

УДК 664

# Технология сепарированной очистки от примесей, электрогидравлического размола зерна и электроконтактной выпечки хлебобулочных изделий

Д-р воен. наук Н. А. ЕРМОШИН<sup>1</sup>, канд. техн. наук С. А. РОМАНЧИКОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ermonata@mail.ru, <sup>2</sup>romanchkovspb@mail.ru

Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева

Канд. техн. наук О. И. НИКОЛЮК

nikicarrera78@gmail.com

Войсковая часть 00117

*Производство хлебобулочных изделий является трудоемким, энергозатратным и сложным процессом. В целях интенсификации процесса производства хлебобулочных изделий разработана технология их производства из цельного зерна, с осуществлением всех технологических операций в одном технологическом аппарате. Сущность технологического решения заключается использовании физических принципов принудительной сегрегации зерна для его очистки с последующим электрогидравлическим размолем, а также турбулентного замеса и смешивания ингредиентов при электроконтактной выпечке. Новизна технологии заключается в использовании физического эффекта ультразвуковой обработки воды, зерна, дрожжевой суспензии, электрогидравлического размола зерна и смешивания ингредиентов при термостатическом давлении и воздействии вибрации, а также электроконтактной выпечки, что позволяет ускорить процесс производства, повысить качество и сроки хранения готовой продукции, сократить количество обслуживающего персонала, расхода энергоресурсов. Практическая значимость предлагаемой технологии сепарированной очистки от примесей, электрогидравлического размола зерна и электроконтактной выпечки хлебобулочных изделий состоит в том, что она обеспечивает сохранность полезных свойств зерна на каждой технологической операции производства, сокращение затрат на транспортировку и хранение исходного сырья, уменьшение количества единиц применяемого технологического оборудования и обслуживающего персонала, а также времени производства хлебобулочных изделий.*

**Ключевые слова:** зерно, сепарированная очистка, размол зерна, электроконтактная выпечка, хлебобулочное изделие.

## Информация о статье:

Поступила в редакцию 08.04.2020, принята к печати 10.06.2020

DOI: 10.17586/1606-4313-2020-19-3-64-69

Язык статьи — русский

## Для цитирования:

Ермошин Н. А., Романчиков С. А., Николюк О. И. Технология сепарированной очистки от примесей, электрогидравлического размола зерна и электроконтактной выпечки хлебобулочных изделий // Вестник Международной академии холода. 2020. № 3. С. 64–69.

## The technology of separate grain refining, electro-hydraulic grain milling, and electro contact baking of bakery products

D. Sc. N. A. YERMOSHIN<sup>1</sup>, Ph. D. S. A. ROMANCHIKOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ermonata@mail.ru, <sup>2</sup>romanchkovspb@mail.ru

Military Academy of Logistical Support named after General of the Army A. V. Khrulev

Ph. D. O. I. NIKOLYUK

nikicarrera78@gmail.com

Military Unit Number 00117

*Bakery process is known to be time and energy consuming, and complex one. A technology of the process with the use of whole grain has been developed to intensify production process. All technological operations are carried out in a single unit. The idea behind the technology is the use of physical principles of forced grain segregation to for its refining followed by electro-hydraulic milling, as well as turbulent mixing of ingredients during electro contact baking. The originality of the technology is the use of physical effects of ultrasonic water, grain, and yeast suspension testament; the mixing of the ingredients at thermostatic pressure and under vibration, as well as electro contact baking, allowing to speed up*

*the production process, to increase the quality of the finished product and its shelf-life, to save energy, and to reduce the operating personnel. The practical relevance of the proposed technology of separate grain refining, electro-hydraulic grain milling, and electro contact baking of bakery products is that it guarantees preserving the health — beneficial properties of grain on every technological step of production, as well as reducing the number of technological units used, the operating personnel, and production time of bakery products.*

**Keywords:** grain, separate refining, grain milling, electro contact baking, bakery products.

#### Article info:

Received 08/04/2020, accepted 10/06/2020

DOI: 10.17586/1606-4313-2020-19-3-64-69

Article in Russian

#### For citation:

Yermoshin N. A., Romanchikov S. A., Nikolyyuk O. I. The technology of separate grain refining, electro-hydraulic grain milling, and electro contact baking of bakery products. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2020. No 3. p. 64-69.

