

liniya), 231 (In Russian)

23. Goloskokova V.B. Illyustrirovannyj opredelitel' rastenij Kazahstana [Illustrated determinant of plants of Kazakhstan]. T. 2. Alma-Ata, 1972: izdatel'stvo «Nauka» KazSSR, 19 (In Russian)

24. Banaev E.V., Vysochina E V., Kukushkina T.A. Izmenchivost' soderzhaniya biologicheski aktivnyh veshchestv v list'yah selitryanki Nitraria sibirica Pall. (Nitrariaceae) [Variability of the content of biologically active substances in the leaves of saltpeter Nitraria sibirica Pall Sibirskij ekologicheskij zhurnal].2014– T. 21, № 1, 115-122 (In Russian)

25. Lavrenova G.V., Lavrenov V.K. Polnaya enciklopediya lekarstvennyh rastenij [The complete encyclopedia of medicinal plants]. Moscow: AST; Doneck, 2008: Stalker, 416, 322 (In Russian)

26. Kortikov V.N., Kortikov V. A. Polnaya enciklopediya lekarstvennyh rastenij [The complete encyclopedia of medicinal plants]. Rostov-na Donu: Feniks,2008. 797, 614-616 (In Russian)

27. Naumkin V.N., Kocareva N.V., Manhina L.A., Kryukov A.N. Pishchevye i lekarstvennye svoystva kul'turnyh rastenij [Nutritional and medicinal properties of cultivated plants]: 2021,uchebnoe posobie. Lan', 400 (In Russian)

28. Ivanov V. A, Lis E. V, Fibih E. V, SHimova YU. S. Issledovanie tekhnologicheskikh faktorov pri pererabotke plodov kaliny obyknovnoy // Polzunovskij vestnik. – 2022. – № 3. – S. 130-135(In Russian)

29. Mashkovsky M.D. Lekarstvennye sredstva [Medicines]. Moscow, 2000: OOO «Izdatel'stvo Novaya volna», 474, 540 (In Russian)

MPНТИ 65.33

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-1-110-116>

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЗЕРНА ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ ХЛЕБНЫХ ЗАПАСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ

¹Д.М. ТУЙЧИЕВА , ²Д.А. СОЛИЕВА 

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

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

Электронная почта автора корреспондента: dilrabortuychiyeva8087@gmail.com*

Статья посвящена изучению хлебопекарных свойств муки, выработанной из обеззараженного с помощью СВЧ зерна. В статье также рассматриваются методы, которые могут дать оценку качеству и безопасности зерновых продуктов. Меры, предпринимаемые для дезинсекции зернохранилищ, являются сложными, дорогостоящими и требуют полной остановки производства, вследствие чего актуальным является поиск новых подходов для дезинсекции предприятий по хранению зерна, без полной приостановки рабочего процесса. В связи с этим значительный интерес представляют методы дезинсекции зерна с использованием СВЧ-излучений, электрических полей и других физических методов, не требующих остановки производства. Результаты исследований показали, что применение микроволнового облучения с высокочастотными электромагнитными полями значительно повышает эффективность уничтожения вредителей, находящихся в зерне. Анализ воздействия микроволнового облучения на влажность, содержание клейковины и температуру зерна свидетельствует о том, что использование электромагнитных полей мощностью 180 Вт в течение 120-160 секунд не влияет на физико-химические характеристики зерна. Согласно оценкам органолептики, при оптимальных параметрах обработки (180 Вт/м² в течение 120-160 секунд) цвет, аромат и вкус зерна остаются неизменными.

Ключевые слова: микроволны, вредители, мощность, пшеница, влажность, клейковина.

МИКРОТОЛҚЫНДЫ РАДИАЦИЯНЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫМЕН АСТЫҚТЫ НАН ҚОРЫНДАРЫНЫҢ ЗИЯНКЕСТЕРІНЕН ДЕЗИНФЕКЦИЯЛАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ.

