

4. Zhuravlev S.Ju. Vlijanie peremennyh vneshnih faktorov na proizvoditel'nost' mashinno-traktornyh agregatov // Vestn. KraGAU. – 2011. – № 7. – S. 148–153.
5. Zhuravlev S.Ju. Mnogokriterial'naja optimizacija jenergozatrata pri ispol'zovanii mashinno-traktornyh agregatov // Tehnika v sel'skom hozjajstve. – 2014. – № 2. – S. 26–28.



УДК 664.724

**Ю.Ф. Росляков, В.В. Вербицкий,  
М.А. Янова**

#### УСТАНОВКА ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ ВЛАЖНОГО РИСА-ЗЕРНА ПРОПИОНОВОЙ КИСЛОТОЙ

**Yu.F. Roslyakov, V.V. Verbitsky,  
M.A. Yanova**

#### THE DEVICE FOR THE PRESERVATION OF WET RICE GRAIN WITH THE HELP OF PROPIONIC ACID

**Росляков Ю.Ф.** – д-р техн. наук, проф. каф. технологии зерновых, хлебных, пищевкусковых и субтропических продуктов Кубанского государственного технологического университета, г. Краснодар. E-mail: lizaveta\_ros@mail.ru

**Вербицкий В.В.** – канд. техн. наук, доц. каф. наземного транспорта и механики Кубанского государственного технологического университета, г. Краснодар. E-mail: vladimirverbitsky2010@gmail.com

**Янова М.А.** – канд. с.-х. наук, доц. каф. товароведения и управления качеством продукции АПК Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: yanova.m@mail.ru

**Roslyakov Yu.F.** – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Technology of Grain, Bread, Food and Flavoring and Subtropical Products, Kuban State Technological University, Krasnodar. E-mail: lizaveta\_ros@mail.ru

**Verbitsky V.V.** – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Land Transport and Mechanics, Kuban State Technological University, Krasnodar. E-mail: vladimirverbitsky2010@gmail.com

**Yanova M.A.** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Merchandizing and Product Quality Control of AIC, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: yanova.m@mail.ru

С целью увеличения сроков безопасного хранения зерна риса с оптимальной технологической влажностью и исключения потерь была разработана установка для обработки влажного зерна риса органическим консервантом перед закладкой на хранение. Установка относится к оборудованию для консервации влажного зерна с использованием фазового перехода консерванта и предназначена для обработки риса-зерна консервантом в потоке. Она содержит горизонтальный шнековый транспортер с двумя паровыми камерами, одна из которых охватывает его кожух, а вторая расположена в теле шнека; средства загрузки и выгрузки зерна; емкость с пропионовой кислотой и кипятильником, сообщенная с паровыми камерами, связанными, в свою очередь, через сопловые отверстия с полостью кожуха транспортера. Использование установки позволяет повысить равномерность распределения консерванта в консервируемой зерновой массе, надежность стерилизации зерна за счет увеличения вероятности уничтожения кислоторезистентных форм микрофлоры и существенно снизить расход пропионовой кислоты за счет повышения равномерности ее распределения по поверхности зерновок и минимизации толщины образующейся на их поверхности пленки пропионовой кислоты, а также повысить пищевую безопасность зерна риса. Зерно оптимальной технологической влажности,

обработанное на предлагаемой установке, можно хранить до 6 мес., а затем перерабатывать его во влажном состоянии, при этом повышается общий выход крупы и, в частности, целого ядра за счет снижения растрескивания эндосперма зерновок при шелушении и шлифовании и в результате исключения процесса сушки риса-зерна. Техническим результатом использования предлагаемой установки является равномерность распределения консерванта в консервируемой зерновой массе, полное подавление развития всех форм микрофлоры на обработанном зерне. Конструкция установки позволяет повысить вероятность уничтожения не только вегетативных, но и споровых форм микроорганизмов, населяющих зерновую массу, при генерировании в потоке пропионовой кислоты ультразвуковых колебаний.

