

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРУЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕМЯН ТЫКВЫ

Шабурова Галина Васильевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Пищевые производства», ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ.

440039, г. Пенза, ул. Гагарина, 11.

E-mail: Shaburovs@mail.ru

Шешницан Ирина Николаевна, аспирант кафедры «Пищевые производства», ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ.

440039, г. Пенза, ул. Гагарина, 11.

E-mail: irina_sheshnican@mail.ru

Воронина Полина Константиновна, канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры «Пищевые производства», ФГБОУ ВО Пензенский ГТУ.

440039, г. Пенза, ул. Гагарина, 11.

E-mail: worolina89@mail.ru

Ключевые слова: экструдированный, семена, тыква, состав, функционально-технологический, свойства.

Цель исследований – оценка влияния термопластической экструзии с термовакуумным эффектом на химический состав и функционально-технологические свойства семян тыквы, обработанных совместно с оболочкой. Сырые неочищенные от оболочки семена тыквы обрабатывали в течение 10-15 с при температуре 130-140°C на одношнековом пресс-экструдере КМЗ-2У, укомплектованном вакуумной камерой, обуславливающей реализацию новых технологических возможностей экструзионной обработки растительного сырья. Определение массовой доли влаги, жира, сырой клетчатки и золы проводили с помощью общепринятых методик. Содержание общего азота определяли по методу Кьельдаля с последующим пересчетом на сырой протеин. Водосвязывающую и жиросвязывающую способности муки из экструдированных семян тыквы с оболочкой определяли на основе общепринятых методов. Результаты исследований представлены как среднее значение из трех повторных измерений. Изучен химический состав экструдированных семян тыквы с оболочкой (массовая доля влаги, сырого протеина, липидов, золы и сырой клетчатки) и пшеничной муки высшего сорта, применяемой для выработки хлебоуточных и мучных кондитерских изделий. Полученные результаты свидетельствуют о высоком содержании в экструдате семян тыквы с оболочкой белка, пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, а также наличии широкого спектра минеральных веществ, что характеризует полученный продукт как эффективную добавку при разработке технологий хлебоуточных и мучных кондитерских изделий функционального назначения. Высокие водосвязывающая и жиросвязывающая способности экструдата семян тыквы с оболочкой обеспечат формирование заданных структуры, пищевой ценности, вкусовых показателей и потерь при выработке таких изделий.

В последние 25-30 лет экструзионные технологии нашли широкое применение в процессах переработки растительного сырья. Такой способ воздействия на растительное сырье обусловлен не только активным развитием экструзионных технологий и технических средств для их реализации, но и социальным заказом на расширение ассортимента пищевых продуктов с особыми свойствами. При этом как показывает опыт, внедрение экструзионных технологий способствует производству широкого спектра пищевых продуктов, повышению конкурентоспособности производств и росту их экономического благополучия. В настоящее время разработаны технологии готовых экструдированных продуктов питания и полуфабрикатов для применения в различных производствах пищевых продуктов на основе сырья растительного и животного происхождения [1, 2, 4, 10, 11].

Известны результаты исследований влияния экструзионной обработки на модификацию ультраструктуры и текстуру основных биополимеров растительного сырья, в которых показаны значительные изменения в процессе экструзии белков, липидов, крахмала и пищевых волокон растительного сырья [3, 8].

Несмотря на известные успехи применения высокотемпературной кратковременной экструзии в пищевых технологиях, научные данные о происходящих изменениях в химическом составе и функционально-технологических свойствах в растительном сырье при использовании термовакуумного эффекта в рабочем процессе экструдера практически отсутствуют. В связи с этим считаем актуальным направлением изучение химического состава и функционально-технологических свойств семян тыквы с оболочкой, обработанных с помощью экструдера, оснащенного вакуумной камерой [9].

Семена тыквы содержат достаточно большое количество белка, пищевых волокон, минеральных веществ, полиненасыщенных жирных кислот и антиоксидантов, в связи с чем могут позиционироваться как потенциальный источник пищевых ингредиентов при разработке технологий хлебоуточных и мучных кондитерских изделий функционального назначения. При этом экспериментально доказано, что рациональные технологические параметры экструзионной обработки растительного сырья способствуют увеличению

содержания растворимых пищевых волокон, повышению усвояемости белков, улучшению их функционально-технологических свойств, а также уменьшению окисления липидов и нейтрализации антипитательных веществ [6, 8].

