

ны, исключение составляли скор треонина (на 9% меньше) и лизина (на 1,6% меньше). В целом существенных различий не обнаружено.

Для человека одинаково важны оба типа аминокислот: и незаменимые, и заменимые.

Общее содержание заменимых аминокислот составило -60,267 мг/г, а незаменимых – 38,749 мг/г. Общее содержание аминокислот составляет 99,016 мг/г.

Отмечено, что незаменимые аминокислоты составляют больше 1/3 всех аминокислот, а это означает о высоком качестве белка белковой начинки.

На основании проведенных лабораторных исследований белковая начинка содержит богатый аминокислотный состав и позволяет получить экструдированные зерновые продукты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Василенко Л.И. Разработка технологии экструдированных зерновых палочек функционального назначения с использованием молочного сырья: дисс. ....канд. техн. наук. – Воронеж: Воронежская государственная технологическая академия, 2007. -225 с.

2 Жумалиева Г.Е., Чоманов У.Ч., Актокалова Г.С., Касымбек Р., Тултабаева А.К. Разработка технологии экструдированных зерновых продуктов с белковой начинкой и длительным сроком хранения: отчет о научно-исследовательской работе по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмма 102 «Грантовое финансирование научных исследований». – Алматы: ТОО «КазНИИППП», 2018. – 105 с.

3 Липатов Н.Н., Сажинов Г.Ю., Башкиров О.Н. Формализованный анализ аминокислотной сбалансированности сырья, перспективного для проектирования продуктов детского питания с задаваемой пищевой адекватностью //Хранение и переработка сельхозсырья, 2001. - №8. - С.11-14.

УДК 65.33.29

МРНТИ 664.7.014/.019

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ С БЕЛКОВОЙ НАЧИНКОЙ

*У.Ч. ЧОМАНОВ<sup>1</sup>, Г.Е. ЖУМАЛИЕВА<sup>1</sup>, М.Ч. ТУЛТАБАЕВ, Г.С. АКТОКАЛОВА<sup>1</sup>, Р.К. КАСЫМБЕК<sup>1</sup>*

*(ТОО «Казахский научно-исследовательский институт пищевой и перерабатывающей промышленности», Алматы, Казахстан<sup>1</sup>)*

*В работе изучены экструдированные продукты с белковой начинкой, полученные с различными размерами частиц дробленых зерен. Выявлено, что при определении физико-химических и органолептических показателей образцы готовой продукции незначительно отличаются друг от друга. Отмечено, что оптимальным образцом является продукт с размерами частиц 1,0 мм.*

**Ключевые слова:** белковая начинка, органолептические показатели, физико-химические показатели, экструдированные зерновые продукты.

### АҚУЫЗ САЛМАСЫМЕН ЭКСТРУДИЯЛАНҒАН ӨНІМДЕРДІ ЗЕРТТЕУ

*У.Ч. ЧОМАНОВ<sup>1</sup>, Г.Е. ЖУМАЛИЕВА<sup>1</sup>, М.Ч. ТУЛТАБАЕВ., Г.С. АКТОКАЛОВА<sup>1</sup>, Р.К. КАСЫМБЕК<sup>1</sup>*

*("Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, Алматы, Қазақстан<sup>1</sup>)*

*Жұмыста ұсақталған дәндер бөлшектерінің әртүрлі мөлшерімен алынған ақуызбен толтырылған экструдталған өнімдер зерттелді. Дайын өнімнің физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштерін анықтау кезінде бір-бірінен аздап ерекшеленетіні анықталды. Оңтайлы үлгі-бөлшектердің мөлшері 1,0 мм болатын өнім.*

**Негізгі сөздер:** ақуызды толтыру, органолептикалық көрсеткіштер, физика-химиялық көрсеткіштер, экструдалған астық өнімдері.

## RESEARCH OF EXTRUDED PRODUCTS WITH PROTEIN FILLING

U. CHOMANOV<sup>1</sup>, G. ZHUMALIEVA<sup>1</sup>, M.CH. TULTABAYEV, G. AKTOKALOVA<sup>1</sup>, R. KASSIMBEK<sup>1</sup>

("Kazakh research Institute of processing and food industry", LLP Kazakhstan, Almaty<sup>1</sup>)

*In this paper, we examine extruded products with protein filling, obtained with different particle size of crushed grains. It was found that the physical-chemical and organoleptic parameters of finished products differ slightly from each other. It is noted that the optimal sample is a product with a particle size of 1.0 mm.*

**Keywords:** protein filling, organoleptic parameters, physical and chemical parameters, extruded grain products.

### *Введение*

Бурное развитие техники пищевой промышленности конца XX века открыло широкие перспективы переработки сельскохозяйственного сырья и производства новых видов продуктов питания. Применение такого универсального процесса, как термопластическая экструзия в пищевой промышленности произвело революцию в мире пищевых производств.

