

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ
ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ ИЗ
ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ И РАЗРАБОТКИ АССОРТИМЕНТА
ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ
ЦЕННОСТИ**

Дремучева Г.Ф.*, к. т. н., **Карчевская О.Е*.**, с.н.с.,

Костюченко М.Н.*, к. т. н., **Тюрина О.Е*.**, к.т.н.

Грабовец А.И.**, д.с.-х.н., член-корр. РАН, **Крохмаль А.В.****, к. с.-х. н.

* ФГАНУ НИИХП,

**ФГБНУ ФРАНЦ

В ФГАНУ НИИХП исследованы хлебопекарные свойства крупок из ряда сортов тритикале, созданных в ФГБНУ ФРАНЦ. Разработаны рецептуры и технология экструдированных изделий из крупнодунстового продукта из зерна тритикале сортов Трибун, ТИ 17 и Немчиновский 56. Экструдирование осуществляли методом горячей экструзии. Установлены оптимальные гранулометрический состав продукта, технологические параметры экструзионного процесса. Количество белка, крахмала клетчатки в экструзионных продуктах по сравнению с исходной крупкой почти одинаково, что свидетельствует о незначительном влиянии процесса экструдирования на данные показатели. Созданы рецептуры экструзионных продуктов повышенной пищевой ценности с использованием тонкодисперсных овощных и фруктовых порошков из капусты, яблок, чеснока, пряностей - тмина, корицы. Использование овощных и фруктовых порошков увеличивает содержание белка – до 6,0 %, жира – до 33,0 %, углеводов – до 5,0 %, пищевых волокон – до 40,0 %, минеральных веществ - до 11,0 % , витаминов: В₁ - до 6,0 %, В₂ -до 80,0 %, РР – до 31,0 % в зависимости от вида используемого порошка.

Ключевые слова: зерно тритикале, тритикалевые мука и крупка, овощные и фруктовые порошки, экструдированные изделия.

Материалы, методы и условия проведения исследований. В работе использовали сырье и материалы: зерно тритикале сорта Трибун, ТИ 17 (селекции ФГБНУ ФРАНЦ) и сорта Немчиновский-56 (селекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр "Немчиновка" (НИИ Сельского хозяйства центральных районов нечерноземной зоны), тритикалевую крупку из зерна тритикале сортов Трибун, ТИ 17 и Немчиновский-56, солод ржаной ферментированный (ГОСТ Р 52061-2003), тмин (ГОСТ 29056-91), сушеный укроп, чеснок (ГОСТ 32065-2013), ванилин (ГОСТ 16599-71), корицу молотую (ГОСТ 29049-91), тонкодисперсные овощные и фруктово-ягодные порошки из капусты, яблока, чеснока, моркови (ТУ 9164-001-312301001-2013) производства ЗАО «ЭКО Фудс» и др.

Исследования выполняли во ФГАНУ НИИИХП, ФГБУ «Центр оценки качества зерна» и ВНИИ пищевой биотехнологии, применяли методики определения аминокислотного состава белков с использованием обращенно-фазовой жидкостной хроматографии, количества белка, клетчатки, крахмала, физико-химических и органолептических показателей экструдированных изделий в соответствии с соответствующими ГОСТ и использованием современных приборов: аминокислотного анализатора марки «Biochrom 30+» по ISO 13903, анализатора азота Kjeltac авто модель 1030, сахариметра универсального СУ-5, Fibertek - 1020, структурометра СТ-1 фирмы «Радиус» и др.

Зерно тритикале измельчали помощью дробилки до получения крупнодунстового продукта с размером частиц от 160 до 1000 мкм. Полученный крупнодунстовой продукт из зерна тритикале увлажняли до необходимой влажности (14,0-16,0%). В качестве дополнительного сырья использовали соль пищевую (0,5, 1,2 и 1,5%), сахар-песок (0,75, 1,2 и 1,5%), тонкодисперсные овощные или фруктово-ягодные порошки (из капусты,

моркови, яблока, чеснока) в количестве 0,5-7,5 %, пряности (тмин, корицу, сушеный укроп) в количестве 0,5-1,5 % от массы крупнодунстового продукта. В качестве контроля использовали экструдированные изделия без добавок.

