

MPHTI 65.09.05

М.Н. Мамыраев¹ – основной автор, ©
Т.К. Кулажанов², А.И. Изгаев³, М.Д. Кенжеходжаев⁴,
Г.О. Магомедов⁵, М.А. Якияева⁶, Э.Б. Аскарбеков⁷



^{1,7}Докторант,

²Д-р техн. наук, профессор, академик МИА, академик НИИ РК,

³Д-р техн. наук, профессор, академик НАН РК,

⁴Канд. техн. наук, Ассоциированный профессор, ⁵Д-р техн. наук, профессор,

⁶PhD, Ассоциированный профессор

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0009-5584-1230> ²<https://orcid.org/0000-0001-8984-0011>

³<https://orcid.org/0000-0002-7385-482X> ⁴<https://orcid.org/0000-0001-6924-4589>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-7200-8387> ⁶<https://orcid.org/0000-0002-8564-2912>

⁷<https://orcid.org/0000-0002-9544-0820>



^{1,2,3,6,7}Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан

⁴Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати,

г. Тараз, Казахстан

⁵Воронежский государственный университет инженерных технологий,

г. Воронеж, Россия

@

¹k-mahamed@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/TDCB4863>

РОЛЬ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ В УЛУЧШЕНИИ КАЧЕСТВА ПОРОШКОВ ПШЕНИЦЫ, ТЫКВЫ, ДЫНИ И МОРКОВИ

Аннотация. Размер частиц играет важную роль в физико-химических свойствах пищевых порошков. В данном исследовании было изучено влияние размера частиц на качество и характеристики порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови. Изменяя размер частиц, мы стремились улучшить скорость растворимости, увеличить площадь поверхности и ускорить химические реакции, что в конечном итоге привело к получению высококачественных фруктовых и овощных порошков, которые можно хранить в течение длительного времени и использовать для приготовления свежих фруктовых соков. Полученные результаты имеют важное значение для пищевой промышленности Казахстана и всего мира, где эти порошки широко потребляются. В частности, результаты данного исследования могут быть использованы для разработки новых методов обработки этих порошков, которые могут быть использованы для улучшения их питательной ценности, вкуса и срока хранения. Кроме того, данное исследование подчеркивает важность учета размера частиц как критического фактора при производстве пищевых порошков. В частности, было обнаружено, что более мелкие частицы муки создают более тонкую текстуру и более плотные продукты, что приводит к получению хлеба более высокого качества с превосходными сенсорными и текстурными свойствами. Кроме того, меньший размер частиц увеличивает склонность муки к поглощению воды и делает углеводы более восприимчивыми к ферментативному гидролизу. Содержание белка в муке также имеет решающее значение, идеальным считается диапазон 10-11,5%.

Ключевые слова: размер частиц, функциональность, ферментативный гидролиз, образование клейковины, сухие порошкообразные ингредиенты.



Мамыраев, М.Н. Роль размера частиц в улучшении качества порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови [Текст] / М.Н. Мамыраев, Т.К. Кулажанов, А.И. Изтаев, М.Д. Кенжеходжаев, Г.О. Магомедов, М.А. Якияева, Э.Б. Аскарбеков // *Механика и технологии / Научный журнал*. – 2024. – №3(85). – С.100-114. <https://doi.org/10.55956/TDCB4863>

Введение. Производство высококачественных пищевых порошков является важнейшей задачей в пищевой промышленности. Размер частиц порошков играет решающую роль в определении их физико-химических свойств и пищевой ценности. Было проведено несколько исследований по изучению влияния размера частиц на качество пищевых порошков, но все еще не хватает комплексных исследований в этой области, особенно в отношении влияния размера частиц на порошки пшеницы, тыквы, дыни и моркови. Поэтому целью данного исследования является изучение влияния размера частиц на физико-химические свойства этих порошков с целью улучшения их качества и пищевой ценности. Обоснование данного исследования основано на предыдущих исследованиях, которые показали, что изменение размера частиц может значительно повлиять на скорость растворимости, площадь поверхности и скорость химических реакций пищевых порошков. Данное исследование позволит получить новое представление о важности учета размера частиц как критического фактора при производстве высококачественных фруктовых и овощных порошков. Конкретные вопросы, на которые направлено данное исследование, следующие: Как размер частиц влияет на физико-химические свойства порошков из пшеницы, тыквы, дыни и моркови? Каков оптимальный размер частиц для производства высококачественных фруктовых и овощных порошков? Гипотеза заключается в том, что, контролируя размер частиц, можно улучшить скорость растворимости, увеличить площадь поверхности и скорость химических реакций, что приведет к производству высококачественных фруктовых и овощных порошков, которые можно хранить в течение длительного периода времени и использовать для приготовления свежих фруктовых соков [1-3].

Исследование влияния размера частиц на физические и химические свойства этих порошков необходимо для улучшения качества этих продуктов. Исследование проводилось путем анализа структурной изомерии, количества импульсов и интенсивности лучей, дифрактограмм и отражения молекул в указанных образцах в зависимости от расположения цепей, плотности этих молекул. В ходе исследования было установлено, что частицы меньшего размера имеют более высокую степень растворимости, чем более крупные частицы. Это можно объяснить тем, что частицы меньшего размера имеют большую площадь поверхности, что приводит к увеличению скорости химических реакций. Кроме того, уменьшение размера частиц порошков тыквы, дыни и моркови может улучшить их физические и химические свойства. Более мелкие частицы могут увеличить площадь поверхности, что приводит к лучшему поглощению воды и, таким образом, к улучшению растворимости. Кроме того, более мелкие частицы могут улучшить скорость химических реакций, что приводит к повышению содержания питательных веществ и улучшению вкуса [4-6].

