

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПИЩЕВЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

Объект авторского права

УДК 637.524.2:636.087.26

**КУЧЕРОВА  
ЕКАТЕРИНА НИКОЛАЕВНА**

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСЫ ВАРЕНОЙ ИЗ МЯСА  
ПТИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУКИ ИЗ ЖМЫХА ЛЬНЯНОГО  
ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

по специальности 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных  
продуктов и холодильных производств

Могилев, 2022

Научная работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»

- Научный руководитель – **Василенко Зоя Васильевна**,  
доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, зав. кафедрой ТПОПМ учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»
- Официальные оппоненты: **Гнедов Александр Александрович**,  
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры частного животноводства учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»  
**Калтович Ирина Васильевна**,  
кандидат технических наук, доцент, заведующий сектором комплексных исследований мясных продуктов Научно-производственного республиканского дочернего унитарного предприятия «Институт мясо-молочной промышленности» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию»
- Оппонирующая организация – Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»

Защита состоится «20» января 2023 г. в 14.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.17.01 при учреждении образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» по адресу: 212037, Республика Беларусь, г. Могилев, пр-т Шмидта, 3, e-mail: mail@bgut.by, тел.: +375 (0222) 64-79-14.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий». Автореферат разослан «05» декабря 2022 г.

Ученый секретарь  
совета по защите диссертаций Д 02.17.01,  
кандидат технических наук, доцент



Т. Д. Самуйленко

## **ВВЕДЕНИЕ**

Доктриной национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 г. предусматривается достижение высокого уровня физической и экономической доступности для населения безопасных и качественных пищевых продуктов, обеспечивающих улучшение структуры потребления и росту в рационе удельного веса продуктов здорового питания и органической продукции.

В рационе питания современного человека отмечается значительный дефицит основных пищевых веществ, из-за чего организм человека не получает полного набора незаменимых биологически активных веществ.

Здоровое питание – это питание, удовлетворяющее потребности организма в энергии и пищевых веществах, а также способствующее профилактике хронических неинфекционных заболеваний, сохранению здоровья и долголетия, а также способно оказывать благотворное влияние на общее самочувствие и настроение.

Как в нашей стране, так и во всех развитых странах в последние годы большое внимание уделяется разработке мясных продуктов, обогащенных органическими питательными веществами за счет введения в их состав растительного сырья.

В Республике Беларусь таким ценным растительным источником веществ является жмых льняной, который относится к вторичным сырьевым ресурсам. Использование вторичного сырья и полезных веществ, содержащихся в нем, также является важной государственной задачей.

Следовательно, разработка технологии производства вареных колбас из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного и внедрение ее в производство является актуальной задачей, решение которой позволит заменить импортируемое растительное сырье, применяемое при производстве мясных продуктов питания.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Связь работы с научными программами (проектами), темами.**

Диссертационная работа «Технология производства колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного отечественного производства» выполнена в УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» в соответствии с планом НИР. Работа выполнялась также в соответствии с планом НИР кафедры по темам: ГБ 36–01 «Разработка технологии и рецептур новых пищевых продуктов профилактического назначения» – номер гос.рег. 20162549 (2016–2020 гг.) и ГБ 41–01 «Разработка научно обоснованных технологий продуктов питания для

профилактики и коррекции микрoэкологичеcких нарушений пищевой системы» – номер гос.рег. 20210723 (2021–2025 гг.).

Настоящая работа выполнялась по теме ГЗ 20–03 «Разработка технологии производства обогащенных мясных изделий с добавлением жмыха льняного» Грант Министерства образования Республики Беларусь на 2020 г; по теме ГЗ 22–01 «Разработка технологии колбасы вареной, обогащенной минеральными веществами» Грант Министерства образования Республики Беларусь на 2022 г.

Тематика диссертационной работы соответствует направлению «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы», утвержденного Указом Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 № 156.

**Цель и задачи исследования.** *Цель настоящей работы* – разработка научно обоснованной технологии производства колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного отечественного производства.

Для достижения цели были поставлены следующие *задачи*:

- исследовать химический состав и технологические свойства муки из жмыха льняного отечественного производства;
- исследовать влияние измельчения на технологические свойства муки из жмыха льняного, органолептические и структурно-механические свойства модельных систем из мяса птицы с ее использованием;
- определить оптимальные параметры подготовки муки из жмыха льняного для введения в модельные системы при производстве колбасы вареной из мяса птицы;
- разработать технологию и рецептуру колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного отечественного производства;
- дать оценку пищевой и биологической ценности разработанной колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного; провести опытно-промышленную апробацию, внедрить в учебный процесс, рассчитать экономический эффект от использования муки из жмыха льняного.

*Объект исследования* – мука из жмыха льняного, модельные системы из мяса птицы, колбаса вареная из мяса птицы с ее использованием.

*Предмет исследования* – химический состав и технологические свойства муки из жмыха льняного, технология производства колбасы вареной из мяса птицы, обогащенной мукой из жмыха льняного.

**Научная новизна.** Получены новые данные о химическом, фракционном и аминокислотном составе белков, жирнокислотном составе жиров, минеральном и витаминном составе жмыха льняного отечественного производства, углубляющие и расширяющие сведения о продукте переработки семени льна. Показано, что жмых льняной является экологически безопасным продуктом питания.

Установлено, что жмых льняной отличается высоким содержанием белков,

превышающий в 1,7 раза содержание белков в семенах льна, а также достаточно высоким содержанием жиров, клетчатки, минеральных веществ. Кроме того, показано, что жиры жмыха льняного характеризуются особенно высоким содержанием  $\alpha$ -линоленовой жирной кислоты, которая не синтезируется в организме, а поступает только с пищей.

Исследованы технологические свойства [водосвязывающая (ВСС), водоудерживающая (ВУС), жирудерживающая (ЖУС), эмульгирующая (ЭС) способности и стабильность эмульсии (СЭ)] муки из жмыха льняного отечественного производства в сравнении с соевой мукой. Установлено, что мука из жмыха льняного по технологическим свойствам превышает аналогичные свойства соевой муки.

Впервые изучено влияние измельчения на технологические свойства муки из жмыха льняного, органолептические и структурно-механические характеристики модельных систем из мяса птицы. Показано, что технологические свойства муки из жмыха льняного зависят от размера частиц и способа подготовки ее к внесению в модельную систему из мяса птицы.

Установлены оптимальные параметры внесения муки из жмыха льняного в модельную систему при производстве колбасы вареной из мяса птицы. Доказана возможность замены основного сырья на муку из жмыха льняного при производстве колбасы вареной из мяса птицы.

Впервые разработана новая технология и рецептура колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного отечественного производства.

Дана характеристика пищевой и биологической ценности разработанной колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного, а также показано, что разработанная колбаса вареная из мяса птицы по содержанию белков и  $\alpha$ -линоленовой жирной кислоты может быть отнесена к функциональным продуктам, а по содержанию в ней К и Mg – к обогащенным продуктам питания.

#### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Показатели безопасности жмыха льняного как пищевого ингредиента, подтверждающие безопасность продукта. Химический состав жмыха льняного, показывающий его превосходство над семенем льна по содержанию белка, пищевых волокон, минеральных веществ. Аминокислотный состав белков жмыха льняного, а также переваримость белков *in vitro*. Фракционный состав белков жмыха льняного, показывающий, что в его состав входят альбумины (35,6 %), глобулины (27,8 %), глютелины (22,5 %), меньше всего обнаружено проламинов (0,8 %). Жирнокислотный состав жиров жмыха льняного, показывающий, что в его состав входит  $\alpha$ -линоленовая жирная кислота (54,9 % от суммы жирных кислот). Минеральный состав жмыха льняного, позволяющий рассматривать его, прежде всего, как источник К и Mg. Витаминный состав жмыха льняного,

показывающий наличие витаминов группы В, особенно В<sub>6</sub>, который улучшает усвоение К и Mg.

2. Технологические свойства муки из жмыха льняного, органолептические и структурно-механические свойства модельных систем из мяса птицы с ней в зависимости от размера ее частиц, позволяющие определить их оптимальные размеры для последующего использования.