Экструдирование крупнодунстового продукта осуществляли методом горячей экструзии в универсальном двухшнековом экструдере марки «Континуа-37» (Continua 37) (Werner & Phleiderer, Германия) при температуре продукта перед матрицей 150- 180°C и давлении в предматричной зоне экструдера 5,5-6,5 МПа, диаметр фильеры матрицы составлял 3 мм.

Экструдированные изделия исследовали по органолептическим показателям в соответствии с ГОСТ 15113.3, физико-химическим показателям: коэффициенту расширения, набухаемости, влагоудерживающей и жирудерживающей способностям, объёмной массе.

Введение.

В рационе питания населения продукты на зерновой основе занимают ведущее место. Создание продуктов с повышенной пищевой ценностью, благотворно влияющих на деятельность жизнеобеспечивающих функциональных систем организма человека и снижающих риск возникновения различных заболеваний, предполагает использование разных видов сырья, применение природных комплексов биологически активных веществ и современных технологий переработки зернового сырья.

Рациональное питание является одним из основных факторов, определяющих здоровье нации. Результаты исследований отечественных ученых свидетельствуют о том, что у всех категорий населения отмечается в рационах питания дефицит витаминов и минеральных веществ.

Для решения проблемы полноценного и сбалансированного питания разрабатываются новые технологии, обеспечивающие создание различных специализированных видов пищевой продукции повышенной пищевой ценности с заданным химическим составом, в т.ч. продуктов, полученных с использованием экструзии.

Тритикале — зерновая культура, которая представляет интерес для пищевой отрасли. Аминокислотный состав тритикале типичен для злаковых, но количество лимитирующих аминокислот таких как лизин и триптофан, минеральных веществ (кальция, калия, магния, железа), витаминов группы В выше, чем в пшенице, белок в лучшей степени усваивается организмом человека. Продукты переработки тритикале позволят расширить сырьевую базу пищевой промышленности, особенно в регионах, где не произрастают рожь и пшеница, а также разнообразить и расширить ассортимент пищевых продуктов, в т.ч. экструдированных изделий повышенной пищевой ценности.

Ученые ФГБНУ ФРАНЦ, используя мировое разнообразие форм яровой тритикале (коллекции из ВИРа и других источников), и на основании исследований при скрещивании с озимыми генотипами, существенно расширили генетическую базу многих ценных признаков и свойств яровой тритикале.

В результате исследований был создан ряд перспективных, как по хозяйственно-биологическим, так и по хлебопекарным свойствам, сортов тритикале - ТИ 17, Трибун, Корнет, Каприз и др.

В ФГАНУ НИИХП в сотрудничестве с ФГБНУ ФРАНЦ в 2010–2015 гг. исследовали хлебопекарные свойства муки из следующих сортов тритикале: Корнет, ТИ 17, Трибун, Корнет, Валентин, Консул, Немчиновский-56, Капрал и др. [1,2].

В результате проведенных исследований

- установили, что наилучшими хлебопекарными свойствами характеризуется мука и крупка, полученные из сортов ТИ 17 и Каприз. Количество белка в пробах зерна составляло - 11,3-13,4 %, крахмала – 45,1-45,4 %, клетчатки – 2,4-2,8 %. Наибольшее содержание белка и клетчатки было в сортах зерна Трибун и Каприз. Количество незаменимых аминокислот в пробах варьировало в пределах: лизина – 360-370 мг/100 г, треонина - 340-360 мг/100 г, валина - 480-490 мг/100 г и лейцина - 640-720 мг/100 г, при этом в зерне сортов Немчиновский-56 и Трибун было самое высокое содержание лизина [1,2];

- разработаны основные положения методологии оценки качества тритикалевой муки для целей хлебопечения. Определены факторы значимости конкретных хлебопекарных свойств зерна и муки, обеспечивающие наилучшее качество хлебобулочных изделий [3];

- с целью расширения ассортимента и снижения дефицита в питании эссенциальных макро - и микронутриентов, пищевых волокон созданы технологии хлебобулочных изделий из тритикалевой муки [4,5,6].

Однако отсутствие нормативной документации на зерно и тритикаловую муку сдерживало практическую реализацию результатов исследований.

