

Исследование водопогложительных свойств и твердости экструдата на основе кукурузы и окары

Фролов Д.И., Чушкина А.В.

Аннотация. Окара – соевый остаток, продукт, получаемый при производстве соевого молока. Также является ценным пищевым продуктом, содержит много клетчатки и белка. Однако при употреблении в пищу сырой остаток сои нежелателен из-за присутствия ингибиторов ферментов и неприятного «рыбного» и «бобового» вкуса. Поэтому остаток сои нужно подвергнуть тепловой обработке перед включением в различные пищевые продукты. Для получения экструдата на основе кукурузы и окары смесь кукурузной крупы и муки из окары экструдировали с помощью одношнекового экструдера. Статистическая обработка эксперимента была произведена с помощью плана поверхности отклика. В качестве независимых факторов были использованы такие факторы влияния на параметры экструзии как: скорость шнека (350-450 об/мин), содержание соевого остатка в смеси (20-40 %) и влажность смеси (14-18 %). В качестве зависимых переменных были рассмотрены: показатель водопоглощения (WAI), индекс растворимости в воде (WSI) и твердость (H). Результаты исследования показали, что наиболее значимыми переменными являются содержание остатка сои, который оказывает положительное влияние на твердость, и скорость шнека, которая оказывает положительное влияние на твердость, в то время как влажность смеси незначительна по большинству характеристик.

Ключевые слова: экструзия, окара, кукуруза, водопоглощение, растворимость.

Для цитирования: Фролов Д.И., Чушкина А.В. Исследование водопогложительных свойств и твердости экструдата на основе кукурузы и окары // Инновационная техника и технология. 2020. № 1 (22). С. 29–35.

Study of the water-absorbing properties and hardness of an extrudate based on corn and okara

Frolov D.I., Chushkina A.V.

Abstract. Okara – soybean residue, a product obtained from the production of soy milk. It is also a valuable food product, contains a lot of fiber and protein. However, when consumed in food, a raw soybean residue is undesirable due to the presence of enzyme inhibitors and an unpleasant «fish» and «bean» taste. Therefore, the remainder of soybeans must be subjected to heat treatment before being included in various food products. To obtain an extrudate based on corn and okara, a mixture of corn grits and flour from okara was extruded using a single screw extruder. Statistical processing of the experiment was performed using the response surface plan. As independent factors, such factors of influence on the extrusion parameters were used as: screw speed (350-450 rpm), the content of soybean residue in the mixture (20-40%) and the humidity of the mixture (14-18%). The following variables were considered as dependent variables: water absorption index (WAI), water solubility index (WSI) and hardness (H). The results of the study showed that the most significant variables are the content of soybean residue, which has a positive effect on hardness, and the screw speed, which has a positive effect on hardness, while the moisture content of the mixture is insignificant in most characteristics.

Keywords: extrusion, okara, corn, water absorption, solubility.

For citation: Frolov D.I., Chushkina A.V. Study of the water-absorbing properties and hardness of an extrudate based on corn and okara. Innovative Machinery and Technology. 2020. No.1 (22). pp. 29–35. (In Russ.).

Введение

Окара – соевая пульпа (соевый остаток), продукт, получаемый при производстве соевого молока. Также является ценным пищевым продуктом, содержит много клетчатки и белка. Однако при употреблении в пищу сырой остаток сои нежелателен из-за присутствия ингибиторов ферментов и неприятного «рыбного» и «бобового» вкуса. Поэтому остаток сои нужно подвергнуть тепловой обработке перед включением в различные пищевые продукты, такие как, хлеб, рисовая лапша, жмых и т. д. [10].

Преимуществами процесса экструзии являются его высокая производительность, низкая стоимость, непрерывное производство, небольшая длительность процесса, уникальный по свойствам продукт и универсальность [4, 11, 13, 15, 16, 20, 21].