3. Показатели качества исследуемых образцов колбасы вареной из мяса птицы в зависимости от концентрации и способа подготовки муки из жмыха льняного для введения в модельную систему из мяса птицы, от количества гидратированной муки из жмыха льняного с частичной заменой мясного сырья в рецептуре.

4. Технология производства колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного отечественного производства.

5. Показатели пищевой и биологической ценности разработанной колбасы вареной из мяса птицы, позволяющие отнести ее к продуктам функционального назначения по содержанию белков и  $\alpha$ -линоленовой жирной кислоты и, кроме того, обогащенная минеральными веществами (К и Mg).

**Личный вклад соискателя ученой степени.** Диссертация является самостоятельно выполненной автором научной работой, обобщает результаты теоретических и экспериментальных исследований. Автором проведен анализ литературных данных по теме диссертации, подобраны методы и методики исследований, проведены экспериментальные исследования, осуществлена статистическая обработка. Планирование исследований, анализ и обобщение полученных результатов, подготовка и написание научных публикаций осуществлялись совместно с научным руководителем профессором, д.т.н. Василенко З. В. Совместно с научным руководителем разработаны технические условия на жмых льняной измельченный пищевой, подана заявка на патент, внедрены результаты работы в учебный процесс, проведена апробация разработанной колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного на производстве.

**Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.** Основные положения и результаты диссертационных исследований были представлены и обсуждены на 14 научных и научно-практических международных конференциях: Международных научно-технических конференциях «Техника и технология пищевых производств» (Могилев, 2017–2022), Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития инновационного сотрудничества в научных исследованиях и системе подготовки кадров» (Бухара, 2017), XIII Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов организаций в сфере сельскохозяйственных наук «Перспективные исследования и новые подходы к

производству и переработке сельскохозяйственного сырья и продуктов питания» (Углич, 2019), XIV Международный биотехнологический форум «РОСБИОТЕХ-2020» «Проблемы биологической безопасности жизнедеятельности в современном мире: вызовы, состояние и перспективы» (Москва, 2020), Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и современные технологии производства продуктов питания» (Кутаиси, 2020), Международной научно-практической конференции «Инновации в сельском хозяйстве и экологии» (Рязань, 2020), VI Международной научно-практической онлайн-конференции «Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы» (Майкоп, 2020), Международной научно-практической конференции «Пищевые биотехнологии: инновационные решения и подготовка кадров для индустрии 4.0» (Москва, 2020), Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию академика академии ГСХН, профессора Гурама Ткемаладзе «Аспекты инновационных исследований в аграрных науках» (Тбилиси, 2021), VI Международной научно-практической конференции «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России» (Орел, 2021).

Разработаны и зарегистрированы технические условия «Жмых льняной измельченной пищевой» ТУ ВУ 700036606.133-2022, гос. регистрация № 064757 от 06.04.2022 г., срок действия с 06.04.2022 г. по 06.04.2027 г., зарегистрировано в БелГИСС.

Результаты работы внедрены в учебный процесс учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» в курс лекций и лабораторных занятий по дисциплине «Использование добавок в производстве мясопродуктов» по специализации 1–49 01 02 01 Технология мяса и мясных продуктов.

Разработан проект технических условий ТУ ВУ 700036606.XX-2022 «Изделия колбасные вареные из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного».

Разработанная технология колбасы вареной апробирована на ОАО «Могилевский мясокомбинат», на филиале «Коопзаготпром» Ивацевичского районного потребительского общества, на ООО «Барское мясо плюс» (имеются акты опытно-промышленной апробации и рекомендация от ОАО «Могилевский мясокомбинат» об использовании муки из жмыха льняного отечественного производства в производстве вареных колбас).

**Опубликованность результатов диссертации.** Основные результаты диссертации изложены в 25 печатных работах, из них: 4 статьи в научных рецензируемых изданиях из перечня, установленного ВАК (1,94 авторских листа), 3 статьи в научных изданиях, 18 публикаций в сборниках материалов и тезисов конференций, 1 заявка № а 20220169 на патент, 1 технические условия.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из перечня сокращений и обозначений, введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций соискателя и приложений. Полный объем диссертации составляет 183 стр., из которых 24 стр. занимают 35 таблицы и 16 рисунков. Список использованных источников размещен на 27 стр. и включает библиографический список (252 источника, из них 38 на иностранных языках), список публикаций автора (25 работ). Количество приложений – 7, их общий объем – 39 стр.

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

### **Объекты и методы исследований**

Объектами в работе являлись жмых льняной ОАО «Воложинский льнокомбинат», образцы модельных систем с использованием муки из жмыха льняного и изделия колбасные вареные из мяса птицы.

Отбор проб, подготовку и проведение испытаний осуществляли общепринятыми и специальными методами оценки и анализа свойств сырья и готовой продукции. В частности, реологические характеристики фаршевых систем вареных колбас определяли с помощью прибора структурометра СТ-3 Brucfield и прибора Вейлера-Ребиндера. Оценку биологической ценности белков и биологической эффективности жиров проводили, исходя из экспериментальных данных, подтвержденных протоколами исследований, по аминокислотному составу белков и жирнокислотному составу жиров. Содержание общего азота определяли методом Кьельдаля, определение аминокислотного состава белков осуществляли с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе Agilent 1200, жирнокислотный состав жиров – с помощью хроматографии на газовом хроматографе Хроматэк Кристалл 5000.2. Содержание минеральных веществ определяли с помощью спектрофотометра Agilent 8453, содержание общих сахаров определяли методом Бертрана, содержание целлюлозы и гемицеллюлозы определяли модифицированным методом Кюшнера и Хафера.

Планирование эксперимента и обработку полученных данных осуществляли с использованием программ Microsoft Excel.

### **Характеристика показателей безопасности, химического состава и технологических свойств жмыха льняного**

Представлены результаты исследований жмыха льняного отечественного производства как пищевого ингредиента. Исследованы его показатели безопасности, которые представлены в таблице 1.



Таблица 1 – Показатели безопасности жмыха льняного отечественного производства

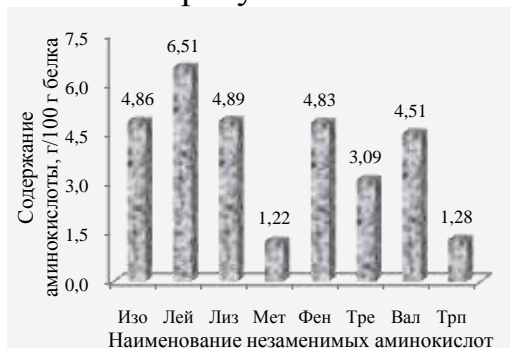
Наименование показателя		Регламентируемые показатели	Значение
Масса продукта (г), в которой не допускаются	патогенные, в т. ч. сальмонеллы	25,0	не обнаружено
	БГКП (колиформы)	0,1	не обнаружено
	<i>S. aureus</i>	0,1	не обнаружено
	сульфитредуцирующие клостридии	0,1	не обнаружено
КМАФАнМ, КОЕ/г, не более		$5 \times 10^4$	$6,2 \times 10^3$
Дрожжи, КОЕ/г, не более		$1 \times 10^2$	$1 \times 10^1$
Плесени, КОЕ/г, не более		$1 \times 10^2$	$1 \times 10^1$
Токсичные элементы, мг/кг, не более:	свинец	1,0	0,18
	мышьяк	1,0	0,4
	кадмий	0,2	0,085
	ртуть	0,03	0,01
Пестициды, мг/кг, не более:			
- гексахлорциклогексан ( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -изомеры)		0,4	не обнаружено
- ДДТ и его метаболиты		0,1	не обнаружено
Показатели окислительной и гидролитической порчи жира, не более:			
– кислотное число, мг КОН/г жира		4,0	0
– перекисное число, ммоль активного кислорода/кг жира		10,0	1,6
Микотоксины: афлатоксин В <sub>1</sub> , мг/кг, не более		0,005	0,001
Удельная активность цезия-137, Бк/кг, не более		80,0	менее 4,85

Исходя из данных, представленных в таблице 1, следует, что жмых льняной является безопасным ингредиентом и его можно использовать при производстве продуктов питания [4–А, 18–А, 27–А].

