

# Потенциал рапсовых жмыхов в качестве сырья пищевого назначения

**Рензьева Тамара Владимировна**

*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

*Адрес: 650043, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6*

*E-mail: ren-tamara@mail.ru*

**Рензьев Антон Олегович**

*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

*Адрес: 650043, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6*

*E-mail: kafedra.mats@yandex.ru*

**Кравченко Сергей Николаевич**

*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

*Адрес: 650043, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6*

*E-mail: k-sn@mail.ru*

**Резниченко Ирина Юрьевна**

*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»*

*Адрес: 650043, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6*

*E-mail: irina.reznichenko@gmail.com*

К основным приоритетам развития производства отечественной пищевой продукции относится рациональное использование сырьевых ресурсов, в том числе поиск новых возможностей для использования вторичных продуктов переработки растительного сырья – жмыхов масличных культур. Целью данной работы является изучение потребительских свойств рапсового жмыха, полученного переработкой очищенных от семенных оболочек масличных ядер семян рапса, а также определение перечня нормативных требований для использования его в производстве продуктов питания. Выполнен обзор работ по использованию рапсовых жмыхов в составе кормов для животных и пищевых продуктов. Представлен анализ компонентного состава и показателей качества рапсовых жмыхов, полученных из переработанных с оболочкой семян рапса, в сравнении со жмыхом, полученным переработкой очищенных от оболочек масличных ядер семян. Определен перечень нормативных требований в отношении содержания антипитательных соединений, микробиологических и токсикологических показателей безопасности к рапсовому жмыху пищевому, полученному переработкой очищенных от оболочек масличных ядер семян рапса.

**Ключевые слова:** масличные культуры, рапс, жмыхи, требования к качеству, безопасность, продукты переработки семян рапсов, жмых пищевой

## Введение

Потребность населения России в физиологически функциональных ингредиентах питания на сегодняшний день удовлетворяется далеко не полностью. Одним из рациональных путей повышения пищевой ценности продуктов питания является использование нетрадиционных видов сырья, полученного переработкой вторичного растительного сырья и содержащего

эссенциальные пищевые ингредиенты, в том числе полноценный белок, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины, пищевые волокна, минеральные вещества. Разработка рациональных способов получения и оценка потребительских свойств вторичных продуктов переработки местного растительного сырья, обладающего высокой пищевой ценностью, является актуальной задачей, позволяющей снизить затраты на транспортировку, себестоимость, повысить качество и безопасность продуктов его переработки.

В России постоянно расширяются площади посевов одной из ведущих мировых масличных культур – рапса. По данным Росстата, в 2019 г. посевные площади рапса составили 1561,3 тыс га, что на 29,9% больше, чем в 2014 г. Интерес к рапсу вызван тем, что он хорошо адаптируется к почвенно-климатическим условиям регионов рискованного земледелия, быстро созревает, дает стабильные урожаи. Основным продуктом, получаемым из семян рапса, является пищевое масло с ценным жирнокислотным составом, которое используют непосредственно в пищу и в качестве сырьевого компонента для производства пищевых продуктов (Лисицин и др., 2013, с. 9-10). При получении масла способом прессования (отжима) образуются вторичные продукты переработки семян рапса – жмыхи, которые содержат, как остаточные количества ценного в пищевом отношении масла, так и сконцентрированные количества белка, пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ.

Рапсовые жмыхи в основном используются в производстве кормов для сельскохозяйственных животных и птиц, их применение в пищевых целях может ограничиваться недостаточной степенью очистки от присущих им таких антипитательных соединений, как глюкозинолаты и эруковая жирная кислота. Глюкозинолаты, образующиеся в тканях семян рапса, относятся к токсинам, защищающих их от травоядных животных, насекомых-вредителей, плесневых грибов и бактерий, но затрудняют использование богатых белками рапсовых жмыхов в кормовых и пищевых целях. Это послужило обоснованием направления селекции семян рапса на создание сортов с пониженным содержанием глюкозинолатов и эруковой кислоты или их отсутствием.

В настоящее время в России допущены к использованию только низкоэруковые и низкоглюкозинолатные сорта семян рапса современной селекции типа «00» (двунулевые), содержащие минимальные количества антипитательных веществ или полностью их исключают. Современные сорта оригинальных и элитных семян рапса по ГОСТ Р 52325-2005 имеют строгие ограничительные требования и могут содержать не более 2% эруковой кислоты в составе масла и не более 15 мкмоль/г глюкозинолатов в составе семян, что соответствует их содержанию до 1% (Егорова и др., 2015, с. 175).

Широкое распространение низкоэруковых и низкоглюкозинолатных сортов семян рапса значительно расширило возможности использования

продуктов их переработки в пищевых целях. Все это способствует росту интереса российских предприятий не только к возделыванию семян рапса и производству рапсового масла, но и к расширению возможностей использования потенциала вторичных продуктов – жмыхов для расширения сырьевой базы пищевой промышленности.

## Литературный обзор

Глубокая переработка семян рапса является одной из важных задач масложировой промышленности. Она может быть решена, как за счет совершенствования процессов извлечения масла, позволяющих повысить качество и безопасность получаемых продуктов, так и разработки новых направлений использования рапсовых жмыхов, в том числе в пищевых целях.

