

## ПРОИЗВОДСТВО ПОРОШКА ИЗ ГРЕЧНЕВОЙ ЛУЗГИ – ПУТЬ К СОЗДАНИЮ БЕЗОТХОДНЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Е.А. КУЗНЕЦОВА**, доктор технических наук, ORCID ID 0000-0001-7165-3517

**Е.В. КЛИМОВА**, кандидат технических наук, ORCID ID 0000-0003-0074-8345

**Л.В. ШАЯПОВА**, кандидат технических наук, ORCID ID 0000-0003-0416-2974

**Е.Г. ШУВАЕВА**, магистрант, ORCID ID 0000-0003-3392-8190

**\*А.Н. ФЕСЕНКО**, доктор биологических наук, ORCID ID 0000-0002-7658-3471

ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА»

E-mail: chembiotech@oreluniver.ru

\*ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

*Создание и потребление функциональных продуктов питания с антиоксидантным, антимикробным действием снизит риск возникновения сердечнососудистых заболеваний, онкологических заболеваний. В последние годы в России возрос интерес к гречихе. Гречиха посевная (Fagopyrum Mill.) – важная пищевая культура, обладающая сильной экологической адаптивной способностью. В статье приведены данные по результатам изучения биохимических показателей гречневой лузги. Уникальный химический состав гречневой лузги предопределяет необходимость развития безотходных технологий переработки лузги. Основной целью данной работы была разработка способа производства порошка из гречневой лузги для одной из ведущих отраслей пищевой промышленности – хлебопекарной. Содержание флавоноидов в порошке гречневой лузги составило  $0,20 \pm 0,03\%$ , количество сырого протеина составило –  $3,2\%$ ; жира –  $5,6\%$ ; сахара –  $0,385\%$ . Прежде, чем приступить к изучению влияния полученного порошка на качество хлеба, мы проводили исследования по его влиянию на хлебопекарные показатели качества муки, а именно на количество и качество клейковины, газообразующую способность, амилолитическую активность. В результате исследований выяснилось, что при внесении порошка гречневой лузги происходит снижение показателя числа падения, что говорит об увеличении активности амилолитических ферментов, возрастает количество водорастворимых веществ в результате распада крахмала, и вязкость крахмального клейстера снижается. При добавлении порошка гречневой лузги снижение числа падения происходит в наибольшей степени по сравнению с контрольным вариантом, в среднем, на  $-15,2\%$ . Это объясняется тем, что входящие в состав порошка водорастворимые компоненты снижают вязкость мучной смеси. Внесение порошка к пшеничной муке I сорта способствует значительному увеличению интенсивности газообразования в тесте. При этом наибольшее значение показателя газообразующей способности наблюдается в варианте с использованием  $2,0\%$  порошка. В данном случае количество выделившегося за 5 часов брожения диоксида углерода составило  $1390 \text{ см}^3$ , что на  $34,2\%$  выше, чем в контрольном варианте.*

**Ключевые слова:** гречневая лузга, порошок, клетчатка, переработка, ферменты, амилолитическая активность, число падения, крахмал, газобразование.

## PRODUCTION OF BUCKWHEAT HUSK POWDER IS THE WAY TO CREATE WASTE-FREE, HIGHLY EFFICIENT TECHNOLOGIES

**E.A. Kuznetsova, E.V. Klimova, L.V. Shayapova, E.G. Shuvaeva, A.N. Fesenko\***

FSBEI HE «I.S. TURGENEV STATE UNIVERSITY, OREL»