### Введение

Разработка технических решений [1, 2], предназначенных для интенсификации и совершенствования производства, снижения финансовых, временных, физических затрат, энергоресурсов и повышения автоматизации технологических процессов и направленных на повышение эффективности производства хлеба и хлебобулочных изделий, а также реализацию Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации, Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года (утвержденной распоряжением Правительства РФ от 29.06.2016 N 1364-р.), государственных программ Российской Федерации: «Развитие оборонно-промышленного комплекса» (постановление Правительства РФ от 16 мая 2016 года № 425–8); «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», (постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 328), концепции «Функциональное питание», требует развития технологических решений.

Особенности производства хлеба и хлебобулочных изделий в сложных природно-климатических условиях потребовали разработку новых технологических решений, к которым относятся:

1. Технология сепарированной очистки от примесей, электрогидравлического размола зерна и электроконтактной выпечки хлеба и хлебобулочных изделий;
2. Технология принудительного теплообмена между теплоносителем и тестозаготовкой и увлажнения газовой среды внутри пекарной камеры в процессе выпечки хлеба;
3. Технология хлеба с использованием электрической хлебопекарной печи ХПЭ-ИУЗ с ультразвуком в импульсном режиме.

В данной статье рассмотрим научно-практические аспекты и технологии производства хлебобулочных изделий и хлебопродуктов из цельного зерна в регионах с особыми климатическими условиями

В основу научного обоснования новой технологии сепарированной очистки от примесей, электрогидравлического размола зерна и электроконтактной выпечки хлебобулочных изделий в условиях низких температур окружающей среды и воздействия факторов, связанных с доставкой и хранением муки, положены принципы ресурсосбережения, повышения качества и пищевой ценности хлебопродуктов, обеспечения автоматизации производства.

### Объект и методы исследования

Технология включает следующие технологические операции (рис. 1): подготовку исходного сырья (воды, цельного зерна, дрожжевой суспензии, солевого раствора); сепарированную и аэрогидроочистку зерна и обработку его инфракрасным излучением; электрогидравлический размол зерна; замес и смешивание хлебопекарного сырья за счет пульсирующего продвижения; созревание и расстойку теста; выпечку; нарезку и упаковку готовых изделий.

Прежде чем перейти к анализу особенностей указанных технологических операций, следует отметить, что их реализация осуществляется за счет применения технологического оборудования, описание которого представлено в работе [1] (рис. 2).

Реализация технологических операций предложенной технологии, в отличие от существующих, осуществляется за счет применения технологического оборудования, описание которого приведено в [1]–[4].

На этапе подготовки хлебобулочного сырья в предлагаемой технологии используются: устройство для ультразвуковой обработки жидких сред, предназначенное для стерилизации воды и ускорения процессов обмена веществ у хлебопекарных дрожжей за счет диффузии; аэратор с вертикальным потокообразователем, обеспечивающий насыщение воды кислородом, что в 2–3 раза повышает бродильную способность дрожжей. Производительность аэратора от 0,3 м<sup>3</sup>/ч до 15 м<sup>3</sup>/ч воздуха.

На этапе подготовки зерна и первой стадии производства хлебобулочных изделий используется устройство для ультразвуковой магнитоотрицательной обработки зерна, состоящее из вибрационного стенда. В последующем используется электрический сепаратор с ТЭНом инфракрасного излучения [5, 6].

Ультразвуковая магнитоотрицательная обработка зерна и его сепарирование в инфракрасном излучении осуществляются последовательно. При ультразвуковой обработке происходит снижение содержания микроорганизмов и плесневых грибов. Сепарирование позволяет очистить зерно от посторонних примесей. На этапе размола зерна применяется электрогидравлическая размольная камера, связанная с дозатором для воды [7]–[11].

Электрогидравлический размол зерна обеспечивает изменение структуры зерна до заданного модуля крупности частиц (пульпы). Параллельная подача воды поз-



Рис. 1. Технологические процессы производства хлебобулочных изделий из цельного зерна

