

ВЛИЯНИЕ СВЧ НА ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ СВОЙСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛЕЙ

¹Д.М. ТУЙЧИЕВА,  ²Д.А. СОЛИЕВА 

¹Андижанский машиностроительный институт, Узбекистан, 170119. Андижан проспект Бабура, дом 56.

²Андижанский машиностроительный институт, Узбекистан, 170100, Андижан, 3-пер. Муканна 4)

Электронная почта автора корреспондента: 4741601@mail.ru

Статья посвящена изучению влияния муки, выработанной и обеззараженной СВЧ, на хлебопекарные свойства зерна. А также исследованию методов, направленных на обеспечение качества и безопасности зерновых продуктов. Мероприятия по дезинсекции предприятий по хранению зерна являются сложными, дорогостоящими и требуют полной остановки производства. Поэтому значительный интерес представляют методы с использованием УФ, ИК, СВЧ-излучений, электрических полей и других физических методов, не требующих остановки производства. Эти методы являются одними из самых перспективных, экологичных, действующих непрерывно и позволяющих сократить расходы на дезинсекцию с повышением её эффективности. Поэтому среди различных мероприятий по обеспечению количественной и качественной сохранности хлебных запасов существенное значение имеет борьба с вредителями под воздействием СВЧ.

Ключевые слова: мощность, зерно, обеззараживание, вредители, влажность, пористость, кислотность.

МИКРОТОЛҚЫНДЫ ПЕШТИҢ НАН-ТОҚАШ ӨНІМДЕРІНІҢ НАН ӨНІМДЕРІНІҢ ҚАСИЕТІНЕ ӘСЕРІ.

¹Д.М. ТУЙЧИЕВА, ²Д.А. СОЛИЕВА

¹Андижан машина жасау институты, Өзбекстан, 170119. Андижан, Бабур даңғылы, 56.

²Андижан инженерлік институты, Өзбекстан, 170100, Андижан, 3-пер. Муканна 4)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: 4741601@mail.ru

Мақала астықтың пісіру қасиеттері үшін дезинфекцияланған микротолқынды пеште өндірілген ұнды зерттеуге арналған. Сондай-ақ, астық өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз етуге бағытталған әдістерді зерттеу. Астық сақтау кәсіпорындарын дезинсекциялау шаралары күрделі, қымбат және өндірісті толығымен тоқтатуды талап етеді. Сондықтан УК, ИК, микротолқынды сәулелену, электр өрістері және өндірісті тоқтатуды қажет етпейтін басқа физикалық әдістерді қолданатын әдістер айтарлықтай қызығушылық тудырады. Бұл әдістер ең перспективалы, экологиялық таза, үздіксіз жұмыс істейтін және зиянкестермен күресу құнын төмендетуге және оның тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Сондықтан астық қорының сандық және сапалық сақталуын қамтамасыз ететін әртүрлі шаралардың ішінде микротолқындардың әсерінен зиянкестермен күресудің маңызы зор.

Негізгі сөздер: қуат, дән, дезинфекция, зиянкестер, ылғалдылық, кеуектілік, қышқылдық.

EFFECT OF VERY HIGH FREQUENCY MICROWAVE LIGHT ON BREAD PROPERTIES

¹D.M. TUYCHIYEVA, ²D.A. SOLIYEVA

¹Andijan machine-building Institute, Uzbekistan, 170119. Andijan city, Baburshoh street 56.

²Andijan machine-building Institute, Uzbekistan, 170100. Andijan city, 3P Mukanna 4)

Corresponding author e-mail: 4741601@mail.ru

The article is devoted to the study of flour produced by disinfected microwave for the baking properties of grain. The study of methods aimed at ensuring the quality and safety of grain products. Pest control measures for grain storage facilities are complex, costly and require a complete shutdown of production. Therefore, methods us-

ing UV, IR, microwave radiation, electric fields and other physical methods that do not require production interruption are of considerable interest. These methods are among the most promising, environmentally friendly, operating continuously and allowing reducing the cost of pest control while increasing its effectiveness. Therefore, among the various measures to ensure the quantitative and qualitative preservation of grain stocks, pest control under the influence of microwave is essential.

Keywords: power, grain, disinfection, pests, moisture, porosity, acidity.