**Abstract:** *Creating and consuming functional foods with antioxidant and antimicrobial effects will reduce the risk of cardiovascular diseases and cancer. In recent years, interest in buckwheat has increased in Russia. Buckwheat (*Fagopyrum Mill.*) is an important food crop with a strong ecological adaptive capacity. The article presents data on the results of studying the biochemical parameters of buckwheat husk. The unique chemical composition of buckwheat husk determines the need for the development of waste-free husk processing technologies. The main goal of this work was to develop a method for producing buckwheat husk powder for one of the leading branches of the food industry – bakery. During the study, it was determined that the content of flavonoids in buckwheat husk powder was  $0.20 \pm 0.03\%$ , the amount of crude protein was 3.2%; fat-5.6%; sugar-0.385%. Before starting to study the effect of the resulting powder on the quality of bread, we conducted research on its effect on the baking indicators of flour quality, namely, the amount and quality of gluten, gas-forming ability, and amylolytic activity. As a result of research, it turned out that when applying buckwheat husk powder, the number of drops decreases, which indicates an increase in the activity of amylolytic enzymes, the amount of water-soluble substances increases as a result of starch decomposition, and the viscosity of starch paste decreases. When adding buckwheat husk powder, the number of drops is reduced to the greatest extent compared to the control version, on average, by 15.2 %. This is due to the fact that the water-soluble components included in the powder reduce the viscosity of the flour mixture. Adding the powder to wheat flour of grade I contributes to a significant increase in the intensity of gas formation in the dough. At the same time, the highest value of the gas-forming capacity indicator is observed in the variant using 2.0% powder. In this case, the amount of carbon dioxide released during 5 hours of fermentation was  $1390 \text{ cm}^3$ , which is 34.2% higher than in the control version.*

**Keywords:** buckwheat husk, powder, fiber, processing, enzymes, amylolytic activity, number of drops, starch, gas formation.

В настоящее время функциональные продукты питания занимают особую нишу в продуктовой корзине населения РФ и всего мира. Согласно действующим стандартам содержание пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ в данных продуктах питания должно находиться на таком уровне, чтобы их суточная норма могла удовлетворить 30-50% средней суточной потребности человека в незаменимых пищевых веществах. Содержание макроэлементов и эссенциальных микроэлементов, минорных и биологически активных веществ в пищевых продуктах должно соответствовать физиологическим потребностям человека и адекватным уровням потребления [1]. Минорные и БАВ пищи с установленным физиологическим действием – природные вещества пищи установленной химической структуры, играющие важную и доказанную роль в адаптационных реакциях организма, поддержании здоровья человека. К этой группе веществ относятся флавоноиды, регулярное потребление которых приводит к достоверному снижению риска развития различных заболеваний благодаря антиоксидантным свойствам.

Создание и потребление функциональных продуктов питания с антиоксидантным, антимикробным действием снизит риск возникновения сердечнососудистых заболеваний, онкологических заболеваний. При разработке функциональных продуктов питания, придерживаются следующих принципов: выбор основы функционального продукта, исследование применяемых БАД, определение дозировки БАД, разработка технологии продукта с функциональными свойствами.

В последние годы в России возрос интерес к гречихе. Гречиха посевная (*Fagopyrum Mill.*) – важная пищевая культура, обладающая сильной экологической адаптивной способностью. Белковый комплекс гречихи содержит 8 незаменимых аминокислот и по питательности полноценнее белка злаковых, а по усвояемости близок к белковому комплексу коровьего молока и яичного порошка. Полисахаридный комплекс представлен

целлюлозой, резистентным крахмалом, а также сахарозой и декстринами. Гречиха содержит 9 жирных кислот, устойчивых к окислению, поэтому отходы ее производства могут длительно храниться, не теряя своих вкусовых качеств [2, 3]. Зерно и вегетативная масса содержит большое количество органических кислот (лимонной, яблочной, щавелевой). Гречиха богата минералами и витаминами, их содержание выше, чем у других зерновых культур. В вегетативных и генеративных органах гречихи синтезируются биологически активные соединения – флавоноиды (рутин, кверцетин, кэмпферол и др.). При выращивании гречихи, также образуются отходы, а именно лузга, солома, мелкое зерно, отруби. Доля соломы составляет 42-62%, при переработке гречихи образуется 67% крупы ядрицы, 20% лузги, 6% мучки.

