

А.М. Омаралиева<sup>1</sup>, Ж.Т. Ботбаева<sup>1</sup>, М.Т. Агедилова<sup>1</sup>,  
М.Б. Абилова<sup>2\*</sup>, А.Е. Жанайдарова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АО «Казахский университет технологии и бизнеса», Нур-Султан, Казахстан

<sup>2</sup>НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина», Нур-Султан, Казахстан

\*Автор для корреспонденции: mikentii@inbox.ru

## Влияние СВЧ обработки зернобобовых культур на свойства безглютеновой муки

**Аннотация.** В исследовательской работе мука из зернобобовых культур предлагается в качестве безглютеновой муки для диетического питания больных целиакией. Для питания такой категории лиц необходимо использовать те культуры и продукты из них, которые в своем составе не содержат глютен. В качестве объекта исследования предложена зернобобовая культура нут сорта «Мирас 07» отечественной селекции. В статье приведены микроструктурные данные СВЧ обработанного нута сорта «Мирас 07». Проведены исследования по СВЧ обработке нута сорта «Мирас 07» в течение 3-5 минут в сравнении с контрольным необработанным образцом нута. Из обработанных образцов зерна нута получены различные мучные образцы с целью приготовления безглютеновых изделий. Проведены исследования по изучению морфологической структуры и гранулометрического состава нутовой муки на сканирующем электронном микроскопе Quanta 200i 3D. Полученные срезы микроструктур свидетельствуют том, что в муке нута сорта «Мирас 07» крахмальные зерна в основе имеют преимущественно амилопектин и в небольших количествах амилозу, что подтверждает их высокую пищевую ценность. Крахмальные частицы нутовой муки с повышением температуры начинают разрушаться, что в процессе тестоведения для мучных кондитерских изделий очень важно. Применение СВЧ обработанной нутовой муки в мучном-кондитерском производстве предпочтительнее, чем необработанной. Термообработка зерновых культур с помощью СВЧ может повлиять на основные биохимические показатели, особенно углеводы, трансформируя в легкоусвояемые формы крахмала.

**Ключевые слова:** зернобобовая культура, нут, СВЧ-обработка, безглютеновая мука, микроструктура.

DOI: 10.32523/2616-7034-2021-137-4-75-83

### Введение

Исследование под микроскопом микроструктуры зерна имеет важное теоретическое и практическое значение, в частности, для повышения эффективности режимов разных способов специальной обработки, а также создания технологии. В литературных данных изучена микроструктура зерновых культур и изменения в них, которые протекают под влиянием различных способов обработки [1].

Тепловая обработка зерновых все более широко используется в пищевой и перерабатывающей промышленности. Но представления о зависимости между микроструктурой зерновых культур и способами их СВЧ обработки носят обобщающий характер. Лишь некоторые полученные данные могут быть использованы для усовершенствования новой технологии при различной обработке.

Сверхвысокие частоты (СВЧ) представляют собой электромагнитные колебания в пределах от 300 МГц до 300 ГГц. Данным электромагнитным частотам соответствуют длины волн от 1 м до 0,1 мм. Использование СВЧ-обработки в мукомольной промышленности предоставляет значительное увеличение результативности технологий переработки разных типов зерна. Термообработка зерновых культур с помощью СВЧ может повлиять на основные биохимические показатели, особенно углеводов, трансформируя в легкоусвояемые формы крахмала, что представляет собой главную задачу при разработке ассортиментов кондитерских изделий.

Высокотемпературная СВЧ-обработка зерновых пищевого назначения дает положительный результат.

Обработка СВЧ лучами зерновых культур намного сокращает технологические процессы при приготовлении из них пищи, а также улучшает качественные характеристики. Качество жизни человечества зависит от качества продуктов питания, так как в пищевых продуктах вместе с полезными нутриентами содержится определенное количество химических соединений, которые могут представлять потенциальную опасность для здоровья человека. Ими могут быть собственно элементы пищевых продуктов, продукты их биотрансформации, загрязнители окружающей среды, которые попадают в пищу в результате накопления в их химических цепях, а также свободные радикалы.

