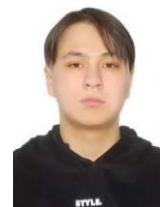


S.F. Sorochenko // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – No. 7. – S. 79-87.

12. Razrabotka avtomaticheskoi sistemy upravleniia rabochimi organami mashiny dlia pristvolnoi obrabotki pochvy / N.A. Pushkov,

N.I. Razzamazov, V.S. Afonin, S.F. Sorochenko // Sovremennye tsifrovye tekhnologii. Sbornik materialov III Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (03 iyunia 2024 g.). – Barnaul: AltGTU, 2024. – S. 268-271.



УДК 663.97.051

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-246-4-90-100

Э.А. Смаилов, Р.Н. Арапчаев, М.О. Эргешов,
Б.К. Омурзаков, М. Смаилов
E.A. Smailov, R.N. Arapbaev, M.O. Ergeshov,
B.K. Omurzakov, M. Smailov

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ СУШКИ ЗЕРНОВКИ ШАЛЫ РИСА

RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF A NEW INSTALLATION FOR DRYING UNCLEANNED RICE GRAIN

Ключевые слова: сушка, зерновка шалы, рис, природно-климатические условия, сушильная установка, температура, продолжительность сушки, вентилятор, нагревательные электротены, паротермическая обработка.

Рис, возделываемый в Кыргызстане, отличается сравнительно высокой калорийностью, содержит много безазотистых экстрактивных веществ и ниацин, в белке довольно много незаменимых аминокислот. Содержание белка, производимого в Кыргызстане, намного выше, до 13%, тогда как, по данным авторов, в рисах, производимых в США, не выше 7,5%, мировой стандарт по содержанию белков в мире – 6,0%. Возделывание риса в Узгенском районе отличается от других зон возделывания своеобразной старинной «дедовской» технологией естественной послеуборочной обработки, которой нигде в мире нет. Из 1 сорта риса получают 3 вида: (белый – бежевый, «зарча» – светло-коричневый, «даста-сарык» – темно-коричневый), которые значительно отличаются друг от друга качественными показателями и химическим составом. Конечное качество риса определяется послеуборочными процессами. Регулируя этапы послеуборочных процессов и их режимы, можно в ту или иную сторону уменьшить химический состав и вид риса. Разработка технологии и технических средств сушки зерновки шалы риса применительно к природно-климатическим

условиям Кыргызстана имеет важное значение. В связи с этим проведены анализ способов сушки, применяемых в Кыргызстане, и экспериментальные исследования камерных сушильных сооружений, на основе которых рекомендуется новое эффективное направление камерных способов сушки зерновки шалы риса. Проведенные экспериментальные исследования показали, что в природно-климатических условиях эффективно использовать недорогостоящие камерные сушильные установки, а для ускорения процесса – современные солнечные панели.

Keywords: drying, uncleaned rice grain, rice, natural and climatic conditions, drying installation, temperature, drying duration, fan, electric heaters, steam-thermal treatment.

Rice grown in Kyrgyzstan is characterized by a relatively high caloric value, contains many nitrogen-free extractive substances and niacin, and the protein contains quite a lot of essential amino acids. The protein content of rice produced in Kyrgyzstan is much higher, up to 13%, while according to the authors, in rice produced in the USA it is no higher than 7.5%, and the world standard for protein content in rice is 6.0%. Rice growing in the Uzgen region differs from other cultivation zones by a peculiar old grandfather's technology of natural post-harvest handling

which does not exist anywhere in the world; therefore, three types are obtained from one rice variety here: (white - beige; "zarcha" - light brown; and "dasta-saryk" - dark brown). They differ significantly from each other in quality indices and chemical composition. The final quality of rice is determined by post-harvest processes; by regulating the stages of post-harvest handling processes and their modes, it is possible to turn the quality, chemical composition and type of rice in one direction or another. Therefore, the development of technology and technical means for drying uncleaned rice grain, applicable to the natural and

climatic conditions of Kyrgyzstan, is of great importance. In this regard, the analysis of drying methods used in Kyrgyzstan was conducted and, based on them experimental studies of chamber drying plants were conducted on which basis a new effective direction of chamber techniques for drying uncleaned rice grain is advised. The experimental studies show that under the existing natural and climatic conditions it is effective to use inexpensive chamber drying units, and to speed up the process, it is necessary to use modern solar panels.

Смаилов Эльтар Абламетович, д.с.-х.н., профессор, Киргизско-Узбекский международный университет им. Батырлы Сыдыкова, Ошский государственный университет, г. Ош, Киргизская Республика, e-mail: eltar_uito@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1359-7390.

Арапбаев Русланбек Нурмаматович, к.т.н., доцент, проректор по учебной работе, Ошский государственный университет, г. Ош, Киргизская Республика, e-mail: rarapbaev@oshsu.kg. ORCID: 000-0003-3157-9716.