Рапсовый жмых, полученный переработкой семян рапса сортов типа «00» (двунулевых), содержит ценные пищевые вещества, в том числе от 27 до 41% полноценного белка, остаточные количества пищевого масла, содержащего дефицитные в питании россиян незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты семейства омега-3, пищевые волокна, витамины – холин, ниацин, рибофлавин, фолиевую кислоту, тиамин, а также минеральные вещества – кальций, фосфор, магний, медь, марганец и другие (Лисицин, 2007, с. 18-20; Мхитарьянц и др., 2012, с. 33-36; Пахомова, 2011, с. 1-5; Рензьева, 2009, с. 71-77; Проскурня и др., 208, с. 48-50).

Исследования химического состава рапсового жмыха обосновывают необходимость поиска новых направлений его использования в составе продуктов питания, что поможет обогатить рацион белком, кальцием, витаминами, клетчаткой и другим. Этим объясняется достаточно большое число работ, посвященных поискам способов использования рапсового жмыха в составе пищевых продуктов, а также получения на его основе обогащающих добавок (Белова, 2010, с. 58-59; Глотова и др., 2007, с. 47; Манжесов и др., 2010, с. 10-11; Пахомова, 2014, с. 1-2; Рензьева, 2009, с. 134-180; Тошев и др., 2018, с. 117-118; Трухман, 2010, 25 с.).

Так, выполнено исследование по разработке рецептуры сахарного печенья, обогащенного биологически активной добавкой из жмыха семян рапса, полученной сублимационной сушкой. Изучен химический состав, функциональные

свойства и безопасность рапсового жмыха, обосновано его использование в составе продуктов лечебно-профилактического назначения с целью повышения пищевой и биологической ценности (Трухман, 2010, с. 23).

Представлена работа по использованию рапсового жмыха в пищевых целях, где показано, что рапсовый жмых является полезной добавкой в рационе питания спортсменов, занимающихся легкой атлетикой. Установлено, что при добавлении жмыха в соус красный основной в количестве 5% происходит увеличение содержания макро- и микронутриентов, которые принимают непосредственное участие в процессах сокращения мышц и возбудимости нервных тканей. При употреблении в течение трех месяцев соуса с рапсовым жмыхом отмечено снижение судорог и спазмов мышц у легкоатлетов за счет повышения усвоения кальция (Тошев, 2018, с. 115-124).

Ценный в пищевом отношении компонентный состав рапсового жмыха свидетельствует о его высоком потенциале в качестве сырья пищевого назначения. Сдерживающими факторами введения рапсового жмыха в состав продуктов питания являются присутствие нежелательных вкусовых и ароматических компонентов, грубой клетчатки и антипитательных соединений, которые неравномерно распределены в структурных частях семян – семенной оболочке и масляном ядре.

К основным нормируемым антипитательным соединениям семян рапса относятся эруковая кислота и тиогликозиды, которые ограничивают использование рапсовых жмыхов, как в составе кормов, так и пищевых продуктов (Донченко и др., 1999, с. 166-167; Егорова и др., 2015, с. 173-174). В зависимости от сорта, условий выращивания и вегетативной фазы семена рапса накапливают **неодинаковое** количество антипитательных веществ, которые в **различной** степени переходят в продукты переработки – масло и жмых.

Эруковая кислота содержится в рапсовом масле. Ее присутствие в значительных количествах снижает качество рапсового масла. По результатам исследований кормления сельскохозяйственных животных и птиц был сделан вывод о том, что эруковая кислота не полностью разлагается в организме и может быть причиной снижения активности обмена веществ, ожирения, поражений сердца и печени (Горковенко и др., 2011, с. 13; Мартынеско, 2012, с. 6-7). Этим обосновы-

вается направление селекции рапса на снижение содержания эруковой кислоты в составе рапсового масла, которое успешно развивается.

Характерный запах и жгучий горьковатый привкус растениям семейства крестоцветных (капустных), куда входят рапс, рыжик, сурепица, горчица, а также белокочанная и цветная капуста, хрен, горчица, редька, редис, репа, брокколи, брюссельская капуста и другие овощи, придают серосодержащие глюкозинолаты. Глюкозинолаты рапса в основном представлены тиогликозидами, которые локализованы в гидрофильной белково-полисахаридной части семян и при переработке в основном остаются в жмыхе.

В семенах рапса обнаружены глюконапин, глюкобрассиканапин, прогоитрин глюкоиберин, глюконастуриин, синальбин, из которых преобладают первые три (Щербаков и др., 2003, с. 106). В современных низкоглюкозинолатных сортах рапса основными компонентами глюкозинолатов являются индол-глюкозинолаты (4-гидроксиглюко-брассицин) (Горпинченко, 2003, с. 60).