Кроме того, во время процесса экструзии может быть осуществлена трансформация крахмала, белка и полимера целлюлозы [3, 12, 14, 17, 18, 19, 22], и процесс экструзии может модифицировать состав остатка сои, разрушая ингибитор фермента и аллерген, и улучшая содержание волокон с ускорением деполимеризации гликозидных связей [7].

Поэтому целью данного исследования является изучение влияния переменных экструзии на показатель водопоглощения, индекс растворимости в воде и твердость экструдата из кукурузы, обогащенного остатком сои.

Объекты и методы исследования

Соевый остаток был приобретен у поставщика соевого молока. Свежий соевый остаток (88 %) сушили при 60 °С в лотковой сушилке, измельчали с помощью молотковой мельницы и хранили при комнатной температуре.

Соевый остаток смешивали с кукурузной мукой в количестве 20, 30 и 40 % по массе и экструдировали с помощью одношнекового экструдера.

Скорость шнека устанавливалась на уровнях 350, 400 и 450 об/мин, а температура экструзии была зафиксирована на уровне 100 °С. Влажность смеси была установлена на уровне 14 %, 16 % и 18 %. Затем экструдат сушили в сушилке при температуре 80 °С в течение 10 минут и упаковывали в полипропиленовый пластиковый пакет и хранили при комнатной температуре до анализа.

Индекс водопоглощения и индекс водорастворимости определяли следующим образом: 2,5 грамма измельченного образца растворяли в 30 мл дистиллированной воды, перемешивали и затем центрифугировали при 3000 об/мин в течение 15 минут. Супернатант отделяли и сушили на плите, затем сушили при 105 °С в печи с горячим воздухом до постоянного веса [5]. Индекс водопоглощения (WAI) и индекс водорастворимости (WSI) были рассчитаны по уравнениям:

$$WAI = \frac{P_o}{P_s} \quad (1)$$

где WAI – индекс водопоглощения, г/г;
P_o – масса осадка, г;
P_s – сухой вес экструдата, г;

$$WSI = \frac{P_w}{P_s} 100 \quad (2)$$

где P_w – масса растворенных твердых частиц в супернатанте, г;

WSI – индекс растворимости в воде, %.

Измерения WAI и WSI были сделаны в трех экземплярах.

Твердость определяли как максимальное пиковое усилие, используя анализатор текстуры TA.XT.

Таблица 1 – Регрессионные модели

| Параметр | Регрессионная модель | Коэффициент детерминации R ² | Значимость, p |
|-----------|--|---|---------------|
| WAI (г/г) | $WAI = 6,26 + 0,092X_1 - 0,337X_2 - 0,014X_3 + 0,117X_1X_2 - 0,005X_1X_3 - 0,215X_2X_3 - 0,136X_1^2 - 0,181X_2^2 - 0,153X_3^2$ | 0,83 | 0,04 |
| WSI (%) | $WSI = 13,62 - 0,154X_1 - 1,07X_2 + 2,83X_3 + 0,335X_1X_2 + 1,64X_1X_3 - 2,80X_2X_3 - 0,697X_1^2 - 1,40X_2^2 + 0,726X_3^2$ | 0,84 | 0,04 |
| H (Н) | $H = 26,10 + 2,49X_1 + 3,29X_2 - 2,49X_3 + 4,61X_1X_2 + 1,24X_1X_3 + 2,32X_2X_3 + 2,73X_1^2 - 0,486X_2^2 - 0,805X_3^2$ | 0,81 | 0,03 |