Эргешов Мансурбек Османалыевич, аспирант, Ошский государственный университет, г. Ош, Киргизская Республика, e-mail: mansur.85kg@mail.ru. ORCID: 0009-0004-7357-8361.

Омурзаков Бектур Кадырбекович, аспирант, Ошский технологический университет, г. Ош, Киргизская Республика, e-mail: beka2010@mail.ru. ORCID: 0009-0006-9785-7474.

Смаилов Мухамаддияр, соискатель, Ошский технологический университет, г. Ош, Киргизская Республика, e-mail: smailovdiya@gmail.com. ORCID: 0009-0001-9975-2872.

Smailov Eltar Ablametovich, Dr. Agr. Sci., Prof., Batyraly Sydykov Kyrgyz-Uzbek International University, Osh State University, Osh, Kyrgyz Republic, e-mail: eltar_uito@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1359-7390.

Arapbaev Ruslanbek Nurमतamovich, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Deputy-Rector for Academics, Osh State University, Osh, Kyrgyz Republic, e-mail: rarapbaev@oshsu.kg. ORCID: 000-0003-3157-9716.

Ergeshov Mansurbek Osmanalyevich, post-graduate student, Osh State University, Osh, Kyrgyz Republic, e-mail: mansur.85kg@mail.ru. ORCID: 0009-0004-7357-8361.

Omurzakov Bektur Kadyrbekovich, post-graduate student, Osh Technological University, Osh, Kyrgyz Republic, e-mail: beka2010@mail.ru. ORCID: 0009-0006-9785-7474.

Smailov Mukhamaddiyar, degree applicant, Osh Technological University, Osh, Kyrgyz Republic, e-mail: smailovdiya@gmail.com. ORCID: 0009-0001-9975-2872.

Введение

Рис, возделываемый в Кыргызстане [1, 2], отличается сравнительно высокой калорийностью, содержит много безазотистых экстрактивных веществ и ниацина, сравнительно мало белка, хотя в нем довольно много незаменимых аминокислот. Содержание белка, производимого в Кыргызстане, намного выше, до 13%, тогда как, по данным авторов, в рисах, производимых в США, не выше 7,5%, мировой стандарт на содержание белков в мире – 6,0% [2].

Высоким рыночным спросом пользуется рис, производимый в Узгенском и Кара-Кульджинском районах, от светло-буроватого до темно-коричнево-бурого цвета. Рис, производимый в Джалал-Абадской и Баткенской областях, в основном на 100% белый и используется для диетических блюд в кулинарии.

Возделывание риса в Узгенском районе отличается от других зон возделывания техникой и своеобразной старинной «дедовской» техно-

логией естественной послеуборочной обработки [3, 6, 7], которой нигде в мире нет. Из одного сорта риса получают три вида: (белый – бежевый, «зарча» – светло-коричневый, «дастасарык» – темно-коричневый), которые значительно отличаются друг от друга качественными показателями и химическим составом. Качественные и лечебные свойства узгенского риса неоспоримы и высоко оценены в Японии на Международной выставке по рису. Много узгенского риса вывозится в республики Средней Азии, особенно в Узбекистан, Россию.

Рыночная стоимость риса определяется его качеством, которое обычно достигает своего пика сразу после уборки с поля. Конечное качество риса устанавливается послеуборочными процессами. Регулируя этапы послеуборочных процессов и их режимы, можно в ту или иную сторону уменьшить качество, химический состав и вид риса [1].

Целью работы является разработка технических средств сушки зерновки шалы риса применительно к природно-климатическим условиям Кыргызстана». **Задача** состоит в изготовлении установки и ее экспериментальном исследовании.

Материал и методика исследования

Исследования проводились с августа по октябрь на рисовых полях в селе Озгоруш (крестьянское хозяйство Айытки Калановой), Рыбхоз (мельничный комплекс Кимсанова Эргеша) и НПСХК «Тамеки», Дон-Булакской сельской управы Узгенского района, на районированных сортах риса Кара-Кылтырык, Ак-Урук, а также на сортах, полученных методом естественного отбора от сорта Ак-Урук – Узген, Муса-2 и др. в течение 2022-2024 гг. В работе исследовались 2 варианта технологии: 1-й – общепринятая технология уборки, естественная паротермическая обработка и сушка зерновки шалы риса на солнце; 2 – технология сушки на разработанной 2-секционной экспериментальной сушильной установке.

В обоих вариантах использовались одинаковые способы уборки и послеуборочной паротермической обработки, которые заключаются в следующем: сброс воды – за 3 дня до начало уборки; после уборки – укладка снопов в скирду (при ручной уборке) и укрытие брезентом (при уборке прямым комбайнированием). Снопья риса, укрытые брезентом, находились в скирде. Естественная паротермическая обработка – 15 дней. После чего был проведен об-

молот снопов растения риса на комбайне (ручной уборки) для последующей сушки на солнце. Для определения влажности зерновки шалы риса перед началом естественной солнечной сушки и в процессе сушки в экспериментальной сушильной установке отбирали образцы для анализа.