Сами глюкозинолаты не проявляют токсичности, но при соответствующей температуре и влажности под действием фермента мирозиназы они могут гидролизироваться с образованием таких соединений, как тиоцианаты, изотиоцианаты, гойтрин, нитрилы и других. Среди этих соединений наиболее опасным считается прогоитрин, способный образовывать циклическое нелетучее соединение 5-винил-2-тиооксизолидон (ВТО), которое не отгоняется из продуктов переработки рапса с водяным паром и в основном остается в шроте или жмыхе. Токсичность ВТО заключается в ингибировании процесса накопления йода щитовидной железой, что снижает ее активность и требует введения в рацион дополнительного количества йодосодержащих продуктов. По данным разных исследований, проведенных в России и других странах, от 25 до 50% глюкозинолатов рапса представлены изотиоцианатами (Донченко и др., 1999, с. 166; Горковенко и др., 2011, с. 13-14).

Влиянию изотиоцианатов рапса на сельскохозяйственных животных и птиц посвящено большое количество работ (Горковенко и др., 2011; Егорова и др., 2015, с. 174; Мартынеско, 2012, с. 6-7). Отмечается способность тиогликозидов вызывать заболевания печени, отрицательно сказываться на работе желудочно-кишечного тракта, сердца, щитовидной железы, задерживать рост молодых животных. В этой связи для использования рапсовых жмыхов и шротов в кормовых целях

ГОСТ 11048 была введена ограничительная норма содержания изотиоцианатов не более 0,8%. Этим обосновывается направление селекции семян рапса на снижение или полное исключение глюкозинолатов в их составе.

Однако по поводу токсического действия глюкозинолатов существуют различные мнения. В работе Всероссийского научно-исследовательского института жиров (ВНИИЖ) отмечается, что глюкозинолаты являются фактором защиты семян от вредителей и болезней, поэтому полное их отсутствие не всегда обосновано (Лисицин, 2000, с. 30-35). В последние годы ведутся многочисленные исследования влияния тиогликозидов растений семейства крестоцветных на здоровье человека. Установлено, что тиогликозиды обладают антидепрессантной, ноотропной, фунгицидной и антикоронавирусной активностью. Синигрин обладает еще и туберкулостатической, глюконоастуртин – транквилизирующей активностью, глюконоастуртин и прогоитрин – высокой анти-ВИЧ активностью (Русакова и др., 2008, с. 102).

Глюкозинолаты крестоцветных растений являются предшественниками изотиоцианатов и индольных соединений, среди которых присутствуют антиканцерогенные вещества, используемые в лечении и профилактике онкологических заболеваний. Глюкозинолаты активируют ферменты, обезвреживающие канцерогены, в том числе канцерогены табачного дыма; подавляют рост опухолей, предотвращая образование новых сосудов; тормозят деление и вызывают гибель опухолевых клеток; обладают антиоксидантным действием. Глюкозинолаты считаются перспективными веществами для химиопрофилактики гормонозависимых опухолей и рака легкого у курильщиков (Bianchini, 2004; Fowke, 2003).

Индольные изотиоцианаты рапса способны превращаться в индол-3-карбинол, который проявляет антибактериальную, радиосенсибилизирующую и противораковую активность (Бильтрикова и др, 2014, с. 3). В России индол-3-карбинол включен в перечень минорных компонентов и биологически активных веществ с установленным физиологическим действием на организм человека, рекомендуемая норма его потребления составляет 50 мг в сутки (МР 2.3.1.4232-08, 2008, п. 4.3.3.1). В этой связи глюкозинолаты крестоцветных культур используются в составе препаратов для профилактики и лечения ряда гормонозависимых онкологических заболеваний.

Изотиоцианаты крестоцветных культур используются для повышения пищевой ценности продуктов питания. Так в работе, посвященной разработке нового вида сосисок, отмечается, что улучшению пищевой ценности 100 г мясного продукта способствует содержание индольных соединений (4,85±0,82 мг), изотиоцианатов (18,07±3,31 мг), фенольных соединений (0,51±0,13 мг) и других (Битуева и др., 2015, с. 26).

Многие исследования в области переработки семян рапса направлены на поиски способов снижения содержания, либо полного удаления глюкозинолатов как аптитипательных соединений в получаемых продуктах и включают селекцию, термообработку (проваривание, пропаривание, двухэтапная экстракция горячей водой и прочее), а также использование ферментных препаратов.

Установлено, что образование изотиоцианатов в технологической схеме переработки семян рапса можно предотвратить инактивацией фермента мирозиназы путем тепловой обработки промежуточных продуктов: обжаркой, тостированием, влаготепловой обработкой. При этом удаляется летучая фракция изотиоцианатов рапса, что устраняет горький вкус жмыха (Быкова и др., 2013, с. 5-6; Черных, 2000, с. 55-56).

Наиболее эффективным способом избавления от аптитипательных соединений рапса признана селекционная работа по созданию современных сортов семян типа «00» и «000» с низким содержанием эруковой кислоты и глюкозинолатов, либо их полном исключении. Малое содержание эруковой кислоты повышает качество и безопасность рапсового масла, а глюкозинолатов – снимает ограничения на использование рапсовых жмыхов и шротов в пищевых целях (Манжесов и др., 2010, с. 10-11; Тошев и др., 2018, с. 117).