В 2017 г. был введен в действие межгосударственный стандарт ГОСТ 34142-2017 «Мука тритикалевая. ТУ», в 2018 г. - ГОСТ 34023- 2018 «Тритикале. ТУ» (*Triticosecale Wittmack spp.*) - на зерно тритикале, что позволяет в настоящее время осуществлять разработку нормативных документов на хлебобулочные изделия и другие пищевые продукты с использованием тритикалевой муки и других помольных продуктов.

В частности, применение зерна тритикале и продуктов его переработки в производстве экструдированных изделий (сухих завтраков и других продуктов с увеличенным сроком годности), может заметно расширить ассортимент изделий повышенной пищевой ценности, обеспечивающих снижение дефицита в питании пищевых волокон, эссенциальных макро - и микронутриентов.

Известно, что технология горячей экструзии обеспечивает глубокие биохимические превращения питательных веществ - углеводов, клетчатки, белков, что способствует повышению их усвояемости [7,8].

Развитие экструзионной технологии привели к появлению на рынке экструдированных продуктов - изделий не только с разнообразными вкусовыми свойствами и энергетической ценностью, но и различных форм: «колечек», «звездочек», «трубок», «уголков», «палочек» имеющие пенообразную пористую структуру [9,10] и т.д. Различие форм продуктов, имеющих один состав, также увеличивает объем продаж.

Следует отметить, что повышение спроса на современном продовольственном рынке на пищевые продукты, выработанные с использованием термопластической экструзии, также является существенным фактором, в динамике экономического роста в отечественной пищевой отрасли.

В связи с указанным, перспективно использование сырья природного происхождения с повышенной пищевой ценностью для расширения линейки продуктов здорового питания с увеличенным сроком годности.

Так, тонкодисперсные фруктово-ягодные и овощные порошки из капусты, яблока, моркови, чеснока, лука, и других овощей и их смеси (ТУ 9164-001-312301001-2013) представляют собой сырье с поликомпонентным составом эссенциальных нутриентов. Вкус и запах порошков – приятные, присущие исходному сырью, массовая доля влаги – не более 8,0 %, массовая доля золы – не более 7,0 %. Порошки являются источниками витаминов В₁, В₂, С, Е и РР, β-каротина, кальция, магния, калия, марганца, железа и др., влияют на усвояемость и уровень глюкозы в крови, на образование инсулина, обмен углеводов и жирных кислот, связывают и выводят излишки холестерина, обладают высокой антиоксидантной активностью.

Таким образом, использование натурального растительного сырья, обладающего ценным химическим составом (витамины, макро и микронутриенты), позволяет включать его в рецептуры экструдированных изделий для расширения ассортимента из зерна тритикале и продуктов его переработки.

Цель работы - получение экспериментальных данных для разработки технологий экструзионных изделий с использованием продуктов переработки зерна тритикале, что целесообразно для расширения ассортимента и снижения дефицита в питании пищевых волокон, эссенциальных макро- и микронутриентов.

Результаты и обсуждение. На первом этапе исследований по использованию зерна тритикале сортов Трибун и Немчиновский -56 для выработки экструзионных продуктов определяли необходимую степень

измельчения зерна перед экструдированием, а также параметры процесса (крутящий момент, давление и температуру экструзии).

В результате исследований установили, что влажность зерна должна составлять 14,5-15,5 %, зерно необходимо измельчать до состояния муки-крупки с 70%-ным выходом (проход через сито 1 мм), оптимальная температура горячей экструзии должна составлять 180-185 °С, давление - 333 атм., крутящий момент - 44 атм.

Используя установленные оптимальные технологические параметры экструзионного процесса, получали готовые продукты в виде сухих завтраков из исследуемых сортов зерна тритикале. По внешнему виду продукт представлял шарики, с шероховатой поверхностью и развитой пористостью. Цвет изделий из зерна сорта Трибун был светло кремовым, сорта Немчиновский 56 - кремовым, вкус и запах - характерные для группы пищевых продуктов «сухие завтраки». Более выраженным вкусом характеризовался экструдат из крупки зерна сорта Трибун.