¹Д.М. ТУЙЧИЕВА, ²Д.А. СОЛИЕВА

¹Андижан машина жасау институты, Өзбекстан, 170119. Андижан, Бабур даңғылы, 56. ²Андижан

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

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: dilrabortuychiyeva8087@gmail.com*

Мақала микротолқынды пеште дезинфекцияланған дәннен өндірілген ұнның пісіру қасиеттерін зерттеуге арналған. Мақалада жарма өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігін бағалай алатын әдістер де

қарастырылған. Астық қоймаларын дезинсекциялау бойынша қабылданатын шаралар күрделі, қымбат және өндірісті толық тоқтатуды талап етеді, соның нәтижесінде жұмыс процесін толық тоқтатпай, астық сақтау кәсіпорындарын дезинсекциялаудың жаңа тәсілдерін іздестіру өзекті болып табылады. Осыған байланысты микротолқынды сәулеленуді, электр өрістерін және өндірісті тоқтатуды қажет етпейтін басқа физикалық әдістерді қолдану арқылы астықты залалсыздандыру әдістері айтарлықтай қызығушылық тудырады. Зерттеу нәтижелері жоғары жиілікті электромагниттік өрістермен микротолқынды сәулеленуді қолдану дәндегі зиянкестерді жою тиімділігін айтарлықтай арттыратынын көрсетті. 180 Вт қуаты бар 120-160 секунд ішінде микротолқынды сәулеленудің ылғалдылыққа, клейковинаның құрамына және дәннің температурасына әсерінің анализі оның дәннің физикалық және химиялық сипаттамаларына әсер етпейтінін көрсетеді. Бидай оңтайлы өңдеу параметрлерімен (120-160 секундта 180 Вт/м²) өңделген кезде, органолептикалық бағалаулар бойынша оның түсі, хош иісі және дәмі өзгеріссіз қалды.

Негізгі сөздер: микротолқындар, зиянкестер, қуат, бидай, ылғалдылық, глютен.

IMPROVING TECHNOLOGY FOR DISINFECTING GRAIN FROM PESTS OF BREAD STOCK USING ULTRA-HIGH RADIATION FREQUENCIES

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: dilrabotuychiyeva8087@gmail.com*

The article is devoted to the study of baking properties of flour made from microwave disinfected grain. The article also discusses methods that can assess the quality and safety of grain products. Measures taken for disinfestation of grain storage facilities are complex, expensive and require a complete shutdown of production, so it is relevant to search for new approaches to disinfestation of grain storage facilities without complete suspension of the work process. In this regard, methods of grain disinfestation using microwave radiation, electric fields and other physical methods that do not require stopping production are of considerable interest. The results of studies have shown that the use of microwave irradiation with high-frequency electromagnetic fields significantly increases the efficiency of destruction of pests in grain. The analysis of the effect of microwave irradiation on moisture, gluten content and temperature of grain indicates that the use of electromagnetic fields with a power of 180 W for 120-160 seconds does not affect the physical and chemical characteristics of grain. According to organoleptic evaluations, at optimal treatment parameters (180 W/m² for 120-160 seconds) the color, aroma and taste of grain remain unchanged.

Keywords: microwave, pests, power, wheat, humidity, gluten.

Введение

В Стратегии развития нового Узбекистана установлены задачи по – «...проведению научных исследований и разработке конкретных предложений в рамках реализации программы развития пищевой промышленности, в целях расширения базы продовольственного сырья и поэтапного увеличения объемов органической продукции, расширения ассортимента продовольственных товаров, привлечения зарубежных экспертов в рамках вступления республики во Всемирную торговую организацию» [1].

В стране проводятся дезинсекционные мероприятия на предприятиях по хранению и переработке зерна, которые являются сложными, дорогостоящими этапами производства и требуют полной остановки производства. Поэтому значительный интерес представляет метод с

использованием обработки в электромагнитном поле сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона, который не требует остановки производства. Этот метод является одним из наиболее перспективных, действующих непрерывно и позволяющих снизить затраты на дератизацию при одновременном повышении ее эффективности. Исходя из этих задач, важное значение имеют научные исследования, направленные на рациональное сохранение зерна, обеззараженного от насекомых-вредителей, и обладающего потребительскими свойствами и технологическим потенциалом.