Перспективное развитие науки с инновационными достижениями привносит проблемы в экологию питания. Электромагнитные поля выступают одними из значительных загрязнителей как для окружающей среды в целом, так и для продуктов питания в частности. В литературных данных есть такое понятие, как «электромагнитный смог». СВЧ-излучение с очень высокой плотностью потока энергии вызывает факторы деструкции высокомолекулярных органических молекул (денатурацию белков при нагреве), которые приводят к образованию групп с неспаренными электронами, свободных радикалов, являвшейся одной из причин преждевременного старения организма человека [2-3].

Обеспечение пищевой безопасности продуктов питания при СВЧ- обработке зерновых культур положительно влияет на рост и развитие микроорганизмов, которые вызывают пищевые отравления и оказывают значительное воздействие на здоровье человека. Методы СВЧ-обработки используют в сельском хозяйстве как дезинфицирующие средства от высоко патогенных штаммов микроорганизмов, опасных для человека. В связи с этим важную актуальность приобретают технологические меры, которые направлены на уменьшение численности микроорганизмов, сохранение пищевой ценности и уровня качества готовой продукции, обеспечение её экологической безопасности [4,5].

При применении методов СВЧ-обработки зерновых культур используются различные режимы технологических процессов, которые приводят к освобождению их от патогенной микрофлоры. Каждый из них имеет ряд достоинств и слабых мест. Использование химических веществ небезопасно для здоровья человека, поэтому необходимы строгий санитарный контроль и нормы над продукцией переработки растительного сырья. Оптимальным направлением решения получения качественных показателей сырья является использование методов обработки зернопродуктов в электромагнитном поле высокой и сверхвысокой частоты. Итоги многолетних опытов и производственных испытаний по обеззараживанию продуктов переработки зерна однозначно подтвердили достоинство этого метода. В серии данных опытов подбирался интервал режимов СВЧ-воздействия, который обеспечивает самый большой эффект при обеспечении качества готовой продукции.

В настоящей работе мука из зернобобовых культур предлагается в качестве безглютеновой муки для диетического питания больных целиакией.

Целиакия – это заболевание, которое возникает у людей, страдающих непереносимостью глютена. Она характеризуется хроническим воспалением слизистой оболочки тонкого кишечника, которое вызывает белок, входящий в состав злаковых культур. Люди, страдающие данным заболеванием, не могут употреблять в пищу продукты из традиционных видов муки и должны пожизненно соблюдать безглютеновую диету. В связи с этим возникает необходимость разработать казахстанскую безглютеновую продукцию на основе отечественного сырья, так как казахстанский рынок переполнен безглютеновой продукцией зарубежных производителей, стоимостью превышающей обычную продукцию в несколько раз [6,7].

В связи с вышеизложенным возникает необходимость создавать отечественную инновационную технологию производства безглютеновых продуктов, что является актуальной задачей для нашей страны, особенно конкурентоспособной продукции с более низкой

стоимостью по сравнению с импортной.

Исходя из всего вышесказанного вытекает задача о применении СВЧ- обработки для зернобобовых злаковых культур.

### Материалы и методы

Объектами экспериментальных исследований являются – нут сорта «Мирас 07», предложенного Казахским НИИ земледелия и растениеводства, нутовая мука». Данный сорт предназначен для пищевой цели. Урожайность сорта «Мирас 07» при осеннем посеве составляла 22,3 ц/га, в весеннем посеве – 29,0 ц/га. Сорт «Мирас 07» по урожаю зерна превышает лучшие районированные сорта зернобобовых.

Отбор проб зерновых культур проводился по ГОСТу 5904-82. В работе применяли следующие методы исследования: ГОСТ 10846-91 - зерно и продукты его переработки. Метод определения белка по ГОСТ 29033-91. Определение массовой доли жира по СТ РК 1054-2002.