Исследование также показало, что размер частиц может влиять на цвет, текстуру и сенсорные характеристики порошков. Крупные частицы могут

давать зернистую текстуру, а мелкие частицы – более гладкую. Размер частиц также может влиять на цвет порошка: мелкие частицы имеют более светлый цвет из-за большей площади поверхности, подверженной воздействию кислорода.

Результаты данного исследования могут быть использованы для разработки новых процессов производства высококачественных фруктовых и овощных порошков, которые можно хранить в течение длительного периода времени и использовать для приготовления свежих фруктовых соков. Результаты исследования могут быть полезны для пищевой промышленности Казахстана и всего мира, где широко потребляются порошки из пшеницы, тыквы, дыни и моркови. Кроме того, данное исследование подчеркивает важность рассмотрения размера частиц как критического фактора при производстве пищевых порошков, что приведет к разработке новых стратегий для улучшения качества этих продуктов. В целом, исследование дает ценное представление о роли размера частиц в улучшении качества порошков из пшеницы, тыквы, дыни и моркови.

Рентгеновская порошковая дифракция наиболее широко используется для идентификации неизвестных кристаллических материалов (например, минералов, неорганических соединений). Определение неизвестных твердых веществ имеет решающее значение для исследований в геологии, экологии, материаловедении, инженерии и биологии [7-9].

Изменяя размер частиц, можно изменить молекулярную структуру порошка, а это может повлиять на физические свойства продукта. Поэтому для улучшения качества этих порошков необходимо исследовать влияние размера частиц на их физические и химические свойства. Пшеница, морковь, дыня и тыква являются одними из самых популярных и потребляемых фруктовых продуктов в Казахстане и во всем мире. Опушенные фрукты содержат клетчатку, витамины и минералы, которые полезны для нашего здоровья. Сочетание этих соединений приводит к ряду преимуществ для здоровья, включая улучшение пищеварения, усиление метаболизма и улучшение здоровья сердца. Хотя эти фрукты содержат большое количество питательных веществ, у них есть ряд ограничений. Они дороги в производстве и не подходят для приготовления свежих фруктов и соков, поскольку их нельзя долго хранить в холодильнике. Поэтому существует острая необходимость в разработке новых процессов для производства порошков, которые могли бы устранить вышеупомянутые ограничения. Целью данного исследования является изучение влияния изменения размера частиц на физико-химические свойства порошков пшеницы, моркови, дыни и тыквы. Структурная изомерия количество импульсов и интенсивность лучей, дифрактограммы, отражение молекул в указанных образцах в результате расположения цепей, плотность этих молекул могут быть определены для достижения наилучшего качества [10-11].

С помощью специализированных методов рентгенография может быть использована для: определения кристаллических структур с помощью уточнения Ритвельда; определения модальных количеств минералов (количественный анализ).

В порошковом дифрактометре рентгеновские лучи, создаваемые трубкой, проходят через первичные оптические компоненты, облучают образец, дифрагируются фазами образца, проходят вторичные оптические компоненты и попадают в детектор. Изменяя угол дифракции угол (2 θ , угол между падающим и дифрагированным пучком) посредством перемещения

трубки или образца и детектора, интенсивность регистрируется для создания дифрактограмма [12-15].

В зависимости от геометрии дифрактометра и типа образца, угол между падающим пучком и образцом является фиксированным или переменным, обычно в сочетании с углом дифрагированного луча.

Цель данного исследования – изучить влияние размера частиц на физико-химические свойства порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови. Размер частиц является фундаментальным фактором, который может влиять на физические и химические свойства порошков. Изменяя размер частиц, можно изменить плотность молекул, расположение цепей и количество импульсов, что приводит к изменению дифрактограмм, отражения молекул и других физических свойств.

Условия и методы исследований. В статье рассматривается исследование влияния размера частиц на физико-химические свойства порошков пшеницы, а также тыквы, дыни и моркови. Целью исследования было улучшение качества этих порошков путем изменения размера частиц для улучшения скорости растворимости, увеличения площади поверхности и повышения скорости химических реакций. Результаты исследования могут помочь в разработке новых процессов для производства высококачественных фруктовых и овощных порошков с длительным сроком хранения. Размер частиц муки также имеет решающее значение при производстве хлеба, поскольку он влияет на качество, вкус и питательную ценность хлеба. Более мелкие частицы муки создают более тонкую текстуру и более плотный продукт, что приводит к более высокому качеству хлеба, благодаря превосходным сенсорным и текстурным свойствам. Кроме того, мука с меньшим размером частиц лучше впитывает воду, а углеводы более восприимчивы к ферментативному гидролизу. Наконец, на время формирования теста также влияет размер частиц цельнозерновой муки. Мука с более мелкими частицами более нежна в процессе смешивания, что приводит к получению теста с большей эластичностью. Данное исследование подчеркивает важность рассмотрения размера частиц как критического фактора при производстве пищевых порошков и хлеба, что может привести к новым стратегиям улучшения качества этих продуктов.

Содержание влаги в муке определяли ускоренным методом, согласно ГОСТ 9404-88. Для контроля содержания сырой клейковины и ее упругих свойств использовали стандарт ГОСТ 27839-88. Массовую долю белка определяли по ГОСТ 10846-91, содержание жира – по ГОСТ 29033-91. Кроме того, массовую долю клетчатки определяли по методу Венда, а стекловидность зерна пшеницы определяли на диафрагмоскопе по ГОСТ 10987-76. Эти измерения дают важную информацию о композиционных характеристиках зерна пшеницы, имеющих значение для производства хлеба.

Уменьшение размера частиц. В исследовании использовались различные методы уменьшения размера частиц, включая измельчение и размол, для получения порошков с различными размерами частиц. Образцы пшеницы были получены на местной мельнице и измельчены до различных размеров частиц с помощью лабораторной мельницы. Порошки из тыквы, дыни и моркови были получены путем сушки и измельчения свежих фруктов и овощей. Гранулометрический состав каждого образца был проанализирован с помощью лазерного дифракционного анализатора размеров частиц.