**Ключевые слова:** рис-зерно, установка, пропионовая кислота, стерилизация, ультразвуковые колебания.

For the purpose of increasing in the terms of safe storage of rice grain with optimum technological humidity and the excluding of losses the installation or processing of rice wet grain by organic preservative before laying on storage was developed. The installation belongs to the equipment for preservation of wet grain with use of phase transition of preservative and is intended for rice-grain processing by pre-

*servative in the stream. It contains a horizontal screw conveyor with two steam chambers, one of which covers its casing, and the second is located in the body of the screw, the means of loading and unloading grain, a container with propionic acid and a boiler, adjacent to steam chambers connected in turn through the nozzle openings with the cavity of conveyor housing. The use of installation allows to increase the uniformity of distribution of the preservative in canned grain mass, the reliability of sterilization of grain by increasing the probability of destruction acid resistant forms of microflora and significantly reduce the consumption of propionic acid by increasing the uniformity of its distribution on the surface of the grains and minimize the thickness formed on the surface of the film of propionic acid, as well as to improve the food safety of the rice grain. The grain of optimum technological humidity processed on the offered installation grain of rice can be stored up to 6 months, and then recycled in wet condition, while increasing the total yield of cereals and, in particular, the whole kernel by reducing the cracking of endosperm grains when peeling and grinding and by eliminating the drying process of rice-grain. Technical result of using offered installation is uniformity of distribution of preservative in preserved grain weight, full suppression of development of all forms of microflora on processed grain. The design of installation allows increasing the probability of destruction not only vegetative, but also sporous forms of the microorganisms occupying grain weight at generation in the stream of propionic acid of ultrasonic fluctuations.*

**Keywords:** *rice-grain, installation, propionic acid, sterilization, ultrasonic fluctuations.*

**Введение.** Рис – диетический продукт, поэтому использовать при его хранении консерванты следует с большой осторожностью. Повысить общий выход крупы и, в частности, целого ядра за счет снижения растрескивания эндосперма зерновок при сушке, шелушении и шлифовании можно при переработке риса-зерна с оптимальной технологической влажностью – 15,0–16,5 %, но такое зерно нестабильно при хранении. Для стабилизации такого зерна при хранении достаточно использовать низкие дозы консерванта (0,07–0,09 % пропионовой кислоты к массе зерна) [1, 2, 7].

**Цель исследования:** разработать установку для обработки влажного зерна риса органическим консервантом перед закладкой на хранение.

**Результаты исследования.** Известна установка для консервации влажного зерна пропионовой кислотой, содержащая горизонтальный шнековый транспортер с герметичным кожухом, средства загрузки и выгрузки зерна, емкость с пропионовой кислотой и средство подачи пропионовой кислоты в шнековый транспортер, включающее насос и распылительные форсунки [1, 2].

Недостатками этой установки является недостаточная равномерность распределения консерванта в консервируемой зерновой массе, низкая надежность стерилизации зерна и высокий расход консерванта.

Установки для консервации зерна с использованием комбинированных приемов обработки отличаются сложностью конструкций [3–5].

Техническим результатом использования предлагаемой нами установки является полное подавление развития всех форм микрофлоры на обработанном зерне [6]. Данная установка обеспечивает эффективное внесение пропионовой кислоты в зерновую массу в аэрозольном состоянии и позволяет добиваться высокой равномерности распределения консерванта в зерновой массе, что является одним из важных условий надежной консервации зерна и повышения его пищевой безопасности.

Технический результат достигается тем, что установка для консервации зерна пропионовой кислотой, содержащая горизонтальный шнековый транспортер с герметичным кожухом, средства загрузки и выгрузки зерна, емкость с пропионовой кислотой и средство подачи пропионовой кислоты в шнековый транспортер, снабжена установленным в емкости с пропионовой кислотой кипятильником, а средство подачи пропионовой кислоты в шнековый транспортер включает две паровые камеры, одна из которых охватывает его кожух, а вторая выполнена в теле шнека, каждая из которых сообщена с полостью кожуха шнекового транспортера через сопловые отверстия.