Fig. 1. Technological process of bakery products made from whole grain

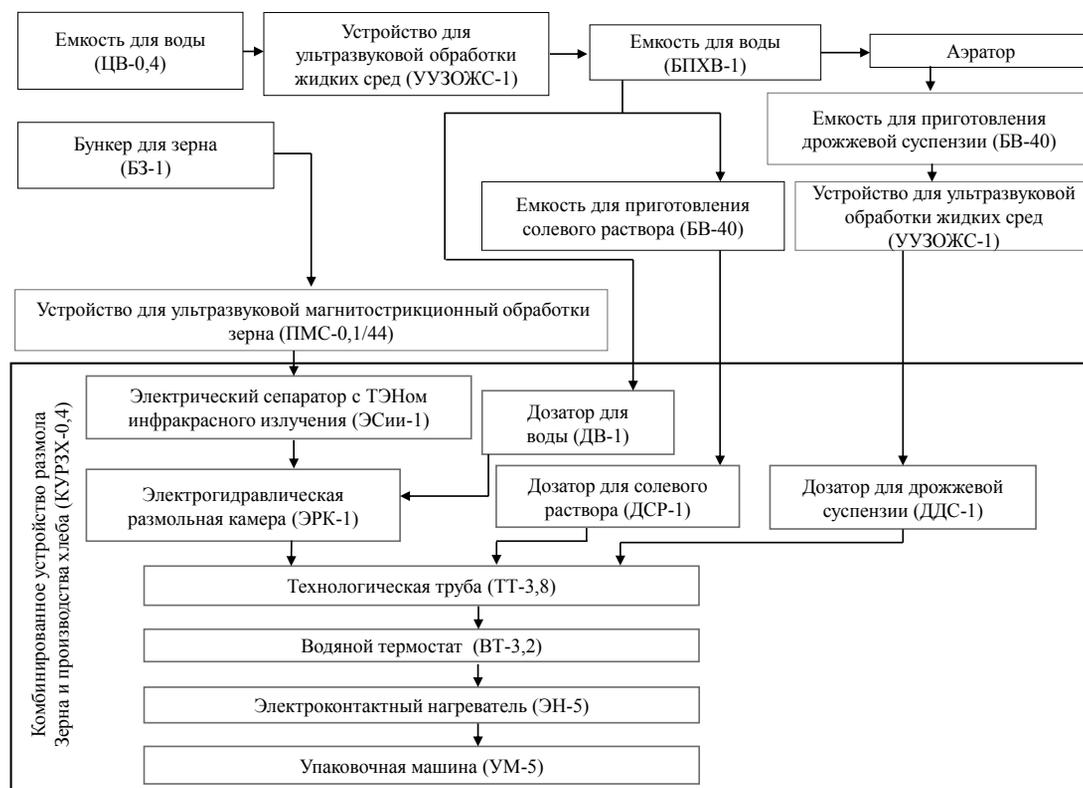


Рис. 2. Порядок использования технологического оборудования для реализации технологии

Fig. 2. Procedure for using process equipment for implementing the technology

воляет обеспечить влажность пульпы  $t=43\pm 2\%$  в зависимости от вида зерна. Этап смешивания хлебопекарного сырья и замеса теста осуществляется в технологической трубе, соединенной через клапан с дозатором дрожжевой суспензии и дозатором солевого раствора. В последующем применяется смеситель. Замес и смешивание с ингредиентами теста осуществляется за счет пульсирующего продвижения и происходит вследствие гидравлических ударов 1/50 в секунду, и за счет продвижения пульпы по технологической трубе, в которую осуществляется подсос дрожжевой суспензии и солевого раствора. Тесто резко уменьшает свою вязкость и со скоростью 100 м/с ударяется о полости статического смесителя, обеспечивающего его перемешивание.

Поддержание 7–9% дрожжевой суспензии и 1,5% солевого раствора (от массы зерна) при постоянной температуре  $t=32\pm 2$  °С и их дозированная подача в технологическую трубу, а затем смешивание позволяют обеспечить равномерность внесения в тесто и добиться максимальной бродильной способности хлебопекарных дрожжей. Этап созревания и расстойки теста, за счет пульсирующего продвижения, осуществляется в водяном термостате, включающем электрические ТЭНы и датчики температуры. Он обеспечивает постоянную температуру  $t=34\pm 2$  °С, что позволяет достичь полного созревания теста за 40–45 мин. Диаметр и длина технологической трубы позволяют поддерживать стабильную температуру внутри водяного термостата, обеспечивать ускоренный безопарный процесс брожения теста.

На этапе выпечки хлебобулочных изделий и их обжарки используется многоканальный электроконтактный нагреватель, состоящий из кольцевых электродов. Электроконтактная выпечка обеспечивает сохранность биологически ценных веществ, содержащихся в хлебопекарном сырье, и не допускает образование канцерогенов в готовых изделиях, интенсифицирует процесс производства и снижает энергопотребление.