Морфологическая структура и гранулометрический состав нутовой муки определялись с помощью сканирующего электронного микроскопа Quanta 200i 3D. Морфологическая структура и гранулометрический состав зернобобовой муки оценены посредством сканирующего электронного микроскопа Quanta 200i 3D по методике, прилагаемой к микроскопу, в ДГП на ПХВ «Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа» РГП на ПХВ «Казахский национальный университет им. аль-Фараби» МОН РК. Данный электронный микроскоп предназначен для получения изображения поверхности объекта с высоким пространственным разрешением.

СВЧ обработанный нут размалывали на лабораторной мельнице HawosPegasus 380 V со встроенными ситами Ø1 мм (средний помол) и Ø2 мм (крупный помол).

### Результаты и обсуждения

Проведены исследования по изучению микроструктуры срезов зерна нута до и после СВЧ-обработки. Микрочастицы зерна нута исследованы с помощью сканирующего электронного микроскопа.

Нут сорта «Мирас 07» обрабатывали в течение 3-5 минут в микроволновой печи при 800 Вт. В качестве контрольного варианта был взят необработанный образец нута.

Микрофотографии муки нута в сухом виде сорта «Мирас 07» изучали на световом микроскопе. В результате можно увидеть, что температурные поля по центру крахмального зерна нута не определяются, далее при СВЧ-обработке продолжается процесс набухания.

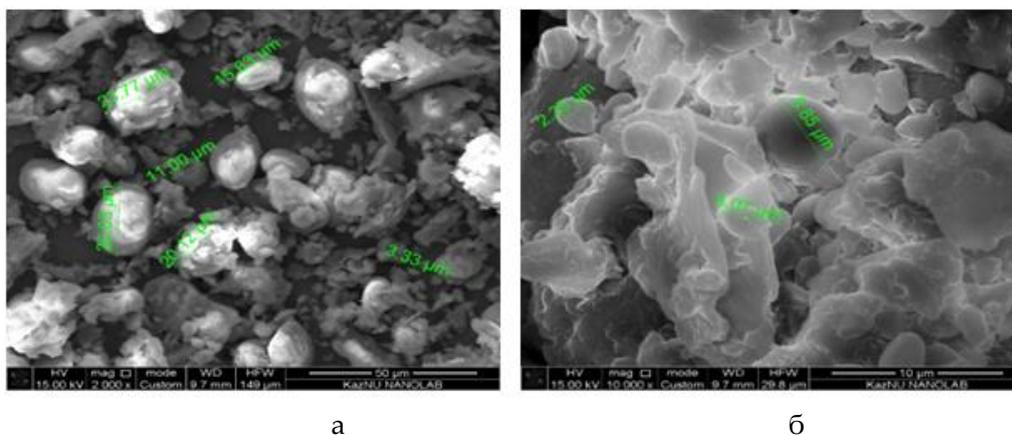


Рисунок 1. Микрофотографии контрольного образца нутовой муки

а – микрофотографии необработанной нутовой муки (увеличение 5 μm); б -микрофотографии необработанной нутовой муки (увеличение 50 μm), микрофотографии необработанной нутовой муки (увеличение 10 μm)

На рисунке 1 представлен контрольный образец микрочастиц муки нута необработанного при различном увеличении (от 50  $\mu\text{m}$  до 10  $\mu\text{m}$ ). Как видно из рисунка 1, микроструктура крахмала зерна нута идентична крахмалу гороха, средний размер которых колеблется от 11-12 мкм [8]. Как видно из рисунка 2, при просмотре под микроскопом микроструктура муки из нута сорта «Мирас 07» в помолах овальные крахмальные зерна уплотнены в белковую матрицу. Белковая масса представлена как мощный структурный элемент, связанный не только с крахмальными зернами, но и с прикрепленным белком. Белковая матрица нута сорта «Мирас 07» имела прочную структуру, даже при большом механическом воздействии, многие крахмальные гранулы остаются уплотненными. Особенно отчетливо видно глобулы белка, находящегося в нативном состоянии. Белковая структура зерна нута связана не только с крахмальными зернами, но и с прикрепленным белком самого зерна.

Крахмальные зерна представлены двумя фракциями – мелкозеристой и крупнозеристой.

На рисунке 2 отображены микрофотографии нута сорта «Мирас 07» обработанные СВЧ лучами в течение 3 минут при 800 Вт.