Началось все с того, что американец Чарльз Люк в 30-е годы предложил взрывать в барокамере разваренные рисовые зерна. Зерна, помещенные в барокамеру, выдерживались при определенной влажности и температуре, затем давление резко сбрасывалось. Вода мгновенно превращалась в пар и в результате взрывного испарения влаги зерно приобретало высокопористую и хрустящую структуру. Такой способ получения хрустящей зерновой продукции был интересен, но малопроизводителен и нетехнологичен. Все же новинка заинтересовала гигант пищевой промышленности – компанию “Келлог”. Способ получения необычного взорванного продукта улучшали и, в конечном итоге, приспособили шнековые прессы-экструдеры, применяемые в полимерной промышленности для выработки экструдированного крахмалсодержащего продукта – рисовых палочек (rice stick) [1].

Применяемую в пищевой промышленности экструзионную обработку сырья можно охарактеризовать как непрерывный процесс переработки крахмалосодержащего сырья и других пищевых материалов в готовые изделия или полуфабрикаты при комплексном воздействии тепла, влаги, давления и напряжений сдвига за короткий период времени. В

процессе таких воздействий в замкнутой системе экструзионной установки зерновое сырье как основная составляющая всех компонентов претерпевает глубокие физико-химические изменения. Основной принцип такой обработки заключается в переработке различных материалов в экструзионных установках, функциональное назначение которых заключается в смешивании ингредиентов, термопластификации массы и ее формовании. Под действием повышенных температур процесса 180–190<sup>0</sup>С и механических деформаций в экструдере перерабатываемая рецептурная смесь переходит в вязко-текучее состояние, а последующее экзотермическое расширение массы, при выходе ее из формирующей матрицы, приводит к образованию пористой структуры продукта.

Технологический процесс экструзии и производство экструдированных продуктов продолжает непрерывно развиваться, в результате данные пищевые изделия приобретают новые формы и качества, начиная от простейших форм изделий в виде шариков и палочек до сложных [1].

В рационе питания населения продукты на зерновой основе занимают ведущее место. Создание зернопродуктов с функциональными свойствами, оказывающих благотворное влияние на деятельность жизнеобеспечивающих функциональных систем организма человека, снижающих риск возникновения различных заболеваний, предполагает использование разных видов сырья, применение природных комплексов биологически активных веществ и современных технологий переработки сырья.

Экструзионная обработка является одним из наиболее прогрессивных видов технологии в современной пищевой промышленности. Преимущества экструзии состоят в том, что она максимально сохраняет биологически активные вещества перерабатываемого сырья, заменяет сложное оборудование и многие периодические процессы на непрерывные. Современные экструзионные технологии позволяют создавать продукты заданного химического состава, целенаправленно изменять структуру и технологические свойства вырабатываемой продукции, вводить необходимые биологически активные компоненты, придающие продукту функциональные свойства [2].

Проведенный анализ современного состояния производства экструдированных продуктов в Казахстане показал, что налажено производство экструдированных продуктов, но его объемы незначительны и не оказывают существенного влияния на объем рынка.

Таким образом, экструзионная обработка сырья дает возможность охватить значительный спектр пищевых ресурсов и комплексно их использовать. Применение экструзионных технологий для изготовления готовых продуктов обеспечивает длительные сроки хранения продуктов.

В нашей работе авторами разработаны экструдированные зерновые продукты с белковой начинкой.

Таким образом, за счет содержания витаминов, минеральных веществ, аминокислот в белковой начинке авторами разработаны экструдированные зерновые продукты с белковой начинкой, которые повышают пищевую и биологическую ценность данных продуктов. Использование белковой добавки в производстве экструдированных зерновых продуктов является актуальным направлением.

В связи с этим, авторами была разработана технология экструдированных зерновых продуктов с белковой начинкой.

Целью нашего исследования являлось изучение экструдированных зерновых продуктов с различными размерами дробленых зерен.

#### **Объекты и методы исследований**

Объектом исследования являются экструдированные зерновые продукты с различными размерами дробленых зерен (0,63; 0,8; 1,0; 1,25 и 1,6 мм).

