

## Исследование реологических свойств пасты на основе свекольных выжимок

Ольга В. Перфилова<sup>1</sup> Perfolgav@mail.ru  
Газибег О. Магомедов<sup>2</sup> mmg@inbox.ru

<sup>1</sup> Мичуринский государственный аграрный университет, ул. Интернациональная, 101, г. Мичуринск, 393760, Россия

<sup>2</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

**Аннотация.** В плодоовощной отрасли, при получении основной продукции, сопутствующим является образование следующих вторичных сырьевых ресурсов и отходов производства: вытерки, выжимки, семена томатные, плодовые косточки, овощные очистки и др. При этом, количество вторичных сырьевых ресурсов, образующихся в процессе переработки фруктового и овощного сырья, составляет от 5 до 85% от первоначальной массы сырья, пошедшего на переработку, из них на промышленную переработку в пищевую продукцию направляется в среднем 30%. Целью работы стало исследование возможности применения выжимок производства свекольного сока прямого отжима в технологии овощной пасты. Для облегчения процесса протирания свекольных выжимок, предварительно обработанных СВЧ-нагревом, предложено использовать крахмальную патоку, позволяющую снизить вязкость овощной массы. В результате исследований выявлено, что введение крахмальной патоки в выжимки в количестве 10, 20 и 30%, наряду с увеличением температуры нагрева, в диапазоне от 25 до 60 °С, способствует снижению эффективной вязкости, полученной после протирания свекольных выжимок пасты. Также при повышении дозировки крахмальной патоки наблюдалось увеличение массовой доли сухих веществ в свекольной пасте и ее степени разжижения, так при дозировке 10% степень разжижения составила 24,7%, при 20% – 45,1%, при 30% – 60,7%. Таким образом, применение крахмальной патоки при получении свекольной пасты из выжимок производства сока прямого отжима дает возможность целенаправленно регулировать вязкость овощной массы, создавая лучшие условия для последующих технологических операций.

**Ключевые слова:** вторичные сырьевые ресурсы, свекольные выжимки, СВЧ-нагрев, патока, вязкость, протирание, паста

## The research of rheological properties of bagasse based paste

Olga V. Perfilova<sup>1</sup> Perfolgav@mail.ru  
Gazibeg O. Magomedov<sup>2</sup> mmg@inbox.ru

<sup>1</sup> Michurinsk State Agrarian University, Internationalnaya st., 101, Michurinsk, 393760, Russia

<sup>2</sup> Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** In the horticultural industry, upon main products obtaining, the formation of the following secondary raw materials and production wastes: pulping, bagasse, tomato seeds, fruit seeds, vegetable peelings, etc. is concomitant. At the same time, the amount of secondary raw materials formed during fruit and vegetable raw materials processing varies from 5 to 85% of the initial raw materials mass going for processing, of which an average of 30% is sent to food products for food processing. The aim of the work was to study the possibility of bagasse using of direct extraction beet juice production in vegetable paste technology. To facilitate the process of bagasse pulping, pretreated with microwave heating, starch syrup, allowing to reduce the vegetable mass viscosity was proposed to use. As a result of research, it was found that the introduction of starch syrup in the bagasse in the amount of 10, 20 and 30%, along with an increase in the heating temperature, varying from 25 to 60, reduces the effective viscosity obtained after bagasse paste pulping. With an increase in the starch syrup dosage, an increase in the mass fraction of dry substances in beet paste and its liquefaction degree was observed as well. So, at a dosage of 10%, the liquefaction degree was 24.7%, at 20% - 45.1%, at 30% - 60.7%. Thus, the use of starch syrup in the production of beet paste from the bagasse of direct-pressed juice production makes it possible to adjust the vegetable mass viscosity purposefully, creating better conditions for subsequent technological operations.

**Keywords:** secondary raw materials, bagasse, microwave heating, starch syrup, viscosity, pulping, paste

### Введение

В плодоовощной отрасли при получении основной продукции сопутствующим является образование следующих вторичных сырьевых ресурсов (ВСР) и отходов производства: вытерки (яблочные и томатные), выжимки (виноградные, яблочные, темноокрашенных ягод), семена томатные, плодовые косточки, овощные очистки (морковные, свекольные, кабачковые, баклажановые), покровные листья капусты и створки зеленого горошка.