Результаты исследования

Исследованиями [4, 5] установлено, что в природно-климатических условиях Кыргызстана основным до недавнего времени являлась сушка зерновки шалы риса на солнце, где продолжительность процесса составляла 312 ч и более (минимум 13 дней) [4], что во многом зависит от погодно-климатических условий года. Для сокращения продолжительности процесса сушки зерновки шалы риса начали применять барабанные сушильные установки, работающие на твердом топливе – угле [5]. Но из малой производительности и большого расхода угля на сушку 1 т зерновки шалы большинство предпринимателей, занимающихся проблемами сушки зерновки шалы риса, отказались от барабанных сушильных установок, оставшиеся переоборудованы в «умные печи» для отопления углем.

Нами проведены предварительные исследования сушки различной толщины слоя зерновки шалы риса примитивными способами (рис. 1 а, б), то есть продувкой вентилятором небольшой мощности (3 кВт).



А



Б

Рис. 1. Продувка скирды зерновки шалы риса вентилятором (А) и простая комната для продувки вентилятором (Б)

В последующем разработаны 2-секционные экспериментальные сушильные установки (рис. 2). На рисунке 3 представлен внутренний вид экспериментальной сушильной камеры, имеющей следующие параметры: длина – 4 м, ширина – 2,5 м, высота – 1,5 м, высота нижней воздухопроводной части камеры – 0,5 м, которая сверху обшита рейкой 5х5 см через каждые 0,5 м ее длины и ширины, где уложена сетка мак 10х10 см, мелкая сетка 0,3 мм. Дверцы для загрузки и выгрузки ограждаются вставными

деревянными ограждениями на уровне высоты загрузки и укрываются брезентом (рис. 4).

В торцевой стороне нижней воздухопроводной части камеры установлен вентилятор (рис. 4) с электротенами (ВЦ 4-75, № 5 с трехфазным асинхронным электродвигателем (мощностью 3 кВт, $n = 1500$ об/мин., производительность вентилятора 4,2-8,2 тыс. м³/ч), а также имеется прибор для автоматического регулирования температуры подаваемого горячего воздуха (рис. 5).



Рис. 2. Экспериментальные сушильные камеры



Рис. 3. Внутренний вид экспериментальной сушильной камеры



Рис. 4. Общий наружный вид экспериментальной сушильной камеры, укрытой брезентом

На вентилятор были установлены электрические нагревательные тены, 3 шт. по 1,5 кВт каждая, которые включаются согласно технологии предлагаемой работниками сушильного комплекса. Следует отметить особое значение оптимальной конечной влажности зерновки шалы риса при обмолоте, которая по многочисленным нашим экспериментам составила 2,7-3,0%.

Первоначально для сушки зерновки шалы применили следующую технологию: 1-е сут. работает только вентилятор, который гоняет наружный воздух без подогрева. На 2-е сут. включают 1 тен (1,5 кВт), обеспечивающий среднесуточную температуру нагретого воздуха стабильно 20-22°C для сушки зерновки шалы риса в камере сушиллки.



Рис. 5. Автоматический счётчик для контроля температуры

На 3-и сут. включаются и работают 2 тена по 1,5 кВт каждый, то есть всего 3 кВт, что обеспечивает среднесуточную температуру сушильного воздуха 25°C. На 4-е сут. включаются все 3 тена по 1,5 кВт, всего 4,5 кВт, что обеспечивает стабильную среднесуточную температуру сушильного воздуха 27-30°C, которая сохраняется на 5-6-е сут. На 7-е сут. глазомерно определяют готовность высушенной зерновки шалы риса для дальнейшего обмолота.

Исследования проводили на экспериментальных камерных сушильных установках для зерновки шалы риса (размеры камер 2х4 м с объемом загрузки 3 т, тены – 1,5 кВт х 3 шт. и 2,5 кВт х 4 м – по 4 т, тены – 1,5 кВт х 3 шт.). Продолжительность сушки – 7 дней. Расход электроэнергии на одну секцию: вентилятор за 7 сут. – 504 кВт·ч (3 х 24 х 7), на тены – 540 кВт·ч (1 х 24 х 1,5 кВт = 36 кВт·ч + 1 х 24 х 3 = 72 кВт·ч 4 х 24 х 4,5 = 432 кВт·ч). Всего расход электроэнергии на сушку зерновки шалы риса 3 и 4 т составил 504 + 432 = 936 кВт·ч х 3,76 с = 3526 сомов. Высота слоя зерновки шалы риса 1 м. При этом окончание процесса сушки зерновки шалы по влажностным параметрам не соответствовало требуемым оптимальным значениям.