Введение

Зерновые продукты во время хранения, а также при переработке и перевозках повреждаются насекомыми, клещами, мышевидными грызунами и птицами.

При наличии благоприятных условий для развития вредителей хлебных запасов и отсутствии мероприятий, ограничивающих их доступ в хранилище, они развиваются, уничтожают и портят большие массы зернового сырья и продуктов.

Рост количества вредителей ухудшает качество зернопродуктов. В результате жизнедеятельности вредителей происходит загрязнение продуктов шкурками после линьки личинок, трупами погибших экземпляров. Кроме того, продукты обмена, выделяемые, некоторыми вредителями, обладают различными вирулентными или кумулятивными свойствами для здоровья человека и домашних животных.

В стандартах СанПин 0138-03 на муку и крупу указано, что в этих продуктах не должно быть даже следов заражения вредителями хлебных запасов.

Безопасность пищевых продуктов – состояние, обоснованное уверенностью в том, что пищевые продукты при обычных условиях их использования не являются вредными и не представляют опасности для здоровья нынешнего и будущих поколений.

Ежегодные потери зерновых приблизительно – 10% от общего производства, для некоторых менее развитых стран 30-50%. Основная причина этих потерь, особенно в развивающихся странах, негерметичность хранилищ, допускающих свободное проникновение насекомых, грызунов, птиц и даже осадков, вызывающих развитие плесеней и создающих неблагоприятные условия хранения. Даже там, где зерно хранят в пригодных для этого силосах, потери могут происходить вследствие загрязнения, снижения качества и порчи [1].

При создании определенной температуры можно полностью обеззаразить продукцию. Охлаждение и промораживание зараженных объектов, в том числе зерна и продукции с применением естественного морозного и искус-

ственного охлажденного воздуха – один из физических методов дезинсекции. Герметические технологии: концепции и текущее состояние. Тепловая или термическая обработка подавляет активность липоксигеназы и ферментов липазы, тем самым снижая прогорклость и влажность зерна, увеличивая срок хранения. Термическая обработка зерен используется для денатурирования белков, изменения аромата, вкуса и структуры гранул крахмала, а также для снижения микробной нагрузки. В этом разделе рассматриваются различные термические методы, а именно микроволновое, радиочастотное, инфракрасное, омическое нагревание, осциллирующее магнитное поле и сушка, которые использовались для обеззараживания дезинфекции продовольственного зерна. [3,4].

Термическая дезинсекция основана на чувствительности насекомых и клещей к температуре [5].

Микроволны – это коротковолновые электромагнитные излучения, которые проявляют защитное действие на зерно от насекомых, полевые грибы и запасные грибы [6,7,8].

Материалы и методы исследований

Исследования воздействия микроволн на насекомых и микроорганизмы продолжаются в течение почти 50 лет в различных странах мира [9,10,11].

Однако микроволновая обработка неблагоприятно влияет на прорастание семян и может привести к снижению качества зерна. Негативный эффект микроволн из-за неравномерного нагрева, из-за разницы в температурах холодных и горячих точек. Поскольку микроволновая печь работает на диэлектрический эффект, она только нагревает области, содержащие диэлектрические жидкости (например воду), вызывая области горячих точек. Негативное влияние микроволновой обработки можно преодолеть за счет оптимизации равномерности излучения и температуры горячих точек. Стратегия для преодоления неблагоприятного воздействия микроволн включает режим нанесения мешалки, перемешивающей частицы горячим воздухом, и точный контроль

температуры поверхности и мощности микроволн [12,13,14,15].

Когда дезинфекция проводится с помощью микроволновой печи, содержание влаги в зернах играет важную роль. Повышение влажности во внешний зернистый слой по сравнению с внутренним приводит к интенсивному нагреву, вызывающему дезинфекцию.

Сообщили, что однородность тепла может поддерживаться за счет использования микроволнового псевдоожоженного слоя для перемешивания зерна. СВЧ-сушка в псевдоожоженном слое имеет ряд преимуществ по сравнению с обычной сушилкой в псевдоожоженном слое, так как качество зерна в основном сохраняется.