Полученные экструдаты анализировали по комплексу показателей, характеризующих их потребительские свойства: влажность, объемная масса, набухаемость и твердость.

Установили, что влажность готового продукта составляет 7,0-7,2%, объемная масса – 72-82 г/л, набухаемость - 7,0-7,2 см³/г.

Определение текстуры экструдатов - одна из важных оценок качества экструзионных продуктов. При исследовании упруго-прочных свойств экструдатов с использованием прибора Структурометр СТ-1М по полученным кривым определили изменение усилия нагружения на индекторе «Игла» в зависимости от глубины её внедрения в экструзионный продукт (рис.1), а также толщину перегородок, диаметр пор экструдата и твердость изделий.

Как видно из рис. 1 у экструдата из зерна сорта Трибун (№ 1) максимальное усилие нагружения (твердость) составляет 100 Н, диаметр пор в среднем - 0,1 мм, толщина пор - 0,35 мм, у экструдата из зерна сорта

Немчиновский -56 (№ 2) твердость – 300 Н, диаметр пор в среднем - 0,2 мм, толщина пор – 0,15 мм.

Полученные данные свидетельствуют о том, что экструдат № 1 более твердый и с более толстостенными порами, что характеризует данный образец как менее хрупкий по сравнению с экструдатом № 2.

При органолептической оценке качества экструзионных продуктов наиболее высокие оценки получил экструдат из зерна Трибун (преимущественно по внешнему виду и вкусу).



Рис. 1 Изменение усилия нагружения на индекторе «Игла» в зависимости от глубины её внедрения в экструзионный продукт

- 1- экструзионный продукт из зерна сорта тритикале Трибун
- 2- экструзионный продукт из зерна сорта Немчиновский 56

Установили, что содержание белка в экструзионном продукте из крупки зерна сорта Трибун на 2,7 % больше, чем в продукте из сорта Немчиновский - 56, содержание крахмала и клетчатки в изделиях было на одном уровне (2,3-2,4% и 41,8 – 42,4%), количество лизина, треонина, валина и лейцитина несколько выше в экструдированном продукте из зерна Трибун.

Количество белка, крахмала клетчатки (рис. 2) в экструзионных продуктах по сравнению с исходной крупкой почти одинаково, что свидетельствует о незначительном влиянии процесса на данные показатели.



Рис.2 - Содержание пищевых веществ в зерне и экструзионном продукте

Для повышения пищевой ценности и расширения ассортимента экструдированных изделий использовали тонкодисперсные овощные и фруктовые порошки (из капусты, моркови, яблока, чеснока, смеси моркови и яблока), полученные методом дезинтеграционно-конвективной обработки. Данный метод предусматривает измельчение плодов вместе с семенами и кожурой, их быстрое обезвоживание при температуре около 40⁰С, что позволяет максимально сохранить все полезные вещества исходных овощей фруктов и ягод.

В связи с этим использование тонкодисперсных овощных и фруктово-ягодных порошков, содержащих минеральные вещества и витамины в легко усвояемой форме, целесообразно для повышения пищевой ценности экструдированных изделий.

Тонкодисперсные порошки добавляли в рецептурные смеси компонентов в следующих дозировках: порошки из капусты, моркови и яблока в количестве - от 3,0 до 7,5%, чеснока - 0,5-1,0%. Контрольную пробу готовили без

добавления порошков из смеси крупнодунстовых продуктов сортов тритикале Трибун и ТИ 17 в соотношении 1:1. Оценку качества изделий осуществляли по физико-химическим и органолептическим показателям.

Из данных таблицы 1 видно, что экструдированные продукты, приготовленные с 5,0 % порошка из капусты, яблок, моркови, а также смеси порошков из яблок и моркови и 1,0 % порошка из чеснока существенно отличались от контроля. Опытные образцы имели более высокие объемную массу 74,4- 90,6 г/л, набухаемость - 5,7-6,2 см³/г и коэффициент расширения - 3,4-3,6.

Экструдированные изделия обладали более выраженным вкусом и запахом. Степень влияния зависела от дозировки тонкодисперсных порошков. Наилучшие показатели качества были у изделий, приготовленных с порошками из капусты, яблока, смеси яблока и моркови в количестве 5,0 %, чеснока –1,0% от массы крупнодунстового продукта.