Физико-химические свойства. Для изучения влияния размера частиц на физико-химические свойства порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови образцы каждого сырья были получены на местном рынке в Казахстане. Измельченные порошки были просеяны с помощью механического сита с различным размером ячеек от 100 до 500 мкм. Гранулометрический состав каждого порошка определяли с помощью анализатора размера частиц (Mastersizer 3000). Скорость растворимости, площадь поверхности и скорость химической реакции каждого порошка измеряли стандартными методами.

Ферментативный гидролиз. Ферментативный гидролиз углеводов измерялся путем инкубации каждого образца с амилазой и измерения количества образующегося редуцирующего сахара с течением времени.

Свойства образования клейковины. Свойства образования клейковины каждой муки определялись с помощью фаринографа. Время развития теста определялось путем смешивания каждой муки с водой с помощью миксера и измерения времени, необходимого для достижения максимального развития теста.

Гликемический индекс. Гликемический индекс хлеба, содержащего различные количества дынного, тыквенного и морковного порошков, определялся по стандартному протоколу.

Качество хлеба и реологические свойства. Чтобы оценить влияние размера частиц муки на качество хлеба, на местной мельнице в Казахстане были получены различные виды муки, включая цельнозерновую, универсальную и хлебную. Содержание белка в каждой муке определялось методом Кьельдаля. Хлеб выпекали в соответствии со стандартной рецептурой и методом, а время развития теста измеряли с помощью фаринографа (Brabender Farinograph). Качество хлеба оценивалось с помощью сенсорного и текстурного анализа. Качество и реологические свойства хлеба, приготовленного с использованием муки и порошков с различным размером частиц, оценивали с помощью сенсорного и текстурного анализа на структуромере СТ-2 (рис. 1).



Рис.1. Внешний вид Структуромера СТ-2

Влияние добавления порошкообразных сухих ингредиентов. Порошки тыквы, дыни и моркови в различных концентрациях (2%, 4% и 6% масс./масс.) были добавлены в тесто для оценки влияния добавления сухих порошкообразных ингредиентов на питательные свойства, вкус и срок хранения хлеба. Пищевой состав каждого порошка определялся стандартными методами. Хлеб был выпечен и оценен по сенсорным и текстурным свойствам, а также по содержанию питательных веществ и сроку хранения.

Для определения скорости растворимости, площади поверхности, скорости химической реакции, ферментативного гидролиза, свойств образования клейковины, определения гликемического индекса и анализа питательных свойств использовались стандартные методы. Для анализа размера частиц использовался анализатор Mastersizer 3000. В качестве фаринографа использовался фаринограф Брабендера.

Статистический анализ. Все эксперименты проводились в трех экземплярах, и данные анализировались методом ANOVA. Уровень ошибки был на уровне $p < 0,05$.

Результаты исследований. Качество и эксплуатационные характеристики продуктов на основе муки в значительной степени зависят от размера частиц муки. Исследователи недавно начали изучать, как на качественные характеристики муки и хлебобулочных изделий влияет размер частиц муки из цельно зерновой пшеницы, полученной в результате различных процессов помола.

По данным лазерной дифракции, средний размер частиц муки, полученной путем помола цельного зерна, составил 194,9 μm (micron) для пшеничной муки тонкого помола, 609,4 μm для пшеничной муки мелкого помола и 830,0 μm для пшеничной муки среднего помола. Показатели размеров частиц, исследованных образцов представлены в таблице 1.