Это позволяет повысить равномерность распределения консерванта в консервируемой зерновой массе, надежность стерилизации зерна за счет увеличения вероятности уничтожения кислоторезистентных форм микрофлоры и существенно снизить расход пропионовой кислоты за счет повышения равномерности ее распределения по поверхности зерновок и минимизации толщины образующейся на их поверхности пленки пропионовой кислоты, а так же повысить пищевую безопасность зерна риса. В предпочтительном варианте сопловые отверстия паровых камер выполнены по форме сопел Лавалья.

Кроме этого конструкция установки позволяет повысить вероятность уничтожения не только вегетативных, но и спорных форм микроорганизмов, населяющих зерновую массу, при генерировании в потоке пропионовой кислоты ультразвуковых колебаний. С этой целью сопловые отверстия снабжены на входе завихрителями.

Повысить надежность стерилизации и длительность безопасного хранения зерна можно за счет увеличения энергоемкости генерируемых в потоке пропионовой кислоты ультразвуковых колебаний.

Схема предлагаемой установки представлена на рисунке 1; на рисунке 2 показан фрагмент паровой камеры с соплами Лавалья; на рисунке 3 то же, но с завихрителями. Установка для консервации зерна пропионовой кислотой содержит горизонтальный шнековый транспортер с герметичным кожухом 1 и приводным шнеком 2, средство 3 загрузки зерна, средство 4 выгрузки зерна, емкость 5 с пропионовой кислотой, в которой размещен кипятильник 6, и средство подачи пропионовой кислоты в шнековый транспортер, включающее охватывающую кожух 1 паровую камеру 7 и размещенную в теле шнека 2 паровую камеру 8, каждая из которых сообщена с полостью кожуха 1 сопловыми отверстиями 9, которые предпочтительно могут быть выполнены по форме сопел Лавалья, а в желательном варианте могут быть снабжены установленными на входах завихрителями 10.