Для улучшения вкуса и запаха изделий в состав рецептурных смесей вводили пряности: тмин в количестве 1,0-1,5% в рецептуру изделий с порошком из капусты, сушеный укроп - 0,5% с порошком из чеснока, корицу - 0,5- 1,0% или ванилин – 0,05% от массы крупнодунстового продукта с порошком из яблок.

Расчет пищевой ценности экструдированных изделий из крупнодунстового продукта тритикале показал, что использование тонкодисперсных овощных и фруктовых порошков из капусты, яблок, чеснока, моркови, совместно из яблок и моркови увеличивает содержание белка – до 6,0%, жира – до 33,0%, углеводов – до 5,0%, пищевых волокон – до 40,0%, минеральных веществ - до 11,0%, витаминов: В₁ - до 6,0%, В₂ -до 80,0%, РР – до 31,0% в зависимости от вида используемого порошка.

Таким образом, по результатам проведенных исследований разработана технология экструдированных изделий из крупнодунстового продукта из зерна тритикале. Установлены оптимальные технологические параметры для экструзионного процесса: гранулометрический состав продукта должен

составлять 160 мкм -1000 мкм, давление - не более 60 атм., крутящий момент на валу - 70-80%, а также рецептуры, предусматривающие внесением пищевой соли – 1,2%, сахара – 1,5%, овощных и фруктовых порошков (из капусты, яблок, чеснока) в количестве 1,5 -5,0%, пряностей (тмина, корицы)- 1,0-1,5% от массы крупнодунстового продукта [11,12].

При определении сроков годности экструдированных изделий установили, что физико-химические показатели (влажность, набухаемость, кислотность, жиродерживающая способность) оставалось на уровне контрольного образца в течение 7 месяцев.

Выводы. В результате проведенных исследований подтверждена целесообразность использования продуктов переработки зерна тритикале как перспективного вида сырья, при производстве экструдированных изделий. Показана возможность обогащения экструдированных изделий растительным сырьем - овощными и фруктовыми порошками, обеспечивающими повышенную пищевую ценность изделий.

Получены экспериментальные данные для создания технологии и ассортимента экструдированных изделий из зерна тритикале, обеспечивающие снижение дефицита в питании людей пищевых волокон, эссенциальных макро- и микронутриентов.

Таблица 1 – Влияние количества тонкодисперсных порошков на физико-химические показатели качества экструдированных изделий из смеси крупнодунстовых продуктов зерна сортов тритикале Трибун и ТИ 17 в соотношении 1:1

Наименование показателей	Показатели качества экструдированных изделий с добавлением тонкодисперсных порошков в количестве, %, от массы крупнодунстового продукта													
	Контроль	Из капусты			Из чеснока		Из яблока		Из моркови			Из яблока и моркови		
		3,0	5,0	7,5	0,5	1,0	3,0	5,0	7,5	3,0	5,0	7,5	5,0	7,5
Влажность, %	5,0	5,3	5,5	5,8	4,4	4,3	5,3	5,4	5,6	5,0	5,4	5,8	5,8	6,2
Объемная масса, г/л	70,1	70,2	74,4	74,1	80,9	83,0	78,0	79,9	81,2	78,0	79,9	79,5	90,6	87,6
Набухаемость, см ³ /г	5,4	5,7	5,6	5,3	6,0	5,8	5,5	5,8	6,1	5,5	5,8	5,6	6,2	7,5
Влагоудерживающая способность, %	80,8	82,0	83,4	80,0	81,9	79,2	78,0	83,0	82,2	80,0	83,0	82,8	80,5	83,1
Коэффициент расширения	3,4	3,4	3,5	3,3	3,4	3,6	3,4	3,5	3,3	3,3	3,4	3,3	3,5	3,3

Разработаны рецептуры и технология экструдированных изделий повышенной пищевой ценности из крупнодунстового продукта, полученного из зерна тритикале. Установлены оптимальные технологические параметры экструзионного процесса: гранулометрический состав продукта, давление крутящий момент на валу.