Материалы и методы исследований

Для обеспечения количественной и качественной сохранности зерновых запасов используются различные методы. Для дезинфекции зерна обычно используются физические методы, однако данный метод, представ-

ленный в статье, является особенно интересным из-за его безвредности для окружающей среды. Этот метод работает непрерывно, обеспечивая минимальное уменьшение объема.

Серьезную угрозу запасам зерна представляет заражение насекомыми, а также нарушения технологии хранения. Особенно высокую вредоносность проявляют такие вредители, как амбарный и рисовый долгоносики. В регионах с теплым климатом и элементарными условиями хранения популяция этих вредителей, в том числе рисовых долгоносиков, амбарных долгоносиков и мелких мучных червей, имеет тенденцию к размножению. Эти вредители не только уничтожают значительную часть запасов зерна, но и снижают его качество, загрязняя зерно своими остатками, экзоскелетами и выделениями. Это загрязнение способствует самонагреванию зерна и ухудшает его технологические свойства, поскольку оно способствует заражению зерна и его побочных продуктов микроорганизмами [2].

Опыты проводились в лабораторных условиях на базе ГУП «Агроинспекция» Андижанского филиала в 2021 году с упором на сорт озимой мягкой пшеницы Аср, допущенный к возделыванию в регионе [5].

Физико-химические свойства зерновых продуктов оценивались согласно ГОСТ. Содержание и качество клейковины проверялись в соответствии с ГОСТ 13586.1-68. Для зерна пшеницы использовался метод определения количества и качества клейковины, описанный в ГОСТ 13586.1-68 "Мука пшеничная хлебопекарная. Метод определения количества и качества клейковины". Отмывание клейковины осуществлялось вручную. Кислотность мякиша определялась в соответствии с ГОСТ 5670-90 "Мука и отруби пшеничные. Метод

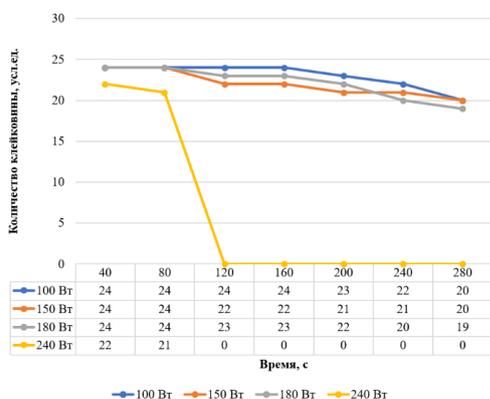


Рисунок 1 – Влияние ЭМП СВЧ излучения на количество клейковины зерна пшеницы

определения кислотности по болтушке". Для изучения влияния ЭМП СВЧ излучения на количество и качество клейковины зерна пшеницы зерно подвергали излучению при мощностях 100 Вт, 150 Вт, 180 Вт, 240 Вт. Изучение влияния ЭМП СВЧ излучения на посевные качества семян зерна пшеницы было проведено согласно ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести».

Результаты и их обсуждение

При решении проблем, связанных с зараженностью зерновых запасов вредителями, было предложено определить наиболее подходящие параметры дезинфекции, ориентируясь на продолжительность воздействия электромагнитного поля (ЭМП) СВЧ мощности в диапазоне мощностей, необходимых для обработки сырья под обследование. Целью исследования является выявление и установление оптимальных условий микроволнового ЭМП-обеззараживания зерна для эффективной борьбы с насекомыми-вредителями, заражающими зерновые запасы.

Рис. 1 иллюстрирует эволюцию клейковины в обработанном зерне с течением времени и при определенных условиях мощности. По мере увеличения времени выдержки содержание глютена постепенно снижается. Такое длительное воздействие вызывает изменения в структуре клейковины, что приводит к распаду белкового коллоида муки. Следовательно, эластичность глютена снижается, что указывает на изменение количества глютена. Несмотря на эти изменения, качественный состав клейковины остается стабильным и соответствует контрольным параметрам, наблюдаемым при подводимой мощности 180 Вт/м² в течение времени обработки от 120 до 160 секунд.