Этап упаковки свежеспеченных хлебобулочных изделий температурой  $t=30-36$  °С внутри мякиша, нарезанного ломтями массой  $m=50-70$  г, осуществляется в упаковочной машине. Упаковка хлебобулочных изделий

сразу после выхода из электроконтактного нагревателя и нарезки обеспечивает увеличение срока хранения готовых изделий.

Необходимо отметить, что из 100 кг зерна пшеницы выход муки пшеничной 1 сорта составляет ~ 75 кг. При этом для выработки 100 кг муки пшеничной 1 сорта необходимо 133,3 кг зерна пшеницы. В табл. 1 представлена сравнительная характеристика пищевой ценности зерна пшеницы и муки пшеничной в соотношении 1:0,75.

Использование цельного зерна для производства хлебобулочных изделий позволяет включить в их состав все анатомические части зерна. Это обеспечивает повышение пищевой ценности, а также включение двух типов клетчатки (растворимую и не растворимую), молочную кислоту, которая способствует росту полезной флоры в толстой кишке человека. Эти организмы способны помочь пищеварению, усвоению пищи и даже улучшить иммунную систему граждан, что является крайне важным в отдельных от центра регионах России.

Новизна технологии заключается в использовании физического эффекта ультразвуковой обработки воды, зерна, дрожжевой суспензии, электрогидравлического размола зерна и смешивания ингредиентов при термостатическом давлении и воздействии вибрации, а также электроконтактной выпечки, что позволяет ускорить процесс производства, повысить качество и сроки хранения готовой продукции, сократить количество обслуживающего персонала, расхода энергоресурсов.

Практическая значимость предлагаемой технологии сепарированной очистки от примесей, электрогидравлического размола зерна и электроконтактной выпечки хлебобулочных изделий состоит в том, что она обеспечивает сохранность полезных свойств зерна на каждой технологической операции производства, сокращение затрат на транспортировку и хранение исходного сырья, уменьшение количества единиц применяемого технологического оборудования и обслуживающего персонала, а также времени производства хлебобулочных изделий.

Размол зерна и производство хлеба осуществляются в одном комбинированном, закрытом, автоматизированном устройстве, что значительно повышает показатели

Сравнительная характеристика пищевой ценности муки пшеничной 1 сорта и зерна пшеницы в соотношении 0,75:1

Таблица 1

The nutrition value of the wheat flour of the first grade and wheat grain in the ratio of 0.75:1

Table 1

Показатель	Мука пшеничная 1 с	Зерно пшеницы	Показатель	Мука пшеничная 1 с	Зерно пшеницы
<i>Пищевая ценность</i>			<i>Витамины</i>		
Калорийность, кКал	246,7	305	Витамин РР, мг	1,9	5,3
Белки, г	8,25	11,8	Витамин В1 (тиамин), мг	0,19	0,44
Жиры, г	1,13	2,2	Витамин В9 (фолиевая кислота), мкг	26,6	37,5
Углеводы, г	50,8	59,5	Витамин Е (ТЭ), мг	1,4	3
Моно- и дисахариды, г	0,91	2,5	Витамин А (РЭ), мкг	—	2
<i>Макроэлементы</i>			Витамин Н (биотин), мкг	2,2	10,4
Кальций, мг	18	54	Витамин РР, мг	3,3	7,8
Магний, мг	33	108	<i>Микроэлементы</i>		
Калий, мг	136	337	Железо, мг	1,6	5,4
Фосфор, мг	93	370	Йод, мкг	—	8

Таблица 2

**Основные преимущества технологии сепарированной очистки от примесей, электрогидравлического размола зерна и электроконтактной выпечки хлебобулочных изделий**

Table 2

**Main advantages of the technology of separate grain refining, electro-hydraulic grain milling, and electrocontact baking of bakery products**