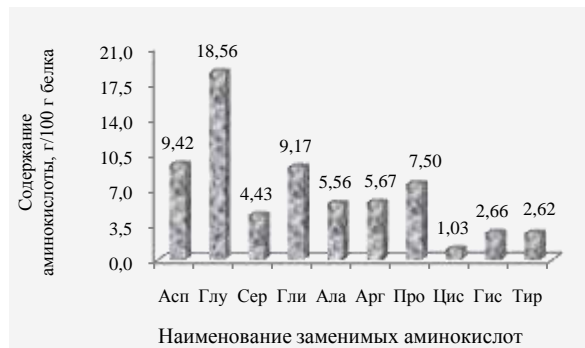
Для того, чтобы более полно оценить качество жмыха льняного отечественного производства как пищевого ингредиента для производства мясных изделий, исследовали его химический состав в сравнении с химическим составом семени льна. Жмых льняной отличается высоким содержанием белков, превышающим в 1,7 раза содержание белков в семенах льна. Однако, содержание жира в жмыхе льняном в 2,8 раза меньше, чем у семян льна. Это связано с тем, что жмых льняной получают после отжима масла холодным прессованием. Содержание минеральных веществ в жмыхе льняном составляет 6,2 %, что в 1,7 раза выше, чем в семенах льна. Общее содержание пищевых волокон в жмыхе льняном превышает их содержание в семенах льна в 1,3 раза. Содержание лигнинов в жмыхе льняном составляет 3,9 %, а в семенах льна – 3,4 %. По содержанию сахаров жмых льняной в 1,2 раза превышает содержание сахаров в семенах льна. Содержание слизи в жмыхе льняном в 1,3 раза выше, чем в семенах льна [2–А, 4–А, 6–А, 8–А, 9–А, 12–А, 15–А, 18–А, 20–А, 21–А, 24–А].

Все это свидетельствует о том, что жмых льняной отечественного производства представляет собой богатый источник ценных питательных веществ, таких как белки, жиры, углеводы и минеральные вещества.

Изучен аминокислотный состав белков жмыха льняного, результаты представлены на рисунках 1 и 2.



**Рисунок 1 – Содержание незаменимых аминокислот в белках жмыха льняного**



**Рисунок 2 – Содержание заменимых аминокислот в белках жмыха льняного**

Исходя из данных, представленных на рисунках 1 и 2, следует, что белки жмыха льняного являются полноценными, т.к. содержат все незаменимые аминокислоты [2–А, 6–А, 12–А, 18–А]. По переваримости белки жмыха льняного на 4,4 % уступают белкам соевой муки.

Учитывая, что в жмыхе льняном содержится значительное количество жира (13,0 %), изучили его жирнокислотный состав, который представлен насыщенными жирными кислотами (НЖК) – 11,1 % (миристиновая – 0,2 %, пальмитиновая – 8,1 %, стеариновая – 2,8 %); мононенасыщенными жирными кислотами (МНЖК) – 16,9 % (олеиновая – 16,9 %); полиненасыщенными жирными кислотами (ПНЖК) – 70,7 % (линолевая (омега-6) – 15,5 %, α-линоленовая (омега-3) – 54,9 %, γ-линоленовая (омега-6) – 0,2 %, эйкозеновая – 0,1 %).

Анализ данных показывает, что жир жмыха льняного характеризуется высоким содержанием ПНЖК, общее количество которых составляет 70,7 % от суммы жирных кислот. Обращает на себя внимание высокое содержание α-линоленовой кислоты (54,9 % от суммы жирных кислот), которая не синтезируется в организме и поступает только с пищей [2–А, 6–А, 12–А, 18–А, 20–А, 24–А].

Минеральные вещества относятся к эссенциально важным веществам, поэтому более подробно исследовали их состав, из которых следует, что количественный анализ минерального состава жмыха льняного характеризуется повышенным содержанием К, Mg, Mn и Fe, которые удовлетворяют суточную потребность (СП) на 87 %, 124 %, 158 % и 84 %, соответственно, т.е. жмых льняной может служить источником этих минеральных веществ [2–А, 6–А].

Исследован витаминный состав жмыха льняного. Показано, что в нем преобладают витамины группы В, в том числе и В<sub>6</sub>, который улучшает усвоение К и Mg.

Поскольку на технологические свойства значительное влияние оказывает фракционный состав, в работе был изучен фракционный состав белков жмыха льняного. Показано, что преобладающей фракцией белков жмыха льняного являются альбумины, количество которых составляет 35,6 %, на фракцию глобулинов приходится 27,8 %. Также фракции белков жмыха льняного содержат глютелины (22,5 %) и проламины (0,8 %). Таким образом, технологические свойства будут зависеть в большей степени от альбуминов и глобулинов. Исследованы технологические свойства муки из жмыха льняного ВСС, ВУС, ЖУС, ЭС, СЭ. Мука из жмыха льняного характеризуется высокой ВСС, превышающей данный показатель для соевой муки на 27,9 %. ВУС муки из жмыха льняного и соевой муки в воде при t=20 °С составляет 532,0 % и 366,0 % соответственно, при повышении температуры до 70 °С происходит увеличение ВУС на 6,8 % и 22,9 % соответственно. В 2,5 % растворе NaCl ВУС муки из жмыха льняного снижается и составляет 418,0 %, что связано, по-видимому, с особенностями его белково-углеводного состава. ВУС соевой муки также снижается и составляет 322,0 %. ЖУС муки из жмыха льняного на 22,2 % превышает ЖУС соевой муки. ЭС и СЭ муки из жмыха льняного составляют 100 %, для соевой муки данные показатели ниже на 28,2 % и 25,0 % соответственно [1–А, 4–А, 8–А, 21–А].

Учитывая высокие технологические свойства и химический состав жмыха льняного, в работе были представлены данные о физиологически функциональных ингредиентах жмыха льняного (100 г). Удовлетворение СП человека в белке – на 44,8 %, в пищевых волокнах – на 127,2 %, в α-линоленовой кислоте – на 446,1 %. Удовлетворение СП в минеральных веществах составляет в К на 87,3 %, в Mg – на 124,0 %, в Mn – на 84,0 %, в Fe – на 158,0 %.

Высокий процент удовлетворения СП в большинстве функциональных ингредиентов (в белке, α-линоленовой жирной кислоте, пищевых волокнах, минеральных веществах) и высокие технологические свойства муки из жмыха льняного позволяют использовать ее для производства функциональных продуктов питания.

### **Влияние степени измельчения на технологические свойства муки из жмыха льняного применительно к технологии производства мясных продуктов**

Охарактеризованы технологические свойства муки из жмыха льняного применительно к модельным системам в зависимости от размера ее частиц. Установлено, что ВУС при t=20 °С для муки с размерами частиц 0,3 мм и 0,4 мм

находится в прямо пропорциональной зависимости от размера частиц муки из жмыха льняного. С увеличением размера частиц муки из жмыха льняного с размерами частиц 0,6 мм и 1,0 мм ВУС снижается, что, естественно, отражается на технологических свойствах. Увеличение продолжительности гидратации муки из жмыха льняного при  $t=20$  °С способствует повышению ВУС независимо от размера частиц. ВУС при  $t=20$  °С в 2,5 %-ном растворе NaCl также возрастает с увеличением размера частиц от 0,3 мм до 0,6 мм и уменьшается – с увеличением размера частиц до 1,0 мм. При увеличении продолжительности гидратации ВУС при  $t=20$  °С в 2,5 %-ном растворе NaCl также увеличивается независимо от размера частиц, но несколько в меньшей степени, чем в воде. ВУС в воде для муки из жмыха льняного с размерами частиц 0,3 мм составляет 600 %, а в растворе NaCl – 434 %, что в 1,4 раза меньше, чем при гидратации в воде. Такая тенденция наблюдается и в муке с остальными размерами частиц. Наибольшими значениями ВУС обладает мука из жмыха льняного гидратированная в воде, а не в растворе NaCl. Поэтому для дальнейших исследований гидратацию муки из жмыха льняного проводили только в воде. ВСС при  $t=20$  °С также как и ВУС находится в прямо пропорциональной зависимости от размера частиц муки из жмыха льняного. Наибольшей ВСС обладает мука из жмыха льняного с размерами частиц 0,6 мм и 1,0 мм и составляет 100 %. ВУС при  $t=70$  °С при увеличении продолжительности гидратации возрастает также как и при  $t=20$  °С для муки из жмыха льняного до размера частиц от 0,3 мм до 0,6 мм [4–А, 6–А, 9–А, 15–А, 18–А, 23–А].