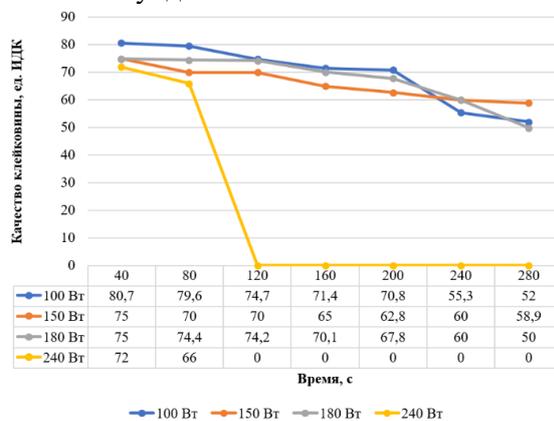


Рисунок 2 – Влияние ЭМП СВЧ излучения на качество клейковины зерна пшеницы

На рис. 2 данные указывают на снижение качества глютена и денатурацию белка по мере увеличения времени воздействия. При отмывании клейковины не образуется однородная структура, и полипептидная цепь белка при формировании теста разворачивается. Незначительное снижение содержания клейковины наблюдается при обработке мощностью 180 Вт/м² и продолжительностью 50-300 секунд. Однако было выявлено, что клейковина демонстрирует повышенную эласти-

чность в диапазоне 50-80 единиц. Полученная клейковина относится к группе II (умеренно сильная) и со временем теряет эластичность.

На количество клейковины влияет исходное качество зерна [4]. Эта взаимосвязь графически изображена на рис. 3. Путем анализа зависимостей были выявлены эффективные режимы дезинсекции на поверхности реагирования. Кроме того, при повышении уровня мощности наблюдается небольшое снижение влажности зерна.

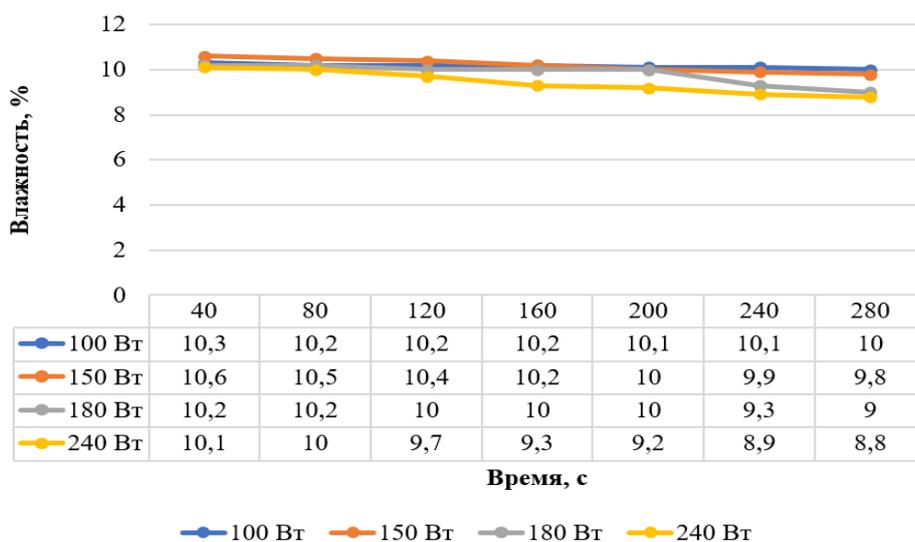


Рисунок 3 – Влияние ЭМП СВЧ обеззараживания на показатель влажности зерна

Мы исследовали физико-химические и хлебопекарные характеристики зерновой массы пшеницы. Было изучено влияние дезинфекции на физико-химические свойства зерна. Согласно полученным данным, при воздействии ЭМП СВЧ-излучения на зерно

ухудшения качества зерна не было выявлено. В таблице 1 представлены показатели качества контрольных образцов зерна и продуктов его переработки, полученных из одной партии помола.