До сих пор лузга не нашла применения в промышленности за исключением незначительного ее использования для производства фурфурола, а также как заменителя деревянной доски путем дорогостоящего ее прессования. В последние годы лузгу используют с лечебным эффектом в виде наполнителя для подушек. Самое широкое применение в России лузга нашла в качестве топлива в котельных крупозаводах с целью производства пара. Ряд исследователей пытались использовать тонко измельченную гречневую лузгу в качестве кормовой добавки [10]. Однако, как показали опыты на животных, из-за высокого содержания в ней клетчатки и жесткости происходит травмирование пищеварительного тракта, что не позволяет в таком виде использовать лузгу.

Гречневая лузга содержит до 50% клетчатки, 3-4% сырого протеина, 4-5% жира, 0,2-0,3% сахаров, 9-10% золы, в том числе 0,036% фосфора, 0,015% натрия, 0,06% калия. Содержание аминокислот (в %) составляет 1,65, в том числе триптофана – 0,07, лизина – 0,06, гистидина – 0,03%, аргинина – 0,05%, аспарагиновой кислоты – 0,13, треопина – 0,06, серина – 0,06, глутаминовой кислоты – 0,17, пролина – 0,08, глицина – 0,09, аланина – 0,08, валина – 0,09, метионина – 0,04, изолейцина – 0,05, лейцина – 0,13, тирозина – 0,04, фенилаланина – 0,06, аммиака – 0,21 [9]. Гречневая лузга отличается от оболочек других зерновых культур высоким содержанием полифенолов. В ней присутствуют рутин, кемферол, кверцетин, фенолкарбоновые кислоты: галловая, кофейная, протокатехиновая, хлорогеновая [4, 5].

Уникальный химический состав гречневой лузги предопределяет необходимость развития безотходных технологий переработки лузги [11].

Известно, что гречневая лузга отличается высоким содержанием пищевого водорастворимого красителя – меланина. Меланин участвует в репарации ДНК, нейтрализует продукты перекисного окисления липидов, служит модулятором таких важных систем клеточного метаболизма, как фото – и радиопротекция. Механизм протекторного действия меланина, обеспечивает надежную защиту клеточных систем от факторов мутагенной и канцерогенной природы. Меланин катализирует многие биохимические процессы, дезактивирует свободные радикалы, возникающие после облучения организма ультрафиолетом и ионизирующим излучением, а также в результате некоторых ферментативных процессов и реакций аутоокисления [6, 7, 8].

Ввиду всего выше описанного считали целесообразным разработать способ производства порошка из данного сырья для одной из ведущих отраслей пищевой промышленности – хлебопекарной. Данные, полученные на основании серии экспериментов, представлены ниже.

Для получения порошка гречневую лузгу на первом этапе технологического процесса подвергали очистке от сорной и зерновой примеси и мойке.

Ввиду того, что разрабатываемый порошок предполагается в дальнейшем использовать в производстве хлебобулочных изделий повышенного качества, степень дисперсности отрубных частиц должна быть приближена хотя бы к степени дисперсности муки грубых помолов. С этой целью для размягчения периферических частей лузги, а также повышения доступности биогенных минеральных элементов использовали комплексный ферментный препарат на основе фитазы F 4.2В. Замачивание гречневой лузги осуществляли в ацетатном

буфере в присутствии комплексного ферментного препарата при оптимальных условиях замачивания, установленных экспериментальным путем (табл. 1).

Таблица 1

**Установленные оптимальные параметры замачивания гречневой лузги при производстве порошка**

Параметр замачивания	Значения параметра
Температура, °С	50
рН среды	4,5
Гидромодуль	1:1
Продолжительность, ч	6
Дозировка комплексного ферментного препарата, % от СВ	0,06
Массовая доля влаги после замачивания, %	41,9

Растворенные в буферном растворе ферменты комплексного ферментного препарата при оптимальной температуре их действия проникают в клеточные оболочки лузги, вступают во взаимодействие с некрахмальными полисахаридами и фитином плодовых оболочек, частично модифицируют их, ускоряя их набухание и сокращая процесс замачивания.

