крупой до добавления масла, г;  $m_{\text{ц.п.}}^2$  – масса центрифужной пробирки с крупой после слива масла, г;  $m_{\text{н}}$  – масса навески, г.

Для определения водосвязывающей способности навеску измельченной крупы массой 1 г помещали во взвешенную центрифужную пробирку, добавляли  $10 \text{ см}^3$  дистиллированной воды и перемешивали в

течение 1 мин. Смесь оставляли в покое на 30 мин, после чего ее центрифугировали 15 мин со скоростью  $4000 \text{ мин}^{-1}$ . Неадсорбированную воду сливали и пробирку взвешивали.



а) крупа перловая № 2  
при различном увеличении

б) крупа перловая № 2 воздушная  
при различном увеличении

Рис. 1. Исследование структуры крупы перловой № 2 до и после обработки в «Пушке»

Водосвязывающую способность рассчитывали по формуле

$$BCC = \frac{(m_{ц.п.}^2 - m_{ц.п.}^1)}{m_n} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где BCC – водосвязывающая способность, %;  $m_{ц.п.}^1$  – масса центрифужной пробирки с крупой до добавления воды, г;  $m_{ц.п.}^2$  – масса центрифужной пробирки с крупой после слива воды, г;  $m_n$  – масса навески, г.

Расчет водо- и жиросвязывающей способности представлен в табл. 1.

Результаты определения водо- и жиросвязывающей способности

Сырье	Масса центрифужной пробирки, г	Масса навески, г	Масса центрифужной пробирки с навеской после слива неадсорбированной жидкости, г	Водо- и жиросвязывающая способность, %
Определение водосвязывающей способности				
Крупа перловая № 2	10,26	1	12,58	132
Крупа перловая № 2 воздушная	10,76	1	15,99	423
Определение жиросвязывающей способности				
Крупа перловая № 2	10,56	1	12,47	91
Крупа перловая № 2 воздушная	10,73	1	13,65	192

Как видно из табл. 1, водосвязывающая способность муки, полученной из крупы перловой № 2 воздушной, в 3,2 раза больше, чем муки, полученной из крупы перловой № 2.

Жиросвязывающая способность муки, полученной из крупы перловой № 2 воздушной, в 2,1 раза больше, чем муки, полученной из крупы перловой № 2.

Переход сухих веществ в раствор также является важным технологическим параметром, имеющим большое значение в технологии кондитерских изделий.

Количество сухих веществ, перешедших в раствор, зависит от многих факторов и в первую очередь от рН раствора.

Нами были проведены исследования по влиянию рН на растворимость крупы перловой № 2 и перловой № 2 воздушной. Результаты эксперимента представлены на рис. 2.

Таким образом, из рис. 2 видно, что наибольшая экстракция сухих веществ в раствор происходит в области значения рН, близкой к нейтральной. Также видно, что при любых значениях рН раствора экстракция сухих веществ из крупы перловой № 2 воздушной значительно превосходит экстракцию сухих веществ из крупы перловой № 2, что свидетельствует о хорошей растворимости крупы перловой № 2 воздушной и, как следствие, об однородной консистен-

ции кондитерских изделий, приготовленных с добавлением воздушной крупы.

Следствием выполненной работы явилось комплексное исследование технологических свойств крупы перловой № 2 воздушной, со знанием и пониманием которых можно приступать к разработке технологии кондитерских изделий с добавлением воздушных круп.

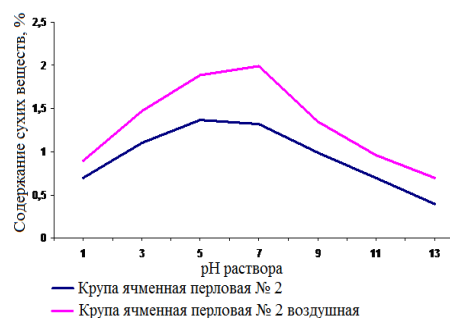


Рис. 2. Влияние рН на переход сухих веществ в раствор

#### Список литературы

1. Вайтанис, М.А. Разработка способа получения крупяного продукта на основе исследования технологических свойств новых селекционных форм зерна ячменя: дис. ... канд. техн. наук / Вайтанис Марина Александровна. – М., 2006. – 330 с.
2. Производственная компания МСД. Производство и продажа оборудования для малого бизнеса [Электронный ресурс]: Оборудование для пищевого производства, пушка для взрыва зерна. – Режим доступа: <http://proizvodim.com/pushka.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
3. Авторское свидетельство 1386156 СССР, МПК7 А23L1/18. Способ производства взорванных зерен / Остриков А.Н., Кравченко В.М.; заявитель Воронежский технологический институт. – № 1287832; заявл. 26.06.85; опубл. 07.04.88.
4. Пат. 2323592 Российская Федерация, МПК7 А23L1/18, А23L1/10. Способ производства перловой крупы, не требующей варки / Иунихина В.С., Мелешкина Л.Е., Вайтанис М.А.; заявитель и патентообладатель Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова. – № 2006138562/13; заявл. 31.10.06; опубл. 10.05.08.
5. Пат. 2152728 Российская Федерация, МПК7 А23G3/00, А23L1/18. Кондитерская масса для приготовления конфет и начинок / Магомедов Г.О., Мальцев Г.П., Лобосов В.Г., Старчевая Л.Е., Колимбет Н.Т., Брехов А.Ф., Сухарева О.Д., Невренчина И.В.; заявитель и патентообладатель ОАО «Воронежская кондитерская фабрика». – № 99119124/13; заявл. 03.09.99; опубл. 20.07.2000.
6. Пат. 2003114779 Российская Федерация, МПК7 А23L1/18, А23L1/06. Способ приготовления мюсли-батончика на мармеладной основе / Позняковский В.М., Резниченко И.Ю., Бисерова М.Ф.; заявитель и патентообладатель Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – № 2003114779/13; заявл. 19.05.03; опубл. 27.12.04.
7. Хосни, Р.К. Зерно и зернопереработка / Р.К. Хосни; пер. с англ., под общ. ред. Н.П. Черняева. – СПб.: Профессия, 2006. – 336 с.

8. Фаст, Р. Зерновые завтраки / Р. Фаст, Э. Колдуэлл (ред.); пер. с англ., под общ. ред. В.С. Иунихиной и С.В. Крауса. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский  
государственный университет»,  
454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76.  
Тел./факс: (351) 267-99-00  
e-mail: admin@susu.ac.ru

## SUMMARY

**A.D. Toshev, N.V. Polyakova, A.S. Salomatov**

### THE RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF № 2 PUFFED PEARL BARLEY GRITS

In the course of № 2 pearl barley grits processing in the apparatus of the «Pushka» type profound structural and chemical changes take place. With momentary drop of external pressure the moisture in the grits immediately vaporizes tearing the cells from the inside. In this case the volume mass considerably decreases. № 2 pearl barley grits become fragile, tender and easily digestible. Significant changes in technological properties playing an important role in case of using № 2 pearl barley grits in confectionery technology take place. The main technological properties of № 2 puffed pearl barley grits are water and fat binding capacity, bulk density, solubility in different pH solutions.

№ 2 pearl barley grits, bulk density, water binding capacity, fat binding capacity, solubility.

South Ural State University  
76, Lenin prospekt, Chelyabinsk, 454080, Russia  
Phone/Fax: +7 (351) 267-99-00  
e-mail: admin@susu.ac.ru