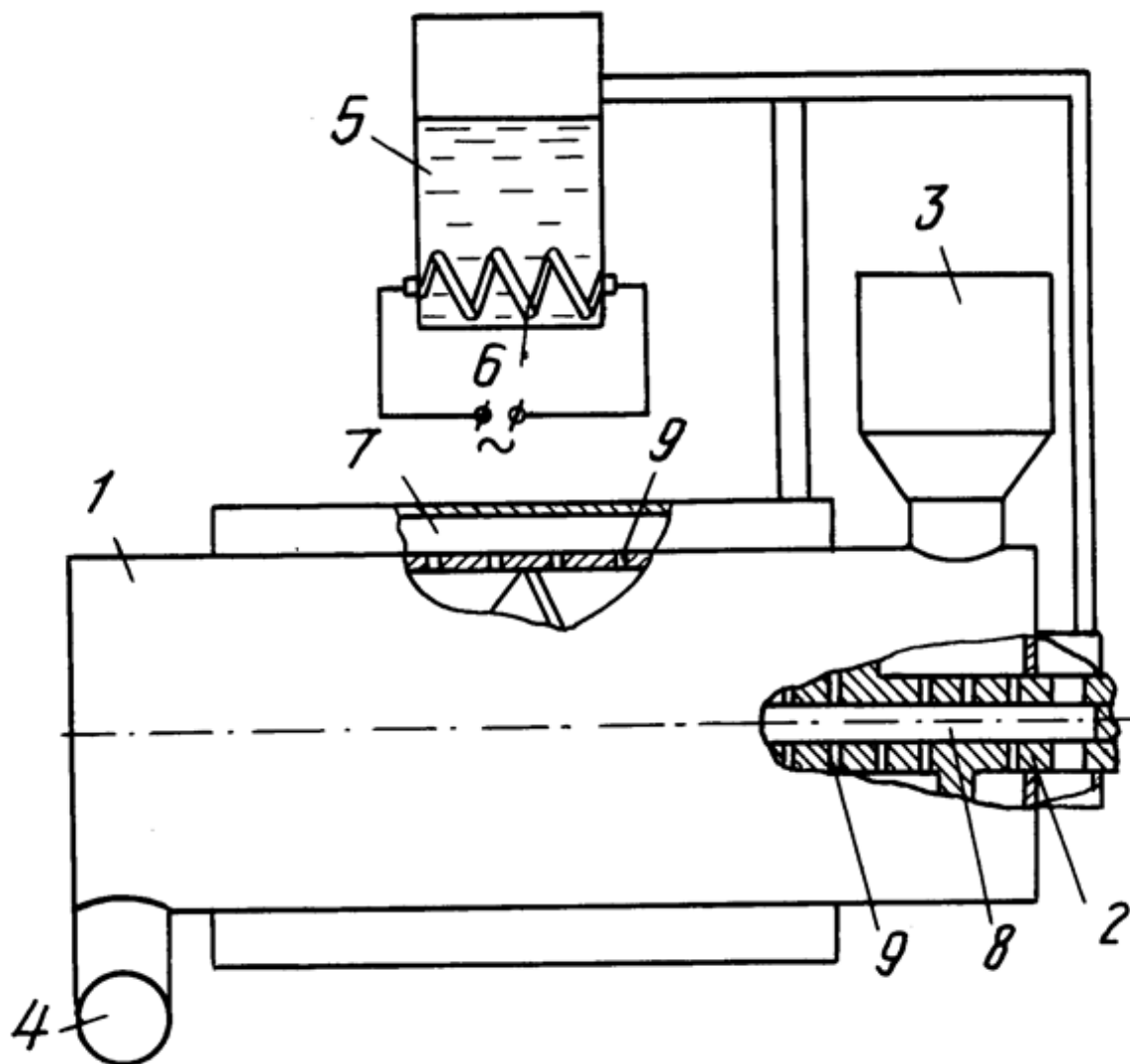


Рис. 1. Схема установки для консервации влажного зерна (в том числе риса) пропионовой кислотой