Применили регрессионную модель для изучения зависимости мощности СВЧ, времени обработки и температуры (разница между поверхностью и центром влажных зерен). Наблюдали, что повышенная влажность зерна существенно повлияла на динамику нагрева различных частей посевного материала. При экспонировании микроволновой печи при низкой интенсивности, температура внутри семян остаётся выше, чем на их поверхности, даже если обеззараживание проводится при импульсном режиме. [16,17].

Во влажных зерновых, таких как пшеница, ячмень и канола, среднее содержание влаги во влажном состоянии составляет от 8 до 21%. Было обнаружено, что содержание влаги и крупность впоследствии снижают температуру поверхности зерна, вызванную воздействием микроволн (мощность и разное время выдержки вместе с небольшими изменениями в профиль питания зерна) [18].

При влажности зерновых ингредиентов 10...16% влажность бактерий и других паразитирующих в них организмов составляет 30...40%. Эффект стерилизации возрастает в связи с избирательным нагревом СВЧ энергией более влажной составляющей [19, 20].

Механизм нагрева микроволнами и радиочастотой. [21]. Было обнаружено, что микроволновое воздействие 400–600 Вт в течение 14–56 с сокращает время приготовления таких бобовых, как красная чечевица, нут, голубиновый горох, пегая фасоль и маш из-за скопления бета-листы. СВЧ-обработка зерна кукурузы: сообщалось, что 300 Вт при разном диапазоне температур 50–60°C увеличивают содержание олеиновой кислоты в зернах до 29,0–29,4% при одновременном снижении содержания линолевой кислоты до

55,1–54,8% без изменения цвета, содержания крахмала, сырого жира, сырого белка и свободных аминокислот, содержащихся в зерне.

Поэтому микроволновый нагрев ниже 60°C стал многообещающим для контроля качества и дезинфекции на промышленном уровне. Есть разница в постоянной и импульсной микроволновой обработке. В постоянном режиме температура в центре семени больше, тогда как в импульсном режиме температура на поверхность семян больше. «*Humenomyces pore-alternaria*» комплекс грибов можно удалить с поверхности зерен, присвоив им 90 баллов. с воздействием импульсных микроволн при 60°C. [16, 22, 23].

СВЧ-установка с использованием мало-мощных магнетронов с самонастраивающейся электродинамической системой и воздушным охлаждением для термообработки комбикорма и непрерывном режиме, обеспечивающим обеззараживание при сниженных эксплуатационных затратах. Применение бытовых микроволновых печей электромагнитных излучений СВЧ диапазона, в которых питание магнетрона осуществляется через инвертор, позволяет создать компактность узла излучения микроволн и увеличить объем полости и более эффективное преобразование потребляемой электроэнергии в энергию микроволн [24, 25, 26].

Эти методы являются одними из самых перспективных, экологичных, действующих непрерывно и позволяющих сократить расходы на дезинсекцию с повышением её эффективности.

Использовались лабораторные, лабораторно-производственные опыты. В опытах находилось зерно одной помольной партии. Из отобранных навесок отбирали пробы для определения исходных показателей качества. Объем пробы должен быть достаточным для проведения всех испытаний, согласно схеме исследования.

Результаты и их обсуждение

Навески зерна одинаковой массы помещали в химические стаканы одинакового размера и объема, в электромагнитное поле сверхвысокой частоты 2450 МГц и обрабатывали на заданных режимах в соответствии с выбранным планом эксперимента.

Физико-химические свойства зерновых продуктов оценивались по следующим показателям:

- проверялось содержание клейковины и её качество по ГОСТ 13586.1-68.

- Зерно пшеницы. Метод определения количества и качества клейковины. ГОСТ 13586.1-68. «Мука пшеничная хлебопекарная.

Метод определения количества и качества клейковины». Отмывание клейковины производилось вручную;

- кислотность мякиша определялась по ГОСТ 5670-90 «Мука и отруби пшеничные. Метод определения кислотности по болтушке».

- хлебопекарные свойства муки, обработанной по плану эксперимента, определялись по пробной выпечке ГОСТ 27842-88. Количество воды на замес теста определялось, исходя из фактической влажности муки. Влажность теста выдержана в пределах 44,5%.

Качество хлеба оценивали не ранее чем через 4 часа после выпечки, но не позднее чем через 24 часа. Для оценки брали формовой хлеб большого объема.