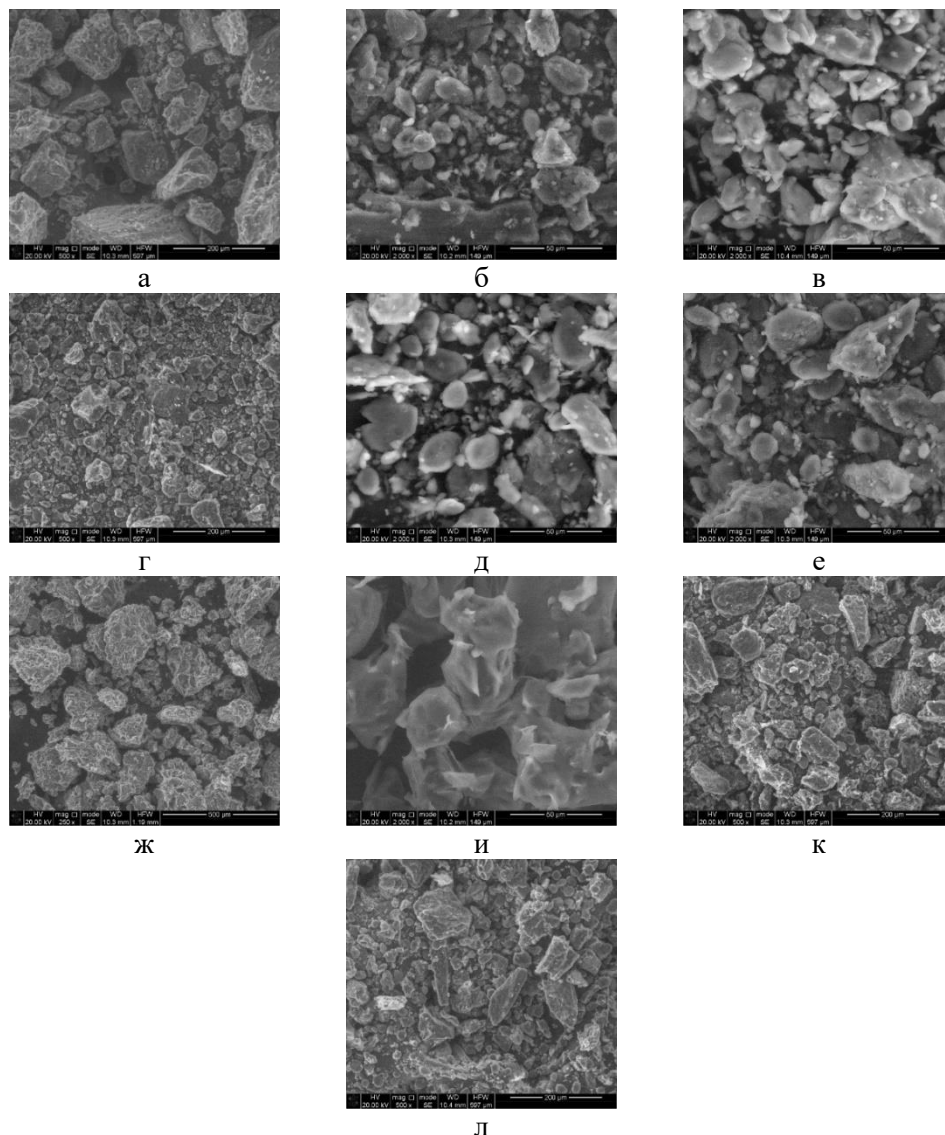
Таблица 1

Размеры частиц исследованных образцов

Наименование	размер частиц, μm		средний размер частиц, μm	
Пшеница твердая Сэтті – мелкодисперсный	639	276	121	345,3
Пшеница твердая Сэтті – тонкодисперсный 1 степень	163	115	195	157,6
Пшеница твердая Сэтті – тонкодисперсный 2 степень	113	116	120	116,3
Пшеница мягкая Фараби – мелкодисперсный	504	202	471	392,3
Пшеница мягкая Фараби – тонкодисперсный 1 степень	119	175	148	147,3
Пшеница мягкая Фараби – тонкодисперсный 2 степень	65	30	55	50
Тыква (измельченная) – мякоть	36707	19677	22641	26341,6
Дыня (измельченная) – мякоть	9383	31675	8672	16576,6
Мука – высший сорт	51	25	22	32,6
Мука – 1 сорт	189	232	231	217,3

Данные таблицы 1 показывают, что размеры частиц исследованных образцов меньше с перемалыванием сырья повторно. Было обнаружено, стабильность теста улучшилась при уменьшении размера частиц, что свидетельствует о том, что мука с более мелкими частицами более щадяще относятся к процессу смешивания и производят тесто с большей прочностью.

Отмечается, что размер частиц оказывает значительное влияние на качество муки и хлебобулочных изделий. В ходе исследований было установлено, что мука цельно зерновая с меньшим размером частиц обеспечивает лучшие хлебопекарные качества, большую стабильность теста и более высокую скорость поглощения воды. Микрофотографии образцов цельно зерновой пшеничной муки и бахчевых культур проиллюстрированы на рисунке 2.



а – Пшеница твердая Сэтті – мелкодисперсная; б – Пшеница твердая Сэтті – тонкодисперсная 1 степень; в – Пшеница твердая Сэтті – тонкодисперсная 2 степень; г – Пшеница мягкая Фараби – мелкодисперсная; д – Пшеница мягкая Фараби – тонкодисперсная 1 степень; е – Пшеница мягкая Фараби – тонкодисперсная 2 степень; ж – мякоть тыквы (измельченная); и – мякоть дыни (измельченная); к – мука – высший сорт; л – мука – 1 сорт.

Рис. 2. SEM микрофотографии образцов цельно зерновой пшеничной муки и бахчевых культур

Данные рисунка 2 показывают, что самые мелкие фракции муки (менее 75 μm) обеспечивают более высокое качество клейковины, что приводит к лучшему балансу эластичности и растяжимости в тесте, согласно исследованиям размера частиц муки, используемой для создания хлеба. Таким образом, пекари могут придать своим хлебам желаемую текстуру. На общее качество хлеба также влияет содержание белка в муке, при этом идеальным считается диапазон 10-11,5%.

Дифрактограммы образцов цельно зерновой пшеничной муки и бахчевых культур приведены на рисунке 3.

Данные рисунка 3 показывают, что пробы, отобранные в диапазоне 3-90° со скоростью 10° в минуту. Шаг 0,01°. По оси ординат отложено количество импульсов, поступающих в регистратор в результате рассеяния под разными углами. Как видно из полученной дифрактограммы, видно, что рефлексы между 15-25° были интенсивными в обоих образцах. Это означает, что отражение молекул в указанных образцах в результате расположения цепей соответствует этим углам. А плотность этих молекул можно рассчитать по значению d в формуле Вольфа-Брэгга. В таблице под дифрактограммой показаны значения d , соответствующие углам от 18 до 23 градусов. В следующем столбце указана интенсивность лучей, рассеянных под этими углами, то есть количество импульсов, полученных за одну секунду. Теперь, если мы посмотрим на интенсивности, то можно увидеть, что интенсивность рассеяния второго образца выше, чем у первого образца. А это, в свою очередь, свидетельствует о том, что молекулы второго образца расположены более плотно, чем молекулы первого образца.

За последние несколько десятилетий порошкообразные фрукты и овощи привлекли к себе большое внимание благодаря своим многочисленным полезным свойствам, таким как клетчатка, витамины и минералы. Однако производство таких порошков имеет ряд ограничений, включая высокие производственные затраты и невозможность длительного хранения свежих фруктов и соков. Одним из ключевых факторов, который может повлиять на качество этих порошков, является размер частиц. Размер частиц играет решающую роль в определении физических и химических свойств порошков. Поэтому целью данного исследования является изучение влияния размера частиц на физико-химические свойства порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови.