С этих позиций представляет научный и практический интерес изучение влияния термовакуумного эффекта в рабочем процессе экструдера на химический состав и функционально-технологические свойства экструдированных неочищенные от семенной оболочки семян твердокорой тыквы. К особенностям переработки данного вида сырья можно отнести следующие: во-первых, семенная оболочка у твердокорых сортов тыквы тонкая, но не жесткая [5]; во-вторых, содержащаяся в оболочке семян тыквы клетчатка в последние годы рассматривается как один из важнейших функциональных пищевых ингредиентов. Отсюда следует, что растительное сырье, содержащее клетчатку, является источником нерастворимых пищевых волокон в технологии продуктов функционального назначения [5, 7]. Кроме этого, экструзионная обработка неочищенных семян тыквы обусловлена возможностью использования всех полезных ингредиентов при производстве пищевых продуктов, таких как хлебобулочные и мучные кондитерские изделия, в качестве источника антиоксидантов, белка и ненасыщенных жирных кислот; в-третьих, экструзионная обработка неочищенных семян тыквы способствует ресурсосбережению за счет исключения технологической операции удаления оболочек [3, 8].

Цель исследований – оценка влияния термопластической экструзии с термовакуумным эффектом на химический состав и функционально-технологические свойства семян тыквы, экструдированных совместно с оболочкой.

Задачи исследований – определить химический состав экструдированных семян тыквы как источника функциональных пищевых ингредиентов в технологиях функциональных пищевых продуктов; оценить функционально-технологические свойства – водосвязывающую и жиросвязывающую способности муки из экструдированных семян тыквы с оболочкой, оказывающие значительное влияние на формирование структуры, пищевой ценности и вкусовых показателей мучных кондитерских изделий.

Материалы и методы исследований. В работе использовали экструдированные семена тыквы с оболочкой, полученные на одношнековом пресс-экструдере КМЗ-2У, укомплектованном вакуумной камерой, обуславливающей реализацию новых технологических возможностей экструзионной обработки пищевого сырья [9].

Сырые неочищенные от оболочки семена тыквы обрабатывали в течение 10-15 с при температуре 130-140°C. На выходе из фильеры матрицы экструдат разрезался вращающимися ножами на частицы длиной 1-2 мм и поступал в вакуумную камеру, где вслушивался, терял влагу и подвергался охлаждению в течение короткого времени.

Определение массовой доли влаги, жира, сырой клетчатки и золы проводили по общепринятым методикам. Содержание общего азота определяли по методу Кьельдаля с последующим пересчетом на сырой протеин. Водосвязывающую и жиросвязывающую способности муки из экструдированных семян тыквы с оболочкой исследовали с помощью общепринятых методик. Результаты представлены как среднее значение из трех повторных измерений.

Результаты исследований. Полученные результаты сравнительного анализа химического состава муки из экструдированных семян тыквы и пшеничной муки высшего сорта приведены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав муки экструдированных семян тыквы и пшеничной муки высшего сорта

Наименование показателя	Мука экструдированных семян тыквы с оболочкой	Мука пшеничная высшего сорта
Массовая доля влаги, %	6,3	14,5
Массовая доля протеина, % СВ	30,6	12,3
Массовая доля жира, % СВ	33,5	1,3
Массовая доля клетчатки, % СВ	18,5	0,2
Массовая доля золы, % СВ	6,0	0,6
Безазотистые экстрактивные вещества, % СВ	11,4	85,6

Содержание влаги в экструдированных семенах тыквы находится на низком уровне и составляет 6,3%, что может быть полезным при хранении экструдированных семян.

Экструдированные семена тыквы содержали большое количество сырого протеина (30,6%) в сравнении с содержанием протеина в пшеничной муке высшего сорта (12,3%), что характеризует их как потенциальный источник обогащения пищевых продуктов белками. Экструзионная обработка способствует повышению уровня усвоения белков, и, следовательно, повышению пищевой ценности белков экструдированного растительного сырья. Указанные изменения обусловлены, по мнению исследователей, инактивацией ингибиторов трипсина в процессе экструзионной обработки растительного сырья [6, 8].