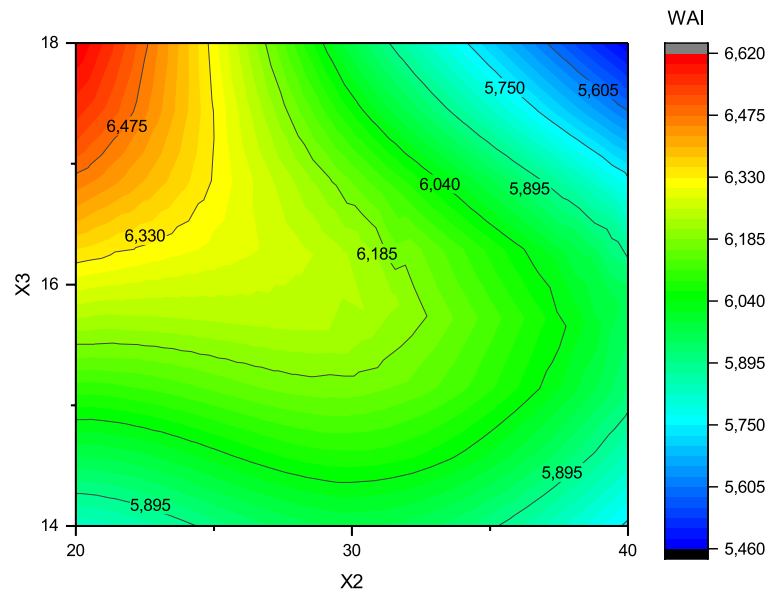


Рис. 1. Влияние переменных: содержание соевого остатка (X2, %) и влажность смеси (X3, %) на индекс водопоглощения (WAI) (г/г)

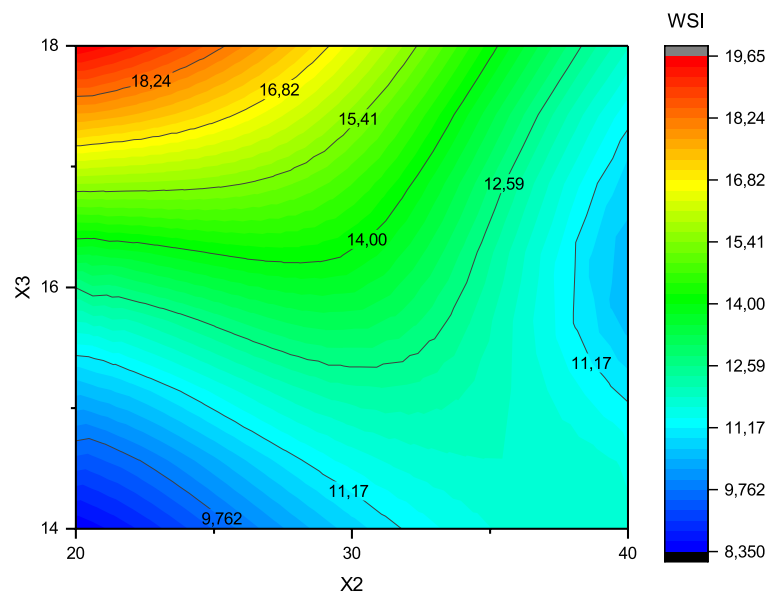


Рис. 2. Влияние переменных: содержание соевого остатка (X2, %) и влажность смеси (X3, %) на WSI (%) и (ε) твердость (N)

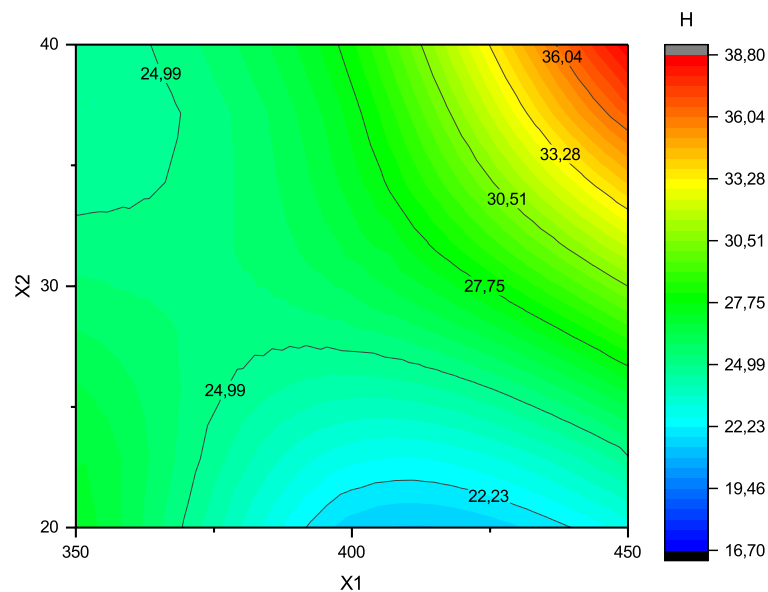


Рис. 3. Влияние переменных: скорость шнека (X1, об/мин), содержание соевого остатка (X2, %) на твердость (H, Ньютон)