Технологическая операция	Положительные эффекты
Подготовка питьевой воды	Снижение количества микроорганизмов. Насыщение в 2,5 раза кислородом. Снижение диффузионного слоя
Подготовка дрожжевой суспензии	Ускорение продолжительности в 3 раза времени активации и перевод работы на аэробные процессы. Повышение активности дрожжей
Подготовка солевого раствора	Полное растворение соли до частиц 30 мкм и содержание 1,5% концентрации при стабильной температуре. Снижение ее влияния на бродильную способность хлебопекарных дрожжей
Аэрогидроочистка зерна и обработка инфракрасным излучением	Снижение количества микроорганизмов и плесневых грибов, необходимости предварительной очистки, промывки, обдувки
Электрогидравлический размол зерна	Сохранение пищевой ценности зерна. Стерилизация мучной пульпы и обеспечение необходимой крупности частиц для ускоренного созревания зерна
Смешивание хлебопекарного сырья и замес за счет пульсирующего продвижения	Обеспечение автоматической дозировки хлебопекарного сырья (дрожжевой суспензии, солевой суспензии). Снижение энергозатрат и исключение необходимости применять обслуживающий персонал для смешивания
Созревание и расстойка теста в движении	Сокращение времени созревания и расстойки теста. Обеспечение соблюдения санитарных норм
Электроконтактная выпечка	Снижение упека. Не допускает образования канцерогенных веществ. Позволяет осуществить выпечку поточным способом
Автоматическая нарезка	Сокращение физических затрат, автоматизация процесса, снижение количества обслуживающего персонала
Автоматическая упаковка	Снижение усушки, обеспечение санитарно-гигиенических норм, увеличение сроков хранения

санитарно-эпидемиологического состояния процесса производства хлеба.

Основные преимущества предложенной технологии, влияющие на увеличение пищевой ценности хлебобулочных изделий, представлены в табл. 2.

### Выводы

Таким образом, наряду со снижением продолжительности на производство хлебобулочных изделий

по предложенной технологии повышается пищевая ценность, а также обеспечивается возможность их производства из цельного зерна в отдаленных от центральных районах регионах. Производство хлебобулочных изделий по рассмотренной выше технологии отличается низкой себестоимостью, высокой технологичностью, что позволяет широко использовать ее в системе продовольственного обеспечения силовых структур, а также при проведении карантинных мероприятий.

### Литература

1. Патент 2645219 Российская Федерация, МПК А21В7/00, Хлебопекарная печь для производства хлеба из цельного зерна / Романчиков С. А. (RU), Тарасов С. Н. (RU); заявитель и патентообладатель ООО «Спецтехмаш» (RU). № 2016150237, заявл. 20.12.2016, опубл. 19.02.2018. Бюл. № 5.
2. Патент 166850 Российская Федерация, МПК А21В 7/00, Устройство для выпечки зернового хлеба / Сычев А. А. (RU), Романчиков С. А. (RU), Пахомов В. И. (RU), Цыковских А. А. (RU); заявитель и патентообладатель ФГКВОО ВО ВАМТО (RU). № 2016112198/13, заявл. 31.03.2016, опубл. 10.12.2016. Бюл. № 34.
3. Ермошин Н. А., Романчиков С. А. Совершенствование производства хлебопродуктов для группировок войск (сил) в особых условиях // Военная мысль. 2018. № 3. С. 19–26.
4. Романчиков С. А. Технические решения для производства хлеба из цельного зерна // Хлебопродукты. 2018. № 9. С. 41–45.
5. Верболоз Е. И., Лоза А. А. Оценка значений технологических параметров электрогидравлического воздействия

### References

1. Patent 2645219 Russian Federation, IPC A21V7 / 00, Bakery oven for the production of whole grain bread / Romanchikov S. A. (RU), Tarasov S. N. (RU); applicant and patent holder of LLC «Spetstekhmash» (RU). no. 2016150237, application 20.12.2016, publ. 19.02.2018. bul. no. 5. (in Russian)
2. Patent 166850 Russian Federation, IPC A21B 7/00, Device for baking grain bread / Sychev A. A. (RU), Romanchikov S. A. (RU), Pakhomov V. I. (RU), Tsylykovskikh A. A. (RU); applicant and patentee of FGKVOU vamto (RU). no. 2016112198/13, application 31.03.2016. publ. 10.12.2016. Byul. no. 34. (in Russian)
3. Yermoshin N. A., Romanchikov S. A. Improving the production of bread products for groups of troops (forces) in special conditions. *Military thought*. 2018. no. 3. Pp. 19–26. (in Russian)
4. Romanchikov S. A. Technical solutions for the production of whole grain bread. *Bread products*. 2018. No. 9. Pp. 41–45. (in Russian)
5. Verboloze E. I., Loza A. A. Estimation of values of technological parameters of electrohydraulic influence on grain product by