Количество белка в экструдированных семенах тыквы сравнимо с содержанием белка в такой бобовой культуре как соя (34,9%). Содержание белка в экструдате семян тыквы значительно выше, чем в горохе (20,5%), фасоли (21,0%) и чечевице (24,0%).

Результаты исследований коррелируют с данными других исследователей, полученными при проведении экструзионной обработки семян тыквы без оболочки при более низких температурах [7].

Массовая доля жира в экструдированных семенах тыквы составляет 33,5%, что значительно выше уровня указанного показателя в пшеничной муке (1,3%).

Установлено высокое содержание сырой клетчатки в экструдированных семенах тыквы – 18,5%, а также золы – 6,0%.

Известно, что клетчатка не подвергается расщеплению эндогенными ферментами кишечного тракта человека, поэтому употребление нерастворимых пищевых волокон может снизить риск развития ожирения, диабета 2-го типа и сердечно-сосудистых заболеваний. Можно предположить, что применение экструдированных семян тыквы с оболочкой при производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий позволит разработать технологию изделий функционального назначения.

К положительным свойствам таких изделий следует отнести низкое содержание безазотистых экстрактивных веществ в экструдированных семенах тыквы в сравнении с пшеничной мукой – 11,4 и 85,6% соответственно.

Результаты исследования минерального состава экструдированных семян тыквы с оболочкой представлены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание минеральных веществ в экструдированных семенах тыквы (% СВ)

Наименование минеральных веществ	Мука экструдированных семян тыквы с оболочкой	Мука пшеничная высшего сорта
Фосфор	1,25	0,09
Калий	1,1	0,12
Магний	0,57	0,16

Установлено, что экструдированные семена тыквы с оболочкой являются источником таких полезных минеральных веществ, как фосфор, калий и магний. Указанные макроэлементы выполняют важные функции в организме человека.

Фосфор участвует в катаболизме и анаболизме веществ в клетках, входит в состав нуклеиновых кислот и ряда ферментов. Следует подчеркнуть, что соединения фосфора содержатся во всех клетках организма.

Калий участвует в поддержке осмотического давления в клетках, тканях и биологических жидкостях, в передаче нервных импульсов, в обеспечении кислотно-щелочного равновесия.

Магний ответственен за активность ключевых ферментов, участвующих в метаболизме: участвует в поддержании стабильной функции нервной системы и сердечной мышцы; оказывает сосудорасширяющее действие; стимулирует желчеотделение; повышает двигательную активность кишечника.

В таблице 3 приведено соотношение жирных кислот масла экструдированных семян тыквы.

Таблица 3

Жирнокислотный состав масла экструдированных семян тыквы (% к сумме жирных кислот)

Наименование показателя	Мука экструдированных семян тыквы с оболочкой	Мука пшеничная высшего сорта
Насыщенные жирные кислоты	14,3	19,5
Мононенасыщенные жирные кислоты	21,37	14,3
Полиненасыщенные жирные кислоты	64,3	66,2
ω-3	7,4	3,9
ω-6	56,65	62,0
ω-9	21,04	13,0
ω-6:ω-3	7,7:1	15,9:1

Содержание насыщенных жирных кислот в масле экструдированных семян тыквы с оболочкой в 1,4 раза ниже, чем в пшеничной муке. Считается, что высокое содержание насыщенных жирных кислот может являться фактором риска развития диабета, ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний.

Масло экструдированных семян тыквы содержит 85,67% ненасыщенных жирных кислот, особенно высоко содержание полиненасыщенных жирных кислот. Сумма ненасыщенных жирных кислот пшеничной муки ниже – 80,5%.