В Копенгагенском университете разработан метод ограничения поступления нежелательных веществ в съедобные части растения, который назвали «транспортной инженерией». Его целью является удаление нежелательных веществ из съедобных частей растений. Ученым удалось найти белки, ответственные за транспорт глюкозинолатов в семенах рапса. В результате этой работы были созданы растения, лишенные этих белков, что позволило получить растения, семена которых свободны от глюкозинолатов и могут без ограничений использоваться в продуктах питания и кормах для животных и птиц (Рапс без токсинов, 2012).

Известен ряд разработок, направленных на получение из рапсовых жмыхов белковых продуктов (концентратов, изолятов, паст) и обогащающих добавок (белково-липидных, белково-углеводных обогатителей) пищевого назначения с помощью физических, химических, биохимических, микробиологических методов, которые основаны на термической инактивации фермента мирозиназы, экстракции горячей водой продуктов гидролиза тиогликозидов, обработке микроорганизмами и ферментами. Данные способы в основном предусматривают извлечение белковых веществ или антипитательных соединений из рапсовых жмыхов (Белова, 2010, с. 58-59; Быкова, 2013, с. 5-7; Кубасова и др., 2014, с. 79-80; Рензьева, 2009, с. 97-166; Пахомова, 2014, с. 125-128).

Так, на базе ФГБОУ ВПО «Орловский государственный институт экономики и торговли» выполнено исследование по разработке технологии получения пищевого обогатителя из рапсового жмыха и изучению возможности его использования в производстве функциональных продуктов питания. Технология получения пищевого обогатителя на основе рапсового жмыха предусматривает ферментативный гидролиз компонентов жмыха целлюлолитическими ферментами с фитазной активностью с целью размягчения семенных оболочек, высвобождению из фитина свободного фосфора с сохранением полезных свойств исходного сырья. Определены режимы ферментативного гидролиза для получения продукта с малым содержанием антипитательных соединений (Пахомова, 2014, с. 7).

Способы получения обогащающих добавок на основе рапсового жмыха не нашли промышленного применения, поскольку требуют значительных расходов, связанных с использованием ферментных препаратов и других реагентов, создания оптимальных условий для проведения биохимических процессов, сушки, измельчения полученных продуктов, кроме того создают условия для развития микробиологических процессов во влажных средах, что является дополнительным фактором риска в отношении безопасности конечных продуктов. Широкое применение способов получения белковых препаратов на практике сдерживается сложностью управления данными процессами и недостаточным выходом белков рапса вследствие их прочной связи с другими компонентами и денатурации в процессе извлечения масел.

К ограничивающим факторам использования рапсового жмыха в пищевых целях относят также

содержание большого количества клетчатки, красящих и ароматических веществ, присутствие которых связано как с особенностями состава и строения семян рапса, так и с технологией их переработки. Семена рапса состоят из семенной оболочки и маслосодержащего ядра, которые имеют разный компонентный состав и питательную ценность. Наибольшее количество нежелательных соединений, в том числе клетчатки, восков и воскоподобных веществ, красящих и ароматических веществ, содержится в семенной оболочке. Оболочка семян рапса является трудноотделимой от ядра, вследствие чего в традиционных схемах получения рапсового масла семена перерабатываются вместе с оболочкой. В процессе переработки семян нежелательные и антипитательные соединения частично переходят из оболочки в масло, а основная их часть концентрируется в жмыхе, существенно снижая его качество, безопасность и пищевую ценность.

В настоящее время предложена технология переработки очищенных от семенных оболочек семян рапса, позволяющая повысить качество продуктов их переработки – масел и жмыхов (Константинова, 2002, с.112-124; Кошак и др., 2017, с. 55-56). Разработаны и изготовлены экспериментальные установки для обрушивания семян рапса и разделения рушанки на фракции семенных оболочек и масличных ядер способом воздушной сепарации (Рензьев, 2013, с. 74-116). Несмотря на отсутствие в настоящее время промышленных установок для отделения оболочек от масличных ядер семян рапса, переработка очищенных масличных ядер представляется наиболее доступным способом улучшения качества и безопасности, как рапсового масла, так и жмыха.

Целью данной работы является изучение потребительских свойств рапсового жмыха, полученного переработкой очищенных от семенных оболочек масличных ядер семян, а также определение перечня нормативных требований для использования его в качестве сырья пищевого назначения.

## Теоретическое обоснование

В настоящее время рапс является широко распространённой культурой, доступной для возделывания в зонах рискованного земледелия, хорошо произрастающей в умеренном климате, дающей хорошие урожаи при коротком вегетационном периоде и обладающей холодоустойчивостью. Основными сдерживающими

факторами использования рапсового жмыха в составе продуктов питания являются присутствие нежелательных вкусовых и ароматических компонентов, антипитательных соединений и грубой клетчатки. Интерес к рапсовому жмыху как потенциальному сырью пищевого назначения связан с достижениями в области семеноводства и селекции по созданию сортов с низким содержанием эруковой кислоты и глюкозинолатов и его ценным компонентным составом, в первую очередь белком.

Наиболее распространёнными в России и перспективными в качестве сырья пищевого назначения признаны сорта рапса типа «00», в которых количество эруковой кислоты в масле не превышает 2%, а массовая доля глюкозинолатов — 1%. Это обосновывает целесообразность изучения потребительских свойств полученных из этих семян рапсовых жмыхов и разработки нормативных требований к ним (Бочкарев и др., 2015, с. 21).