Размер частиц является основополагающим фактором, который может влиять на физические и химические свойства порошков. Размер частиц может изменить молекулярную структуру порошка, что, в свою очередь, может повлиять на физические свойства продукта. Изменяя размер частиц, можно изменить плотность молекул, расположение цепочек и количество импульсов, что приводит к изменению дифрактограмм, отражения молекул и других физических свойств.

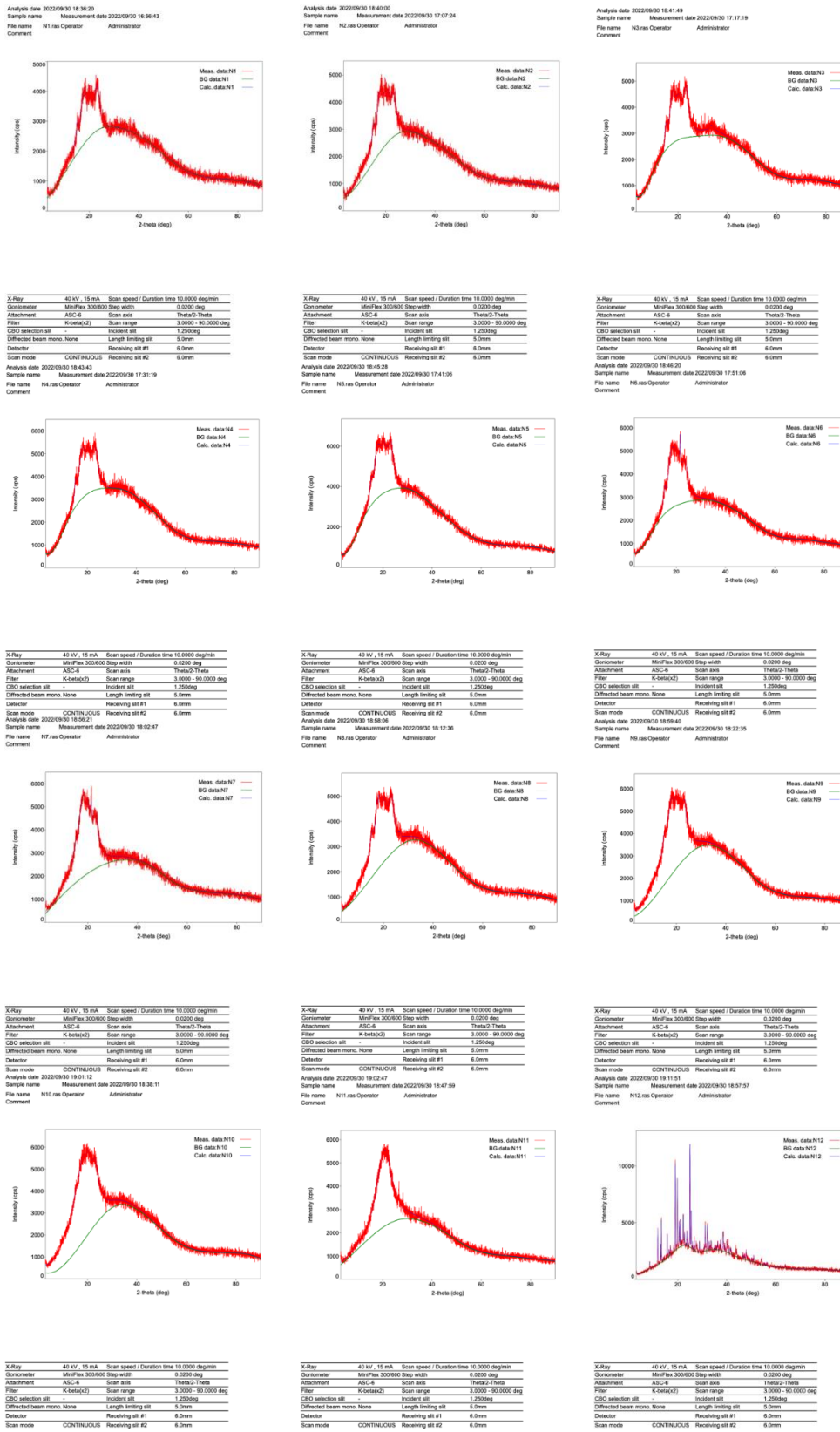


Рис. 3. Дифрактограммы образцов цельно зерновой пшеничной муки и бахчевых культур

В случае с пшеничным порошком было показано, что мелкие частицы имеют более высокую скорость растворимости, чем крупные. Это можно объяснить тем, что мелкие частицы имеют большую площадь поверхности, что приводит к увеличению скорости химических реакций. Это свойство может быть полезным при производстве порошков, которые быстро растворяются в воде.

Аналогично, уменьшение размера частиц в порошках из тыквы, дыни и моркови может улучшить их физические и химические свойства. Например, более мелкие частицы могут увеличить площадь поверхности, что приводит к лучшему поглощению воды и, таким образом, к улучшению растворимости. Кроме того, более мелкие частицы могут улучшить скорость химических реакций, что приводит к повышению содержания питательных веществ и улучшению вкуса.

Кроме того, размер частиц может влиять на цвет, текстуру и сенсорные характеристики порошков. Например, крупные частицы могут придать порошку зернистую текстуру, в то время как мелкие частицы могут привести к более гладкой текстуре. Размер частиц также может влиять на цвет порошка: мелкие частицы имеют более светлый цвет из-за большей площади поверхности, подверженной воздействию кислорода.

Обсуждение научных результатов. В данном исследовании мы изучили физико-химические свойства и питательный состав порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови с различным размером частиц, а также эффект от добавления этих порошков в хлеб.

Наши результаты показали, что размер частиц оказывает значительное влияние на физико-химические свойства порошков, включая скорость растворимости, площадь поверхности и скорость химической реакции. Ферментативный гидролиз углеводов также зависел от размера частиц. Эти результаты согласуются с предыдущими исследованиями, которые показали важность размера частиц в определении свойств порошков.