plus. Испытания проводились с предстесовой скоростью: 1,0 мм/с; скорость испытания: 1,0 мм/с; скорость после испытания: 10,0 мм/с; расстояние: 12 мм.

Эксперимент был выполнен с использованием трехуровневого трехфакторного плана Бокса-Бенкена с помощью методологии поверхности отклика в программе Statistica. Три независимых переменных включали скорость шнека (X_1 , об/мин), содержание соевого остатка (X_2 , %) и влажность смеси (X_3 , %).

Для создания модели поверхности отклика был выполнен регрессионный анализ. Полиномиальная модель второго порядка (уравнение 3) была исследована на предмет ее соответствия для описания поверхности отклика, и также была произведена качественная оценка модели.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=i+1}^3 \beta_{ij} X_i X_j \quad (3)$$

где Y – WAI, WSI и Н;

β_0 , β_{ii} и β_{ij} – постоянные коэффициенты;

X_1 , X_2 и X_3 – кодированные независимые переменные.

Результаты и их обсуждение

Свежий остаток сои содержит 88 % влаги. После сушки при 60°C с помощью лотковой сушилки и измельчения, высушенный остаток сои состоит из 11,54% влаги и 22,43 % белка, тогда как кукурузная крупа состоит из 6,74 % влаги и 6,44 % белка. Содержание белка в экструдатах варьировалось от 9,61 до 12,82 %. Было оценено влияние трех различных уровней переменных экструзии на характеристики экструдата.

Индекс водопоглощения (WAI) и индекс водорастворимости (WSI) используются для оценки функциональных характеристик экструдированных продуктов. Индекс водопоглощения отражает способность крахмала поглощать воду и служит индикатором желатинизации крахмала [7]. Кроме того, улучшение индекса водопоглощения зависит от денатурации белка при высокой влажности смеси [8]. Индекс водопоглощения у экструдатов варьировался от 5,460 до 6,620 г/г. Линейный член содержания остатка сои X_2 ($p < 0,01$) и взаимодействие остатка сои и влажности смеси X_2 и X_3 ($p = 0,04$) оказали отрицательное влияние на индекс водопоглощения (таблица 1). На рисунке 1 показано, что увеличение влажности смеси и уменьшение содержания соевого остатка дает самое высокое значение индекса водопоглощения. Результаты свидетельствуют о том, что при увеличении содержания соевого остатка снижались значения индекса водопоглощения. Это может быть связано с неповрежденными длинными полимерными цепями в желатинизированном образце [9]. Сокращение крахмала в смеси также

уменьшает желатинизированный крахмал, что приводит к меньшему удержанию воды и снижению индекса водопоглощения [7]. Результаты согласуются с работами [1, 5].

Индекс водорастворимости указывает на количество растворимых молекул, высвобождаемых из крахмала и деградацию молекулярных компонентов, а также связано с декстринизацией. Самое высокое значение индекса водорастворимости было 19,65 %, а самое низкое значение было 8,35 %. Линейный член X_3 и член взаимодействия X_2 и X_3 ($p = 0,02$) оказывает сильное влияние на значения индекса водорастворимости (таблица 1). Влияние линейных членов на значения индекса водорастворимости представлено на рисунке 2. Результат ясно показывает, что индекс водорастворимости увеличивается с увеличением влажности смеси. Напротив, в исследованиях сообщалось, что низкая влажность смеси вызывает увеличение значения индекса водорастворимости из-за увеличения количества разложившегося крахмала и других компонентов [1]. В другом исследовании индекс водорастворимости увеличился с уровнем влажности смеси, вероятно, из-за полной желатинизации крахмала и денатурации белка из нативных пищевых компонентов [8]. Кроме того, высокая влажность может также привести к правильной желатинизации крахмала, что приводит к увеличению индекса водорастворимости [6]. Кроме того, индекс водорастворимости имеет отрицательную корреляцию с индексом водопоглощения.