Одним из наиболее важных и дефицитных компонентов в рационе питания населения России является полноценный белок, содержащий все незаменимые аминокислоты, которые организм человека не синтезирует и должен получать с пищей. Основная функция белка в питании заключается в обеспечении организма нужным количеством аминокислот, которые являются структурным материалом практически всех тканей и систем организма человека. Источниками белка для пищевой промышленности могут служить жмыхи, образующиеся после извлечения масла из семян рапса низкоглюкозинолатных сортов современной селекции.

В пищевой промышленности используются различные виды жмыхов и шротов масличных, бобовых и других культур (Бочкарев и др., 2015, с. 19; Егорова и др., 2014, с. 131). Традиционно в качестве сырья для продуктов питания широко используются продукты переработки сои. В последние годы все большую популярность приобретают продукты переработки люпина, нута, амаранта и других культур. Пищевая ценность продуктов переработки различных культур определяется их химическим составом, который, в свою очередь, зависит от вида, сорта, технологии возделывания, переработки и других факторов.

Ценный компонентный состав рапсовых жмыхов, несмотря на присутствие нежелательных и антипитательных соединений, не позволяет ученым и практикам отказываться от поиска способов использования его в качестве сырья пищевого

назначения. В этой связи выполнено множество исследований, разработано, принято или отклонено значительное количество способов, приемов и режимов, позволяющих снизить или полностью удалить нежелательные и антипитательные вещества продуктов переработки рапса. В настоящее время в России возделываются низкоглюкозинолатные двунулевые сорта рапса, содержащие незначительные количества глюкозинолатов (Контроль безопасности рапса и продуктов его переработки 2012). Это, наряду с разработкой рациональных способов переработки семян рапса в схемах получения пищевого масла, позволяет говорить о высоком потенциале рапсовых жмыхов как сырья для пищевой промышленности.

В рапсовом жмыхе, полученном переработкой неочищенных семян, содержится не только большое количество красящих и ароматических веществ, но и неперевариваемой в желудочно-кишечном тракте человека клетчатки, что ограничивает возможности его использования в продуктах питания (Проскурня и др., 2008, с. 48-50). Это требует поиска эффективных способов переработки семян рапса, позволяющих улучшить потребительские свойства получаемых продуктов. Одним из перспективных направлений улучшения качества и безопасности рапсовых масел и жмыхов является переработка предварительно очищенных от семенных оболочек масличных ядер семян, полученных обрушиванием семян и фракционированием рушанки (Рензев, 2013, с. 74-116).

Для оценки потребительских свойств рапсового жмыха пищевого назначения, полученного переработкой очищенных от оболочки масличных ядер семян, необходимо определить его компонентный состав и установить перечень регламентируемых требований к качеству и безопасности.

## Исследование

### Объекты и методы

Экспериментальные исследования проводились в научно-исследовательских лабораториях ФГБОУ ВО Кемеровский государственный университет, производственной лаборатории ООО ПКП «Провансаль» г. Томск.

Для исследований использовались следующие экспериментальные установки: центробежная установка для обрушивания семян рапса методом удара о волнистую стальную пластину; много-

канальный пневмосепаратор для разделения рушанки семян рапса с вертикальным восходящим воздушным потоком; лабораторный пресс для отжима масла.

С целью анализа потребительских свойств были проведены исследования по определению состава и показателей качества жмыхов, полученных переработкой семян рапса сортов «Юбилейный» и «Ратник», выращенных в Кемеровской, Новосибирской и Омской областях. Показатели качества жмыхов определялись общепринятыми методами в соответствии с действующими в отрасли стандартами. Аминокислотный состав белка определялся по ГОСТ 13496.21-2015, ГОСТ 13496.22-90 с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии, аминокислотного анализатора. Показатели безопасности определялись методами, предусмотренными действующими нормативными документами. Проверка на токсичность проводилась на биологическом объекте *Tetrahymena pyriformis* по ГОСТ 31674-2012 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения общей токсичности».

## Результаты и их обсуждение

Семенные оболочки и маслосодержащие ядра семян рапса имеют различный химический состав и в процессе переработки без разделения оказывают влияние на состав и качество получаемых продуктов в результате взаимного проникновения компонентов.

На семенные оболочки приходится до 17 % массы семян рапса. Преобладающим компонентом оболочек являются пищевые волокна, на долю которых приходится более 74 %, в том числе около 70 % приходится на их нерастворимую фракцию и около 4 % - на растворимую (Рензьева и др., 2009, с. 2). В семенных оболочках содержится наибольшее количество нежелательных и антипитательных соединений семян рапса, в том числе глюкозинолатов, грубой клетчатки, восков и воскоподобных веществ, фитатов, красящих, ароматических веществ и других. Оболочка содержит компоненты, затрудняющие действие пищеварительных ферментов, вследствие чего при употреблении жмыха из неочищенных семян в составе комбинированных кормов пищевые вещества плохо усваиваются. Присутствие оболочки в полуфабрикate, подвергаемом прессованию, снижает выход масла, ухудшает его вкус, запах, цвет, прозрачность, способствует экстракции восков и

воскоподобных веществ, что проявляется помутнением масел при снижении температуры.