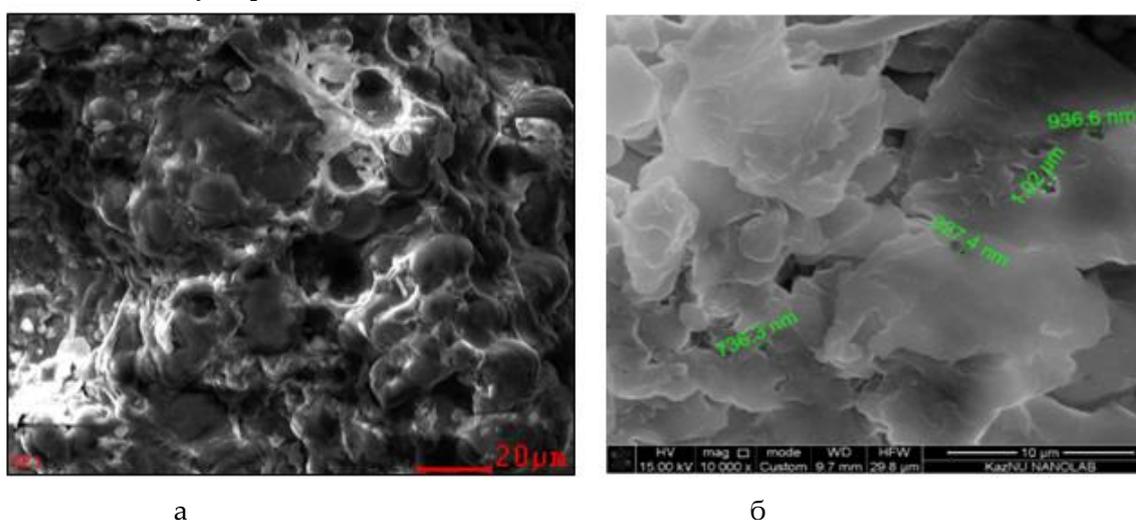
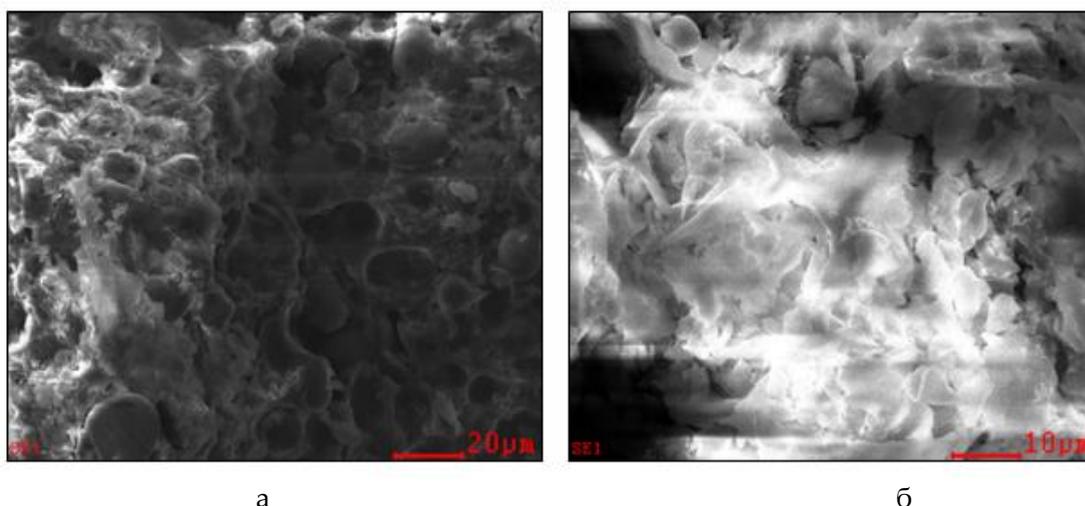


Рисунок 2. Микрофотографии СВЧ обработанной муки из нута сорта «Мирас07» (3 минуты)

а - микрофотографии обработанной (3 мин) нутовой муки (увеличение 20  $\mu\text{m}$ ),  
б - микрофотографии обработанной (3 мин) нутовой муки (увеличение 10  $\mu\text{m}$ ).