Известно, ненасыщенные жирные кислоты, такие, как линолевая, оказывают благоприятное воздействие на организм человека и иммунную систему, а также снижают риск диабета, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

В соответствии с основами рационального питания, оптимальным соотношением полиненасыщенных жирных кислот групп ω -6: ω -3 в суточном рационе здорового человека считается соотношение (5-10):1, а для лечебного питания – от 3:1 до 5:1. Следовательно, полученные результаты (табл. 3) свидетельствуют об оптимальном соотношении полиненасыщенных жирных кислот в масле экструдированных семян тыквы в сравнении с соотношением указанных кислот в пшеничной муке.

Высокое содержание жира, белка, клетчатки и минеральных веществ характеризует экструдат семян тыквы с оболочкой как потенциальный источник функциональных пищевых ингредиентов.

Замена части пшеничной муки на муку из экструдированных семян тыквы с оболочкой в технологии мучных кондитерских изделий позволит варьировать химический состав готовых изделий в широком диапазоне. Кроме того, изменяя количество присутствующих в экструдированных семенах тыквы макрокомпонентов (белков, жиров, пищевых волокон), возможно производство хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с заданной пищевой ценностью.

В дальнейшем, с целью научного обоснования применения в технологии мучных кондитерских изделий муки экструдированных семян тыквы с оболочкой были определены ее функционально-технологические свойства, в частности водосвязывающая и жиросвязывающая способности (рис. 1, 2).

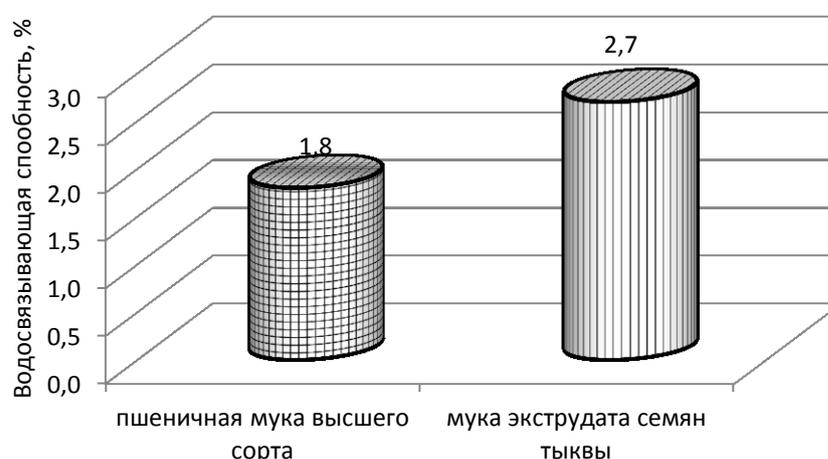


Рис. 1. Водосвязывающая способность пшеничной муки и муки экструдата семян тыквы с оболочкой

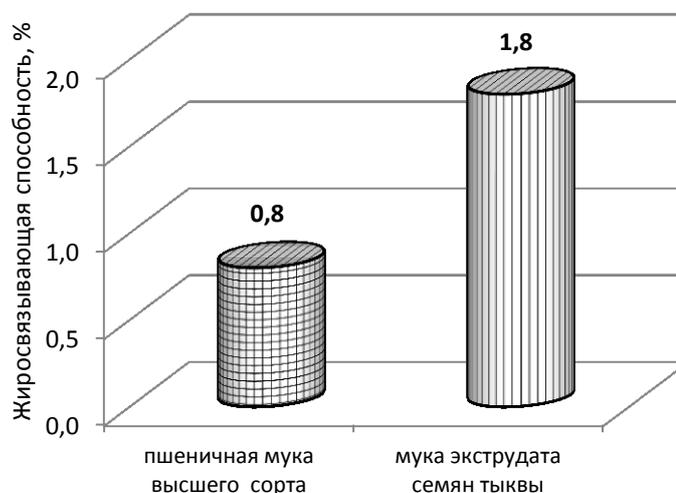


Рис. 2. Жиросвязывающая способность пшеничной муки и муки экструдата семян тыквы с оболочкой

Водосвязывающая способность является важным показателем качества пищевых волокон и обусловлена адсорбцией воды при участии гидрофильных остатков аминокислот. Хорошая водосвязывающая

способность оказывает непосредственное влияние на технологические свойства и на качество изделий при производстве хлебобулочной и мучной кондитерской продукции. В первую очередь, количество воды, используемое для замеса теста, имеет большое экономическое значение. Кроме того, влияет на структурно-механические свойства мякиша хлебобулочных изделий и их сохранность.