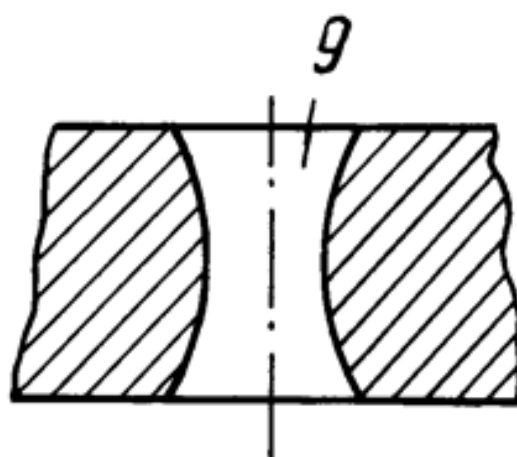


Рис. 2. Фрагмент паровой камеры с соплом Лавая

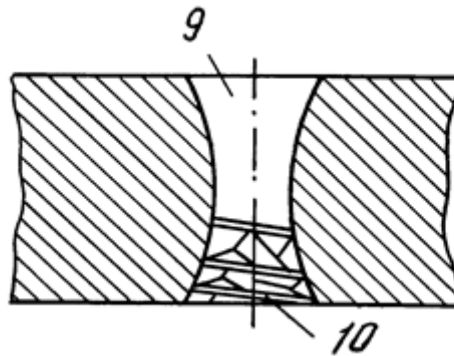


Рис. 3. Фрагмент паровой камеры с соплом Лавалья и завихрителем

При работе установки зерно средством 3 подают в кожух 1 шнекового транспортера, в котором оно захватывается приводным шнеком 2 и транспортируется по кожуху 1 в сторону средства 4 выгрузки. Кипятильником 6 пропионовую кислоту в емкости 5 доводят до кипения и подают ее пары в камеры 7 и 8. Под действием избыточного давления, возникающего в парах пропионовой кислоты при ее кипячении в закрытой емкости 5, пары пропионовой кислоты поступают из камер 7 и 8 через сопловые отверстия 9 в полость кожуха 1 и взаимодействуют с транспортируемым шнеком 2 зерном в условиях встречной подачи и поперечно-поточного контактирования. За счет охлаждения паров пропионовой кислоты при теплообмене с зерном происходит их конденсация на поверхности зерна с образованием пленки, толщина которой многократно меньше, чем при аэрозольном распылении. Кроме того, встречная подача паров пропионовой кислоты обеспечивает повышение равномерности ее распределения в массе зерна, в отличие от установки-прототипа, в которой максимальное количество пропионовой кислоты оседает на периферийных слоях зерна. В результате экзотермического эффекта конденсации паров пропионовой кислоты на поверхности зерна микрофлора подвергается комбинированному тепловому и химическому воздействию, что повышает вероятность уничтожения сплиторезистентных форм микрофлоры и надежность стерилизации зерна.

При выполнении сопловых отверстий 9 по форме сопел Лавалья поток паров пропионовой кислоты достигает сверхзвуковой скорости истечения и создает на выходе из них турбулентный срыв, сопровождающийся образованием и схлопыванием кавитационных полостей с ультразвуковой частотой.

Генерируемая ультразвуковая волна передается потоками паров пропионовой кислоты на поверхность зерна и приводит к динамическому разрушению клеточных оболочек находящейся там микрофлоры. Это особенно важно для повышения надежности стерилизации, поскольку позволяет уничтожить споры, обладающие высокой стойкостью как по отношению к пропионовой кислоте, так и к тепловой обработке.

При наличии на входе сопел 9 Лавалья завихрителей 10 сверхзвуковой поток паров пропионовой кислоты приобретает закрученную структуру, имеет бочкообразную форму и создает регулярные скачки уплотнения в узлах

бочек с ультразвуковой частотой. В результате повышается энергоемкость генерируемых в потоке пропионовой кислоты ультразвуковых колебаний и вероятность уничтожения микрофлоры как в вегетативной, так и в споровой форме.

Обработанное таким образом зерно с образовавшейся на его поверхности пленкой пропионовой кислоты транспортируется шнеком 2 к выходу из кожуха 1 шнекового транспортера и удаляется средством 4 для последующей закладки на хранение. Предлагаемая установка позволяет повысить равномерность распределения консерванта в консервируемой зерновой массе, увеличить надежность стерилизации зерна и существенно снизить расход пропионовой кислоты. Это открывает возможности консервации влажного зерна риса, являющегося диетическим продуктом.

Таким образом, предлагаемая установка для консервации влажного зерна (в том числе риса) пропионовой кислотой, содержащая горизонтальный шнековый транспортер с герметичным кожухом, средства загрузки и выгрузки зерна, емкость с пропионовой кислотой и средство подачи пропионовой кислоты в шнековый транспортер, отличается от аналогов тем, что она снабжена установленным в емкости с пропионовой кислотой кипятильником, а средство подачи пропионовой кислоты в шнековый транспортер включает две паровые камеры, одна из которых охватывает его кожух, а другая выполнена в теле шнека, каждая из которых сообщена с полостью кожуха шнекового транспортера через сопловые отверстия.

Кроме этого установка отличается тем, что сопловые отверстия паровых камер выполнены по форме сопел Лавалья, а каждое сопловое отверстие снабжено установленным на входе завихрителем.

**Выводы.** Предлагаемая установка позволяет повысить равномерность распределения консерванта в консервируемой зерновой массе, увеличить надежность стерилизации зерна и существенно снизить расход пропионовой кислоты и повысить пищевую безопасность консервированного зерна.

Зерно оптимальной технологической влажности, обработанное на предлагаемой установке, можно хранить до 6 мес., а затем перерабатывать его во влажном состоянии, при этом повышается общий выход крупы и, в частности, целого ядра за счет снижения растрескивания эндосперма зерновок при шелушении и шлифовании и в

результате исключения процесса сушки риса-зерна. Санитарно-гигиенические показатели крупы, полученной из консервированного зерна риса, не отличаются от крупы, полученной из риса-зерна, стабилизированного способом тепловой сушки, а относительная биологическая ценность консервированного риса-зерна сохраняется на исходном уровне и приближается к казеину.