Для завершения процесса требовалось еще дополнительных 5-6 сут. Это дополнительные затраты на сумму 6 дн. х 24 х 4,5 кВт = 648 х 3,76 = 2436,5 сомов или общие затраты на сушку 1 т зерновки составляют 3526 + 2436,5 = 5962,5 : 4 = 1490,6 сом/т. Были изменены технологические параметры циклов сушки: на вентиляцию – 2 сут.; включение 1 тена – на 3-и сут.; включение 2 тена – на 4-е сут.; включение 3-го тена – на 4-е сут., всего 13 сут. (312) ч).

При использовании экспериментальных сушильных установок камерного типа добились экономии рабочей силы, электроэнергии, повы-

силась производительность. Кроме того, можно увеличить объем вмещаемой в камеру зерновки шалы путем увеличения слоя высотой до 1,5 м и более, что зависит от производительности вентилятора. Большинство производителей боятся неизмельчения зерновки при обмолоте, поэтому температуру сушки не повышают выше 30°C, но отдельные сушат при температуре до 40°C. При последующих экспериментальных исследованиях мы уже имели представление о возможной высоте слоя зерновки шалы риса для сушки с возможным использованием нагревательных тенев.

Для дальнейшей разработки окончательного варианта камерных сушильных установок были проведены экспериментальные исследования процесса сушки зерновки шалы риса.

В таблице 1 показаны данные о продолжительности сушки зерновки шалы риса в естественных условиях – на солнце. На графике отчетливо видно, что в природно-климатических условиях Кыргызстана сушка на солнце в третьей декаде сентября удлиняет продолжительность до 19 сут. Ранее нами отмечалось [3, 4], что среднесуточная температура 3-й декады сентября опускается до 20°C, что оказывает существенное влияние на продолжительность процесса сушки на солнце. Кроме того, при проведении естественной паротермической обработки, на которую затрачивается 12-15 дней, удлиняет процесс срока проведения сушки после уборки урожая.

В некоторых случаях уборку зерновку шалы риса начинают 15-20 августа, но из-за проведения естественной паротермической обработки затрачивается еще дополнительных 12-15 дней (табл. 4). В связи с этим сушку зерновки шалы риса приходится начинать только в первой декаде сентября, или же необходимо продумать вопросы сокращения процесса естественной

паротермической обработки путем разработки и создания установок для паротермической обработки (ферментации) [7].

Следует отметить, что при сушке на солнце в первые 2-е сут. происходит значительное обезвоживание зерновки шалы, в последующем

этот процесс значительно замедляется (рис. 1). Скорость процесса обезвоживания снижается до минимума в последние 6 сут. (до 0,06% в 1 сут.), что вызывает необходимость ускорения процесса искусственной сушки с применением тепла.

Таблица 1

Продолжительность сушки зерновки шалы риса в естественных условиях – на солнце (сорт Муса-2, среднее за 2022-2024 гг.)

№	Дата отбора проб	Продолжительность сушки, ч	Влажность, %
1	23.09, после естественной паротермической обработки	0	26,1
2	25.09, 2 сут.	48	7,82
3	30.09, 7 сут.	143	4,18
4	07.10, 13 сут.	312	3,16
5	9.10, 15 сут.	360	3,05
6	11.10, 17 сут.	408	2,9
7	13.10, 19 сут.	456	2,8

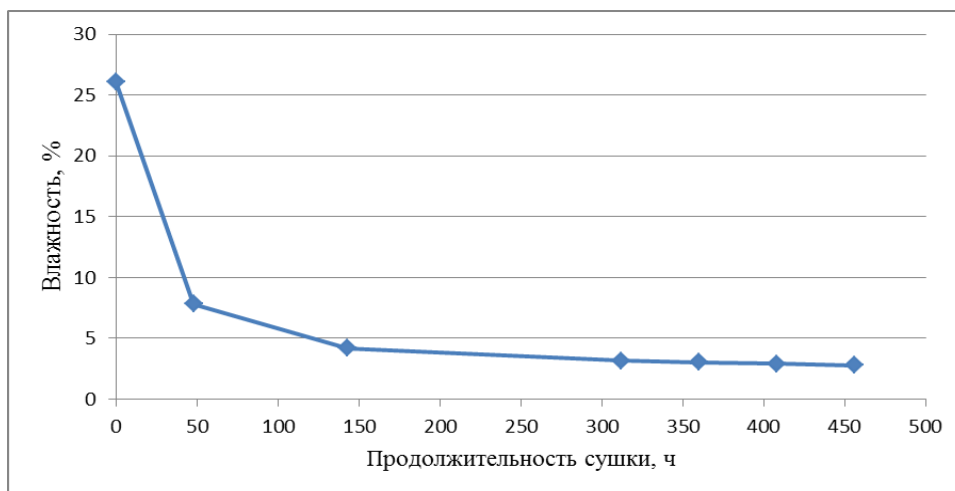


Рис. 6. Продолжительность сушки зерновки шалы риса в естественных условиях (на солнце, сорт Муса-2)

Для сокращения продолжительности процесса сушки зерновки шалы риса, убранного 20 августа, в последующие 15 дней была проведена естественная паротермическая обработка, а сушку зерновки провели в разработан-

ной экспериментальной установке 4 сентября, результаты приведены в таблице 2. Продолжительность процесса сушки сокращается до 13 дней, что на 6 дней ускоряет продолжительность процесса.