Для цитирования

Перфилова О.В., Магомедов Г.О. Исследование реологических свойств пасты на основе свекольных выжимок // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 1. С. 72–76. doi:10.20914/2310-1202-2019-1-72-76

Вторичные сырьевые ресурсы и отходы плодоовощной отрасли классифицируются по такому основному признаку, как стадия технологического процесса. ВСР и отходы образуются в результате очистки, протирания, прессования, резки, просеивания.

Агрегатное состояние вторичных сырьевых ресурсов твердое; по материалоемкости они являются малотоннажными ресурсами; полная степень использования за исключением отходов, образующихся от переработки темноокрашенных

For citation

Perfilova O.V., Magomedov G.O. The research of rheological properties of bagasse based paste. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81, no. 1. pp. 72–76. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-1-72-76

ягод и плодов; безвредное влияние на окружающую среду, при этом отходы характеризуются коротким сроком хранения, поэтому необходима их быстрая переработка или утилизация. В состав ВСР и отходов входят белки, жиры, углеводы, а также различные минеральные вещества, витамины и пищевые волокна [1].

Количество вторичных сырьевых ресурсов, образующихся в процессе переработки фруктового и овощного сырья, составляет от 5 до 85% от первоначальной массы сырья пошедшего на переработку, при этом их вид обусловлен сырьем и методом его переработки. Так, при переработке зеленого горошка (при учете ботвы) образуется высокое количество отходов – 80%, картофеля в продукты питания – 30–40%, а при производстве фруктовых и овощных соков прямого отжима – в среднем 55–60%. До 70% вторичных сырьевых ресурсов плодоовощной отрасли используется в кормовых целях (для сельскохозяйственных птиц и животных) [2, 3].

Определенная доля вторичного сырья и отходов применяется в качестве удобрений и семенного материала. На промышленную переработку в продукцию направляется в среднем 30% вторичного сырья. На консервных заводах отходы, образующиеся при переработке фруктов и овощей, некондиционное сырье, а также вторичное сырье перерабатывают на следующую продукцию: фруктовые и овощные порошки, пектин, сухие выжимки, пюре, красители, ароматические вещества, крахмал, этиловый спирт, углеводы, биохимический уксус, заливочные жидкости, лечебно-профилактические препараты и прочее [4, 5, 8–10].

### **Результаты и обсуждения**

Цель работы – исследование возможности применения выжимок производства свекольного сока прямого отжима в технологии овощной пасты.

Выжимки характеризуются высокой вязкостью, что затрудняет процесс их протирания. Для снижения вязкости фруктовых и овощных масс согласно литературным данным применяются ферментные препараты. Применение ферментных препаратов и мультиферментов при производстве фруктовых и овощных паст имеет свои недостатки: во-первых, увеличивается продолжительность переработки выжимок, т. к. затрачивается дополнительное время на процесс ферментации; во-вторых, происходит удорожание пасты из-за высокой цены ферментных препаратов; в-третьих, в результате разрушения пектиновых веществ и клетчатки снижается

пищевая ценность готовой пасты. Помимо этого, на сегодняшний день во многих странах мира действует запрет на применение мультэнзимных ферментных препаратов в технологии продуктов питания [6].

Поэтому наши исследования были направлены на поиск альтернативного способа регулирования вязкостных свойств свекольных выжимок с целью их дальнейшей переработки в пасту.

Известным способом снижения вязкости фруктовых и овощных масс является использование крахмальной патоки. Нами исследовано влияние высокоосахаренной крахмальной патоки в дозировке 10, 20 и 30% на вязкостные свойства пасты из свекольных выжимок, прошедших СВЧ–обработку при следующем рациональном режиме: мощность – 800 Вт, время – 160 с, удельная работа – 640 Вт/г · с, температура нагрева выжимок 92 °С.

Пасту получали следующим способом: свекольные выжимки после СВЧ–нагрева смешивали с подогретой до 40 °С высокоосахаренной крахмальной патокой в количестве 10, 20 и 30% к массе выжимок и подавали смесь в протирочную машину от производителя «МАПП» с диаметром отверстий сит № 1–1,2 мм и № 2–0,8 мм. Далее полученную пасту подогревали до 70 °С в котле пищеварочном электрическом КПЭМ-60/7. С помощью дозатора для вязких продуктов РТ-АКФ-3 стеклянные банки наполняли горячей пастой. Наполненные пастой банки укупоривали лакированными крышками типа III (евро-твист) и направляли в стерилизатор СТО 2.00.000 для пастеризации при следующем режиме: с/б III-58–250 20–20–25/95 °С (противодавление 117 кПа).