Это открывает возможности консервации влажного зерна риса, являющегося диетическим продуктом.

#### Литература

1. Росляков Ю.Ф. Исследование и разработка способа консервирования влажного зерна риса пропионовой кислотой: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: Изд-во МТИПП, 1977. – 24 с.
2. Росляков Ю.Ф. Теоретические и прикладные основы консервации зерна риса: дис. ... д-ра техн. наук. – М.: Изд-во МГУПП, 1997. – 68 с.
3. Способ подготовки и переработки зерна: пат. на изобретение № 2088332 RU. МПК<sup>6</sup> B02B5/00, A23B9/26 / Росляков Ю.Ф., Вербицкий В.В., Прудникова Т.Н. [и др.]. – Оpubл. 06.07.1995.
4. Установка для послеуборочной обработки зерна: пат. на изобретение № 2084119 RU. МПК<sup>6</sup> A01F25/08 / Вербицкий В.В., Росляков Ю.Ф., Прудникова Т.Н., Ильчишина Н.В. – Оpubл. 06.07.1995.
5. Устройство для послеуборочной обработки зерна: патент на изобретение № 2081552 RU. МПК<sup>6</sup> A01F25/00, A23B9/32, A23L3/3589 / Росляков Ю.Ф., Квасенков О.И., Вербицкий В.В., Ильчишина Н.В. – Оpubл. 09.10.95.
6. Установка для консервации зерна пропионовой кислотой: пат. РФ на изобретение № 2081600 RU, МПК<sup>6</sup> A23B9/32 / Росляков Ю.Ф., Квасенков О.И. – Оpubл. 20.06.97.

7. Способ консервации зерна: пат. на изобретение RUS. № 2156073. МПК<sup>7</sup> A23B9/00, A23B9/26, A01F25/00 / Квасенков О.И., Юшина Е.А., Росляков Ю.Ф. – Оpubл. 09.07 1999.

#### Literatura

1. Rosljakov Ju.F. Issledovanie i razrabotka sposoba konservirovanija vlazhnogo zerna risa propionovoj kislotoj: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. – M.: Izd-vo MTIPP, 1977. – 24 s.
2. Rosljakov Ju.F. Teoreticheskie i prikladnye osnovy konservacii zerna risa: dis. ... d-ra tehn. nauk. – M.: Izd-vo MGUPP, 1997. – 68 s.
3. Sposob podgotovki i pererabotki zerna: pat. na izobretenie № 2088332 RU. МПК<sup>6</sup> B02B5/00, A23B9/26 / Rosljakov Ju.F., Verbickij V.V., Prudnikova T.N. [i dr.]. – Opubl. 06.07.1995.
4. Ustanovka dlja posleuborochnoj obrabotki zerna: pat. na izobretenie № 2084119 RU. МПК<sup>6</sup> A01F25/08 / Verbickij V.V., Rosljakov Ju.F., Prudnikova T.N., Il'chishina N.V. – Opubl. 06.07.1995.
5. Ustrojstvo dlja posleuborochnoj obrabotki zerna: patent na izobretenie № 2081552 RU. МПК<sup>6</sup> A01F25/00, A23B9/32, A23L3/3589 / Rosljakov Ju.F., Kvasenkov O.I., Verbickij V.V., Il'chishina N.V. – Opubl. 09.10.95.
6. Ustanovka dlja konservacii zerna propionovoj kislotoj: pat. RF na izobretenie № 2081600 RU, МПК<sup>6</sup> A23B9/32 / Rosljakov Ju.F., Kvasenkov O.I. – Opubl. 20.06.97.
7. Sposob konservacii zerna: pat. na izobretenie RUS. № 2156073. МПК<sup>7</sup> A23B9/00, A23B9/26, A01F25/00 / Kvasenkov O.I., Jushina E.A., Rosljakov Ju.F. – Opubl. 09.07 1999.