Таблица 1 – Физико-химические показатели муки и хлеба (полученной из обеззараженного зерна пшеницы с применением ЭМП СВЧ излучения при мощности -180 Вт/м²)

№	Наименование объекта	Мука из зерна пшеницы помольной партии	Мука из зерна пшеницы после ЭМП СВЧ излучения
Мука полученная из обеззараженного зерна пшеницы с применением ЭМП СВЧ излучения при мощности -180 Вт/м²			
1	Влажность, %	10,5	10,5
2	Количество клейковины, %	28	27
3	Показатель, ед. ИДК	85	84
Хлеб выпеченный из обеззараженного зерна пшеницы с применением ЭМП СВЧ излучения при мощности -180 Вт/м²			
4	Кислотность мякиша, град.	3	3
5	Пористость мякиша, %	69	68
6	Влажность мякиша, %	45	43

Таблица 1 показывает, что мука и хлеб, полученные из зерна пшеницы, продезинфицированного с помощью ЭМП-микроволнового излучения, соответствуют стандартам, установленным нормативными документами (НД).

Также было изучено влияние ЭМП СВЧ-излучения на прорастание семян пше-

ницы. Интригующим аспектом была оценка жизнеспособности семян для посева, особенно в сценариях, предполагающих короткое время хранения и послеуборочное созревание. Результаты проращивания семян представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние ЭМП СВЧ излучения на посевные качества семян зерна пшеницы

№	Наименование показателей	Значение показателей		
		По НД	Фактически	НД на методы испытаний
1	2	3	4	5
Величина мощности ЭМП СВЧ излучения $W-180 \text{ Вт/м}^2$, время обработки $t-120 \text{ с}$				
1	Энергия роста, %	95	95	ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести».
2	Всхожесть зерна, %	92	95	ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести».
Величина мощности ЭМП СВЧ излучения $W-180 \text{ Вт/м}^2$, время обработки $t-160 \text{ с}$				
3	Энергия роста, %	95	93	ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести».
4	Всхожесть зерна, %	92	95	ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести».
Контроль				
5	Энергия роста, %	95	95	ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести».
6	Всхожесть зерна, %	92	92	ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести».

Анализ таблицы 2 показывает, что при мощности 180 Вт/м² и продолжительности 120 секунд энергия роста и всхожесть продукта находятся в пределах 92-95%. Экспериментальные данные подтверждают, что предложенные параметры не оказывают негативного влияния на биохимический состав зерна [6-8]. Опытные образцы показали, что всхожесть семян соответствует нормативным и техническим требованиям. В процессах дезинфекции с использованием мощности 180 Вт/м² в течение 120 и 160 с энергия роста и всхожесть семян соответствовала нормативным стандартам.

На протяжении всего исследования полученные данные соответствовали нормативным стандартам качества семян озимой пшеницы после обеззараживания с использованием ЭМП СВЧ [9,10]. Следовательно, использование мощности 180 Вт/м² в течение 160 с считается целесообразным, поскольку оно приводит к оптимальной всхожести (95%) при сохранении жизнеспособности семян продезинфицированного зерна пшеницы с помощью микроволнового ЭМП [11,12].

Наиболее эффективные режимы воздействия для микроволновой дезинфекции составляют от 120 до 280 секунд при мощности 180 Вт/м². Результаты исследований свидетельствуют о том, что применение ЭМП СВЧ существенно усиливает уничтожение хранящихся вредителей из зерновых

масс. Анализ влияния ЭМП СВЧ на влажность, клейковину и температуру зерна показывает, что воздействие электромагнитных полей мощностью 180 Вт и длительностью 120-160 секунд соответствует нормативным требованиям к физико-химическим свойствам зерна [13-15]. По данным органолептических оценок, при оптимальных условиях (180 Вт/м² при 120-160 с) цвет, запах и вкус зерна при микроволновой обработке остаются неизменными.

Заключение, выводы

Корректировка индекса деформации клейковины зерна посредством воздействия микроволновых ЭМП открывает потенциал для производства муки с особыми технологическими характеристиками. Проведенные исследования позволили установить, что режимы дезинфекции влияют на белково-глютеновый комплекс зерна, приводя к изменению качества клейковины при определенных параметрах. Исследование оптимального воздействия ЭМП микроволнового излучения на тестовые хлебобулочные изделия выявило повышенную водопоглощающую способность муки и повышенную пористость хлеба из муки, обработанной в микроволновой печи.

Режим более низкой экспозиции ЭМП СВЧ-излучения при 100 Вт/м² может не обеспечить дезинсекцирующего эффекта, но сохраняет без изменения хлебопекарные качества муки.