Высоту и диаметр подового хлеба определяли с помощью измерителя линейкой с миллиметровыми делениями.

Органолептическую оценку выпеченного хлеба проводили по ГОСТ 27669-88.

Эластичность мякиша определяли путем надавливания на него пальцами на глубину не менее 1 см. Эластичность признавали «хорошей» при полном восстановлении деформации мякиша, «средней» - при почти полном восстановлении деформации мякиша и «плохой» - при заминаемости мякиша.

Вкус и хруст хлеба определяли путем разжевывания. Объемный выход хлеба в сантиметрах кубических из 100 граммов муки в пересчете на влажность 14,5 для муки высшего, первого и второго сортов определяли по ГОСТ 27669-88.

В соответствии с требованиями стандартов основными физико-химическими показателями качества хлебобулочных изделий являются: влажность; кислотность; пористость

мякиша. Цель исследования заключалась в изучении влияния на хлебопекарные свойства муки, полученной из зерна, обеззараженного СВЧ, против вредителей хлебных запасов.

В качестве объекта исследования использовали формовой и подовой хлеб, выпеченный пробной по ГОСТ 27842-88 из муки 1-го сорта выработанного из зерна, обеззараженного СВЧ. Использовали зерно, обработанное при мощности 180 Вт, продолжительность времени 100 сек.; мощности 180 Вт, продолжительность времени 120 сек.; мощности 180 Вт, продолжительность времени 140 сек. и мощности 180 Вт. продолжительность времени 160 сек.

Физико-химические показатели качества готовой продукции определяли по общепринятым методикам. Результаты исследования приведены в таблице 1.

Основными физико-химическими показателями качества хлебобулочных изделий в соответствии с требованиями стандартов являются: влажность, кислотность и пористость мякиша. Изучен мякиш хлеба, полученный из зерна, обезвреженного обработкой электромагнитными волнами сверхвысокой частоты от вредителей зерновых запасов на хлебопекарные свойства. В качестве объекта исследования выбрали формовой и подовой хлеб. Из муки 1-го сорта выработанной из зерна, обеззараженного ЭМП СВЧ диапазона. Использовали зерно, обработанное при мощности СВЧ излучения $W=180 \text{ Вт/м}^2$, время обработки $\tau=100, 120, 140, 160 \text{ с}$. Хлебопекарные показатели качества готовой продукции определяли по общепринятым методикам.

В табл. 1 приведены значения пористости мякиша хлеба в зависимости от режимов обработки.

Таблица 1. Показатели пористости мякиша хлеба (полученной муки из обеззараженного зерна пшеницы с применением ЭМП СВЧ излучения при мощности - 180 Вт/м²)

№	Образцы	Время воздействия, с		
		120	140	160
1	Образец-1	73,2 %	72,6 %	71,2 %
2	Образец-2	72,8 %	71,9 %	71,0 %
3	Образец-3	71,4 %	71,4 %	69,8 %
4	Контроль	68,0 %	68,0 %	68,0 %
5	Среднее значение	72,5 %	71,97 %	70,67 %

Из табл. 1 видно, что показатели качества пористости мякиша хлеба из обезвреженного зерна с применением ЭМП СВЧ-излучения, обработанного в режиме продолжительности от

120 до 160 с, при мощности - 180 Вт/м², пористость хлеба незначительно уменьшилась 71,2 - 73 %, но хлеб по объему получился не меньше контрольного образца. Пористость развитая, а

также не выявлено увеличение продолжительности технологического процесса в сравнении с

контрольным образцом у данных вариантов.

Таблица 2. Показатели влажности мякиша хлеба (муки из обеззараженного зерна пшеницы с применением ЭМП СВЧ излучения при мощности - 180 Вт/м²)

№	Образцы	Время воздействия, с		
		120	140	160
1	Образец-1	43,5 %	43,0 %	43,2 %
2	Образец-2	43,3 %	42,8%	43,0 %
3	Образец-3	43,0 %	42,5 %	42,0 %
4	Контроль	45,0 %	45,0 %	45,0 %
5	Среднее значение	43,3 %	42,8 %	42,7 %

Из табл. 2 видно, что влажность продукта после обработки в ЭМП СВЧ-излучения различная. Во всех вариантах выдержана 45 % влажность теста. Этот момент положительно влияет на ход технологического процесса при-

готовления хлеба, так как увеличивается его формоустойчивость, газодерживающая способность и выход хлеба.