В составе масличных ядер семян преобладающим компонентом является масло, которого содержится от 30 до 50 %, вторым по количеству компонентом является полноценный белок, на долю которого приходится от 20 до 30 %. Кроме того, ядра семян содержат безазотистые экстрактивные соединения, углеводы, в том числе моносахариды, дисахариды и полисахариды, минеральные вещества, тиогликозиды и другие соединения.

С целью повышения качества продуктов переработки семена рапса подвергали обрушиванию с последующим разделением рушанки на фракции масличного ядра и семенной оболочки. Фракции масличных ядер подвергались прессованию для извлечения масла, а образующийся жмых исследовался.

Расширение возможностей использования рапсового жмыха в пищевых целях во многом сдерживается отсутствием нормируемых требований к его качеству и безопасности. Это обуславливает необходимость определения количественного содержания как пищевых, так и потенциально токсичных компонентов, с целью сопоставления с допустимыми уровнями их содержания в аналогичном сырье пищевого назначения. Сравнительная характеристика качества и компонентного состава рапсовых жмыхов, полученных из неочищенных семян и очищенных от семенных оболочек масличных ядер, представлена в Таблице 1.

Как видно из Таблицы 1, компонентный состав и качество жмыхов, полученных из неочищенных семян рапса и очищенных от семенной оболочки масличных ядер, отличаются. Жмых, образующийся после отжима масла из масличных ядер семян, имеет желтый цвет и легкий характерный масличный запах с ореховым оттенком, что обусловлено отсутствием красящих и ароматических соединений семенных оболочек. В жмыхе, полученном из масличных ядер, содержится меньше влаги и клетчатки при увеличении доли белка почти в полтора раза. В жмыхе, полученном из масличных ядер семян, содержится на 40 % больше белка за счет его концентрирования после удаления семенных оболочек и извлечения масла. Рапсовый жмых содержит полный перечень незаменимых аминокислот, что говорит о его высокой биологической ценности (Рензьева и др., 2009, с. 4). Это подтверждает целесообраз-

Таблица 1

Компонентный состав	и	качество рапсовых жмыхов	
		Значения показателей качества жмыхов из	
		неочищенных семян	очищенных ядер семян
Показатели качества			
Цвет		от коричневого до темно коричневого	желтый разных оттенков
Запах		резко выраженный, характерный	легкий характерный, с ореховым оттенком
Массовая доля влаги, %		7,3–8,9	3,8–4,5
Массовая доля масла, %		10,5–14,9	7,8–8,9
Массовая доля белка, %		32,8–40,3	47,4–60,2
Массовая доля клетчатки, %		10,5–16,7	4,1–5,5
Массовая доля золы, нерастворимой в 10%-ной соляной кислоте, %		1,1–1,5	0,3–0,6
Массовая доля изотиоцианатов в пересчете на абсолютно сухое и обезжиренное вещество, %		0,04–0,10	0,01–0,05
Токсичность в биопробе, выживаемость инфузорий <i>Tetrahymena pyriformis</i> , %		95–100 (нетоксичный)	95–100 (нетоксичный)

ность использования рапсового жмыха в составе продуктов питания для повышения их биологической ценности.

Остаточное содержание масла в жмыхе, полученном из масличных ядер семян, меньше, что позволяет говорить об увеличении его выхода. Пищевая ценность такого рапсового масла увеличивается за счет увеличения содержания полиненасыщенных жирных кислот, в том числе дефицитной в питании эссенциальной  $\alpha$ -линоленовой жирной кислоты семейства омега3 на 5%. При сравнении жирнокислотного состава масел, полученных из неочищенных семян рапса и масличных ядер, было установлено, что снизилась доля эруковой кислоты на 25%, что повышает безопасность масла (Рензьева и др., 2009, с. 3–4).

Из нежелательных веществ, присутствующих в семенах рапса, основное внимание уделяется глюкозинолатам, которые относятся к группе тиоглюкозидов, содержащих соединения серы. При отжиге масла из семян рапса в жмыхах остается большая часть глюкозинолатов, из которых около 25% приходится на изотиоцианаты, относящиеся к токсичным соединениям (Егорова и др., 2015). Как видно из Таблицы 1, количество изотиоцианатов в образцах жмыхов, полученных из очищенных масличных ядер, не превышало 0,1%, что позволяет считать их безопасными, а семена рапса, из которых они получены – низкоглюкозинолатными. Исследование безопасности жмыхов было дополнено биотестированием на токсичность в биопробе с использованием инфузорий *Tetrahymena pyriformis*, выживаемость которых составила 95–100%, что свидетельствует об отсут-

ствии токсичности.

Для определения нормируемых технических требований к качеству рапсового жмыха из очищенных от оболочки масличных ядер семян рапса (ГОСТ Р 52325–2005) проводился сравнительный анализ требований действующих межгосударственных стандартов к рапсовому жмыху для кормовых целей, полученному из неочищенных семян (ГОСТ 11048–95), и соевому жмыху пищевого назначения, полученному прессованием (ГОСТ 8057–95). Сопоставлением органолептических и физико-химических показателей качества рапсового жмыха из масличных ядер низкоглюкозинолатных семян рапса и требований вышеуказанных стандартов определены технические требования к рапсовому жмыху пищевого назначения, которые представлены в Таблицах 2 и 3.