- на зерновой продукт численными методами // Вестник ВГУИТ. 2017. № 2. Т. 79. С. 68–72.
6. Черных В. Я., Лабутина Н. В., Крикунова Л. Н. и Спири Р. И. Разработка технологии зернового хлеба на основе ИК-обработкой зерна пшеницы // Материалы научно-технической конференции «Технологии живых систем». М.: МГУПП, 2004. С. 12–16.
  7. Алексеев Г. В., Башева Е. П., Дерканосова А. А. Возможные направления компьютерного моделирования и проектирования технологических машин и оборудования пищевых производств // Вестник ВГУИТ. 2015. № 4 (66). С. 22–27.
  8. Алексеев Г. В., Сергачева Е. С., Леу А. Г., Гончаров М. В. Оценка работоспособности новых рабочих органов оболочечного типа для очистки и измельчения пищевого сырья // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2017. т. 20. № 3. С. 533–540.
  9. Злобин Л. А. Оптимизация технологических процессов хлебопекарного производства. М.: Агропромиздат, 1987. 200 с.
  10. Савельев А. П., Алексеев Г. В., Николук О. И. Расширение ассортимента хлебобулочной продукции ресурсосбережения процесса выпечки // Ползуновский вестник. 2018. № 2. С. 65–68.
  11. Алексеев Г. В., Титова Н. Е., Савельев А. П., Николук О. И. Конструкция энерго- и ресурсосберегающей пекарной камеры // Хлебопродукты. 2018. № 9. С. 55–58.
- numerical methods. *Bulletin of the Voronezh state University of engineering technologies*. 2017. No. 2. T. 79. P. 68–72. (in Russian)
  6. Chernykh V. Ya., Labutina N. V., Krikunova L. N. and Spirin R. I. Development of grain bread technology based on IR processing of wheat grain. *Materials of the scientific and technical conference «technologies of living systems»*. Moscow: MGUPP, 2004, Pp. 12–16. (in Russian)
  7. Alekseev G. V., Basheva E. P., Derkanosova A. A. Possible directions of computer modeling and design of technological machines and equipment for food production. *Bulletin of the Voronezh state University of engineering technologies*. 2015. No. 4 (66). Pp. 22–27. (in Russian)
  8. Alekseev G. V., Sergacheva E. S., LEU A. G., Goncharov M. V. Evaluation of the performance of new shell-type working bodies for cleaning and grinding food raw materials. *Bulletin of the Murmansk State Technical University*. 2017. T. 20. No. 3. Pp. 533 to 540. (in Russian)
  9. Zlobin L. A. Optimization of technological processes of bakery production. Moscow: Agropromizdat, 1987. 200 p. (in Russian)
  10. Savelev A. P., Alekseev G. V., Nikoluk O. I. Expanding the range of bakery products resource-saving baking process. *Polzunovskii Herald*. 2018. no. 2. Pp. 65–68. (in Russian)
  11. Alekseev G. V., Titova N. E., Savelev A. P., Nikoluk O. I. Construction of energy- and resource-saving baking chamber. *Bread products*. 2018. no. 9. Pp. 55–58. (in Russian)

### Сведения об авторах

#### Ермошин Николай Алексеевич

Д. в. н., Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева, 199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова 8, ermonata@mail.ru

#### Романчиков Сергей Александрович

К. т. н., Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева, 199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова 8, romanchkovspb@mail.ru

#### Николук Ольга Ивановна

К. т. н., Войсковая часть 00117, nிகicarrera78@gmail.com

### Information about authors

#### Yermoshin Nikolay A.

D. Sc., Military academy of material support of the general A. V. Khrulev, 199034, Saint-Petersburg, nab. Makarova, 8, ermonata@mail.ru

#### Romanchikov Sergei A.

Ph. D., Military academy of material support of the general A. V. Khrulev, 199034, Saint-Petersburg, nab. Makarova, 8, romanchkovspb@mail.ru

#### Nikolyuk Olga I.

Ph. D., Military Unit Number 00117, nிகicarrera78@gmail.com



## UzProdExpo

16-я Международная специализированная выставка пищевой промышленности и продуктов питания

## UzProdExpo – 2020

25–27 ноября 2020 г

Актуальность проведения выставки обусловлена стремительным развитием пищевой и перерабатывающей промышленности. Основная задача выставки — создание платформы для эффективной деловой коммуникации с производителями продукции, оборудования для переработки, представить в рамках выставки весь технологический процесс производства продуктов питания, от переработки сырья до получения окончательного упакованного продукта.

#### Основные тематические разделы:

- Пищевая промышленность
- Торговое и холодильное оборудование
- Тара и упаковка
- Продукты питания и напитки

#### Место проведения выставки:

НБК «УзЭкспоЦентр», Республика Узбекистан

[www.ieg.uz](http://www.ieg.uz)