Гидролиз гемицеллюлоз приводит к образованию ксилоолигосахаридов, которые препятствуют взаимодействию крахмала с белками клейковины, что в дальнейшем замедляет процесс черствения изделий. Кроме того, уксусная кислота, входящая в состав буферного раствора, широко применяется в качестве консерванта при производстве пищевых продуктов.

По истечении времени ферментативного гидролиза лузгу промывали проточной водой с  $t = 18-20^{\circ}\text{C}$  в течение 5-10 мин.

Ферментированная таким образом гречневая лузга подвергается сушке при температуре не более  $50-60^{\circ}\text{C}$  до влажности не более 11-14%. Главное при этом на данном этапе не нарушить температурный режим, так как если температура превысит  $60^{\circ}\text{C}$ , то это может привести к разрушению флавоноидов и как следствие, к снижению технологических показателей качества и пищевой ценности конечного продукта.

Высушенную гречневую лузгу измельчали до дисперсности частиц не более 0,08 мм.

Интерес к продуктам переработки гречихи во многом обусловлен наличием в их составе флавоноидов. Их количество в полученном порошке гречневой лузги определяли методом дифференциальной спектрофотометрии. Определение основано на способности флавоноидов образовывать окрашенный комплекс со спиртовым раствором хлорида алюминия, который вызывает батохромный сдвиг длинноволновой полосы поглощения и при этом дает основной максимум при  $\lambda=470$  нм. Раствор рутина используется в качестве стандартного образца. Применение в качестве раствора сравнения испытуемого порошка без комплексообразователя позволяет исключить влияние окрашенных и других сопутствующих веществ.

При исследовании было определено, что содержание флавоноидов в порошке гречневой лузги составило  $0,20 \pm 0,03\%$ .

Изучение химического состава порошка гречневой лузги проводили по общепринятым методикам. Количество сырого протеина в порошке гречневой лузги составило – 3,2%; жира – 5,6%; сахара – 0,385%.

Прежде, чем приступить к изучению влияния полученного порошка на качество хлеба, считали необходимым провести исследования по его влиянию на хлебопекарные показатели качества муки: количество и качество клейковины, газообразующую способность, амилолитическую активность. В данной работе использовали муку пшеничную хлебопекарную I сорта (далее – мука). Результаты экспериментов представлены на рисунках 1-2 и в таблице 2.