Следовательно, для дальнейших исследований можно рекомендовать гидратацию муки из жмыха льняного при  $t=70$  °С в течение 30–45 мин. Следует обратить внимание, что значения ВУС для муки из жмыха льняного с размерами частиц 1,0 мм несколько меньше, чем для муки из жмыха льняного с размерами частиц 0,3 мм, 0,4 мм и 0,6 мм.

С увеличением продолжительности гидратации ЖУС увеличивается от 120,0 % до 141,0 %, от 133,0 % до 153 %, от 151,0 % до 166,0 % и от 153,0 % до 167,0 % для муки из жмыха льняного с размерами частиц 0,3 мм, 0,4 мм, 0,6 мм и 1,0 мм соответственно. Наиболее заметными изменениями ЖУС могут быть отмечены образцы муки из жмыха льняного с диаметром размера частиц 0,3 мм и 0,4 мм, а для муки с размерами частиц 0,6 мм и 1,0 мм данные значения практически не отличаются [6–А, 9–А, 15–А, 22–А].

Исследования ЭС и СЭ муки из жмыха льняного с изученными размерами частиц (0,3 мм, 0,4 мм, 0,6 мм, 1,0 мм) составляют 100 %. Это свидетельствует о том, что она обладает хорошей ЭС и СЭ [23–А].

Таким образом, было установлено, что технологические свойства муки из жмыха льняного зависят от ее размера частиц. Лучшими технологическими свойствами обладает мука из жмыха льняного с размерами частиц 0,3–0,4 мм.

Показано, что большим содержанием белка характеризуется мука из жмыха льняного с размерами частиц 0,3 мм, а меньшим – с размерами частиц 1,0 мм. С увеличением размера частиц от 0,3 мм до 0,4 мм содержание белка незначительно снижается на 0,9 %, а с увеличением размера частиц до 1,0 мм содержание белка снижалось на 7,4 %.

Наибольшее содержание жира наблюдается для муки из жмыха льняного с размерами частиц 0,3 мм и составляет 13,4 %, наименьшее – с размерами частиц муки из жмыха льняного 1,0 мм (10,3 %).

Одновременно в работе были исследованы структурно-механические свойства модельных систем из мяса птицы в зависимости от размера частиц. Показано, что введение в модельные системы муки из жмыха льняного неоднозначно влияет на такие структурно-механические свойства, как эластичность, упругость, пластичность. Эластичность модельных систем из мяса птицы с увеличением размера частиц по сравнению с контрольным образцом увеличивается (на 2,7 %), пластичность снижается (на 14,3 %) и упругость также снижается (на 19,1 %) [4–А].

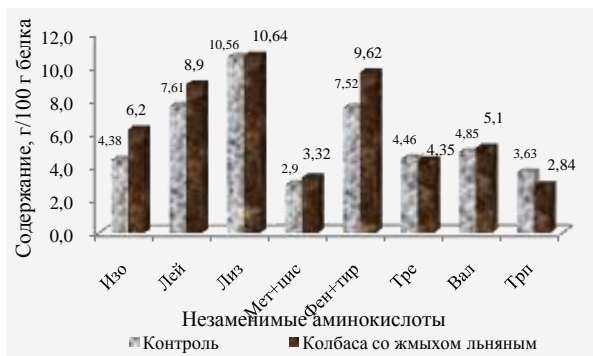
Таким образом, для дальнейших исследований было рекомендовано использование муки из жмыха льняного с размерами частиц 0,3–0,4 мм.

### **Разработка технологии и рецептуры колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного**

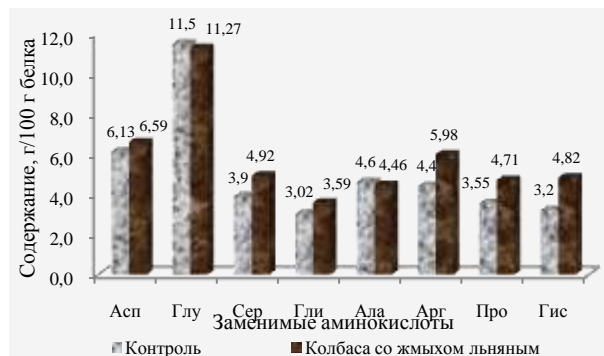
Представлены результаты исследований влияния концентрации и способа подготовки муки из жмыха льняного на выход и показатели качества (органолептические, технологические, структурно-механические) колбасы вареной из мяса птицы [1–А, 3–А, 5–А, 11–А, 17–А, 19–А, 25–А].

Показано, что муку из жмыха льняного необходимо вводить в гидратированном виде, оптимальное количество которой составляет 28 % (взамен 17 % мяса птицы механической обвалки и 11 % шпика свиного). Это обеспечивает оптимальные технологические и органолептические показатели качества готового продукта, а также максимальный выход колбасы вареной – 114,9 %. Введение муки из жмыха льняного в состав модельных систем колбас вареных способствует увеличению упругости (на 17,4 %), пластичности (на 17,8 %) и незначительному снижению эластичности (на 2,3 %) [4–А].

Аминокислотный состав белков разработанной колбасы из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного в сравнении с контрольным образцом представлен на рисунках 3 и 4.



**Рисунок 3 – Содержание незаменимых аминокислот в белках вареных колбас**



**Рисунок 4 – Содержание заменимых аминокислот в белках вареных колбас**

Исследования аминокислотного состава белков разработанной колбасы из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного позволили установить, что она превосходит контрольный образец по содержанию незаменимых аминокислот (изолейцин, лейцин, фенилаланин+тирозин) и многих заменимых аминокислот (аспарагиновая кислота, серин, глицин, аргинин, пролин, гистидин) [4–А, 7–А].

Исходя из полученных данных по аминокислотному составу белков колбас вареных, был рассчитан аминокислотный скор незаменимых аминокислот, а также определены показатели утилитарности и аминокислотной сбалансированности белков [7–А].

Наименьшим показателем утилитарности незаменимых аминокислот как в белках контрольного образца, так и в разработанной колбасе вареной с использованием муки из жмыха льняного обладает триптофан. В наибольшей степени в белках исследуемых образцов колбас вареных усваивается метионин+цистеин. Вместе с тем следует, что показатель утилитарности по таким незаменимым аминокислотам как валин, треонин и лизин, белки разработанных колбас вареных превышают белки контрольного образца на 7,64 %, 12,98 % и 5,86 % соответственно.

По величинам коэффициента утилитарности аминокислотного состава белки колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного незначительно уступает контрольному образцу и составляют 6,1 и 5,4 соответственно. По показателям избыточности содержания незаменимых аминокислот, сопоставимой избыточности и индексу незаменимых аминокислот белки разработанной колбасы вареной близки к белкам контрольного образца. По показателю избыточности содержания незаменимых аминокислот и показателю сопоставимой избыточности белки разработанной колбасы вареной из мяса птицы ближе к «идеальному белку», чем белки контрольного образца [7–А].

Следовательно, введение муки из жмыха льняного в разрабатываемую колбасу вареную из мяса птицы обеспечивает ее белкам более высокую биологическую ценность.

В работе было исследовано влияние добавления муки из жмыха льняного на степень подверженности пищеварительными ферментами *in vitro* белков колбасных изделий. Полученные данные представлены на рисунке 5.

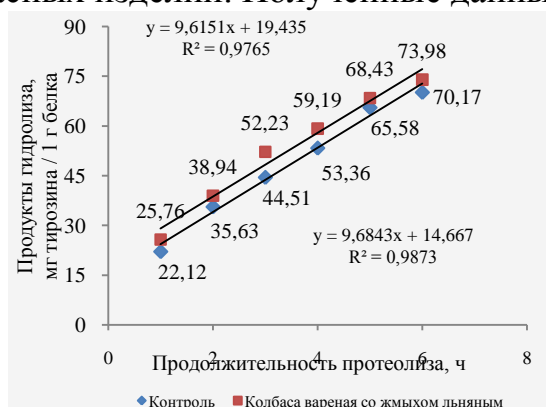


Рисунок 5 – Переваримость белков колбасных изделий *in vitro*

Из представленных данных видно, что переваримость белков колбасы вареной с использованием муки из жмыха льняного *in vitro* составляет 73,98 мг тирозина на 1 г белка, что превосходит аналогичный показатель для контрольного образца на 5,4 % [7–А].