Обнаружили, что добавление порошков тыквы, дыни и моркови в хлеб положительно влияет на питательные свойства хлеба, а также на его вкус и срок хранения. Концентрация порошков также повлияла на эти свойства. Эти результаты согласуются с предыдущими исследованиями, в которых подчеркивались потенциальные преимущества добавления фруктовых и овощных порошков в хлебобулочные изделия.

Однако наше исследование также выявило некоторые ограничения и области для будущих исследований. Например, мы не изучали влияние методов обработки на свойства порошков. Было бы интересно изучить, как различные методы обработки, такие как сублимационная или распылительная сушка, влияют на физико-химические свойства и питательный состав порошков.

Можно было бы дополнительно изучить эффект от добавления различных типов и концентраций порошков в хлеб. Было бы интересно изучить влияние добавления порошков из других фруктов и овощей, а также различных концентраций, на питательные свойства и вкус хлеба.

В целом, наше исследование дает ценное представление о свойствах и возможностях применения фруктовых и овощных порошков. Полученные результаты имеют важное значение для пищевой промышленности, особенно в плане разработки новых процессов для производства высококачественных порошков, которые могут быть использованы в различных продуктах

питания. Будущие исследования могут основываться на этих результатах для дальнейшего изучения потенциальных преимуществ фруктовых и овощных порошков в улучшении питательных свойств хлебобулочных изделий.

Заключение. Исследование влияния размера частиц на физико-химические свойства порошков пшеницы, тыквы, дыни и моркови необходимо для улучшения качества этих порошков. Изменяя размер частиц, можно улучшить скорость растворимости, увеличить площадь поверхности и скорость химических реакций. Эти результаты могут быть использованы для разработки новых процессов производства высококачественных фруктовых и овощных порошков, которые можно хранить в течение длительного периода времени и использовать для приготовления свежих фруктовых соков. Результаты исследования могут быть полезны для пищевой промышленности Казахстана и всего мира, где широко потребляются порошки из пшеницы, тыквы, дыни и моркови. Кроме того, данное исследование подчеркивает важность рассмотрения размера частиц как критического фактора при производстве пищевых порошков, что приведет к разработке новых стратегий для улучшения качества этих продуктов. Также размер частиц муки оказывает значительное влияние на качество, вкус и пищевую ценность хлеба. Более мелкие частицы муки создают более тонкую текстуру и более плотные продукты, в результате чего получается хлеб более высокого качества с превосходными сенсорными и текстурными свойствами. Меньший размер частиц также увеличивает склонность муки к поглощению воды и делает углеводы более восприимчивыми к ферментативному гидролизу. Содержание белка в муке также важно, идеальным считается диапазон 10-11,5%. Добавление порошкообразных сухих ингредиентов, таких как порошки дыни, тыквы и моркови, может еще больше улучшить питательность, вкус и срок хранения хлеба. 100 граммов тыквенного порошка содержит 345 калорий, 6 граммов белка, 0,8 грамма жира, 78 граммов углеводов, 23 грамма клетчатки и 18 граммов сахара. Это хороший источник бета-каротина, витаминов группы В, витамина А, витамина Е, железа, калия и фолата. 100 граммов сушеного морковного порошка содержит 323 калории, 4,7 грамма белка, 1,4 грамма жира, 72 грамма углеводов, 12 граммов клетчатки и 43 грамма сахара. Это хороший источник витамина А, витамина К, витамина Е, витамина С, витамина В6, фолата и калия. Сушеный порошок дыни источник витамина С, витамина А, витамина В6, калия и клетчатки. Кроме того, было установлено, что на параметр времени развития теста существенно влияет размер частиц цельнозерновой муки, мука с более мелкими частицами более нежна в процессе смешивания и позволяет получить тесто с большей упругостью.

Список литературы

1. Изтаев, А.И. Инновационные технологии приготовления хлебобулочных, мучных кондитерских и макаронных изделий [Текст] / А.И. Изтаев, Г.К. Исакова, Б.А. Изтаев, М.А. Якияева, И.Ш. Аккожа, М.Н. Мамыраев, М.Н. Рахымбаева. – Алматы: ТОО Издательство «Фортуна Полиграф», 2023. – 280 с.
2. Магомедов Г.О. Технология мучных кондитерских изделий функционального назначения [Текст]: монография / Г.О. Магомедов, С.И. Лукина, Х.А. Исраилова. — Воронеж : ВГУИТ, 2016. – 136 с.
3. Могильный, М.П. Сборник технических нормативов. Сборник рецептов на продукцию кондитерского производства [Текст] / М.П. Могильный. – М.: ДеЛи плюс, 2011. – 560 с.