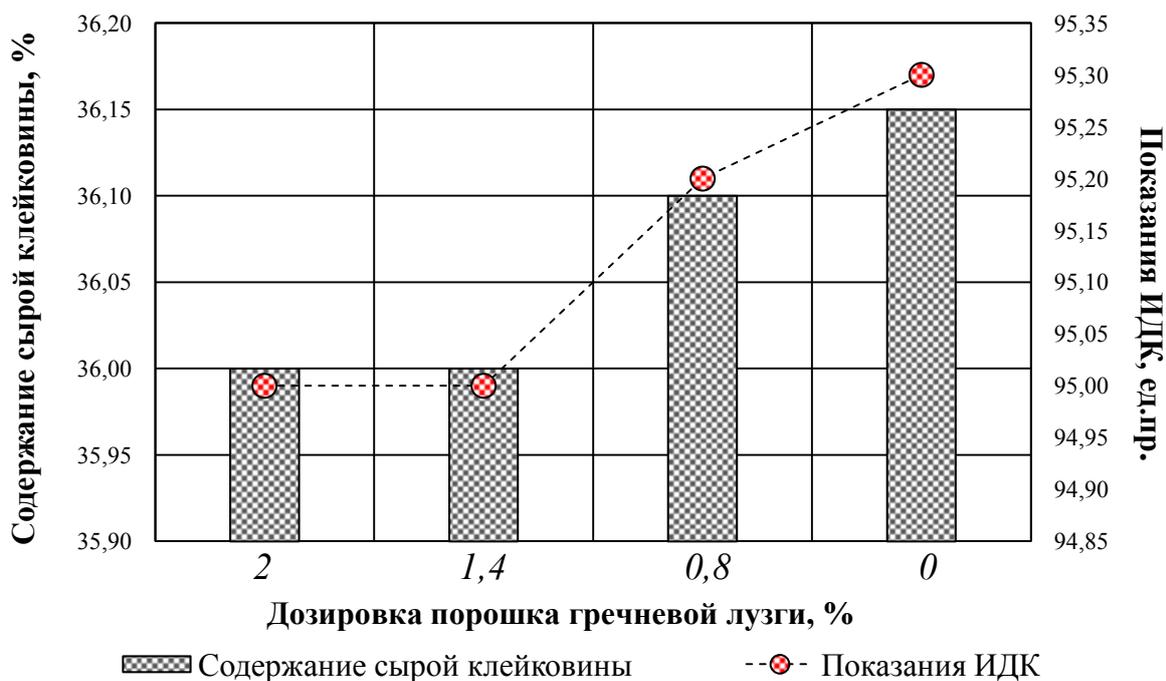


Рис. 1. Влияние дозировки порошка гречневой лузги на клейковинный комплекс муки

С увеличением дозировки порошка гречневой лузги при добавлении в муку из первого сорта снижения сырой клейковины снижается незначительно. Это можно объяснить тем, что флавоноиды обладают высокой реакционной способностью и образуют с белками клейковины прочные связи.

Таблица 2

**Влияние порошка гречневой лузги на автолитическую активность пшеничной муки I сорта**

Наименование показателя	Дозировка порошка гречневой лузги			
	0%	0,8%	1,4%	2,0%
Число падения, с	364	318,2	291,2	316,5

Как видно из результатов исследований, представленных в таблице 2, при внесении порошка гречневой лузги происходит снижение показателя числа падения, что говорит об увеличении активности амилолитических ферментов. Возрастает количество водорастворимых веществ в результате распада крахмала, и вязкость крахмального клейстера снижается. При добавлении порошка гречневой лузги снижение числа падения происходит в наибольшей степени по сравнению с контрольным вариантом, в среднем, на – 15,2%. Так, при внесении 0,8% число падения снижается на 12,57%, 1,4% – на 19,97%, 2,0% смеси – на 13,05% по сравнению с контролем. Очевидно, это объясняется тем, что входящие в состав порошка водорастворимые компоненты снижают вязкость мучной смеси.