Таблица 2

Процесс сушки зерновки шалы риса в экспериментальной установке (ручная уборка, естественная паротермическая обработка, сорт Муса, 2023 г.)

№	Дата отбора проб	Продолжительность сушки, ч	Влажность, %
4	04.09.	0	26,64
4.1	05.09, через 2 сут.	48	25,28
4.2	07.09, через 4 сут.	96	15,28
4.3	12.09, через 9 сут.	216	3,74
4.4	16.09, через 13 сут.	312	2,32

На рисунке 7 представлен график изменения влажности зерновки ручной уборки и сушки в экспериментальной установке. Характер протекания процесса сушки на солнце и в экспериментальной сушильной установке значительно различается, хотя первоначальная влажность зерновки почти одинаковая. Эти исследования показали, что имеются резервы сокращения продолжительности процесса сушки зерновки шалы риса при применении сушильных установок.

В таблице 3 представлены данные результатов исследования по изменению влажности и сушки в экспериментальной установке (при

уборке риса прямым комбайнированием во второй декаде сентября). Оптимальная влажность при сушке на экспериментальной установке достигается при продолжительности 312 ч. Последующее продолжение процесса сушки изменяет влажность всего на 0,6% за 48 ч. Кроме того, необходимо отметить, что при существующей системе теплоснабжения (3 тена по 1,5 кВт) обеспечивается температура нагрева горячего воздуха всего до 30°C. Для повышения температуры нагрева до 50°C необходимо использовать другие системы обогрева, в частности применение солнечных обогревателей (панелей).



Рис. 7. Изменение влажности зерновки шалы риса ручной уборки при сушке в экспериментальной установке (сорт Муса): I – зона вентилирования (2 сут.), включения 1 тена (3 сут.) и 2 тенев (4 сут.) ($t_1 = 20^\circ\text{C}$, $v_1 = 65\%$, $t_2 = 21^\circ\text{C}$, $v_2 = 63\%$, $t_3 = 25^\circ\text{C}$, $v_3 = 60\%$, $t_n = 22,5^\circ\text{C}$); II – зона сушки в сушильной комплексе, включено 3 тена ($t = 30^\circ\text{C}$, $v = 55\%$, $t_n = 18,5^\circ\text{C}$)

Таблица 3

Изменение влажности зерновки шалы риса при сушке в экспериментальной установке (убранный прямым комбайнированием рис сорта Муса, 2023 г.)

№	Дата отбора проб	Продолжительность сушки, ч	Влажность, %
5	30.09.	0	16,26
5.1	02.10, через 2 сут.	48	14,3
5.2	07.10, через 8 сут.	192	5,7
5.3	10.10, через 11 сут.	264	3,01
5.4	12.10, через 13 сут.	312	2,9
5.5	14.10, через 15 сут.	360	2,84

На рисунке 8 представлен график изменения влажности зерновки шалы риса, убранного прямым комбайнированием, при сушке в экспериментальной установке (в первой и второй декадах октября), где подробно отмечены следующие технологические режимы процесса

сушки: период вентилирования – 2 сут. ($t_1 = 20^\circ\text{C}$, $v_1 = 65\%$), включения 1 тена – 3 сут. ($t_2 = 21^\circ\text{C}$, $v_2 = 63\%$) и 2 тенев – 4 сут. ($t_3 = 25^\circ\text{C}$, $v_3 = 60\%$, $t_n = 22,5^\circ\text{C}$); сушка в сушильной установке, включено 3 тена ($t = 30^\circ\text{C}$, $v = 55\%$, $t_n = 18,5^\circ\text{C}$). Все это подтверждает наши выска-

звания о том, что использование электротеплов (3 тена по 1,5 кВт) для обогрева и сушки зерновки шалы риса в экспериментальной сушильной установке обеспечивает максимальную температуру нагрева горячего воздуха до 30°C.

Проведенные лабораторные визуальные исследования позволили установить не только продолжительность сушки зерновки шалы риса, но и состояние зерновки в процессе сушки, что дает возможность существенно изменить технологию сушки с точки зрения применения повышенных температурных режимов, но с обязательным соблюдением постепенного повышения температуры сушки.

Процесс естественной паротермической обработки зерновки шалы риса занимает опреде-

ленное количество дней, которое в производственных условиях определяется визуально, приблизительно около 15 дней. В таблице 4 представлены результаты исследования одной партии зерновки шалы риса, убранного прямым комбайнированием, отлежки в гурте, укрытом брезентом, в естественных условиях и сушки в экспериментальной установке.