Таблица 3. Показатели кислотности мякиша хлеба (муки из обеззараженного зерна пшеницы с применением ЭМП СВЧ-излучения при мощности - 180 Вт/м²)

№	Образцы	Время воздействия, с		
		120	140	160
1	Образец-1	1,8 ⁰	1,6 ⁰	1,5 ⁰
2	Образец-2	1,5 ⁰	1,3 ⁰	1,4 ⁰
3	Образец-3	1,3 ⁰	1,2 ⁰	1,2 ⁰
4	Контроль	3,0 ⁰	3,0 ⁰	3,0 ⁰
5	Среднее значение	1,5 ⁰	1,4 ⁰	1,4 ⁰

Приведенные данные в табл. 3 показывают, что в период контроля от 120-160 с происходит уменьшение титруемой кислотности на 1,2,3 градуса, при 180 Вт/м². Для муки первого сорта нормативный уровень кислотности составляет не более 3,0 градуса.

Таким образом, обоснована целесообразность диапазона подаваемой мощности W=180 Вт/м² время τ=160 с является оптимальной для предотвращения вредителей хлебных запасов, но этот диапазон не влияет на хлебопекарные свойства муки, обеззараженной ЭМП СВЧ-излучением. Установлено, что обработка зараженного зерна ЭМП СВЧ не оказывает отрицательного воздействия на качественные и хлебопекарные свойства хлебных изделий.

Установлено, что в экспериментальных образцах органолептические показатели: цвет, запах, вкус соответствуют требованиям нормативно-технических документов. В обеззараженной муке при мощности 180 Вт в течении 100 сек, 120 сек, 140 сек, 160 сек. пористость, влажность, кислотность соответствовали требованиям ГОСТ 5669-96 «Метод определения

пористости», ГОСТ 21094-75 «Метод определения влажности» и ГОСТ 5670-90 «Метод определения кислотности».

Таким образом, обоснована целесообразность диапазона подаваемой мощности при 180 Вт продолжительностью 160 сек. (так как при этом диапазоне 100%-ное обеззараживание) является оптимальной для предотвращения вредителей хлебных запасов, но этот диапазон не влияет на хлебопекарные свойства муки, выработанной обеззараженной СВЧ.

Данные выпечек подтвердили эффективность применения СВЧ при обеззараживании. Это позволит снизить себестоимость расходов на дезинсекцию зерна в мукомольном производстве. Применение СВЧ при обеззараживании зерновой массы позволит исключить из производства применения дорогостоящих зарубежных химических препаратов и является экономически целесообразным, учитывая относительно высокую себестоимость данного метода.

Заключение, выводы

Установлено, что обработка зараженного зерна СВЧ не оказывает отрицательного воз-