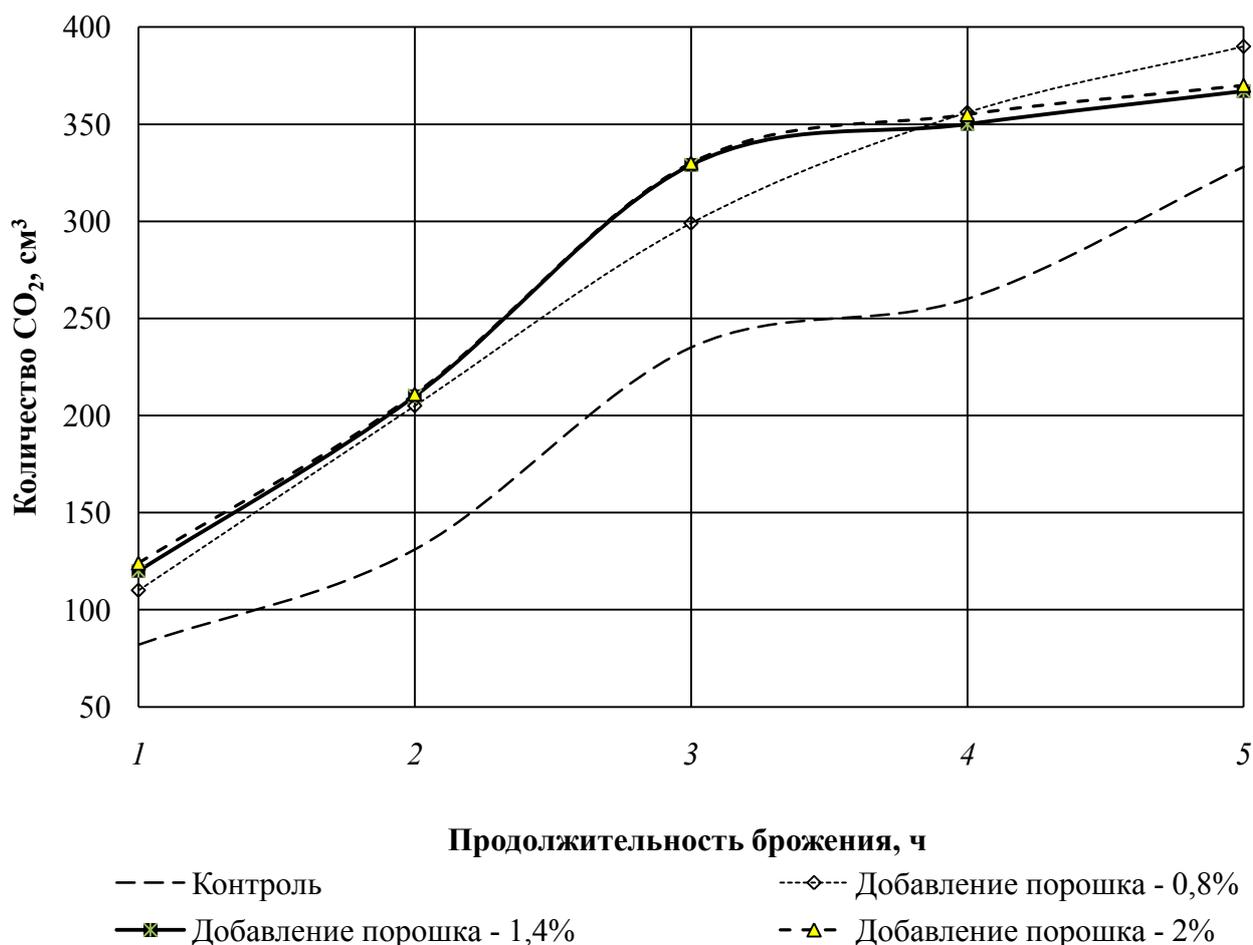


Рис. 2. Газообразующая способность пшеничной муки I сорта с порошком гречневой лузги

Несмотря на то, что при внесении порошка гречневой лузги в пшеничную муку происходит увеличение автолитической активности, она относится к категории «средней» и не превышает установленных нормативов.

Как видно из результатов исследований, представленных на рисунке 2, внесение порошка к пшеничной муке I сорта способствует значительному увеличению интенсивности газообразования в тесте. При этом наибольшее значение показателя газообразующей способности наблюдается в варианте с использованием 2,0% порошка. В данном случае количество выделившегося за 5 часов брожения диоксида углерода составило 1390 см<sup>3</sup>, что на 34,2 % выше, чем в контрольном варианте.

#### Заключение

Увеличение газообразующей способности теста при применении данного порошка можно объяснить тем, что возможно порошок гречневой лузги положительно влияет на ферментативную активность дрожжевых клеток. Также можно предположить, что значительное количество клетчатки в порошке из гречневой лузги влияет на снижение pH теста, что приводит к более глубокому гидролизу крахмала и декстринов.

Таким образом, рядом исследований установлено, что порошок гречневой лузги улучшает хлебопекарные показатели качества муки пшеничной хлебопекарной. Поэтому в задачи дальнейших исследований входит изучение влияния данной добавки на показатели качества хлеба.

#### Литература

1. Казаков Е.Д. Проблемы биологической и пищевой ценности хлеба // Хлебопродукты. – 1997. – № 10. – С. 10-11.