Зерновка шалы риса, убранного прямым комбайнированием, отлежки в гурте, укрытом брезентом, продолжается 15 дней, а сушка в экспериментальной установке продолжалась еще дополнительных 14 дней, хотя процесс можно было остановить через 12 дней сушки на экспериментальной установке, так как в последующие дни сушки потеря влаги составляет 0,02% в день, и в ней нет необходимости.

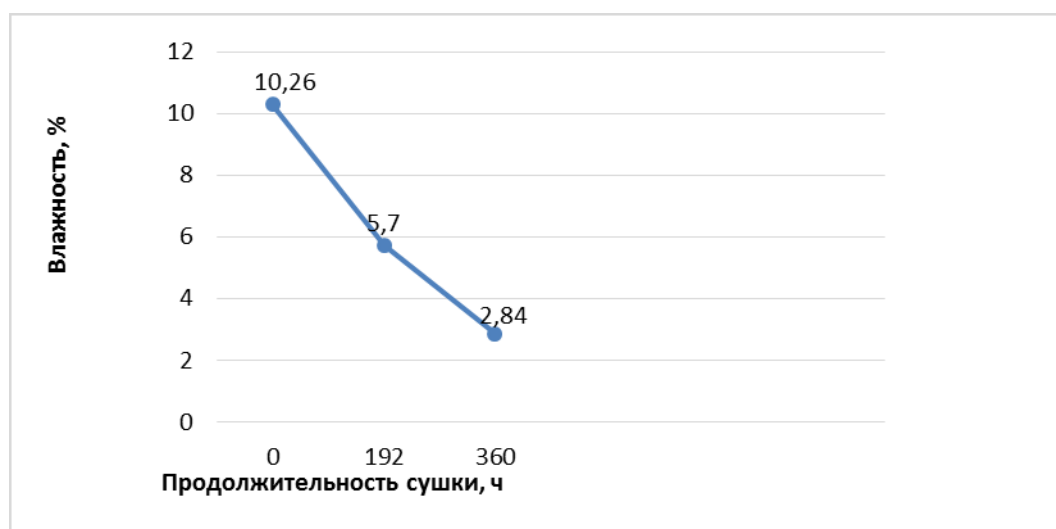


Рис. 8. Изменение влажности зерновки шалы риса, убранного прямым комбайнированием, при сушке в экспериментальной установке (сорт Муса)

Таблица 4

Зерновка шалы после уборки прямым комбайнированием, отлежки в гурте, укрытом брезентом, и сушки в экспериментальной установке (рис сорта Муса-2, 2024 г.)

№	Дата отбора проб	Продолжительность процесса, ч	Влажность, %
6.1	05.09	0	36,2
6.2	12.09	192	17,6
6.3	18.09	336	17,4
6.3.1	Через 15 дн., передано на сушку	360	17,4
6.3.1	20.09, на сушку в эксп. уст-ке	0	17,4
6.4	22.09, через 2 дн. сушки	48	14,82
6.5	25.09, через 5 сут.	120	4,22
6.5.1	29.09, через 9 дн. сушки	216	3
6.5.2	02.10, через 12 дн. сушки	288	2,8
6.5.3	03.10, через 13 дн. сушки	312	2,78
6.5.4	04.10, через 14 дн. сушки	336	2,76

На рисунке 9 показан график изменения влажности зерновки шалы после уборки пря-

мым комбайнированием и отлежки в гурте, укрытом брезентом, в течение 15 дней. Влаж-

ность зерновки шалы после уборки прямым комбайнированием перед сушкой составляет 36,2%, при этой влажности зерновка направляется на естественную паротермическую обработку, способом отлежки, в гурте, укрытом брезентом, на 15 дней. При этом процесс паротермической обработки интенсивно протекает в первые 192 ч (8 сут.), влажность снижается в 2 раза. Далее этот процесс замедляется, что свидетельствует об его окончании, хотя после сушки и обмолота зерновки шалы рис получается светло-коричневый.

На рисунке 10 показана кривая изменения влажности зерновки шалы риса в процессе сушки на экспериментальной установке, которая наглядно показывает, что при сушке на экспериментальной установке в первые 5 сут. теряется 13,2% влажности зерновки шалы. В по-

следующем включении 3 электротен с мощностью 4,5 кВт незначительно ускоряется процесс, но одновременно из-за низкой температуры нагретого воздуха окончание процесса удлиняется. Все это свидетельствует о необходимости ускорения процесса сушки путем повышения температуры нагретого воздуха.

Проведенные нами исследования существующей технологии сушки зерновки шалы риса прямого комбайнирования показали, что она состоит из 3 технологических операций и ее можно подразделить на зоны с определенными режимами: I – зона естественной паротермической обработки; II – зона сушки в сушильном комплексе только вентилированием; III – зона сушки в сушильном комплексе с включением нагревательных приборов.