действия на качественные и хлебопекарные свойства хлебных изделий. Анализом экспериментальных исследований выявлены оптимальные параметры обработки зараженного зерна СВЧ-облучением. Таким образом, сырьевую пшеницу, закладываемую на хранение, целесообразно предварительно подвергнуть воздействию СВЧ-облучения с целью обезвреживания её от комплекса амбарных вредителей. Выполненные в данном направлении исследования могут служить теоретической базой для создания и внедрения микроволновых установок, способных обеззараживать зерно от всего многообразия амбарных вредителей, и при хранении, и в потоке его погрузки на транспортные средства. Преимущество такой технологии в её экологической чистоте, безопасности и экономичности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов А. А., Нивикова Г.В., Кирилов Н.К. Установка для микронизации зерна // Вестник Ч.Г.П.У. им. И.Я.Яковлевой. № 4. - Чебоксары, 2012. С. 37-39.
2. Белов А.А., Сторчева Ф. Комбинированный диэлектрический и индукционный нагрев фуражного сырья. // Научно-практический. Журнал. “Природаобустройства”, № 3. – Москва. ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязевой, 2014. - С. 79-83
3. Белов А.А., Кириллов Н.К., Зайцев Г.В. Использование энергии электромагнитного поля СВЧ для микронизации фуражного зерна // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. №2 (46). Оренбург, 2014. - С. 80-83.
4. Bucella, B., Tak'acs, A., Vizer, V., Schwendener, U., & Tom'osk'ozi, S. (2016). Comparison of the effects of different heat treatment processes on rheological properties of cake and bread wheat flours. *Food Chemistry*, 190, 990–996.
5. Vadivambal, R., Jayas, D. S., & White, N. D. G. (2007). Wheat disinfestation using microwave energy. *Journal of Stored Products Research*, 43(4), 508–514.
6. Vasilev, A.A., Vasilev, A.N. & Samarin, G. (2019, September). Substantiation of automated control modes for grain disinfection / In *International Russian Automation Conference (RusAutoCon)* (pp. 1-6). IEEE.
7. Gómez, M., & Martínez, M. M. (2016). Changing flour functionality through physical treatments for the production of gluten-free baking goods // *Journal of Cereal Science*, 67, 68–74.
8. Dalmoro, A., Naddeo, C., Caputo, S., Lamberti, G., Guadagno, L., d'Amore, M., et al. (2018). On the relevance of thermophysical characterization in the microwave treatment of legumes // *Food & Function*, 9(3), 1816–1828.
9. Divekar, M. T., Karunakaran, C., Lahlali, R., Kumar, S., Chelladurai, V., Liu, X., et al. (2017). Effect of microwave treatment on the cooking and macronutrient qualities of pulses // *International Journal of Food Properties*, 20(2), 409–422.
10. Ye, J., Hong, T., Wu, Y., Wu, L., Liao, Y., Zhu, H., et al. (2017). Model stirrer based on a multi-material turntable for microwave processing materials. *Materials*, 10(2), 95.
11. Kimaykina V.N., Ynis L.V., Mostovay L.V., Murina G.R., Tkacheva L.S. *Istoriy otrasli xleboproduktov Uzbekistana*. [History of the bakery industry in Uzbekistan]. Tashkent, Sharq Publ., 2001. - P. 126.
12. Knox, O. G., McHugh, M. J., Fountaine, J. M., & Havis, N. D. (2013). Effects of microwaves on fungal pathogens of wheat seed. *Crop Protection*, 50, 12–16.
13. Kudra, T. (1989). Dielectric drying of particulate materials in a fluidized state. *Drying Technology*, 7(1), 17–34.
14. Marzal A., Oska J.M., Castell V., Martinez J., Benedito C., Balbastre J.V., Sanchez-Fernandez. Effect of microwave energy on grain quality of four Spanish rice varieties // *Span. J. Agr.Res.* -2005. –Vol. 3, N 3. –P. 310-318. - Eng. – Рез. Исп. –Bibliogr. - P. 317-318 Шифр П 26714
15. Палкин М.В., Е.А. Устройства для борьбы с вредителями и болезнями растений. [Устройство для борьбы с вредителями и болезнями растений]. Патент RU, № RU95116631, 1997.
16. Ranjna Sirohi, Ayon Tarafdar, Vivek Kumar Gaur, Shikhangi Singh, Raveendran Sindhu, Reshmy Rajasekharan, Aravind Madhavan i, Parameswaran Binod g, Sunil Kumar b, Ashok Pandey(2021) [Technologies for disinfection of food grains: Advances and way forward.] *Food Research International*, 145p, Article 110396.
17. Рахимджанов М.А., Туйчиева Д.М. Исследование влияния микроволновой мощности на вредителей зернохранилищ и влияние оптимального значения мощности на уничтожение вредителей / X международная научно-практическая конференция. Интернет-конференция. “Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации”. Переяслав-Хмельницкий, 2016. - С.586-587.
18. Sirohi, R., & Pandey, J. P. (2019). Dilute acid hydrolysis of spoiled wheat grains: Analysis of chemical, rheological and spectral characteristics. // *Bioresource Technology*, 283, 53–58.
19. Туйчиева Д.М., Николаенков Т.С. Использование физических методов для сохранения зерновой массы / Сборник материалов XX Научно-практической конференции. Ташкент, 2011. -С. 121.
20. Трисвятский Л.А., Лесник Б.В., Курдин В.Н. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. [Хранение и технология сельскохозяйственной продукции]. М.: Агропромиздат, 1991. - 414 с.
21. Taheri, S., Brodie, G., & Gupta, D. (2020b). Microwave fluidised bed drying of red lentil seeds:

Drying kinetics and reduction of botrytis grey mold pathogen. *Food and Bioproducts Processing*, 119, 390–401.