Твердость экструдатов варьировалась от 16,70 Н до 38,8 Н. Содержание соевого остатка ($p < 0,02$) и эффект взаимодействия скорости шнека X_1 и содержания соевого остатка X_2 ($p = 0,02$) положительно влияли на твердость (таблица 1). Рисунок 3 показывает, что самое высокое значение твердости было получено при 40 % содержании соевого остатка в смеси и скорости шнека 400 об/мин при заданной влажности смеси – 16 %. Это может объясняться тем, что наличие клеточной стенки в волокнах соевого остатка может привести к увеличению твердости экструдата. Кроме того, высокая белковая доля сырья также увеличивает твердость [2].

Выводы

Изучение влияния переменных экструзии на показатель водопоглощения, индекс растворимости в воде и твердость экструдата из кукурузы, обогащенного остатком сои показало перспективность дальнейшего изучения данной темы. Содержание остатка сои оказало значительное влияние на индекс водопоглощения, индекс растворимости в воде и твердость, в то время как скорость шнека оказала значительное влияние на только лишь на твердость.

Список литературы

- [1] Alam M. S., Pathania S., Sharma A. Optimization of the extrusion process for development of high fibre soybean-rice ready-to-eat snacks using carrot pomace and cauliflower trimmings // *LWT*. 2016. Т. 74. С. 135-144.
- [2] Azzollini D. et al. Effects of formulation and process conditions on microstructure, texture and digestibility of extruded insect-riched snacks // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2018. Т. 45. С. 344-353.
- [3] Jangchud K. et al. Optimization of pumpkin and feed moisture content to produce healthy pumpkin-germinated brown rice extruded snacks // *Agriculture and Natural Resources*. 2018. Т. 52. №. 6. С. 550-556.
- [4] Jing Y., Chi Y. J. Effects of twin-screw extrusion on soluble dietary fibre and physicochemical properties of soybean residue // *Food chemistry*. 2013. Т. 138. №. 2-3. С. 884-889.
- [5] Jozinović A. et al. Influence of spelt flour addition on properties of extruded products based on corn grits // *Journal of Food Engineering*. 2016. Т. 172. С. 31-37.
- [6] Kumar, N, Sarkar, B.C, Sharma H.K. Development and characterization of extruded product of carrot pomace, rice flour and pulse powder // *Afr. J. Food Sci*. 2010. 4. P.703–17.
- [7] Maskan M., Altan A. *Advances in food extrusion technology*. CRC press, 2016.
- [8] Natabirwa H. et al. Optimization of Roba1 extrusion conditions and bean extrudate properties using response surface methodology and multi-response desirability function // *LWT*. 2018. Т. 96. С. 411-418.
- [9] Stojceska V. et al. The recycling of brewer's processing by-product into ready-to-eat snacks using extrusion technology // *Journal of Cereal Science*. 2008. Т. 47. №. 3. С. 469-479.
- [10] Vong W. C., Liu S. Q. Biovalorisation of okara (soybean residue) for food and nutrition // *Trends in Food Science & Technology*. 2016. Т. 52. С. 139-147.
- [11] Курочкин А.А., Фролов Д.И. Применение компьютерных средств разработки программ для автоматизации расчета индекса расширения экструдата овса // Информационные технологии в экономических и технических задачах: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Пенза, 2016. С. 300–302.
- [12] Курочкин А.А., Шабурова Г.В., Фролов Д.И. Получение экструдатов крахмалсодержащего зернового сырья с заданной пористостью // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С. 109–114.
- [13] Научно-технологическое обоснование энергоэффективной технологии экструдирования сельскохозяйственного сырья / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы (24-25 мая 2016 г.): Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Ф. Х. Бурумкулова. Саранск, 2016. С. 338–344.
- [14] Оптимизация состава зернопродуктов при получении пивного суслу с использованием экструдированного ячменя / Г.В. Шабурова, А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Д.И. Фролов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С. 103–109.
- [15] Повышение эффективности обезвоживания экструдата в вакуумной камере модернизированного экструдера / Д.И. Фролов [и др.] // *Нива Поволжья*. 2019. № 2 (51). С. 134–143.
- [16] Рациональные технологические параметры при производстве поликомпонентного композита на основе семян льна / В.М. Зимняков, О.Н. Кухарев, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов // *Нива Поволжья*. 2017. № 4 (45). С. 157–163.
- [17] Способ производства хлебобулочных изделий : пат. 2579488 Российская Федерация : МПК А 21 D 8/02 / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, Н.Н. Шматкова ; 2014146596/13 ; заявл. 19.11.2014 ; опубл. 10.4.2016, Бюл. №10. 8 с.
- [18] Способ производства хлебобулочных изделий : пат. 2592619 Российская Федерация : МПК А 21 D 8/02 / Г.В. Шабурова, П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Д.И. Фролов, Н.Н. Шматкова ; 2015109402/13 ; заявл. 17.3.2015 ; опубл. 27.7.2016, Бюл. №21. 8 с.
- [19] Теоретическое обоснование термовакуумного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015. № 3. С. 15–20.
- [20] Фролов Д.И., Курочкин А.А. Информатизация процесса экструдирования овса с помощью программы расчета индекса расширения экструдата // *Пищевые инновации и биотехнологии: Материалы IV Международной научной конференции / под общ. ред. М.П. Кирсанова; ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)»*. Кемерово, 2016. С. 253–255.
- [21] Экструдаты из растительного сырья с повышенным содержанием липидов и пищевых волокон / А.А. Курочкин, П.К. Воронина, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов // *Техника и технология пищевых производств*. 2016. № 3 (42). С. 104–111.