На рисунке 2 (а,б) представлены микрофотографии образцов муки из нута сорта «Мирас 07» при различном увеличении (от 20  $\mu\text{m}$  до 10  $\mu\text{m}$ ), которые были обработаны СВЧ лучами в течение 3 минут. В результате можно сделать вывод, что микрочастицы данного образца отличаются от контрольного образца. Как видно из рисунка 2, по сравнению с исходным зерном произошло значительное изменение первоначальной формы крахмала и белковых глобул. Крахмальные зерна увеличились в объеме, на поверхности появились малые углубления. Фотографии микроструктуры крахмальных зерен нутовой муки при увеличении 20 мкм показывают, что они не полностью разрушены. Разрушенная часть крахмальных гранул составила 70-80 %.

На рисунке 3 представлены микрофотографии СВЧ обработанной в течение 5 минут муки из нута сорта «Мирас 07» при различном увеличении: от 50  $\mu\text{m}$  до 10  $\mu\text{m}$ .



**Рисунок 3. Микрофотографии СВЧ обработанной муки из нута сорта «Мирас07» (5 минут)**

а - микрофотографии обработанной нутовой муки (5 мин) (увеличение 50 μм);  
б - микрофотографии обработанной нутовой муки (5 мин) (увеличение 10 μм).

При СВЧ-обработке до 5 минут сохраняются контуры нативных форм клеточных структур нута, диаметры крахмальных зерен по отношению к исходному образцу несколько увеличивается. При обработке в СВЧ спектрах происходят денатурация белковой структуры нутовой муки, а также структурные изменения свойств крахмала. Спектры СВЧ волн равномерно проникают в белковую структуру, вызывая колебания молекул воды, что приводит к быстрому внутреннему нагреву, происходят повышенное напряжение водяного пара внутри материала и быстрое испарение воды [9].

Такое изменение крахмальных гранул объясняется воздействием на зерно существенных температурных режимов и влагосодержания, а также конформационным изменением полисахаридных цепей амилозы, скорейшее разворачиванию которых ведет к резкому росту объема крахмальных гранул, деструкции полимера по росту степени декстринизации крахмала. В результате исследования микрочастицы зерна нута сорта «Мирас 07», которое было подвергнуто тепловой обработке, показало, что наименьшее воздействие на микроструктуры зерна оказывает СВЧ-обработка.

### **Выводы**

Таким образом, на основе изучения микроструктуры муки из селекционного нута сорта «Мирас 07», следует сделать такой вывод: крахмал нута имеет невысокую температуру клейстеризации, что говорит о том, что в белке нута содержится большое количество амилозы [10,11]. Крахмальные зерна нута сорта «Мирас 07» практически полностью разрушаются при температуре 100 °С, и далее механизм набухания приостанавливается, этим подтверждаются высокие структурно-технологические свойства зерна нута, что может быть использовано при производстве мучных кондитерских изделий.

Снимки фотографий микроструктуры свидетельствуют том, что в муке нута сорта «Мирас 07» крахмальные зерна в основе имеют преимущественно амилопектин и, в небольших количествах, амилозу, что подтверждает их высокую пищевую ценность. Крахмальные частицы нутовой муки с повышением температуры начинают разрушаться, что необходимо учитывать при процессе тестоведения в производстве мучных кондитерских изделий.

Применение СВЧ обработанной нутовой муки в мучном-кондитерском производстве предпочтительнее, чем необработанной муки.

**Благодарность.** Статья опубликована в рамках бюджетной программы 217 МОН РК «Развитие науки» по теме: AP09561622 «Разработка технологии производства безглютеновых мучных кондитерских изделий с применением муки из семян зернобобовых культур, выращенных в Казахстане».