4. Изтаев, Б.А. Инновационные технологии ускоренного приготовления хлебобулочных изделий [Текст] / Б.А. Изтаев, А.И. Изтаев, М.А. Якияева, Ш.А. Турсунбаева. – Алматы: ТОО «Фортуна Полиграф», 2022. – 430 с.
5. Kim J.G., Yousef A.E., Khadre M.A. Ozone and its current and future application in the food industry. – USA: The Ohio State University Columbus, 2003. – 167-218 p.
6. Магомедов, Г.О. Реологические характеристики сбивного бездрожжевого теста из цельносмолотого зерна пшеницы [Текст] / Г.О. Магомедов, Е.И. Пономарева, И.А. Алейник // Хлебопродукты. – 2009. – № 1. – С. 48-49.
7. Искакова, Г.К. Технология хлеба и макаронных изделий с применением озонированной и ионоозонированной воды [Текст]: монография / Г.К. Искакова, А.И. Изтаев, Т.К. Кулажанов, М.М. Мамеров, Б.А. Изтаев. – Алматы: АТУ, 2011. – 216 с.
8. Li M., Peng J., Zhu K.X., Guo X.N., Zhang M., Peng W., Zhou H.M. Delineating the microbial and physical-chemical changes during storage of ozone treated wheat flour // Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2013. Vol. 20. P. 223-229.
9. Магомедов, Г.О. Научные и практические основы технологии сбивных функциональных хлебобулочных изделий [Текст]: монография / Г.О. Магомедов, Е.И. Пономарева. – Воронеж: ВГТА, 2010. – 248 с.
10. Магомедов, Г.О. Производство сбивных бездрожжевых мучных изделий [Текст] / Г.О. Магомедов, Е.И. Пономарева, Т.Н. Шелест, С.Н. Крутских // Хлебопродукты. – 2006. – № 6. – С. 53-54.
11. Магомедов, Г.О. Влияние различных факторов на реологические свойства сбивного бездрожжевого теста [Текст] / Г.О. Магомедов, Е.И. Пономарева, Т.Н. Шелест, С.Н. Крутских, Ю.Н. Левин // Хранение и переработка с/х сырья. – 2007. – № 5. – С. 42-46.
12. Iztayev A., Yakiyayeva M., Maemerov M., Iztayev B., Urazaliev R., Dautelkeldi Y., Toxanbayeva B. The investigation of the impact of dynamic deterioration of ozone on grass growth and the consequence of ion-ozone cavitation treatment // J. Adv. Res. Dyn. Control Syst, 2018. Vol. 10, No. 13-SI. P. 663-671.
13. Iztayev A., Yakiyayeva M., Kulazhanov T., Kizatova M., Maemerov M., Stankevych G., Chakanova Z. Controlling the implemented mathematical models of ION-OZON cavitation treatment for long-term storage of grain legume crops // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, 2018. Vol. 10. No. 13 Special Issue. P. 672-680.
14. Хатун, С. Влияние механического разрыхления на реологические свойства теста из пшеничной муки [Текст] / Хатун С., Тарик С., Икбал М.С. // Журнал пищевой науки и техники. – 2015. – №52(9). – С. 5929-5.

Материал поступил в редакцию 19.08.24.

**М.Н. Мамыраев¹, Т.К. Кулажанов¹, А.И. Изтаев¹, М.Д. Кенжеходжаев²,
Г.О. Магомедов³, М.А. Якияева¹, Э.Б. Аскарбеков¹**

¹Алматы Технологиялық Университеті, Алматы қ., Қазақстан

²М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан

³Воронеж мемлекеттік инженерлік технологиялар университеті
Воронеж қ., Ресей

БИДАЙ, АСҚАБАҚ, ҚАУЫН ЖӘНЕ СӘБІЗ ҰНТАҚТАРЫНЫҢ САПАСЫН ЖАҚСАРТУДАҒЫ БӨЛШЕКТЕР ӨЛШЕМДЕРІНІҢ РӨЛІ

Аңдатпа. Бөлшектердің өлшемі тамақ ұнтақтарының физика-химиялық қасиеттерінде маңызды рөл атқарады. Бұл зерттеуде бөлшектер өлшемдерінің бидай, асқабақ, қауын және сәбіз ұнтақтарының сапасы мен сипаттамаларына әсері зерттелді. Бөлшектердің өлшемін өзгерту арқылы біз ерігіштік жылдамдығын

жақсартуға, бетінің ауданын ұлғайтуға және химиялық реакцияларды жеделдетуге тырыстық, соның нәтижесінде ұзақ уақыт сақтауға және балғын жеміс шырындарын жасау үшін пайдалануға болатын жоғары сапалы жеміс-көкөніс ұнтақтарын алуға мүмкіндік пайда болды. Алынған нәтижелер осы ұнтақтарды кеңінен пайдаланатын Қазақстан және әлемнің барлық тамақ өнеркәсібі үшін маңызды мәнге ие. Атап айтқанда, осы зерттеудің нәтижелері ұнтақтарды өңдеудің жаңа әдістерін әзірлеу үшін пайдаланып, олардың тағамдық құндылығын, дәмін және сақтау мерзімін жақсарту үшін қолдануы мүмкін. Сонымен қатар, бұл зерттеу тамақ ұнтақтарын өндірудегі маңызды фактор ретінде бөлшектердің өлшемін ескерудің маңыздылығын көрсетеді. Нақтырақ айтсақ, ұнның ұсақ бөлшектері жұқа текстураны және тығыз өнімдерді жасайтыны анықталды, бұл жоғары сенсорлық және текстуралық қасиеттері бар жоғары сапалы нан алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, кіші өлшемді бөлшектер ұнның суды сіңіруге бейімділігін арттырады және көмірсуларды ферментативті гидролизге сезімтал етеді. Ұнның құрамындағы ақуыз да өте маңызды, 10-11,5% диапазоны өте қолайлы деп саналады.

Тірек сөздер: бөлшектердің өлшемдері, функционалдығы, ферментативті гидролиз, желімтек түзілуі, құрғақ ұнтақ ингредиенттер.

**M.N. Mamyraev¹, T.K. Kulzhanov¹, A.I. Iztaev¹, M.D. Kenzhekhodzhaev²,
G.O. Magomedov³, M.A. Yakiyayeva¹, E.B. Askarbekov¹**

¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

²M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

³Voronezh State University of engineering technologies, Voronezh, Russia

THE ROLE OF PARTICLE SIZE IN IMPROVING THE QUALITY OF WHEAT, PUMPKIN, MELON AND CARROT POWDERS

Abstract. Particle size plays an important role in the physico-chemical properties of food powders. In this study, the effect of particle size on the quality and characteristics of wheat, pumpkin, melon and carrot powders was studied. By changing the particle size, we sought to improve the solubility rate, increase the surface area and accelerate chemical reactions, which eventually led to the production of high-quality fruit and vegetable powders that can be stored for a long time and used to prepare fresh fruit juices. The results obtained are important for the food industry of Kazakhstan and the whole world, where these powders are widely consumed. In particular, the results of this study can be used to develop new processing methods for these powders, which can be used to improve their nutritional value, taste and shelf life. In addition, this study highlights the importance of considering particle size as a critical factor in the production of food powders. In particular, it has been found that finer flour particles create a finer texture and denser products, resulting in higher quality bread with excellent sensory and textural properties. In addition, the smaller particle size increases the flour's tendency to absorb water and makes carbohydrates more susceptible to enzymatic hydrolysis. The protein content of flour is also crucial, the ideal range is 10-11.5%.