22. Taheri, S., Brodie, G. I., Gupta, D., & Dadu, R. H. R. (2019). Effect of microwave radiation on internal inoculum of ascochyta blight in lentil seeds at different seed moisture contents. *Transactions of the ASABE*, 62(1), 33–43.

23. Feng, H., & Tang, J. (1998). Microwave finish drying of diced apples in a spouted bed // *Journal of Food Science*, 63(4), 679–683.

24. Hassan, A. B., Pawelzik, E., & von Hoersten, D. (2021). Effect of microwave heating on the physiochemical characteristics, colour and pasting properties of corn (*Zea mays* L.) grain // *LWT-Food Science and Technology*, 138, 110703.

25. Patent RU № 2033054, A 23 K 3/00, 20.04.1995. http://www.koralagro.ru/articles/publ_vestnik_2014_1.pdf

26. http://www.koral-agro.ru/articles/publ_vestnik_2014_1.pdf. *Mehanizatsiya avtomatizatsiya I mashinniye tehnologii v jivotnovodstve*. [Mechanization, Automation And Machine Technologies In Animal Husbandry] *Vestnik* (accessed 24.05.2017)].

REFERENCES

1. Belov A. A., Nivikova G.V., Kirilov N.K. *Ustanovka dlya mikronizatsii zerna*. [Grain micronization plant]. *Vestnik. CH.G.P.U. by. I.YA.Yakovleva*. № 4. *Cheboksari*, 2012. Pp. 37-39.,
2. Belov A.A., Storcheva F. *Kombinirovanniy dielektricheskiy I induktsionnyy nagrev furajного syrya* [Combined dielectric and induction heating of fodder raw materials]. *Nauchno-prakt. Jurnal. "Prirodaobustroystva"*, № 3. –Moscow. FGBOU VPO RGAU-MSHA by K.A.Timiryazeva, 2014. pp. 79-83
3. Belov A.A., Kirillov N.K., Zaysev G.V. *Ispolzovaniye energii elektromagnitnogo polya SVCH dlya mikronizatsii furajного zerna*. [The use energy of the electromagnetic field of ultra-high frequency for micronization of feed grain]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. №2 (46). *Orenburg*. 2014. pp. 80-83
4. BucSELLA, B., Tak'acs, 'A., Vizer, V., Schwendener, U., & T'om'osk'ozzi, S. (2016). Comparison of the effects of different heat treatment processes on rheological properties of cake and bread wheat flours. *Food Chemistry*, 190, 990–996.
5. Vadivambal, R., Jayas, D. S., & White, N. D. G. (2007). Wheat disinfestation using microwave energy. *Journal of Stored Products Research*, 43(4), 508–514.
6. Vasilev, A.A., Vasilev, A.N. & Samarin, G. (2019, September). Substantiation of automated control modes for grain disinfection. In *International Russian Automation Conference (RusAutoCon)* (pp. 1-6). IEEE.
7. G'omez, M., & Martínez, M. M. (2016). Changing flour functionality through physical treatments for the production of gluten-free baking goods. *Journal of Cereal Science*, 67, 68–74.
8. Dalmoro, A., Naddeo, C., Caputo, S., Lamberti, G., Guadagno, L., d'Amore, M., et al. (2018). On

the relevance of thermophysical characterization in the microwave treatment of legumes. *Food & Function*, 9(3), 1816–1828.

9. Divekar, M. T., Karunakaran, C., Lahlali, R., Kumar, S., Chelladurai, V., Liu, X., et al. (2017). Effect of microwave treatment on the cooking and macronutrient qualities of pulses. *International Journal of Food Properties*, 20(2), 409–422.

10. Ye, J., Hong, T., Wu, Y., Wu, L., Liao, Y., Zhu, H., et al. (2017). Model stirrer based on a multi-material turntable for microwave processing materials. *Materials*, 10(2), 95.