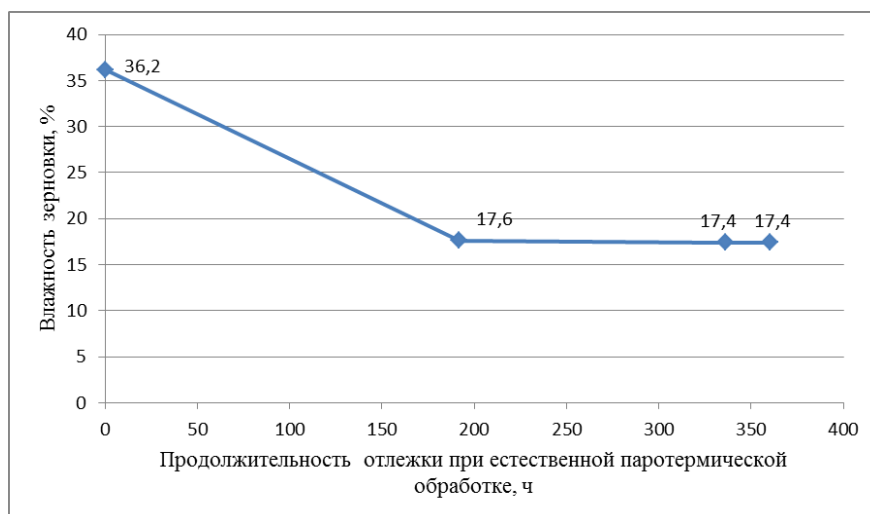


Рис. 9. Изменение влажности зерновки шалы после уборки прямым комбайнированием и отлежки в гурте, укрытом брезентом



Рис. 10. Изменение влажности зерновки шалы риса в процессе сушки на экспериментальной установке (сорт Муса-2, 2024 г.)



Рис. 11. Изменение влажности зерновки шалы риса прямого комбайнирования при естественной паротермической доработке и сушке (сорт Муса-2, 2024 г.)

В первые 8 сут. естественной паротермической обработки в укрытом под брезентом гурте влажность зерновки шалы риса снижается более чем в 2 раза, а в последующие 168 ч (17 сут.) почти не снижается и находится на одном уровне (рис. 11). Затем зерновка передается для сушки в экспериментальную установку, где при помощи активного вентилирования (в течение 2 сут.) и сушки с использованием электротен процесс сушки ускоряется. Для быстрого окончания процесса необходима большая подача горячего воздуха.

Выводы

1. Продолжительность сушки зерновки шалы риса в естественных условиях (на солнце) составляет 456 ч, или 19 сут.
2. В экспериментальных камерных сушильных установках для сушки зерновки шалы риса (камер 2 x 4 м с объемом загрузки 3 т, тени 1,5 кВт x 3 шт. и 2,5 x 4 м — по 4 т, тени 1,5 кВт x 3 шт.). Продолжительность сушки составляет 7 дней.
3. Проведенные экспериментальные исследования показали, что в природно-климатических условиях эффективно использовать недорогостоящие камерные сушильные установки, оснащенные вентилятором № 5 с электротенами (3 шт. по 1,5 кВт).

Библиографический список

1. Разработка технологии и обоснование параметров рабочих органов установки для ферментации зерновки шалы риса: учебно-методическое пособие для магистрантов и аспирантов / Э. А. Смаилов, Ж. Ж. Турсунбаев,

Р. Н. Арапбаев [и др.]. — Ош, 2024. — 145 с. — Текст: непосредственный.

2. Smailov Eltar A., Ruslanbek N., Arapbaev, Ainagul A. Kochkonbaeva, Zhyrgal T. Samieva and Nurila K. Tashmatova. Formation of New Mechanisms for Sustainable Development of the Rice Farming in Kyrgyzstan. - Sustainable Development of the Agrarian Economy Based on Digital Technologies and Smart Innovations, serii «Advances in Science, Technology & Innovation. - IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development», 2024. — S. 3-6. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51272-8_1.

3. Эргешов, М. О. Современное состояние технических средств для сушки сельскохозяйственного сырья / М. О. Эргешов, Р. Н. Арапбаев, А. А. Абдыкадыров. — DOI 10.26104/NNTIK.2024.78.83.037. — Текст: непосредственный // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана.— Бишкек, 2024. — № 5. — С. 165-172.

4. Исследование продолжительности сушки зерновки шалы в естественных условиях, на солнце / Э. А. Смаилов, М. О. Эргешов, Р. Н. Арапбаев [и др.]. — Текст: непосредственный // Известия вузов Кыргызстана. — Бишкек, 2024. — № 5. — <http://www.science-journal.kg>.