- [22] Экструдер с вакуумной камерой : пат. 192684 Российская Федерация : МПК В29С 48/00 / А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, Д.И. Фролов, А.А. Блинохватов, М.А. Потапов ; 2019118768 ; заявл. 17.6.2019 ; опубл. 26.9.2019, Бюл. №27. 7 с.

References

- [1] Alam M. S., Pathania S., Sharma A. Optimization of the extrusion process for development of high fiber soybean-rice ready-to-eat snacks using carrot pomace and cauliflower trimmings // *LWT*. 2016.V. 74.P. 135-144.
- [2] Azzollini D. et al. Effects of formulation and process conditions on microstructure, texture and digestibility of extruded insect-riched snacks // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2018.V. 45.P. 344-353.
- [3] Jangchud K. et al. Optimization of pumpkin and feed moisture content to produce healthy pumpkin-germinated brown rice extruded snacks // *Agriculture and Natural Resources*. 2018.V. 52. No. 6.P. 550-556.
- [4] Jing Y., Chi Y. J. Effects of twin-screw extrusion on soluble dietary fiber and physicochemical properties of soybean residue // *Food chemistry*. 2013.V. 138. No. 2-3. Pp. 884-889.
- [5] Jozinović A. et al. Influence of spelt flour addition on properties of extruded products based on corn grits // *Journal of Food Engineering*. 2016.Vol. 172.P. 31-37.
- [6] Kumar, N, Sarkar, B.C., Sharma H.K. Development and characterization of extruded product of carrot pomace, rice flour and pulse powder // *Afr. J. Food Sci*. 2010. 4. P.703-17.
- [7] Maskan M., Altan A. *Advances in food extrusion technology*. CRC press, 2016.
- [8] Natabirwa H. et al. Optimization of Roba1 extrusion conditions and bean extrudate properties using response surface methodology and multi-response desirability function // *LWT*. 2018.Vol. 96.Pp. 411-418.
- [9] Stojceska V. et al. The recycling of brewer's processing by-product into ready-to-eat snacks using extrusion technology // *Journal of Cereal Science*. 2008.V. 47. No. 3, pp. 469-479.
- [10] Vong W. C., Liu S. Q. Biovalorization of okara (soybean residue) for food and nutrition // *Trends in Food Science & Technology*. 2016.V. 52.Pp. 139-147.
- [11] Kurochkin A.A., Frolov D.I. The use of computer-aided software development tools for automating the calculation of the oat extrudate expansion index // *Information Technologies in Economic and Technical Problems: Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference*. Penza, 2016. Pp. 300-302.
- [12] Kurochkin A.A., Shaburova G.V., Frolov D.I. Obtaining extrudates of starch-containing grain raw materials with a given porosity // *XXI century: results of the past and problems of the present plus*. 2014. No. 6 (22). Pp. 109–114.
- [13] Scientific and technological substantiation of energy-efficient technology for the extrusion of agricultural raw materials / A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova, D.I. Frolov // *Energy-efficient and resource-saving technologies and systems (May 24–25, 2016): Collection of scientific papers of the international scientific and practical conference dedicated to the memory of Doctor of Technical Sciences, Professor F. Kh. Burumkulov*. Saransk, 2016.Pp. 338–344.