Необходимость исследования биологической эффективности жиров обусловлена тем, что в состав муки из жмыха льняного входит 13 % жира. В таблице 2 представлена характеристика жирнокислотного состава жиров контрольного образца и колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного.

Таблица 2 – Характеристика жирнокислотного состава жиров контрольного образца и колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного

Наименование жирных кислот	Содержание, % от суммы жирных кислот		Наименование жирных кислот	Содержание, % от суммы жирных кислот	
	контроль	со жмыхом		контроль	со жмыхом
<b>Насыщенные (НЖК):</b>	<b>35,1</b>	<b>34,2</b>	- миристолеиновая	0,1±0,03	0,1±0,03
- каприновая	0,1±0,03	0,2±0,06	- олеиновая	41,8±5,0	40,0±4,8
- лауриновая	0,2±0,06	0,3±0,09	- пальмитолеиновая	2,0±0,5	1,9±0,48
- миристиновая	1,7±0,43	1,8±0,45	- гептадекановая	0,3±0,09	0,3±0,09
- пентадекановая	0,1±0,03	0,2±0,06	<b>Полиненасыщенные (ПНЖК):</b>	<b>19,4</b>	<b>22,3</b>
- генойкозановая	0,1±0,03	0,1±0,03	- арахидоновая	0,2±0,06	0,2±0,06
- пальмитиновая	23,2±2,8	22,3±2,7	- линолевая ω-6	16,0±1,92	16,1±1,93
- стеариновая	9,6±1,15	9,2±1,1	- α-линоленовая ω-3	<b>1,8±0,45</b>	<b>4,7±1,18</b>
- арахидиновая	0,1±0,03	0,1±0,03	- эйкозодиеновая ω-6	0,5±0,15	0,5±0,15
<b>Мононенасыщенные (МНЖК):</b>	<b>44,4</b>	<b>42,5</b>	- эйкозеновая	0,7±0,18	0,6±0,15
- гептадеценная	0,2±0,06	0,2±0,06	-эйкозатриеновая ω-3	0,2±0,06	0,2±0,06
			<b>Другие</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>

Из представленных в таблице 2 данных следует, что жир контрольного образца колбасы вареной по содержанию НЖК на 0,9 % превышает жир разработанной колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного, по содержанию МНЖК превышает на 1,9 %, а по содержанию ПНЖК уступает на 2,9 %. По содержанию  $\alpha$ -линоленовой жирной кислоты жир разработанной колбасы из мяса птицы превышает контрольный образец на 2,9 % и на 70 % удовлетворяет СП в данной жирной кислоте [26–А].

Кроме того, было исследовано содержание некоторых веществ в готовом изделии и определено удовлетворение в них СП. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание веществ в разработанной колбасе вареной и удовлетворение СП в них

Наименование веществ	Вид колбасы		Для 18-59 лет	
	Содержание		Норма	Удовлетворение СП, %
	Контроль	Колбаса со жмыхом		
Белок, г	17,1	16,2	75 г	<b>21,6</b>
Витамин В <sub>6</sub> , мг/100 г	-	0,082	2,0 мг	<b>4,1</b>
К, мг/кг	-	2458,82	2500 мг	<b>9,8</b>
Mg, мг/кг	-	514,22	400 мг	<b>12,9</b>
$\alpha$ -линоленовая кислота, г/100 г	0,21	0,56	0,8 – 1,6 г	<b>70,0 - 35,0</b>

Из представленных в таблице 3 данных следует, что 100 г разработанной колбасы вареной из мяса птицы удовлетворяет СП для взрослых от 18 до 59 лет в белках – на 21,6 %, в К – на 9,8 %, в Mg – на 12,9 %, в витамине В<sub>6</sub> – на 4,1 %, в  $\alpha$ -линоленовой жирной кислоте – на 70,0–35,0 %. Наличие витамина В<sub>6</sub> улучшает усвоение К и Mg [26–А].

Следовательно, разработанная колбаса с использованием муки из жмыха льняного для взрослых – в белках и  $\alpha$ -линоленовой жирной кислоте более чем на 15 %, может быть отнесена к функциональным изделиям, а по содержанию витамина В<sub>6</sub>, К и Mg – к обогащенным продуктам питания.

Таким образом, производство колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного отечественного производства позволит производить продукцию не только функционального и одновременно профилактического питания, а также более полно использовать сельскохозяйственное сырье и полезные вещества, находящиеся в нем, что на сегодняшний день является весьма важным.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1 Изучен химический состав жмыха льняного в сравнении с семенами льна отечественного производства. Показано, что жмых льняной отличается повышенным содержанием белка, который в 1,7 раза превышает содержание белков в семенах льна. Содержание минеральных веществ в жмыхе льняном составляет 6,2 %, что в 1,7 раза выше, чем в семенах льна. Общее содержание пищевых волокон в жмыхе льняном превышает их содержание в семенах льна в 1,3 раза. Выявлено, что жир жмыха льняного отличается высоким содержанием  $\alpha$ -линоленовой кислоты (54,9 % от суммы жирных кислот). Установлено, что основными преобладающими минеральными веществами в жмыхе льняном являются К и Mg. Исследованы показатели безопасности жмыха льняного. Установлено, что он является безопасным продуктом и его можно использовать для производства продуктов питания [1–А – 4–А, 6–А, 8–А – 18–А, 20–А, 21–А, 24–А, 27–А].

2 Изучены технологические свойства муки из жмыха льняного в сравнении с соевой мукой, которые свидетельствуют о его высоких технологических свойствах, превышающих данные свойства соевой муки. Установлено, что ВСС жмыха льняного на 27,9 % превышает данный показатель для соевой муки, ВУС жмыха льняного и соевой муки в воде при  $t=20$  °С составляет 532,0 % и 366,0 % соответственно, при повышении температуры до 70 °С происходит увеличение ВУС на 6,8 % и 22,9 % соответственно. В 2,5 %-м растворе NaCl ВУС жмыха льняного снижается и составляет 418,0 %, что связано, по-видимому, с особенностями его белково-углеводного состава. ВУС соевой муки также снижается и составляет 322,0 %. ЖУС жмыха льняного на 22,2 % превышает ЖУС соевой муки. ЭС и СЭ жмыха льняного составляют 100 %, для соевой муки данные показатели ниже на 28,2 % и 25,0 % соответственно. Полученные данные позволяют аргументированно рекомендовать его к использованию в качестве функционально-технологической добавки при производстве мясных изделий вместо соевой муки [1–А, 4–А, 18–А, 21–А].

3 Впервые исследовано влияние измельчения на технологические свойства муки из жмыха льняного, содержания белка, жира. Установлено, что ВУС при  $t=20$  °С и  $t=70$  °С для муки с размерами частиц 0,3 и 0,4 мм находилась в прямо пропорциональной зависимости от размера частиц муки из жмыха льняного, с увеличением размера частиц до 1,0 мм ВУС снижалась. ВУС при  $t=20$  °С в 2,5 %-м растворе NaCl также возрастала с увеличением размера частиц от 0,3 до 0,6 мм на 23,7 % и уменьшалась – с увеличением размера частиц до 1,0 мм на 18,3 %. Лучшей ВУС обладала мука из жмыха льняного гидратированная в воде, а не в

2,5 %-м растворе NaCl. Наибольшей ВСС обладала мука из жмыха льняного с размерами частиц 0,6 и 1,0 мм. С увеличением размера частиц от 0,3 мм до 1,0 мм ЖУС повышалась на 27,5 %. Показано, что лучшими технологическими свойствами характеризуется мука из жмыха льняного с размерами частиц 0,3–0,6 мм [4–А, 6–А, 9–А, 11–А, 15–А, 22–А, 23–А, 25–А].