Контролем служило пюре, полученное из выжимок без добавления крахмальной патоки. Вязкость опытных образцов пасты из свекольных выжимок с различной дозировкой крахмальной патоки измеряли с помощью вибровискозиметра SV-10.

По результатам исследований были получены зависимости изменения эффективной вязкости свекольной пасты от дозировки крахмальной патоки и температуры нагрева (рисунки 1, 2). Из рисунков 1–2 видно, что введение крахмальной патоки в выжимки, наряду с увеличением температуры нагрева в диапазоне от 25 до 60 °С способствует снижению эффективной вязкости, полученной после протирания выжимок пасты.

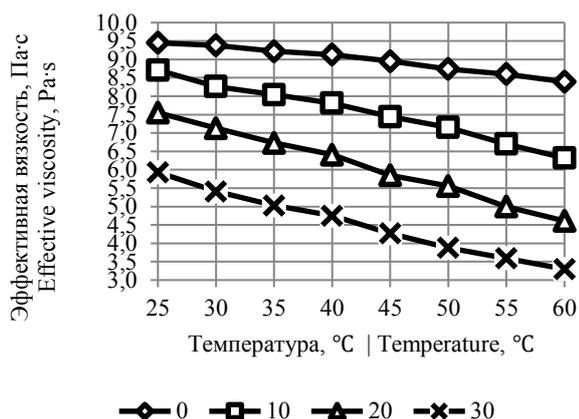


Рисунок 1. Зависимость эффективной вязкости свекольной пасты от температуры при дозировке патоки, %: 0, 10, 20, 30

Figure 1. The dependence of the effective viscosity of beet paste from the temperature at the dosage of starch syrup, %: 0, 10, 20, 30

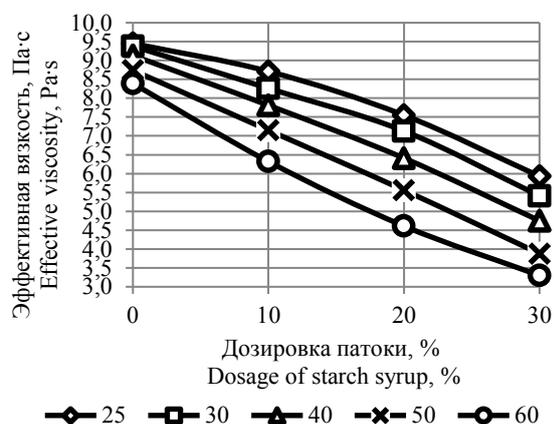


Рисунок 2. Зависимость эффективной вязкости свекольной пасты от содержания патоки при температуре, °C: 25, 30, 40, 50, 60

Figure 2. The dependence of the effective viscosity of beet paste from the content of starch syrup at a temperature, °C: 25, 30, 40, 50, 60

Свекольная паста состоит из пюре и крахмальной патоки. Пюре свекольных выжимок является двухфазной системой, которая состоит из твердой фазы (мякоти) и жидкой фазы (сока). Твердая (дисперсная) фаза включает в себя разрушенные и неразрушенные частицы растительной ткани. Исходя из этого влияние крахмальной патоки на эффективную вязкость пасты можно объяснить следующими механизмами: изменением объемной доли дисперсной фазы и дисперсионной среды, осмотическим давлением и вероятным снижением процесса структурообразования массы.

Одними из компонентов пюре из выжимок являются полисахариды, содержащиеся в пюре, а именно целлюлоза, которая нерастворима в воде, обладает развитой системой тончайших

субмикроскопических капилляров и большим количеством гидроксильных групп, что обуславливает ее способность поглощать и удерживать воду. Таким образом, в набухшем полимере содержится вода в двух состояниях: связанная (гидратированная) и свободная (капиллярная). При смешивании выжимок с крахмальной патокой происходит сольватация молекул глюкозы, мальтозы и декстринов, в результате чего свободная влага мигрирует из микрокапилляров полимера. Это приводит к уменьшению свободной и увеличению связанной влаги. При этом увеличивается доля дисперсионной среды (жидкости), что приводит к уменьшению прочности контактов частиц дисперсной фазы, в результате этого происходит снижение эффективной вязкости пасты.

При добавлении крахмальной патоки увеличивается массовая доля сухих веществ в жидкой фазе (рисунок 3). В результате этого происходит разность концентраций сухих веществ в клеточном соке ( $C_1$ ) и межклеточном соке ( $C_2$ ). Это обуславливает возникновение осмотического давления в системе «клетка – жидкая фаза» [7].