#### Список литературы

1. Никулин Р.Н. Исследования воздействия СВЧ-излучения низкой интенсивности на биологические объекты // 3 Всероссийская конференция «Радиолокация и радиосвязь» - ИРЭРАН, 2009. - С. 136-140.
2. Аверьянова Е.В., Пектин. Получение и свойства: // Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ. - Бийск: Изд-во Алт. гос. тех. ун-та, 2006. - 44 с.
3. Егоров Г.А. Технология муки. Технология крупы. - Москва, Колос, - 2005. - 296 с.
4. Никитина Е.В. Изменения микроструктуры картофельного крахмала при модификации бактериальной амилазой *Bacillus subtilis* в зависимости от концентрации фермента. // Вестник технологического университета. - 2016. - Т.19, №7, - С. 133-136.
5. Сыроватка В.И. СВЧ-обработка комбикормов. Механизация, автоматизация и машинные технологии в животноводстве. // Вестник ВНИИМЖ - 2013. - №1(9), - С. 29-37.
6. Бельмер С.А., Хавкин А. Непереносимость глютена и показания к безглютеновой диете. - 2011. - С. 17-21.
7. Божко С.Д., Ершова Т.А., Чернышова А.Н., Текутьева Л.А., Сон О.М., Подволоцкая А.Б.1 Секция - Инновационные подходы к развитию техники и технологий // Разработка безглютеновых продуктов с длительными сроками годности. Дальневосточный федеральный университет // В кн.: Инновационные подходы к развитию техники и технологий. - Москва, Одесса, 2015. - 148с.
8. Дмитренко Л.Д., Овсянникова Л.К. Изменение микроструктуры семян нута при различных способах обработки, Одесская национальная академия пищевых технологий, - 2014, - 46, том 1, - С. 33-35.
9. Изменение микроструктуры зернового сырья при подготовке к производству зернового хлеба в условиях ферментативного гидролиза [Электронный ресурс]. -2009. -URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=1283>. (Дата обращения: 28.09.2021).
10. Аксенов В.В. Комплексная переработка растительного крахмалсодержащего сырья в России / Вестник КрасГАУ. - 2013, - №4, - С. 15-16.
11. Исследования свойств муки сортовой фасоли селекции Омского ГАУ на основе ее микроструктуры. [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-svoystv-muki-sortovoy-fasoli-selektcii-omskogo-gau-na-osnove-ee-mikrostruktury>. (Дата обращения: 28.09.2021).

А.М. Омаралиева<sup>1</sup>, Ж.Т. Ботбаева<sup>1</sup>, М.Т. Агедилова<sup>1</sup>, М.Б.Абилова<sup>2</sup>, А.Е.Жанайдарова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>«Қазақ технология және бизнес университеті» АҚ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

<sup>2</sup>«С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» КеАҚ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

### Дәнді-бұршақты дақылдарды микротолқынды өңдеудің глютенсіз ұнның қасиеттеріне әсері

**Аңдатпа.** Зерттеу жұмысында дәнді-бұршақты дақылдардан алынған ұн целиакиямен ауыратын науқастарды диеталық тамақтандыру үшін глютенсіз ұн ретінде ұсынылады. Осындай санаттағы адамдарды тамақтандыру үшін құрамында глютені жоқ дақылдар мен олардан жасалған өнімдерді пайдалану қажет. Зерттеу нысаны ретінде отандық селекцияның "Мирас 07" сортының бұршақ дақылдары ұсынылды. Мақалада "Мирас 07" өңделген бұршақтың микротолқынды микроқұрылымдық деректері келтірілген. Бақылаудағы өңделмеген ноқат үлгісімен салыстырғанда 3-5 минут ішінде "Мирас 07" сұрыпты ноқатты микротолқынды өңдеу бойынша зерттеулер жүргізілді. Глютенсіз өнімдерді дайындау мақсатында өңделген бұршақ дәнінің үлгілерінен түрлі ұн үлгілері алынды. Сканерлеуші электронды микроскопта Quanta 200i 3D морфологиялық құрылымы мен гранулометриялық құрамын зерттеу бойынша зерттеулер жүргізілді. Алынған микроқұрылымдар кесектері "Мирас 07" бұршақ ұнында крахмал дәндері негізінен амилопектинге және аз мөлшерде амилозаға ие екенін көрсетеді, бұл олардың жоғары тағамдық құндылығын растайды. Бұршақ ұнының крахмал бөлшектері температураның жоғарылауымен ыдырай бастайды, бұл тестілеу процесінде ұннан жасалған кондитерлік өнімдер үшін өте маңызды. Ұн-кондитерлік өндірісте өңделген ноқат ұнын өңделмеген ұнға қарағанда қолданған жөн. Микротолқынды дақылдарды термиялық өңдеу негізгі биохимиялық көрсеткіштерге, әсіресе көмірсуларға әсер етуі мүмкін, крахмалдың оңай сіңетін түрлеріне айналады.