4 Впервые разработана технология и рецептура колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного отечественного производства. Проведена оценка качества разработанной колбасы вареной по органолептическим, технологическим, реологическим характеристикам. Установлено, что введение муки из жмыха льняного позволяет увеличить выход колбасы вареной на 12,3 %, вследствие увеличения прочносвязанной влаги и ВУС модельной системы на 9,4 % и 27,1 % соответственно. Выявлено, что введение муки из жмыха льняного в гидратированном виде в модельную систему взамен мясного сырья способствовало незначительному снижению белка на 5,6 %, увеличению содержания жира на 2,6 % по сравнению с контрольным образцом. Исследования структурно-механических характеристик опытных образцов (эластичность модельных систем с применением муки из жмыха льняного снижается на 2,3 %, упругость – увеличивается на 17,4 %, пластичность – также увеличивается на 17,8 %) показали, что введение муки из жмыха льняного повышает устойчивость фарша к разрушающим воздействиям, а также оказывает пластифицирующее действие на систему, обеспечивая формирование пространственного каркаса изделия в процессе тепловой обработки. Показано, что разработанная колбаса вареная соответствовала требованиям ТУ ВУ 101457770.036-2012 «Изделия колбасные вареные». Показано, что колбаса вареная из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного удовлетворяет СП для населения от 18 до 59 лет в белках – на 25,0 %, в К – на 9,8 %, в Mg – на 12,9 %, в витамине В<sub>6</sub> – на 4,1 %, в α-линоленовой кислоте – на 70,0–35,0 %. Следовательно, разработанная колбаса с использованием муки из жмыха льняного в белках и α-линоленовой кислоте более чем на 15 % может быть отнесена к функциональным изделиям, а по содержанию витамина В<sub>6</sub>, К и Mg – к обогащенным продуктам питания. Показано, что введение муки из жмыха льняного в гидратированном виде позволило заменить 28 % основного сырья. Это обеспечит снижение себестоимости колбасного изделия на 5 %, а использование отечественного сырья позволит уменьшить его импорт [1–А, 3–А – 5–А, 8–А, 11–А, 17–А, 19–А, 25–А, 26–А].

5 Установлены биологическая ценность белков и биологическая эффективность жиров разработанной колбасы вареной. Показано, что белки разработанной колбасы вареной по суммарному содержанию незаменимых аминокислот превосходят белки традиционных колбасных изделий на 11,0 %. По переваримости *in vitro* белки колбас вареных с использованием муки из жмыха

льняного несколько превосходят белки аналогичных изделий приготовленных традиционным способом на 5,4 %. Введение в состав колбасы вареной муки из жмыха льняного позволило обогатить ее жиры ПНЖК, главным образом,  $\alpha$ -линоленовой кислотой, в 2,8 раза по сравнению с контролем [4–А, 7–А, 26–А].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

На основании результатов научных исследований, представленных в диссертации, исследовано качество жмыха льняного отечественного производства как пищевого ингредиента, разработано и зарегистрировано техническое условие «Жмых льняной измельченной пищевой» ТУ ВУ 700036606.133-2022, гос. регистрация № 064757 от 06.04.2022 г., срок действия с 06.04.2022 г. по 06.04.2027 г., зарегистрировано в БелГИСС. Данное ТУ может быть использовано для организации выпуска жмыха льняного измельченного пищевого для производства мясных продуктов.

Для использования в учебном процессе (имеется акт внедрения в учебный процесс «Использование муки из жмыха льняного при производстве мясopодуKтов» протокол №1 от 06.10.2020 г), а также в НИИ для разработки новых изделий с использованием муки из жмыха льняного.

Разработанная технология колбасы вареной апробирована на ОАО «Могилевский мясокомбинат», на филиале «Коопзаготпром» Ивацевичского районного потребительского общества, на ООО «Барское мясо плюс» (имеются акты опытно-промышленной апробации и рекомендация от ОАО «Могилевский мясокомбинат» об использовании муки из жмыха льняного отечественного производства в производстве вареных колбас).

Экономический эффект обусловлен рациональным использованием вторичного отечественного растительного сырья, которое позволит снизить импорт растительного сырья, а также на 5 % снизить себестоимость колбасного изделия.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

### Статьи в научных рецензируемых изданиях из перечня, установленного ВАК:

1–А. Василенко, З. В. Исследование влияния способа введения жмыха льняного на показатели качества вареных колбасных изделий / З. В. Василенко, **Е. Н. Кучерова** // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2016. – № 1. – С. 37–40.

2–А. Василенко, З. В. Характеристика показателей качества жмыха льняного как нового ингредиента в производстве продуктов питания / З. В. Василенко, Т. Н. Болашенко, **Е. Н. Кучерова** // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2017. – № 1. – С. 23–27.

3–А. Василенко, З. В. Характеристика показателей качества колбасных изделий из мяса птицы с использованием жмыха льняного / З. В. Василенко, А. М. Мазур, **Е. Н. Кучерова** // Вестник МГУП. – 2018. – № 1. – С. 43–48.

4–А. Василенко, З. В. Технологические свойства жмыха льняного разной степени измельчения в составе фаршевой системы из мяса птицы / З. В. Василенко, **Е. Н. Кучерова**, А. В. Бычко // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 1(32). – С. 103–114.

### Статьи в научных изданиях:

5–А. Василенко, З. В. Определение оптимального способа подготовки муки из жмыха льняного для производства колбасных изделий / З. В. Василенко, **Е. Н. Кучерова** // Актуальные вопросы молочной промышленности, межотраслевые технологии и системы управления качеством: сборник научных трудов. Под ред. А. Г. Галстяна. – М: Издательство и типография «Сад-издат», Москва. – 2020. – Том 1. – С. 92–98.

6–А. Жмых льняной – перспективная добавка для производства мясных изделий функционального назначения / З. В. Василенко, **Е. Н. Кучерова** // Проблемы биологической безопасности жизнедеятельности в современном мире: вызовы, состояние и перспективы : сб. докладов XIV Международного биотехнологического форума «РОСБИОТЕХ-2020». – Москва. – 17–19 ноября 2020 г. – С. 96–100.

7–А. Василенко, З. В. Влияние муки из жмыха льняного на биологическую ценность белков вареной колбасы из мяса птицы [Текст] / З. В. Василенко, П. А. Ромашихин, Т. Н. Болашенко, **Е. Н. Кучерова**, А. В. Бычко // Механика и технологии / Научный журнал. – 2022. – № 2(76). – С. 59–65.  
<https://doi.org/10.55956/VQQD2432>

### Статьи в сборниках материалов конференции:

8–А. Василенко, З. В. О необходимости использования жмыха льняного при производстве колбасных изделий / З. В. Василенко, Т. Н. Болашенко, **Е. Н. Кучерова** // Проблемы и перспективы развития инновационного сотрудничества в научных исследованиях и системе подготовки кадров: сборник статей Международной научно-практической конференции. Бухара, 24–25 ноября 2017. – Бухара: Бухарский инженерно-технологический институт, 2017. – С. 16–18.

9–А. **Кучерова, Е. Н.** Характеристика функционально-технологических свойств муки из жмыха льняного в зависимости от степени измельчения / XIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Перспективные исследования и новые подходы к производству и переработке с/х сырья и продуктов питания». – Углич, 29–30 октября. – 2019. – С. 189–192.

10–А. **Кучерова, Е. Н.** Характеристика органолептических показателей качества котлет с использованием муки из жмыха льняного / З. В. Василенко, Е. Н. Кучерова, Н. С. Возничек, В. О. Плавникова, А. Ю. Жуков // Техника и технология пищевых производств: материалы XIII-й Международной науч. конф. студентов и аспирантов 23–24 апреля 2020 г. Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП. – 2020 г. – С. 251–252.

11–А. Болашенко, Т. Н. Влияние степени измельчения муки из жмыха льняного и пищевой добавки Strongtex Е 10 на показатели качества вареных колбасных изделий из мяса птицы / Т. Н. Болашенко, П. А. Ромашихин, **Е. Н. Кучерова**, А. Ю. Жуков // Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы и современные технологии производства продуктов питания. – Сборник трудов. – 20–21 февраля 2020 г. – Кутаиси. – 2020 г. – С. 219–223.