Молекулы воды мигрируют в жидкую фазу через полупроницаемую мембрану клетки. Введение крахмальной патоки в выжимки снижает их вязкость, т. е. приводит к разжижению массы, что в итоге облегчает процесс протирания и получения пасты (рисунок 4).

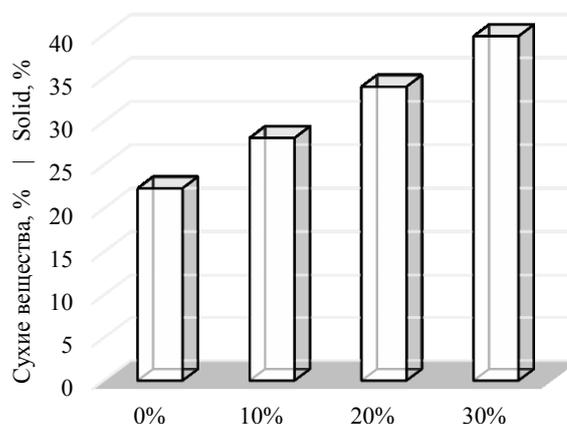


Рисунок 3. Изменение массовой доли сухих веществ свекольной пасты при внесении патоки в дозировке, %: 0, 10, 20, 30

Figure 3. The change in the mass fraction of solid of beet paste with starch syrup at the dosage, %: 0, 10, 20, 30

Для количественной оценки степени снижения вязкости использовали показатель – степень разжижения, который рассчитывали, как разность между начальной и конечной вязкостью, выраженной в процентах к начальной вязкости. Степень разжижения свекольной пасты в зависимости от дозировки крахмальной патоки представлена на рисунке 4.

Из рисунка 4 видно, что повышение дозировки крахмальной патоки приводит к увеличению степени разжижения, так при дозировке 10% степень разжижения составляет 24,7%, при 20% – 45,1%, при 30% – 60,7%.

Введение крахмальной патоки в свекольные выжимки, как уже было сказано, приводит не только к снижению вязкости системы, но замедляет или ограничивает возможный процесс структурообразования.

Патока играет роль полиэлектролита, т. е. уменьшает поверхностное натяжение пектинового раствора и снижает его студнеобразующие свойства. Кроме того, возможен распад водородных связей между этерифицированными остатками галактуроновой кислоты и ослабление их гидрофобного взаимодействия, а также разрушение хелатных связей с участием ионов  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  между неэтерифицированными остатками галактуроновой кислоты в цепях рамногалактуронана. Хелатные связи распадаются в ходе ионообменных реакций. В результате образуются нерастворимые или малорастворимые соли кальция и магния с различными органическими кислотами и пектинами, которые присутствуют в клеточном соке и патоке.

Разработанная технологическая схема производства свекольной пасты на основе выжимок представлена на рисунке 5.

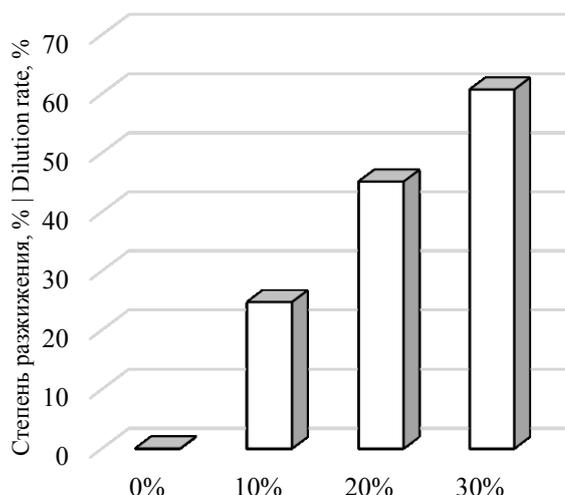


Рисунок 4. Зависимость степени разжижения свекольной пасты от дозировки патоки при температуре 60 °С

Figure 4. The dependence of the dilution rate of beet paste from the dosage of starch syrup at a temperature of 60 °С