2. Запрометов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях / – М., – 1993. – 119 с.
3. Шарипов С.А. Гречиха – королева крупяных полей // Казань: Татарское книжное издательство, 1991. – 208 с.
4. Kinoshita T. An integrated database of flavonoids // *Biofactors*. – 2006. – Vol.26(3). – P. 179-188.
5. Kreft I. Comparison of buckwheat bread products with the bread from other alternative sources / I. Kreft// *Fagopyrum*. – 2010. – P. 41-46.
6. Мисюрева С.В. Химический состав и перспективы медицинского применения гречихи посевной // *Провизор*. – 1998. – № 11.
7. Ikeda S. Zinc, Y. Yoshihisa content in buckwheat // *Fagopyrum*. – 1990. – № 10. – P. 193-196.
8. Morishita T., Yamaguchi H., Degi K. The contribution of polyphenols to antioxidative activity in common buckwheat and tartary buckwheat grain // *Plant Production Science*. – 2007. – Vol. 10. – P. 99-104.
9. Kuznetsova E., Klimova E., Bychkova T., Zomitev V., Motyleva S., Brindza J. Alteration of Biochemical parameters and microstructure of fagopyrum esculentum moench grain in process of germination // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* vol. 12, – 2018, no. 1, – P. 687-693.
10. Kuznetsova E., Uchasov D., Jarovan N., Klimova E., Motyleva S., Brindza J., Berezina N., Bychkova T., Gavrulina V., Piyavchenko G. Assessment of antioxidant properties of grain concentrate and oxidant-antioxidant status pigs after its inclusion in ration feeding // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* vol. 12, 2018, no. 1, p. 735-743.
11. Klimova E., Fesenko I, Kuznetsova E., Rezynova O., Brindza J., Nasrullaeva G., Kuznetsova E. Assessment of a new artificial buckwheat species fagopyrum hibridum as a source of plant raw materials compared to F.tataricum and F. Esculentum // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, – 2020 - vol. 14 - no. 1 – P. 625-632.

### References

1. Kazakov E.D. Problems of biological and nutritional value of bread. *Bread Products*, 1997, no. 10, pp. 10-11.
2. Zaprometov M.N. Phenolic compounds: distribution, metabolism and functions in plants. Moscow, 1993, 119 p.
3. Sharipov S.A. Buckwheat-the Queen of grain fields. Kazan: Tatar book publishing house, 1991, 208 p.
4. Kinoshita T., Lepp Z., Kawai Y. et al. An integrated database of flavonoids. *Biofactors*, 2006, Vol. 26(3), pp. 179-188.
5. Kreft I. Comparison of buckwheat bread products with the bread from other alternative sources. *Fagopyrum*, 2010.- pp. 41-46.
6. Misyureva S.V. Chemical composition and prospects of medical use of buckwheat. *Pharmacist*, 1998, No.11.
7. Ikeda S., Yoshihisa Y. Zinc content in buckwheat. *Fagopyrum*, 1990, no. 10, pp. 193-196.
8. Morishita T., Yamaguchi H., Degi K. The contribution of polyphenols to antioxidative activity in common buckwheat and tartary buckwheat grain. *Plant Production Science*, 2007, Vol. 10, pp. 99-104.
9. Kuznetsova E., Klimova E., Bychkova T., Zomitev V., Motyleva S., Brindza J. Alteration of Biochemical parameters and microstructure of fagopyrum esculentum moench grain in process of germination. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, vol. 12, 2018, no. 1, pp. 687-693.
10. Kuznetsova E., Uchasov D., Jarovan N., Klimova E., Motyleva S., Brindza J., Berezina N., Bychkova T., Gavrulina V., Piyavchenko G. Assessment of antioxidant properties of grain concentrate and oxidant-antioxidant status pigs after its inclusion in ration feeding. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* vol. 12, 2018, no. 1, pp. 735-743.
11. Klimova E., Fesenko I, Kuznetsova E., Rezynova O., Brindza J., Nasrullaeva G., Kuznetsova E. Assessment of a new artificial buckwheat species fagopyrum hibridum as a source of plant raw materials compared to F.tataricum and F. Esculentum. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2020, vol. 14, no. 1, pp. 625-632.