Водосвязывающая способность муки экструдата семян тывы выше аналогичного показателя пшеничной муки высшего сорта в 1,5 раза, в связи с этим следует ожидать замедление процесса черствения хлебобулочных изделий с применением экструдата семян тывы.

Жиросвязывающая способность относится к тем технологическим свойствам сырья, которые обуславливают целесообразность его использования при производстве высококачественных хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Как известно, в ее основе лежит адсорбция жира за счет гидрофобных остатков, что способствует снижению потерь массы изделия при тепловой обработке.

Жиросвязывающая способность муки, полученной из экструдата семян тывы, в 2,3 раза выше, чем аналогичный показатель муки пшеничной высшего сорта.

Заключение. Изучение химического состава экструдата семян тывы с оболочкой свидетельствует о высоком содержании в нем белка, пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот, а также наличии минеральных веществ широкого спектра, что характеризует полученный продукт как эффективную добавку при разработке технологий хлебобулочных и мучных кондитерских изделий функционального назначения. Высокие водосвязывающая и жиросвязывающая способности экструдата семян тывы с оболочкой обеспечивают формирование заданных структуры, пищевой ценности, вкусовых показателей при выработке таких изделий.

Библиографический список

1. Абрамов, О. В. Комплексная оценка качества экструдированных продуктов функционального назначения / О. В. Абрамов, В. М. Калюжина // *Нива Поволжья*. – 2010. – №2. – С. 1-6.
2. Воронина, П. К. Разработка технологии и товароведная характеристика пива с экструдатом ячменя // *Известия Самарской ГСХА*. – 2013. – №4. – С. 108-113.
3. Воронина, П. К. Полифункциональный композит с повышенным содержанием пищевых волокон / П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // *Известия Самарской ГСХА*. – 2015. – №4. – С. 65-71.
4. Крылова, В. Б. Научное обоснование и разработка технологии термопластической экструзии мясного и растительного сырья с целью расширения ассортимента мясопродуктов : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.04 / Крылова Валентина Борисовна. – М., 2006. – 46 с.
5. Курочкин, А. А. Технологические основы инновационного подхода к переработке семян тывы / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, И. Н. Шешнищан, Л. Ю. Кулыгина // *Современное состояние и перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания : мат. V Международной науч.-практ. конф.* – Челябинск, 2011. – С. 85-87.
6. Курочкин, А. А. Теоретическое обоснование применения экструдированного сырья в технологиях пищевых продуктов / А. А. Курочкин, П. К. Воронина, Г. В. Шабурова. – Пенза, 2015. – 182 с.
7. Милованова, Е. С. Разработка технологических решений по использованию продуктов переработки семян тывы при производстве хлебобулочных изделий повышенной пищевой ценности : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / Милованова Екатерина Станиславовна. – Краснодар, 2010. – 24 с.
8. Научное обеспечение актуального направления в развитии пищевой термопластической экструзии / А. А. Курочкин, П. К. Воронина, В. М. Зимняков [и др.]. – Пенза, 2015. – 181 с.
9. Пат. №2561934 Российская Федерация, МПК А23Р 1/12, В29С 47/38. Экструдер с вакуумной камерой / Шабурова Г. В., Воронина П. К., Шабнов Р. В. [и др.] – № 2014125348/13 ; заявл. 23.06.2014 ; опубл. 10.06.2015, Бюл. №25. – 7 с.
10. Шабурова, Г. В. Экструдированный овес как сырье для обогащения хлеба / Г. В. Шабурова, П. К. Воронина, Н. Н. Шматкова // *Пищевая промышленность и агропромышленный комплекс: достижения, проблемы, перспективы* : сб. ст. 8 Международной науч.-практ. конф. – Пенза, 2014. – С. 97-101.
11. Шматкова, Н. Н. Перспективы применения композитной смеси в технологии хлебобулочных изделий функционального назначения / Н. Н. Шматкова, П. К. Воронина // *Инновационная техника и технология*. – 2015. – №3 (04). – С. 33-39.