Экструдаты анализировали по органолептическим и физико-химическим показате-

лям, таким, как влажность, кислотность. Экспериментальные исследования проводили с помощью ниже приведенных современных методов, позволяющих на основе комплекса показателей получить характеристику сырья, готового продукта: Зерно и продукты его переработки; определение кислотности муки по ГОСТу 27493-87; определение кислотности по болтушке по ГОСТ 10844-74. Зерно. Метод определения кислотности по болтушке; определение физико-химических показателей зернового сырья и зерновой смеси проводилось согласно общепринятым методикам; анализ качества зернового сырья, органолептическая оценка – по ГОСТ 27558-87.

#### **Результаты и их обсуждение**

Суть процесса дробления зерен в отличие от измельчения других видов сырья, заключается в том, что измельчению подвергается зерно, которое различно по структуре и свойствам. Выбор гранулометрического состава экструдированного сырья является важной задачей при получении качественных продуктов. От размера частиц исходной смеси зависит стабильность загрузки и работы экструдера и соответственно качество готового продукта.

Основными принципами, положенными в основу измельчения зерна и работы измельчающих машин, являются удар и сдвиг. Для дробления зерен использовали молотковую дробилку ДУ-500. Пророщенные тритикале и кукурузу предварительно измельчали в молотковой дробилке, просеивали на наборе сит.

Измельчение зерновых компонентов проводили на молотковой дробилке со сменными решетками с диаметрами отверстий:  $d=1,0$  мм;  $d=1,5$  мм;  $d=2,0$  мм;  $d=2,5$  мм;  $d=3,0$  мм. После каждого дробления измельченные продукты просеиваются на отсевах. Ситовой анализ осуществляли в лабораторных условиях с использованием отсева на вибрационном грохоте analysette 3 Spartan, с размерами сито 1,6 мм; 1,25 мм; 1,0 мм; 0,8 мм; 0,63 мм.

По анализу гранулометрического состава выявлено, что при отсевах количество мелкой фракции для тритикале и кукурузы повысилось при уменьшении диаметра ячеек.

Результатом уменьшения измельченного экструдата является увеличение больших количеств мелких фракций дробленной массы через сито. При этом наблюдается тенденция изменения текстуры экструдатов в сторону более

нежной структуры. Твердость продукта снижается при неизменном значении показателя.

Гранулометрический состав измельченных зерновых компонентов выявил, что при размере диаметра отверстий сита меньше 1,5 мм частицы тритикале и кукурузы размером более 1,25 мм начинают выравнять незначительную часть (от 0 до 4%) мелких фракций. Также на степень измельчения сильно влияет вид и природа измельченного сырья. Использование при измельчении в молотковой дробилке ячеек решетки с меньшим диаметром отверстий приводит к выравниванию гранулометрического состава измельчаемого сырья с преобладанием большого количества мелких фракций [3].

Анализ результатов по физико-химическим показателям показывают, что измельченные фракции, полученные из пророщенных тритикале и кукурузы с различным гранулометрическим составом при определении по содержанию влаги и по титруемой кислотности отличаются значительно, при этом происходит увеличение кислотности, а влажность уменьшается. Снижение влажности получаемой фракции после дробления снижается, это происходит при выделении части влаги за счет нагрева зерновых интенсивной

продувкой в дробилку воздушным каскадным классификатором. Содержание белка возрастает, а содержание клейковины у зерновых культур увеличивается. Белки тритикале образуют клейковину, доля которой такая же или несколько больше, чем пшеничной. По качеству клейковина тритикале слабая. Причиной является повышенная активность протеолитических ферментов. По содержанию клетчатки у кукурузы с уменьшением частиц дробление тоже идет на уменьшение [3].

Таким образом, зная гранулометрический состав продуктов размола, включая размеры частиц, разработали баланс помола, оптимизировали работу экструдера [3].

Следующим этапом в данной работе было изучение экструдированных продуктов с белковой начинкой, полученных с различными размерами частиц дробленых зерен.

Белковую начинку наполняли в хрустящие трубочки, полученные с различными размерами частиц дробленых зерен после наполнения расфасовывали в упаковки. Определяли физико-химические и органолептические свойства экструдированных зерновых продуктов с белковой начинкой, полученных с различными размерами частиц дробленых зерен (0,63; 0,8; 1,0; 1,25 и 1,6 мм) (Табл. 1).