**Түйін сөздер:** Дәнді-бұршақты дақыл, ноқат, микротолқынды өңдеу, глютенсіз ұн, микроқұрылым.

А.М. Omaraliev<sup>1</sup>, Zh.T. Botbaeva<sup>1</sup>, M.T. Agedilova<sup>1</sup>, M.B. Abilova<sup>2</sup>, A.E. Zhanaidarova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JSC "Kazakh University of Technology and Business", Nur-Sultan, Kazakhstan

<sup>2</sup>NCJSC " S. Seifullin KazakhAgrotechnical University", Nur-Sultan, Kazakhstan

### Influence of microwave processing of leguminous crops on the properties of gluten-free flour

**Abstract.** In the article, flour from leguminous crops is offered as gluten-free flour for dietary nutrition of patients with celiac disease. For the nutrition of this category of people, it is necessary to use those crops and products from them that do not contain gluten. There is proposed a leguminous chickpea crop of the MIRAS 07 variety of domestic selection as an object of the study. The article presents microstructural data of microwave processed chickpeas of the Miras 07 variety. Studies were conducted on microwave processing of chickpeas of the MIRAS 07 variety for 3-5 minutes in comparison with a control untreated chickpea sample. Various flour samples were obtained from processed chickpea grain samples in order to prepare gluten-free products. Studies have been carried out to study the morphological structure and granulometric composition of the mercury film on a scanning electron microscope Quanta 200i 3D. The obtained microstructure sections indicate that in the chickpea flour of the MIRAS 07 variety, starch grains are mainly based on amylopectin, and in small amounts amylose, which confirms their high nutritional value. Starch particles of chickpea flour begin to break down with increasing temperature, which is very important in the process of dough production for flour confectionery products. The use of microwave processed chickpea flour in flour and confectionery production is preferable to unprocessed. Heat treatment of grain crops using a

microwave can affect the basic biochemical parameters, especially carbohydrates, transforming them into easily digestible forms of starch.