Keywords: particle size, functionality, enzymatic hydrolysis, gluten formation, dry powdered ingredients.

References

1. Iztaev A.I., Iskakova G.K., Iztaev B.A., Yakiyayeva M.A., Akkozha I.SH., Mamyrayev M.N., Rakhymbayeva M.N. Innovatsionnyye tekhnologii prigotovleniya khlebobulochnykh, muchnykh konditerskikh i makaronnykh izdeliy [Innovative technologies for the preparation of bakery, flour confectionery and pasta products]. – Almaty: TOO Izdatel'stvo «Fortuna Poligraf», 2023. – 280 p., [in Russian].

2. Magomedov G.O., Lukina S.I., Israilova KH.A. Tekhnologiya muchnykh konditerskikh izdeliy funktsional'nogo naznacheniya [Technology of functional flour confectionery products]: monograph. — Voronezh : Voronezh State Technological Academy, 2016. — 136 p., [in Russian].
3. Mogil'nyy M.P. Sbornik tekhnicheskikh normativov. Sbornik retseptur na produktsiyu konditerskogo proizvodstva [Collection of technical standards. Collection of recipes for confectionery products]. — Moscow: DeLi plus, 2011. — 560 p., [in Russian].
4. Iztayev B.A., Iztayev A.I., Yakiyayeva M.A., Tursunbayeva SH.A. Innovatsionnyye tekhnologii uskorennoy prigotovleniya khlebobulochnykh izdeliy [Innovative technologies for accelerated preparation of bakery products]. — Almaty: TOO «Fortuna Poligraf», 2022. — 430 p., [in Russian].
5. Kim J.G., Yousef A.E., Khadre M.A. Ozone and its current and future application in the food industry. — USA: The Ohio State University Columbus, 2003. — 167-218 p.
6. Magomedov G.O., Ponomareva Ye.I., Aleynik I.A. Reologicheskiye kharakteristiki sbivnogo bezdrozhzhevogo testa iz tsel'nosmolotogo zerna pshenitsy [Rheological characteristics of aerated yeast-free dough from whole wheat grain] // Khleboprodukty [Bread products], 2009. No. 1. P. 48-49, [in Russian].
7. Iskakova G.K., Iztayev A.I., Kulazhanov T.K., Mayemerov M.M., Iztayev B.A. Tekhnologiya khleba i makaronnykh izdeliy s primeneniym ozonirovannoy i ionoozonirovannoy vody [Technology of bread and pasta using ozonized and ionozonated water]: monograph. — Almaty: ATU, 2011. — 216 p., [in Russian].
8. Li M., Peng J., Zhu K.X., Guo X.N., Zhang M., Peng W., Zhou H.M. Delineating the microbial and physical–chemical changes during storage of ozone treated wheat flour // Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2013. Vol. 20. P. 223-229.
9. Magomedov G.O., Ponomareva Ye.I. Nauchnyye i prakticheskiye osnovy tekhnologii sbivnykh funktsional'nykh khlebobulochnykh izdeliy [Scientific and practical foundations of the technology of aerated functional bakery products]: monograph. — Voronezh: Voronezh State Technological Academy, 2010. — 248 p., [in Russian].
10. Magomedov G.O., Ponomareva Ye.I., Shelest T.N., Krutskikh S.N. Proizvodstvo sbivnykh bezdrozhzhevyykh muchnykh izdeliy [Production of aerated yeast-free flour products] // Khleboprodukty [Bread products], 2006. No. 6. P. 53-54, [in Russian].
11. Magomedov G.O., Ponomareva Ye.I., Shelest T.N., Krutskikh S.N., Levin YU.N. Vliyaniye razlichnykh faktorov na reologicheskiye svoystva sbivnogo bezdrozhzhevogo testa [Influence of various factors on the rheological properties of aerated yeast-free dough] // Khraneniye i pererabotka s/kh syr'ya [Storage and processing of agricultural raw materials], 2007. No. 5. P. 42-46, [in Russian].
12. Iztayev A., Yakiyayeva M., Maemerov M., Iztayev B., Urazaliev R., Dauletkeldi Y., Toxanbayeva B. The investigation of the impact of dynamic deterioration of ozone on grass growth and the consequence of ion–ozone cavitation treatment // J. Adv. Res. Dyn. Control Syst, 2018. Vol. 10, No. 13-SI. P. 663–671.
13. Iztayev A., Yakiyayeva M., Kulazhanov T., Kizatova M., Maemerov M., Stankevych G., Chakanova Z. Controlling the implemented mathematical models of ION-OZON cavitation treatment for long-term storage of grain legume crops // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, 2018. Vol. 10. No. 13 Special Issue. P. 672-680.
14. Khatun S., Tarik S., Ikbal M. S.Vliyaniye mekhanicheskogo razrykhleniya na reologicheskiye svoystva testa iz pshenichnoy muki [Effect of mechanical loosening on the rheological properties of wheat flour dough] // Zhurnal pishchevoy nauki i tekhniki [Journal of Food Science and Technology], 2015. No. 52 (9). P. 5929-5, [in Russian].