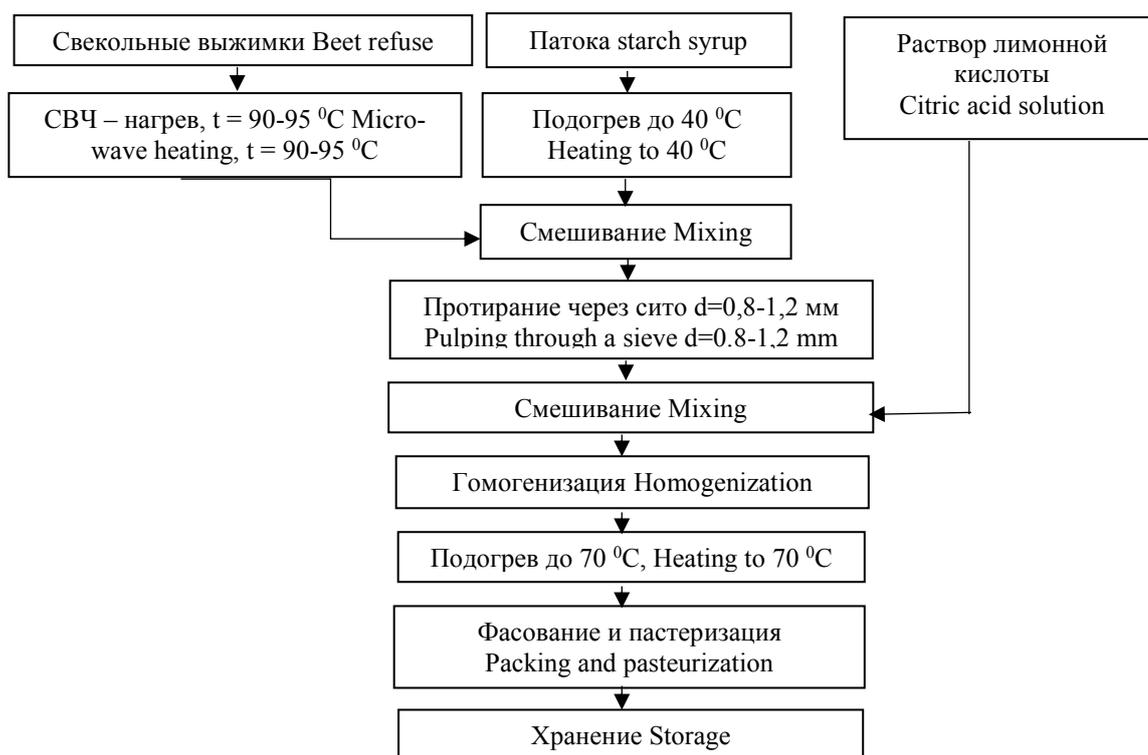


Рисунок 5. Технологическая схема производства свекольной пасты

Figure 5. Technological scheme of beet paste production

### Заключение

Таким образом, применение крахмальной патоки при получении пасты из свекольных выжимок производства сока прямого отжима дает

возможность целенаправленно регулировать вязкость овощной массы, создавая лучшие условия для дальнейших технологических операций таких, как протираание, гомогенизация, фасование, транспортирование.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шепель О.В. Использование вторичных ресурсов пищевой и перерабатывающей промышленности // Достижения науки и техники АПК. 2006. № 9. С. 37.
- 2 Карнауков И.Е., Нижник Н.Н. Состояние и обоснование перспективы ресурсосберегающей технологии производства кормов из вторичных ресурсов (ВСР) // Вестник РГАЗУ. 2008. № 4. С. 126–128.
- 3 Федоренко В.Ф. и др. Технологические процессы и оборудование, применяемые при производстве продуктов питания: науч. аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 192 с.
- 4 Неменушная Л.А., Степанищева Н.М., Соломатин Д.М. Современные технологии хранения и переработки плодовоовощной продукции: науч. аналит. обзор. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 170 с.
- 5 Самылина В.А., Самылина И.Б. Вторичные сырьевые ресурсы в продуктах функциональной направленности // Совершенствование технологий производства продуктов питания в свете государственной программы развития сельского хозяйства на 2008–2012 гг: материалы Международной научно-практической конференции. 2008. С. 110–113.
- 6 Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии: пер. с нем.; под общ. науч. ред. А.Ю. Колеснова, Н.Ф. Берестяня, А.В. Орещенко. СПб.: Профессия, 2004. 640 с.
- 7 Mujica-Paz H. et al. Impregnation properties of some fruits at vacuum pressure // Journal of Food Engineering. 2003. V. 56. № 4. P. 307–314.
- 8 Shyu Y.-S., Li T.-C., Lin C.-C. Functional analysis of unfermented and fermented citrus peels and physical properties of citrus peel-added doughs for bread making // Journal of Food Science Technology. 2014. V. 51 (12). P. 3803–3811. doi: 10.1007/s13197-013-0938-6
- 9 Roberts J.S., Gentry T.S., Bates A.W. Utilization of dried apple pomace as a press aid to improve the quality of strawberry, raspberry, and blueberry juices // Journal of Food Science. 2004. V. 69. № 6. P. S181–S190.
- 10 Schieber A., Hilt P., Carlea R. A new process for the combined recovery of pectin and phenolic compounds from apple pomace // Innov. Food Sci. and Emerging Technol. 2003. V. 4. № 1. P. 99–107.
- 11 Груздева В.В., Игошин А.Н. Некоторые аспекты потребления продуктов питания в регионе // Вестник НГИЭИ. 2017. № 9 (76). С. 110–118.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Ольга В. Перфилова** к.т.н., доцент, кафедра технологии продуктов питания и товароведения, Мичуринский государственный аграрный университет, ул. Интернациональная, 101, г. Мичуринск, 393760, Россия, Perfolgav@mail.ru  
**Газибег О. Магомедов** д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mmmg@inbox.ru

## КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

**Ольга В. Перфилова** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат  
**Газибег О. Магомедов** консультация в ходе исследования

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 26.12.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.02.2019

## REFERENCES

- 1 Shepel O.V. The using of secondary resources of the food and processing industry. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of agriculture]. 2006. no. 9. pp. 37. (in Russian).
- 2 Karnaukhov I.E., Nizhnik N.N. The state and justification of perspectives of resource-saving technology of feed production from secondary resources. *Vestnik RGAZU* [Bulletin of the Russian state agrarian correspondence university]. 2008. no. 4. pp. 126–128. (in Russian).
- 3 Fedorenko V.F. et al. *Tekhnologicheskiye protsessy i oborudovaniye, primenyayemyye pri proizvodstve produktov pitaniya* [Technological processes and equipment used in the food production]. Moscow, Rosinformagrotekh, 2016. 192 p. (in Russian).
- 4 Nemenushchaya L.A., Stepanischeva N.M., Solomatin D.M. *Sovremennyye tekhnologii khraneniya i pererabotki plodoovoshchnoy produktsii* [Modern technologies of storage and processing of fruits and vegetables]. Moscow, Rosinformagrotekh, 2009. 170 p. (in Russian).
- 5 Samylyna V.A., Samylyna I.B. Secondary raw materials in functional products. *Sovershenstvovaniye tekhnologii proizvodstva produktov pitaniya v svete gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva na 2008–2012 gg* [Improvement of food production technologies in the light of the state program of agricultural development for 2008–2012: materials of the International Scientific and Practical Conference]. 2008. pp. 110–113. (in Russian).
- 6 Shobinger U. *Fruktovyye i ovoshchnyye soki: nauchnyye osnovy i tekhnologii* [Fruit and vegetable juices: scientific basis and technology]. St. Petersburg, Professiya, 2004. 640 p. (in Russian).
- 7 Mujica-Paz H. et al. Impregnation properties of some fruits at vacuum pressure. *Journal of Food Engineering*. 2003. vol. 56. no. 4. pp. 307–314.
- 8 Shyu Y.-S., Li T.-C., Lin C.-C. Functional analysis of unfermented and fermented citrus peels and physical properties of citrus peel-added doughs for bread making. *Journal of Food Science Technology*. 2014. vol. 51 (12). pp. 3803–3811. doi: 10.1007/s13197-013-0938-6
- 9 Roberts J.S., Gentry T.S., Bates A.W. Utilization of dried apple pomace as a press aid to improve the quality of strawberry, raspberry, and blueberry juices. *Journal of Food Science*. 2004. vol. 69. no. 6. pp. S181–S190.
- 10 Schieber A., Hilt P., Carlea R. A new process for the combined recovery of pectin and phenolic compounds from apple pomace. *Innov. Food Sci. and Emerging Technol*. 2003. vol. 4. no. 1. pp. 99–107.
- 11 Gruzdeva V.V., Igoshin A.N. Some aspects of food consumption in the region. *Vestnik NGIEI* [Herald NGIEI]. 2017. no. 9 (76). pp. 110–118. (in Russian).

## INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Olga V. Perfilova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food technology and commodity department, Michurinsk State Agrarian University, Internationalnaya st., 101, Michurinsk, 393760, Russia, Perfolgav@mail.ru  
**Gazibeg O. Magomedov** Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mmmg@inbox.ru

## CONTRIBUTION

**Olga V. Perfilova** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism  
**Gazibeg O. Magomedov** consultation during the study

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.26.2018

ACCEPTED 2.11.2019