**Keywords:** Leguminous culture, chickpeas, microwave processing, gluten-free flour, microstructure.

### References

1. Nikulin R.N., Issledovaniya vozdeystviya SVCH-izlucheniya nizkoj intensivnosti na biologicheskie ob"ekty [Study of microwave effects - low intensity of impact on biological objects]. 3-Vserossijskaya konferenciya «Radiolokaciya i radiosvyaz» [3rd All-Russian conference "Radar and radio communication"] IRERAN, 2009. P. 136-140 [in Russian].
2. Aver'yanova E.V., Pektin. Poluchenie i svoystva [Obtaining and properties]: Metodicheskie rekomendacii po vypolneniyu laboratornyh rabot [Methodical recommendations for laboratory work]. Bijsk: Izd-vo Alt. gos. tekhn. un-ta, 2006. 44 p. [in Russian].
3. Egorov G.A. Tekhnologiyamuki [Technology of flour]. Tekhnologiyakrupy [Groats technology]. (Kolos, Moskva, 2005, 296 p.) [in Russian].
4. Nikitina E.V. Izmeneniya mikrostruktury kartofel'nogo krahmala pri modifikacii bakterial'noj amilazoj *Bacillus subtilis* v zavisimosti ot koncentracii fermenta [Changes in the microstructure of potato starch upon modification with bacterial amylase *Bacillus subtilis*, depending on the concentration of the enzyme]. Vestnik tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Technological University]. 19(7), 133-136 (2016) [in Russian].
5. Syrovatka V.I. SVCH-obrabotka kombikormov [Microwave processing of compound feed]. Mekhanizatsiya, avtomatizatsiya i mashinnye tekhnologii v zhivotnovodstve [Mechanization, automation and machine technology in animal husbandry]. Vestnik VNIIMZH [Bulletin VNIIMZH]. №1(9), 29-37 (2013) [in Russian].
6. Bel'mer S.A., Havkin A. Neperenosimost' glyutena i pokazaniya k bezglyutenovoj diete [Gluten intolerance and indications for a gluten-free diet] 2011. P. 17-21 [in Russian].
7. Bozhko S.D., Ershova T.A., Chernyshova A.N., Tekut'eva L.A., Son O.M., Podvolockaya A.B.1 Sekciya - Innovacionnye podhody k razvitiyu tekhniki i tekhnologij [1 Section - Innovative approaches to the development of technology and technology]. Razrabotka bezglyutenovyh produktov s dlitel'nymi srokami godnosti [Development gluten-free products with long shelf life]. Dal'nevostochnyj federal'nyj universitet [Far Eastern Federal University]. V kn.: Innovacionnye podhody k razvitiyu tekhniki i tekhnologij [Innovative approaches to the development of technology and technology]. Moskva, Odessa, 2015, 148 p. [in Russian].
8. Dmitrenko L.D., Ovsyannikova L.K. Izmenenie mikrostruktury semyan nuta pri razlichnyh sposobah obrabotki [Changes in the microstructure of chickpea seeds with different processing methods]. Odesskaya nacional'naya akademiya pishchevyh tekhnologij [Odessa National Academy of Food Technologies]. 46(1), 33-35 (2014) [in Russian].
9. Izmenenie mikrostruktury zernovogo syr'ya pri podgotovke k proizvodstvu zernovogo hleba v usloviyah fermentativnogo gidroliza [Electronic resource]. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=1283>. (Accessed: 28.09.2021).
10. Aksenov V.V. Kompleksnaya pererabotka rastitel'nogo krahmalsoderashchego syr'ya v Rossii [Complex processing of vegetable starch-containing raw materials in Russia]. Vestnik KrasGAU [Bulletin of KrasGAU]. 4, 15-16 (2013) [in Russian].

11. Issledovaniya svojstv muki sortovoj fasoli selekcii Omskogo GAU na osnove ee mikrostruktury [Electronic resource]. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-svoystv-muki-sortovoy-fasoli-seleksii-omskogo-gau-na-osnove-ee-mikrostruktury>. (Accessed: 28.09.2021).

#### **Сведения об авторах:**

**Омаралиева А.М.** - кандидат технических наук, декан технологического факультета, АО «Казахский университет технологии и бизнеса», Нур-Султан, Казахстан, aigul-omar@mail.ru.

**Ботбаева Ж.Т.** - кандидат биологических наук, ассоциированный профессор, АО «Казахский университет технологии и бизнеса», Нур-Султан, Казахстан, zhanar.b.t@mail.ru.

**Агедилова М.Т.** - кандидат химических наук, ассоциированный профессор, АО «Казахский университет технологии и бизнеса», Нур-Султан, Казахстан, agedilova-2011@mail.ru.

**Абилова М.Б.** - магистр технических наук, ассистент, НАО "Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина", Нур-Султан, Казахстан, mikentii@inbox.ru.

**Жанайдарова А.Е.** - магистрант, АО «Казахский университет технологии и бизнеса», Нур-Султан, Казахстан, aidana.zhan96@mail.ru.

**Omaraliyeva A.M.** - Candidate of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Technology, Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan, Kazakhstan, aigul-omar@mail.ru.

**Botbayeva Zh.T.** - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan, Kazakhstan, zhanar.b.t@mail.ru.

**Agedilova M.T.** - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan, Kazakhstan, agedilova-2011@mail.ru.

**Abilova M.B.** - Master of Technical Sciences, Assistant, S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Nur-Sultan, Kazakhstan, mikentii@inbox.ru.

**Zhanaidarova A.E.** - Master's degree student in Food technology, Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan, Kazakhstan, aidana.zhan96@mail.ru.