Таблица 1 - Органолептические показатели готовой продукции с различными размерами частиц дробленых зерен, мм

Показатели	Продукты, полученные с различными размерами частиц дробленых зерен, мм				
	1,6	1,25	1,0	0,8	0,63
Органолептические показатели					
Форма	трубочка, края трубочки с ровным обрезом и вмятинами на поверхности	трубочка, края трубочки с ровным обрезом и сильными вмятинами на поверхности	трубочка, края трубочки с ровным обрезом и ровными вмятинами на поверхности	трубочка, края трубочки с ровным обрезом и вмятинами на поверхности	трубочка, края трубочек с ровным обрезом и сильными вмятинами на поверхности
Цвет	светло-коричневый с включениями	светло-коричневый с включениями	светло-коричневый с включениями	коричневый с включениями	темно-коричневый, с включениями
Вкус и запах	слабовыраженный вкус тритикале и клубничный аромат	слабовыраженный вкус тритикале и клубничный аромат	слабовыраженный вкус тритикале и клубничный аромат	слабовыраженный вкус тритикале и клубничный аромат	слабовыраженный подгоревший вкус тритикале и клубничный аромат
Вид в изломе	трубочка плотно соприкасается с начинкой, начинка распределена равномерно и не выступает за края продукта				

Полученные экструдированные продукты анализировали по комплексу показателей, характеризующих их потребительские

свойства, пищевую и энергетическую ценность. Органолептические показатели: получен продукт в виде прямых коротких палочек

округлого поперечного сечения, с шероховатой поверхностью и развитой пористостью.

По цвету (светло-коричневый до темно-коричневого оттенка), вкусу и аромату (соответствующий исходному виду сырья) экструдат имеет удовлетворительные потребительские данные, характерные для такой группы пищевых продуктов, как «сухие завтраки» [4].

Таблица 2 – Физико-химические показатели экструдированных продуктов, полученные с различными размерами частиц дробленых зерен, мм

Показатели	Продукты, полученные с различными размерами частиц дробленых зерен, мм				
	1,6	1,25	1,0	0,8	0,63
Кислотность, град	18,3	18,4	18,4	18,6	18,8
Влажность, %	36,3	36,5	36,4	36,6	36,6

Источник финансирования исследований: Бюджетная программа 217 «Развитие науки», подпрограмма 102 «Грантовое финансирование».

### **Заключение**

Сравнительный анализ пяти разработанных вариантов изделий показывает (Табл.2), что при определении физико-химических и органолептических показателей готовых продуктов они незначительно отличаются друг от друга. Выбор оптимального варианта, как ранее была указано, - трубочки, полученные с размерами частиц от 0,8 до 1,0 мм по всем показателям удовлетворяют потребительские данные, характерные для такой группы пищевых продуктов. Таким образом, можно сделать вывод, что полученный продукт с размерами частиц 1,0 мм является оптимальным образцом:

– экструдированные продукты с белковой начинкой обладают хорошими потребительскими свойствами и имеют достаточно высокую биологическую и пищевую ценность;

– учитывая низкую влажность экструдатов и соответственно перспективы их длительного хранения, увеличение содержания жира является нецелесообразным;

– разработанные изделия могут быть рекомендованы в повседневном питании, особенно для детей школьного возраста.

Для оценки качественных характеристик экструдированных палочек были исследованы следующие их физико-химические свойства: кислотность и влажность.

В таблице 2 представлены качественные показатели полученных экструдированных продуктов с белковой начинкой.

Апробированные технологии могут иметь большие перспективы, в частности для производства продуктов более сбалансированного состава или функционального назначения.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Рудась П.Г., Семькин Д.В., Петергов А.И., Степанов В.И. Экструдированные пищевые изделия сложных форм и разнообразных вкусов. //Вестник КрасГАУ. – 2011. - № 9. - С. 292-298.
2. Доржиева А.А. Разработка технологии экструдированного продукта функционального назначения на основе ржи. –Уфа, 2002. – 123 с.
3. Жумалиева Г.Е., Чоманов У.Ч., Актокалова Г.С., Касимбек Р., Тултабаева А.К. Разработка технологии экструдированных зерновых продуктов с белковой начинкой и длительным сроком хранения: отчет о научно-исследовательской работе по бюджетной программе 217 «Развитие науки» подпрограмма 102 «Грантовое финансирование научных исследований». -Алматы, 2019. – 48 с.
4. Богатырева А.Н., Юрьева В.П. Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование. – М. : Ступень, 1994. – 200 с.