Для жмыхов пищевого назначения важна характеристика качественного и количественного состава антипитательных и токсичных компонентов и соотношение уровней их содержания в исследуемом продукте с предельно допустимыми концентрациями в аналогичном сырье. Для установления регламентируемых требований по ограничению потенциально токсичных компонентов рапсового жмыха пищевого из очищенных от оболочки масличных ядер семян рапса типа «00» проводился сравнительный анализ требований, регламентированных ТР ТС 021/2011 «О безопасности продуктов питания» и ГОСТ 11048 к рапсовому жмыху для кормовых целей, полученному из неочищенных семян. Требо-

Таблица 2

Сравнительная характеристика органолептических показателей качества рапсового жмыха пищевого

Наименование показателя	Значение показателя		
	ГОСТ 11048 Жмых рапсовый (для кормовых целей)	ГОСТ 8057 Жмых соевый пищевой	Жмых рапсовый пищевой
Цвет	От серого до светло-коричневого	От желтого до светло-бурого. Наличие частиц более темного цвета не является браковочным фактором	Желтый разных оттенков
Запах	Свойственный рапсовому жмыху, без постороннего	Свойственный жмыху без специфического бобового и других посторонних запахов	Свойственный рапсовому жмыху, без посторонних запахов
Вкус	—	Свойственный жмыху, без специфического бобового привкуса	Свойственный жмыху, без горечи, плесневого, затхлого, прогорклого и других посторонних привкусов
Внешний вид	—	—	Плотные частицы неправильной формы размером от 1 до 5 мм. Допускается незначительная комковатость, полностью устраняющаяся при легком надавливании
Наличие минеральной примеси	—	При разжёвывании не должно ощущаться хруста минеральной примеси	При разжёвывании не должно ощущаться хруста минеральной примеси

Таблица 3

Сравнительная характеристика физико-химических показателей качества рапсового жмыха пищевого

Наименование показателя	Значение показателя		
	ГОСТ 11048 Жмых рапсовый (для кормовых целей)	ГОСТ 8057 Жмых соевый пищевой	Жмых рапсовый пищевой
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	6,0-9,0	6,0-8,0	не более 8,0
Массовая доля сырого жира в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	9,0	8,0	8,0
Массовая доля сырого протеина в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не менее	37,0	44,0	44,0
Массовая доля сырой клетчатки в пересчете на сухое обезжиренное вещество, %, не более	16,0	5,5	5,5
Массовая доля золы, нерастворимой в 10%-ной соляной кислоте в пересчете на абсолютно сухое вещество, %, не более	1,5	0,6	0,6
Массовая доля металлопримесей, мг/кг, не более:			
– частицы размером до 2 мм включительно, не более	0,01	7,0	7,0
– частицы размером более 2 мм, частицы с острыми режущими краями	не допускаются	не допускаются	не допускаются
Зараженность вредителями или наличие следов заражения	не допускается	не допускается	не допускается
Посторонние примеси (камешки, стекло, земля)	не допускается	не допускается	не допускается
Проход через сито с отверстиями диаметром 15 мм, %, не менее	—	100	100

вания к безопасности кормов анализировались в сравнении с аналогичными требованиями для пищевых продуктов, поскольку методики определения токсичности пищевых продуктов во многом основаны на эффектах, оказываемых данными

продуктами на организмы животных. Перечень определенных нормируемых требований к содержанию антипитательных и потенциально токсичных компонентов в жмыхе рапсовом пищевом представлен в Таблице 4.

Таблица 4

*Сравнительная характеристика антипитательных и потенциально токсичных компонентов в жмыхе рапсовом пищевом*

Наименование показателя	Значение показателей		
	Требования ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов» и ТР ТС 024/2011	ГОСТ 11048 Жмых рапсовый кормовой	Жмых рапсовый пищевой
Содержание изотиоцианатов в пересчете на абсолютно сухое и обезжиренное вещество, %, не более	—	0,8	0,3
Содержание нитратов, мг/кг, не более	900 (для капусты белокочанной)	450	450
Содержание нитритов, мг/кг, не более	—	10	5
Кислотное число, мг КОН/г, не более	6,0	—	6,0
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг, не более	10,0	—	10,0
Токсичность в биопробе	—	—	не допускается

Основными потенциально токсичными компонентами растений семейства крестоцветных являются глюкозинолаты, придающие им характерный вкус и запах. Из глюкозинолатов образуются как токсичные вещества, так и биологически активные вещества, обладающие биологически активным действием. В рационах сельскохозяйственной птицы рекомендована минимальная предельно допустимая концентрация глюкозинолатов, которая составляет не более 5 мг на 1 кг живой массы (Егорова и др., 2015, с. 174).