11. Kimaykina V.N., Ynis L.V., Mostovay L.V., Murina G.R., Tkacheva L.S. *Istoriya otrasli xleboproduktov Uzbekistana*. [History of the bakery industry in Uzbekistan]. Tashkent, Sharq Publ., 2001. P 2001. p. 126.

12. Knox, O. G., McHugh, M. J., Fountaine, J. M., & Havis, N. D. (2013). Effects of microwaves on fungal pathogens of wheat seed. *Crop Protection*, 50, 12–16.

13. Kudra, T. (1989). Dielectric drying of particulate materials in a fluidized state. *Drying Technology*, 7(1), 17–34.

14. Marzal A., Oska J.M., Castell V., Martinez J., Benedito C., Balbastre J.V., Sanchez-Fernandez. Effect of microwave energy on grain quality of four Spanish rice varieties // *Span. J. Agr.Res.* -2005. –Vol. 3, N 3. –P. 310-318. - Eng. – Pез. Исп. –Bibliogr.: p. 317-318 Шифр П 26714

15. Palkin M.V. e.a. *Ustroystva dlya borbi s vreditelyami I boleznyami rasteniy*. [Plant pest and disease control device]. Patent RU, no № RU95116631, 1997.

16. Ranjna Sirohi, Ayon Tarafdar, Vivek Kumar Gaur, Shikhangi Singh, Raveendran Sindhu, Reshmy Rajasekharan, Aravind Madhavan i, Parameswaran Binod g, Sunil Kumar b, Ashok Pandey(2021) [Technologies for disinfection of food grains: Advances and way forward.] *Food Research International*, 145p, Article 110396.

17. Rahimjanov M.A., Tuychiyeva D.M. *Izucheniye vliyaniye SVCH na ambarnih vrediteley I viyavleniye optimalnoy velichini moshnosti dlya unichtojeniya vrediteley*. [Study of the effect of microwave power on granary pests and effect of the optimal power value on the destruction of the pests]. *X mejdunarodnaya nauchno-prakt. Internet conf. "Tendentsii I perspektivi razvitiya nauki I obrazovaniya v usloviyah globalizatsii"*. Peryaslav-Xmelniskiy 2016. pp.586-587.

18. Sirohi, R., & Pandey, J. P. (2019). Dilute acid hydrolysis of spoiled wheat grains: Analysis of chemical, rheological and spectral characteristics. *Bio-resource Technology*, 283, 53–58.

19. Tuychiyeva D.M. Nikolayenkov T.S., [Using physical methods to preserve grain mass] *Sbornik materialov XX-Nauchno-texnicheskoy konferentsii* [Collection of materials of the XX- Scientific and Practical Conference] Tashkent, 2011, pp. 121.

20. Trisvyatskiy L.A., Lesnik B.V., Kurdin V.N., Hranenie i tehnologiya sel'skoxozyaystvennyh produktov. [Storage and technology of agricultural products]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1991. 414 p.

21. Taheri, S., Brodie, G., & Gupta, D. (2020b). Microwave fluidised bed drying of red lentil seeds: Drying kinetics and reduction of botrytis grey mold pathogen. *Food and Bioproducts Processing*, 119, 390–401.

22. Taheri, S., Brodie, G. I., Gupta, D., & Dadu, R. H. R. (2019). Effect of microwave radiation on internal inoculum of ascochyta blight in lentil seeds at different seed moisture contents. *Transactions of the ASABE*, 62(1), 33–43.

23. Feng, H., & Tang, J. (1998). Microwave finish drying of diced apples in a spouted bed. *Journal of Food Science*, 63(4), 679–683.

24. Hassan, A. B., Pawelzik, E., & von Hoersten, D. (2021). Effect of microwave heating on the physiochemical characteristics, colour and pasting properties of corn (*Zea mays* L.) grain. *LWT-Food Science and Technology*, 138, 110703.

25. Patent RU № 2033054, A 23 K 3/00, 20.04.1995. http://www.koralagro.ru/articles/publ_vestnik_2014_1.pdf

26. http://www.koral-agro.ru/articles/publ_vestnik_2014_1.pdf. *Mehanizatsiya avtomatizatsiya I mashinniye tehnologii v jivotnovodstve*. [Mechanization, Automation And Machine Technologies In Animal Husbandry] Vestnik (accessed 24.05.2017)].