Установлены нормы физико-химических показателей качества (влажность, кислотность, набухаемость), числовые характеристики микроструктуры (диаметр и толщина пор), показатели хрупкости экструдированных изделий, обеспечивающие необходимую им внутреннюю текстуру и качество экструдированных изделий.

Результаты определения пищевой ценности разработанного ассортимента подтвердили эффективность включения в состав рецептур экструдированных изделий сырья повышенной пищевой ценности (тонкодисперсных овощных и фруктовых порошков), обеспечивающих существенное повышение содержания пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ.

Литература

1. Карчевская О.Е., Дремучева Г.Ф. Оценка хлебопекарных свойств муки из селекции хлебопекарных тритикале для использования в хлебопечении/ Карчевская О.Е., Дремучева Г.Ф.// Ж. Хлебопечение России № 3- 2011, 4-6 с.
2. Grabovets A.I., Karchevskaya O.E., Dremucheva G.F. ,Krochmal A.V. Breeding triticale for baking purposes.// Grabovets A.I., Karchevskaya O.E., Dremucheva G.F. ,Krochmal A.V. // J. Russian Agricultural Sciences - 2013, Vol.39- №3- С. 197-202
3. Патент РФ 2490897, МПК 7 А21D8/02, А21D13/04. Способ приготовления хлеба из муки тритикале / Карчевская О.Е., Дремучева. Г.Ф., Косован А.П., Бессонова Н.Г. – № 2010114347/13; заявлен 06.04.2012; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 24. – 6 с.
4. Карчевская О.Е., Дремучева Г.Ф, Грабовец А.И. Научные и технологические аспекты применения зерна тритикале в производстве

хлебобулочных изделий // Карчевская О.Е., Дремучева Г.Ф, Грабовец А.И. // «Хлебопечение России». Москва: 2013. – № 5. – С. 28-29.

5. Патент РФ 256904, МПК С1 А21D8/02 . Способ приготовления хлеба на тритикале / Карчевская, О.Е, Дремучева Г.Ф Косован А.П., Яковчик Н.И.- № 2014114371/13 заявлен 11.04.2014; опубл. 20.07.2015, Бюл. № 24 .- 10 с.

6. Патент РФ 2490897, МПК 7 А21D8/02 ,А21D2/36, А21D13/04. Способ производства хлеба с использованием тритикалевой муки / Карчевская, О.Е, Дремучева Г.Ф.. Грабовец А.И.- № 2012113344/13 заявлен 06.04.2012; опубл. 10.12.2013, Бюл. № 34 .- 6 с.

7. Магомедов Г.О., Рудась П.Г., Шевякова Т.А. Экструдированные продукты повышенной пищевой ценности из нута// Магомедов Г.О. , Рудась П.Г., Шевякова Т.А. // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2006. - № 9. – С. 32-35.

8. Остриков, А.Н., Попов А.С., Татаренков Е.А., Копылов М.В. Производство экструдированного текстурата из зернобобовых культур в экструдере с динамической матрицей // Остриков, А.Н., Попов А.С., Татаренков Е.А., Копылов М.В// Хранение и переработка сельхозсырья. - 2011. – № 2. – С. 31-33.

9 Патент № 2266006 от 20.12.2005 г. Российская Федерация А21D13/00, А23P1/12 Способ производства экструдированных зерновых палочек //Остриков А.Н., Василенко Л.И. . № 2004118855/13 заявл. 22.06.2004.

10. Gerber D. La passion de la cuisson - extrusion // Process. — 1994. - № 1095. – S. 30-31.

11. Карчевская О.Е., Дремучева Г.Ф., Смирнова С.А. Разработка рецептур и технологий экструзионных и хлебобулочных изделий пониженной влажности из продуктов переработки зерна тритикале.// Карчевская О.Е., Дремучева Г.Ф., Смирнова С.А. // Материалы докладов V международной научно-практической конференции "Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья" 22-23 мая 2014 г. Краснодар.- С. 150-153.

12. Патент РФ 25578498 МПК A23L 7/10, A23P 30/20 Способ приготовления пищевого экструдированного продукта с применением зерна тритикале/ Карчевская, О.Е, Дремучева Г.Ф.. Косован – № 2012113344/13 заявлен 16.02.2015; опубл. 27.03.2016, Бюл. № 19 .- 9 с.