12–А. Василенко, З. В. Изучение возможности использования жмыха льняного в профилактике заболеваний / З. В. Василенко, Т. Н. Болашенко, **Е. Н. Кучерова** // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: материалы международной научно-практической конференции (10 сентября 2020 года, г. Рязань, ФГБОУ ВО РГАТУ). – Рязань: Издательство ИП Жуков В. Ю., 2020. – С. 113–118.

13–А. Василенко, З. В. Влияние муки из жмыха льняного на качество котлет из мяса птицы мехобвалки / З. В. Василенко, Т. В. Березнева, **Е. Н. Кучерова**, А. Ю. Жуков // Наука, образование и инновации для АПК : состояние, проблемы и перспективы : материалы VI Международной научно-практической онлайн-конференции (25 ноября 2020 года, г. Майкоп). – Майкоп: ФГБОУ высшего

образования «Майкопский государственный технологический университет», 2020. – С. 428–432.

14–А. Василенко, З. В. Определение оптимальной концентрации муки из жмыха льняного, вводимого в модельные фаршевые системы при изготовлении паштета / З. В. Василенко, П. А. Ромашихин, **Е. Н. Кучерова** // VI Международная научно-практическая интернет конференция «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России». – Орел. – 2021. – С. 31–35.

15–А. Василенко, З. В. Влияние степени измельчения на технологические свойства муки из жмыха льняного для производства мясных изделий / З. В. Василенко, **Е. Н. Кучерова**, Л. В. Лазовикова // VI Международная научно-практическая интернет конференция «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России». – Орел. – 2021. – С. 36–40.

16–А. Василенко, З. В. Определение оптимального количества муки из жмыха льняного при производстве котлет / З. В. Василенко, Т. Н. Болашенко, **Е. Н. Кучерова** // Пищевые биотехнологии: инновационные решения и подготовка кадров для индустрии 4.0: материалы Международной научно-практической конференции (21 октября 2020 года, г. Москва). – Москва: ФГБОУ «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)», 2020. – С. 70–73.

17–А. Василенко З. В. Определение оптимальной концентрации муки из жмыха льняного при производстве вареных колбасных изделий из мяса птицы / З. В. Василенко, П. А. Ромашихин, **Е. Н. Кучерова**, Ю. О. Рубанова, А. П. Тимофеева // Международной научно-практической конференции посвященной 80-летию академика Академии ГСХН, профессора Гурама Ткемаладзе «Аспекты инновационных исследований в аграрных науках». – Тбилиси. – 2021. – С. 89–92.

18–А. Василенко З. В. Использование жмыха льняного в производстве мясной продукции / З. В. Василенко, **Е. Н. Кучерова** // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 21–22 апреля 2022 г. : в 2-х т. / Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» ; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: БГУТ. – 2022. – Т. 1. – С. 8–12.

19–А. Василенко, З. В. Влияние гидромодуля на показатели качества мясных фаршевых систем с использованием муки из жмыха льняного / З. В. Василенко, Э. М. Омарова, **Е. Н. Кучерова**, А. В. Бычко // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 21–22 апреля 2022 г. : в 2-х т. / Учреждение образования «Белорусский

государственный университет пищевых и химических технологий»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: БГУТ. – 2022. – Т. 1. – С. 273–274.

#### **Тезисы докладов:**

20–А. Кучерова, Е. Н. О возможности использования жмыха льняного как нового ингредиента в производстве продуктов питания / З. В. Василенко, Т. Н. Болашенко, **Е. Н. Кучерова** // Техника и технология пищевых производств: тез. докл. XI Междун. научно-технической конференции 20–21 апреля, 2017 г., Могилев / Мог. гос. ун-т прод.; редкол.: А. В. Акулич [и др.]. – Могилев, 2017. – С. 171.

21–А. **Кучерова, Е. Н.** Химический состав и технологические свойства муки из жмыха льняного / З. В. Василенко, Т. Н. Болашенко, Э. М. Омарова, Е. Н. Кучерова // Техника и технология пищевых производств: материалы XII-й Международной научно-технической конференции «Техника и технология пищевых производств», 19–20 апреля 2018 г. Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. Том 1 – Могилев: МГУП. – 2018. – С. 462.

22–А. Клиничук, Д. А. Влияние степени измельчения жмыха льняного на жиросодерживающую, эмульгирующую способности и стабильность эмульсии / З. В. Василенко, **Е. Н. Кучерова**, Д. А. Клиничук, В. Н. Карасева, Н. А. Букач // Техника и технология пищевых производств: материалы XI-й Международной науч. конф. студентов и аспирантов 18–19 апреля 2019 г. Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП. – 2019. – 145 с.

23–А. Жуков, А. Ю. Влияние степени измельчения на технологические свойства жмыха льняного / З. В. Василенко, **Е. Н. Кучерова**, Д. А. Клиничук, А. Ю. Жуков, М. Л. Шумская // Техника и технология пищевых производств: материалы XI-й Международной науч. конф. студентов и аспирантов 18–19 апреля 2019 г. Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП. – 2019. – 146 с.

24–А. Мацкевич, А. Н. Исследование возможности использования муки из жмыха льняного для производства паштетов / Т. Н. Болашенко, **Е. Н. Кучерова**, А. Н. Мацкевич, В. О. Плавникова, А. П. Тимофеева // Техника и технология пищевых производств: материалы XI-й Международной науч. конф. студентов и аспирантов 22–23 апреля 2021 г. Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП. – 2021. – 108 с.

25–А. Бычко А. В. Влияния степени измельчения жмыха льняного на органолептические показатели качества вареных колбасных изделий из мяса

птицы / Т. Н. Болашенко, **Е. Н. Кучерова**, А. В. Бычко, Н. С. Возничек, Ю. О. Рубанова // Техника и технология пищевых производств: материалы XI-й Международной науч. конф. студентов и аспирантов 22–23 апреля 2021 г. Могилев / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А. В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП. – 2021. – 107 с.

#### **Патенты, заявки, изобретения:**

26–А. Способ производства колбасы вареной с растительной добавкой / З. В. Василенко, П. А. Ромашихин, **Е. Н. Кучерова** – заявка № а 20220169.

#### **Технологическая документация:**

27–А. Жмых льняной измельченный пищевой. Технические условия : ТУ ВУ 700036606.133-2022. – Введ. 06.04.2022 (зарегистрирован). – Минск : Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации. – 2022. – 15 с.



## РЭЗЬЮМЭ

Кучарава Кацярына Мікалаеўна

### ТЭХНАЛОГІЯ ВЫТВОРЧАСЦІ КАЎБАСЫ ВАРАНАЙ З МЯСА ПТУШКІ З ВЫКАРЫСТАННЕМ МУКІ СА ЖМЫХАМ ІЛЬНЯНЫМ АЙЧЫННАЙ ВЫТВОРЧАСЦІ

**Ключавыя словы:** жмых ільняны, бялок, поліненасычаныя тлустыя кіслоты, мінеральныя рэчывы, каўбаса вараная

**Мэта работы:** распрацоўка навукова абгрунтаванай тэхналогіі вытворчасці варанай каўбасы з мяса птушкі з выкарыстаннем мукі са жмыхам ільняным айчыннай вытворчасці.

**Метады даследавання:** арганалептычныя, тэхналагічныя, мікрабіялагічныя, храматаграфічныя, метады матэматычнай апрацоўкі.

**Скарыстаная апаратура:** вадкасны храматограф Agilent 1200, газавы храматограф ХрамаТэк Крышталь 5000.2, спектрафатометр Agilent 8453, структураметр СТ-3 Brucfield.

**Атрыманыя вынікі і іх навізна:** атрыманы новыя дадзеныя аб хімічным, фракцыйным і амінакіслотным складзе бялкоў, тлушчакіслотным складзе тлушчаў, мінеральным і вітамінным складзе жмыху ільнянога айчыннай вытворчасці, якія паглыбляюць і пашыраюць звесткі аб прадукце перапрацоўкі насення ільну. Паказана, што жмых ільняны з'яўляецца экалагічна бяспечным прадуктам харчавання. Устаноўлена, што жмых ільняны адрозніваецца высокім утрыманнем бялкоў, якія ў 1,7 разы перавышаюць ўтрыманне бялкоў у насенні ільну, а таксама досыць высокім утрыманнем тлушчаў, клятчаткі, мінеральных рэчываў. Акрамя таго, паказана, што тлушчы жмыху ільнянога характарызуецца асабліва высокім утрыманнем  $\alpha$ -ліналенавай тлустай кіслаты, якая не сінтэзуецца ў арганізме, а паступае толькі з ежай.