Экспериментальные результаты показывают, что различные режимы ЭМП микроволнового излучения на зерно могут регулировать не только снижение зараженности зерна вредителями, но и корректировать хлебопекарные свойства муки с неоптимальными хлебопекарными характеристиками для производства хлеба высокого качества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28.01.2022 года «О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lex.uz/docs/4567337#4568274> (дата обращения 11.07.2022).

2. Сколько зерновых культур выращивается в стране? Агентство статистики при президенте Республики Узбекистан [Электронный ресурс]. <http://www.stat.uz> (дата обращения 06.11.2020).

3. Carol L. Jones. Fumigation. Storage of Cereal Grains and Their Products (Fifth Edition). Woodhead Publishing, 2022, pp. 677-685, ISBN 9780128127582

4. Андижанская область. Агентство по привлечению иностранных инвестиций при Министерстве Инвестиций, Промышленности и Торговли Республики Узбекистан. [Электронный ресурс] <http://invest.gov.uz/oz/regional-map/andijan/> (дата обращения 12.05.2020).

5. Андижанская область. Министерство сельского хозяйства Республики Узбекистан [Электронный ресурс]. <https://www.agro.uz/ru/svodnaya-spravka-po-andijanskoj-oblasti/> (дата обращения 26.02.2020).

6. 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.

7. 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.

8. Туйчиева Д.М., Николаенков Т.С. Использование физических методов для сохранения зерновой массы / Сборник материалов XX Научно-практической конференции. Ташкент, 2011. -С. 121.

9. Трисвятский Л.А., Лесник Б.В., Курдин В.Н. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. [Хранение и технология сельскохозяйственной продукции]. М.: Агропромиздат, 1991. - 414 с.

10. Taheri, S., Brodie, G., & Gupta, D. (2020b). Microwave fluidised bed drying of red lentil seeds. *Вестник алматинского технологического университета*. 2023. №2. 192 Drying kinetics and reduction of botrytis grey mold pathogen. *Food and Bioproducts Processing*, 119, 390–401.

11. 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), pp. 33–43.

12. Feng, H., & Tang, J. (1998). Microwave finish drying of diced apples in a spouted bed // *Journal of Food Science*, 63(4), 679–683. 11. 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

13. BucSELLA, 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.

14. Vadivambal, R., Jayas, D. S., & White, N. D. G. (2007). Wheat disinfestation using microwave energy. *Journal of Stored Products Research*, 43(4), 508–514.

15. 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.

16. 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, стр. 68–74.

REFERENCES

1. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan № UP-60 from 28.01.2022 "On the strategy of development of New Uzbekistan for 2022-2026" [Electronic resource]. - <http://www.lex.uz/docs/4567337#4568274> (accessed 11.07.2022). (In Russian)

2. How many types of grain crops are grown in the country? Statistics agency under the president of the Republic of Uzbekistan [Electronic resource]. <http://www.stat.uz> (accessed: 06 November 2020). (In Russian)

3. Carol L. Jones. Fumigation. Storage of Cereal Grains and Their Products (Fifth Edition). Woodhead Publishing, 2022, pp. 677-685, ISBN 9780128127582.

4. Andijan region. Agency for Attraction of Foreign Investments under the Ministry of Investment, Industry and Trade of the Republic of Uzbekistan. [Electronic resource] <http://invest.gov.uz/oz/regional-map/andijan/> (accessed 12.05.2020). (In Russian)

5. Andijan region. Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan [Electronic resource]. <https://www.agro.uz/ru/svodnaya-spravka-po-andijanskoj-oblasti/> (accessed 26.02.2020). (In Russian)

6. RakhimdjanoV M.A., Tuichieva D.M. Issledovanie vliyaniya mikrovolnovoY moshchnosti na vreditel'j zernohranilishch i vliyanie optimal'nogo

znacheniya moshchnosti na unichtozhenie vreditel'ej [Study of the effect of microwave power on the pests of granaries and the influence of the optimal value of power on the destruction of pests] / X International Scientific and Practical Conference. Internet-conference. "Tendencies and prospects of science and education development in the conditions of globalization". Pereyaslav Khmel'nitsky, 2016. - pp.586-587. (In Russian)

7. 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.