5. Установки для сушки зерновки шалы риса, в Кыргызстане / Э. А. Смаилов, Р. Н. Арапбаев, М. О. Эргешов [и др.]. — Текст: непосредственный // Известия вузов Кыргызстана. — Бишкек, 2024. — № 5. — <http://www.science-journal.kg>.

6. Обоснование основных параметров бункера установки для паро-термической доработки снопов риса / Э. А. Смаилов, Р. Н. Арапбаев, А. А. Кочконбаева [и др.]. — DOI 10.53083/1996-4277-2022-211-5-101-107. —

Текст: электронный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 5 (211). – С. 101-107. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48511555>.

7. Патент № 2328 Кыргызской Республики, Передвижное устройство паро-термической обработки снопов риса / Смаилов Э. А., Арапчаев Р. Н., Кочконбаева А. А. [и др.]. – № 20220005.1; заявл. 26.01.2022, Бюл. № 3, от 31.03.23. – URL: https://base.patent.kg/iz.php?action=search_list&f000=3732. – Текст: электронный.

References

1. Smailov E.A. Razrabotka tekhnologii i obosnovanie parametrov rabochikh organov ustanovki dlia fermentatsii zernovki shaly risa: uchebno-metodicheskoe posobie dlia magistrantov i aspirantov / E.A. Smailov, Zh.Zh. Tursunbaev, R.N. Arapbaev i dr. – Osh: 2024. – 145 s.

2. Smailov Eltar A., Ruslanbek N., Arapbaev, Ainagul A. Kochkonbaeva, Zhyrgal T. Samieva and Nurila K. Tashmatova. Formation of New Mechanisms for Sustainable Development of the Rice Farming in Kyrgyzstan. - Sustainable Development of the Agrarian Economy Based on Digital Technologies and Smart Innovations, serii «Advances in Science, Technology & Innovation. - IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development», 2024. – S. 3-6. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51272-8_1.

3. Ergeshov M.O. Sovremennoe sostoianie tekhnicheskikh sredstv dlia sushki selskokhoziaistvennogo syria / M.O. Ergeshov, R.N. Arapbaev, A.A. Abdykadyrov. – Bishkek: NNTil KR. – 2024. – No. 5. <http://www.science-journal.kg>.

4. Smailov E.A. Issledovanie prodolzhitel'nostisushki zernovki shaly v estestvennykh usloviakh, na solntse / E.A. Smailov, M.O. Ergeshov, R.N. Arapbaev, B.K. Omurzakov, M. Smailov. – Bishkek: Izvestiia vuzov Kyrgyzstana. – 2024. – No. 5. <http://www.science-journal.kg>.

5. Smailov E.A. Ustanovki dlia sushki zernovki shaly risa v Kyrgyzstane / E.A. Smailov, R.N. Arapbaev, M.O. Ergeshov i dr. - Bishkek: Izvestiia vuzov Kyrgyzstana. – 2024. – No. 5. <http://www.science-journal.kg>.

6. Smailov E.A. Obosnovaniia osnovnykh parametrov bunkera ustanovki dlia parotermicheskoi obrabotki snopov risa / E.A. Smailov, A.A. Kochkonbaeva, M.T. Atamkulova [i dr.] // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – No. 5 (211). – S. 101-107. – DOI 10.53083/1996-4277-2022-211-5-101-107.

7. Patent No. 2328 Kyrgyzskoi Respubliki. Peredvizhnoe ustroistvo parotermicheskoi obrabotki snopov risa / E.A. Smailov, R.N. Arapbaev, A.A. Kochkonbaeva i dr. – No. 20220005.1; zaiavl. 26.01.2022, Biul. No. 3, ot 31.03.23. https://base.patent.kg/iz.php?action=search_list&f000=3732.



УДК 361.362

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-246-4-100-105

С.В. Леканов

S.V. Lekanov

МОБИЛЬНЫЙ ЗЕРНО-СЕМЯОЧИСТИТЕЛЬНЫЙ АГРЕГАТ ДЛЯ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

MOBILE GRAIN AND SEED CLEANING UNIT FOR INTRA-FARM USE

Ключевые слова: зерновой материал, мобильный зерноочистительный агрегат, пневмосортировальный стол, примеси, комбинированная машина, циклон.

Послеуборочная обработка зерна является важнейшим этапом при возделывании зерновых культур. Своевременное переоснащение технической базы – ключевой фактор, обеспечивающий должный уровень рентабельности производства. Однако этапы модернизации или нового строительства зерноочиститель-

ного агрегата либо семенной линии (проектирование, согласование, закупка оборудования и машин, непосредственно возведение здания и монтаж оборудования) могут занимать несколько сельскохозяйственных сезонов и требуют значительных материальных ресурсов. Мобильные зерноочистительные агрегаты имеют высокую степень готовности, но по ряду причин могут быть недоступны для сельхозпроизводителей. В сложившейся ситуации возможно рассмотреть промежуточный вариант мобильной зерноочистительной технологии, а именно применение мобильного зерно-