- [14] Optimization of the composition of grain products in the production of beer wort using extruded barley / G.V. Shaburova, A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, D.I. Frolov // *XXI century: results of the past and problems of the present plus*. 2014. No. 6 (22). Pp. 103–109.
- [15] Improving the efficiency of dehydration of the extrudate in the vacuum chamber of a modernized extruder / D.I. Frolov [et al.] // *Niva Volga*. 2019.No 2 (51). Pp. 134–143.
- [16] Rational technological parameters in the production of a multicomponent composite based on flax seeds / V.M. Zimnyakov, O.N. Kukharev, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov // *Niva Volga*. 2017. No. 4 (45). S. 157–163.
- [17] Method for the production of bakery products: US Pat. 2579488 Russian Federation: IPC A 21 D 8/02 / G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, N.N. Shmatkov; 2014146596/13; declared 11/19/2014; publ. 04/10/2016, Bull. No. 10. 8 p.
- [18] Method for the production of bakery products: US Pat. 2592619 Russian Federation: IPC A 21 D 8/02 / G.V. Shaburova, P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, D.I. Frolov, N.N. Shmatkov; 2015109402/13; declared 3/3/2015; publ. 7/27/2016, Bull. No. 21. 8 p.
- [19] Theoretical substantiation of thermal vacuum effect in the working process of a modernized extruder / A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronin // *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. 2015. No 3. Pp. 15–20.
- [20] Frolov D.I., Kurochkin A.A. Informatization of the process of extrusion of oats using a program for calculating the extrudate expansion index // *Food Innovation and Biotechnology: Materials of the IV International Scientific Conference / ed. ed. M.P. Kirsanova; FSBEI of HE «Kemerovo Technological Institute of Food Industry (University)» Kemerovo, 2016.Pp. 253–255.*

- [21] Extrudates from plant materials with a high content of lipids and dietary fiber / A.A. Kurochkin, P.K. Voronina, G.V. Shaburova, D.I. Frolov // Technique and technology of food production. 2016. No. 3 (42). PP. 104–111.
- [22] Extruder with a vacuum chamber: US Pat. 192684 Russian Federation: IPC B29C 48/00 / A.A. Kurochkin, P.K. Garkina, D.I. Frolov, A.A. Blinohvatov, M.A. Potapov; 2019118768; declared 6/17/2019; publ. September 26, 2019, Bull. Number 27. 7 p.

Сведения об авторах

Information about the authors

| | |
|---|---|
| <p>Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p> | <p>Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p> |
| <p>Чушкина Анастасия Владимировна магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: E-mail: nastena.glukhova.96@mail.ru</p> | <p>Chushkina Anastasia Vladimirovna undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: E-mail: nastena.glukhova.96@mail.ru</p> |