8. Tuichieva D.M., Nikolaenkov T.S. Use of physical methods for preservation of grain mass [Use of physical methods for preservation of grain mass] / Collection of materials of XX Scientific and Practical Conference. Tashkent, 2011. -p. 121. (In Russian)

9. Trisvyatsky L.A., Lesnik B.V., Kurdin V.N. Hranenie i tekhnologiya sel'skohozyajstvennyh produktov [Storage and technology of agricultural products]. Hranenie i tekhnologiya sel'skohozyajstvennyh produktov. Moscow: Agropromizdat, 1991. - p. 414. (In Russian)

10. Taheri, S., Brodie, G., & Gupta, D. (2020b). Microwave fluidised bed drying of red lentil seeds. The journal of Almaty Technological University. 2023. №2. 192 Drying kinetics and reduction of botrytis grey mold pathogen. Food and Bioproducts Processing, 119, 390–401.

11. 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), pp. 33–43.

12. Feng, H., & Tang, J. (1998). Microwave finish drying of diced apples in a spouted bed // Journal of Food Science, 63(4), 679–683. 11. Hassan, A. B., Pawelzik, E., & von Hoersten, D. (2021). Effect of microwave heating on the physicochemical characteristics, colour and pasting properties of corn (Zea mays L.) grain // LWT-Food Science and Technology, 138, 110703

13. Bucsell, B., Tak'acs, 'A., Vizer, V., Schwendener, U., & T'om'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.

14. Vadivambal, R., Jayas, D. S., & White, N. D. G. (2007). Wheat disinfestation using microwave energy. Journal of Stored Products Research, 43(4), 508–514.

15. 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.

16. G'omez, M., & Mart'inez, M. M. (2016). Changing flour functionality through physical treatments for the production of gluten-free baking goods // Journal of Cereal Science, 67, pp. 68–74.

ОӘК 65.59.03
ҒТАМА 65.59.29

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-1-116-124>

ЕТ ӨНІМДЕРІ ТЕХНОЛОГИЯСЫНДА ЭКСТРУДТАЛҒАН АҚУЫЗ ТЕКСТУРАЛАРЫН ӨНДІРУ ПРОЦЕСІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ОҢТАЙЛАНДЫРУ

¹К.М. БУКАРБАЕВ , ²В.Н. ВАСИЛЕНКО , ¹Ш.А. АБЖАНОВА ,
¹А.Ч. КАТАШЕВА , ¹А.А. КУЛАИПБЕКОВА* 

(¹ АҚ «Алматы технологиялық университеті», Қазақстан, 050012, Алматы қ., Толе би к-сі., 100

²Воронежский государственный университет инженерных технологий,
Россия 394036, Воронеж қ., пр. Революции, д.19)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: ak04erke22@gmail.com*

Экструдталған ақуыз текстураларын өндіру процесінде орталық композициялық форманы айналмалы жоспарды қолдана отырып, көп факторлы экспериментті жоспарлау әдістемесі қарастырылды. Жұмыста Экстракция кинетикасының негізгі факторларға (қабаттың биіктігі, еріткіштің қозғалыс жылдамдығы, бөлшектердің қасиеттері) және параметрлерге (ішкі диффузия коэффициенті және бойлық араластыру коэффициенті) тәуелділіктерін алу үшін экстракция процесінің қабатында масса алмасудың математикалық моделі құрылды. Зерттеу нысаны ретінде қарасора ақуыз концентраты қолданылды. Қарасора-бұл шын мәнінде керемет өсімдік, ол өзінің қасиеттеріне байланысты өңдеу өнеркәсібінің әртүрлі салаларында қолданылады, сонымен қатар майлар, тұқымдар, ақуыз қоспалары түріндегі көпфункционалды тамақ өнімі болып табылады. Қарасора ақуызға бай ғана емес, сонымен қатар бізді табиғи тағамдық талшықтармен және пайдалы май қышқылдарымен қамтамасыз етеді, бұл қарасора ақуызы өнімдерін вегетариандықтар мен вегетариандықтар үшін пайдалы тағамдық балама етеді. Осы қасиеттеріне орай біз қарасорадан таза экструдталған ақуыз