Даследаваны тэхналагічныя ўласцівасці мукі з жмыху ільнянога айчыннай вытворчасці ў параўнанні з соевай мукой. Устаноўлена, што мука з жмыху ільнянога па тэхналагічных уласцівасцях перавышае аналагічныя ўласцівасці соевай мукі.

Упершыню вывучан ўплыў драбнення на тэхналагічныя ўласцівасці мукі з жмыху ільнянога, арганалептычныя і структурна-механічныя характарыстыкі мадэльных сістэм з мяса птушкі. Паказана, што тэхналагічныя ўласцівасці мукі з жмыху ільнянога залежаць ад памеру часціц і спосабу падрыхтоўкі яе да ўнясення ў мадэльную сістэму з мяса птушкі.

Устаноўлены аптымальныя параметры ўнясення мукі з жмыху ільнянога ў мадэльную сістэму пры вытворчасці варанай каўбасы з мяса птушкі. Даказана магчымасць замены асноўнай сыравіны на муку з жмыху ільнянога пры вытворчасці каўбасы варанай з мяса птушкі.

Упершыню распрацавана новая тэхналогія і рэцэптура каўбасы варанай з мяса птушкі з выкарыстаннем мукі з жмыху ільнянога айчыннай вытворчасці.

Дадзена характарыстыка харчовай і біялагічнай каштоўнасці распрацаванай каўбасы варанай з мяса птушкі з выкарыстаннем мукі з жмыху ільнянога, а таксама паказана, што распрацаваная каўбаса вараная з мяса птушкі па змесце бялкоў і  $\alpha$ -ліналенавай тлустай кіслаты можа быць аднесена да функцыянальных прадуктаў, а па змесце ў ёй К і Mg – да ўзбагачаных прадуктаў харчавання.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** для арганізацыі выпуску жмыху ільнянога здробненага харчовага для вытворчасці каўбас вараных, для распрацоўкі новых мясных вырабаў з яго выкарыстаннем, для выкарыстання ў навучальным працэсе.

**Вобласць ужывання:** мясаперапрацоўчая галіна харчовай прамысловасці.

## РЕЗЮМЕ

Кучерова Екатерина Николаевна

### ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОЛБАСЫ ВАРЕНОЙ ИЗ МЯСА ПТИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУКИ ИЗ ЖМЫХА ЛЬНЯНОГО ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Ключевые слова:** жмых льняной, белок, полиненасыщенные жирные кислоты, минеральные вещества, колбаса вареная

**Цель работы:** разработка научно обоснованной технологии производства колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного отечественного производства.

**Методы исследования:** органолептические, технологические, микробиологические, хроматографические, методы математической обработки.

**Использованная аппаратура:** жидкостной хроматограф Agilent 1200, газовый хроматограф Хроматэк Кристалл 5000.2, спектрофотометр Agilent 8453, структурометр СТ-3 Brusfield.

**Полученные результаты и их новизна:** получены новые данные о химическом, фракционном и аминокислотном составе белков, жирнокислотном составе жиров, минеральном и витаминном составе жмыха льняного отечественного производства, углубляющие и расширяющие сведения о продукте переработки семени льна. Показано, что жмых льняной является экологически безопасным продуктом питания. Установлено, что жмых льняной отличается высоким содержанием белков, превышающий в 1,7 раза содержание белков в семенах льна, а также достаточно высоким содержанием жиров, клетчатки, минеральных веществ. Кроме того, показано, что жиры жмыха льняного характеризуются особенно высоким содержанием  $\alpha$ -линоленовой жирной кислоты, которая не синтезируется в организме, а поступает только с пищей.

Исследованы технологические свойства муки из жмыха льняного отечественного производства в сравнении с соевой мукой. Установлено, что мука из жмыха льняного по технологическим свойствам превышает аналогичные свойства соевой муки.

Впервые изучено влияние измельчения на технологические свойства муки из жмыха льняного, органолептические и структурно-механические характеристики модельных систем из мяса птицы. Показано, что технологические свойства муки из жмыха льняного зависят от размера частиц и способа подготовки ее к внесению в модельную систему из мяса птицы.

Установлены оптимальные параметры внесения муки из жмыха льняного в модельную систему при производстве колбасы вареной из мяса птицы. Доказана возможность замены основного сырья на муку из жмыха льняного при производстве колбасы вареной из мяса птицы.

Впервые разработана новая технология и рецептура колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного отечественного производства.

Дана характеристика пищевой и биологической ценности разработанной колбасы вареной из мяса птицы с использованием муки из жмыха льняного, а также показано, что разработанная колбаса вареная из мяса птицы по содержанию белков и  $\alpha$ -линоленовой жирной кислоты может быть отнесена к функциональным продуктам, а по содержанию в ней К и Mg – к обогащенным продуктам питания.

**Рекомендации по использованию:** для организации выпуска жмыха льняного измельченного пищевого для производства колбас вареных, для разработки новых мясных изделий с его использованием, для использования в учебном процессе.

**Область применения:** мясоперерабатывающая отрасль пищевой промышленности.

## SUMMARY

Kucherova Ekaterina Nikolaevna

### TECHNOLOGY OF BOILED SAUSAGE PRODUCTION WITH THE USE OF DOMESTIC PRODUCTION LINSEED CAKE

**Keywords:** linseed cake, protein, fatty polyunsaturated acids, minerals, boiled sausage

**Purpose of the work:** development of a scientifically based technology for the production of sausage boiled from poultry meat using domestic production linseed cake flour.

**Research methods:** organoleptic, technological, microbiological, chromatographic and mathematical processing methods.

**Equipment Used:** liquid chromatograph Agilent 1200, gas chromatograph Chromatek Crystal 5000.2, spectrophotometer Agilent 8453, structurometer CT-3 Bruefield.

**Results and their novelty:** new data deepening and extending information about the linseed seed processing product on the chemical, fractional and amino acid composition of proteins, fatty acid composition of fats, mineral and vitamin composition of domestic production linseed cake have been obtained. It has been shown that linseed cake is an environmentally safe food product. It has been found that linseed cake is characterized by a high protein content, exceeding 1.7 times the flax seeds protein content as well as a sufficiently high fats, fiber, minerals content. Additionally it has been shown that linseed cake fats are characterized by a particularly high  $\alpha$ -linolenic fatty acid content which is not synthesized in the body but comes only from food.

The technological properties of domestic production linseed cake flour in comparison with soy flour have been investigated. It has been established that linseed cake flour exceeds soy flour in terms of technological properties.

The milling effect on the linseed cake flour technological properties, organoleptic and structural-mechanical characteristics of model poultry meat systems has been studied for the first time. It has been shown that the linseed cake flour technological properties depend on the particle size and the method of preparing it for introduction into the model poultry meat system.

The optimal parameters of the linseed cake flour introduction into the model system for the production of boiled sausage from poultry meat have been established. The possibility of replacing the main raw materials with linseed cake flour in the production of boiled sausage from poultry meat has been proved.

A new technology and recipe of sausage boiled from poultry meat using domestic production linseed cake flour has been developed for the first time.

The characteristic of the nutritional and biological value of the developed sausage cooked from poultry meat using linseed cake flour is given. It is also shown that the developed sausage cooked from poultry meat in terms of protein and  $\alpha$ -linolenic fatty acid content can be attributed to functional products and in terms of its K and Mg content – to enriched foods.

**Recommendations on the use:** for the organization of the production of milled flax meal for the boiled sausages production, for the development of new meat products with its use, for use in the educational process.

**Field of application:** meat processing field of the food industry.

Подписано в печать 02.12.2022. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.

Уч.-изд. 1,56. Усл. печ. л. 1,56. Тираж 65 экз. Заказ 156.

Отпечатано в учреждении образования

«Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,

распространителя печатных изданий № 1/272 от 04.04.2014. Пр-т Шмидта, 3, 212027, Могилев.