Содержание глюкозинолатов в овощах семейства крестоцветных колеблется от 50 до 390 мг/100 г продукта и составляет в мг/100 г: в кольраби — 50; в брокколи — 60; в репе — 90; в брюссельской капусте — 240; в кресс-салате — 390. Содержание изотиоцианатов в редьке черной составляет 133,87 мг в 100 г (Бильтрикова и др., 2014, с. 501-504). В различных видах капусты содержание изотиоцианатов колеблется от 10 до 30 мг/100 г (Донченко и др., 1999, с. 166). Поскольку овощи семейства крестоцветных традиционно употребляются в пищу без ограничений, при этом в 1 кг капусты может содержаться до 300 мг изотиоцианатов, для рапсового жмыха в составе продуктов питания ограничительной нормой может быть принято 0,3%.

Являясь безвредными для растений, нитраты могут быть токсичны для организма человека и травоядных животных. Сами нитраты безвредны,

но часть их в продуктах и желудочно-кишечном тракте превращается в нитриты, которые проявляют выраженное токсичное действие, блокируя дыхание клеток, связывая гемоглобин, увеличивая содержание холестерина и молочной кислоты. Содержание нитритов и нитратов в растительной продукции нормируется пределом «не более». Предельно допустимая концентрация нитратов в овощах в России составляет, мг/кг сырой массы: для столовой свеклы не более 1400, для салата листового - 2000, для огурцов - 150, для капусты белокочанной ранней – 900 (Койка и др., 2008, с. 60; Муратова и др., 2015, с. 262). Для рапсового жмыха пищевого назначения ограничительной нормой нитратов может быть принята 450 мг/кг.

Нормативом по содержанию нитритов в рапсовом жмыхе согласно Ветеринарно-санитарным правилам обеспечения безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов в Республике Беларусь принято ограничение не более 5,0 мг/кг (Пономаренко, 2012, с. 31). Употребление 0,2 мг нитритов на 1 кг тела человека считается безопасным для взрослых людей (Койка и др., 2008, с. 60). Человек массой около 60 кг может безопасно для себя употребить в день около 12 мг нитритов. Для рапсового жмыха пищевого назначения ограничительной нормой содержания нитритов может быть принято 5,0 мг/кг.

Таблица 5

Сравнительная характеристика микробиологических и токсикологических показателей безопасности рапсового жмыха пищевого

Наименование показателя	Значение показателей		
	ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции	ГОСТ 8057 Жмых соевый пищевой	Жмых рапсовый пищевого
Микробиологические показатели:			
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы, не допускаются в массе продукта, г	25	—	25
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более	5×10 <sup>4</sup>	—	5×10 <sup>4</sup>
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) не допускаются в массе продукта, г	0,1	—	0,1
<i>S.aureus</i> , не допускаются в массе продукта, г	0,1	—	0,1
Сульфитредуцирующие клостридии, не допускаются в массе продукта, г	0,1	—	0,1
Дрожжи, КОЕ/г, не более	100	—	100
Плесени, КОЕ/г, не более	100	—	100
Токсичные элементы, мг/кг, не более			
Свинец	1,0	0,5	0,5
Мышьяк	1,0	0,2	0,2
Кадмий	0,2	0,1	0,1
Ртуть	0,03	0,02	0,02
Хлорорганические пестициды, мг/кг, не более			
Гексахлорциклогексан (α, β, γ — изомеры)	0,4	0,4	0,4
ДДТ и его метаболиты	0,1	0,1	0,1
Микотоксины, мг/кг, не более			
Афлатоксин В <sub>1</sub>	0,005	0,005	0,005
Дезоксиниваленол	1,0	0,5	1,0
Т-2 токсин	0,1	0,1	0,1
Зеараленон	1,0	1,0	1,0
Радионуклиды, Бк/кг, не более			
Цезий-137	80	80	80
Стронций-90	100	100	100

Кислотное и перекисное числа липидов являются показателями порчи масла в составе жмыха с образованием продуктов окисления и гидролиза и зависят от условий и сроков хранения жмыхов. При употреблении кормов с высоким содержанием продуктов окисления липидов сельскохозяйственными животными и птицами происходит снижение их продуктивности, изменение биохимических показателей крови и печени. Для рапсового жмыха пищевого назначения ограничительными нормами могут быть приняты значения кислотного и перекисного чисел, регламентированные ТР ТС 024/2011 для масла рапсового нерафинированного, используемого в качестве продовольственного пищевого сырья.

Дополнительно в качестве показателя, гарантирующего безопасность рапсового жмыха, предлагается использовать показатель «токсичность в биопробе» (ГОСТ 31674-2012). Он позволяет учитывать все возможные риски, связанные с действием токсичных веществ, как изначально присутствующих в сырье, так и образующихся в процессе переработки и хранения жмыхов.

Микробиологические показатели рапсового жмыха пищевого назначения сравнивались с требованиями ТР ТС 021/2011, представленными в Приложении 1 (патогенные) для группы продуктов «Изоляты и концентраты белков и продукты их переработки», в Приложении 2 п. 1.8 «Другие продукты» для группы «Изоляты,

концентраты растительных белков, мука соевая». Токсикологические показатели определялись по ТР ТС 021/2011, согласно требованиям, представленным в Приложении 3 п. 9 «Другие продукты» для группы «Изоляты, концентраты, гидролизаты и текстураты растительных белков, пищевой шрот и мука из семян бобовых, масличных и нетрадиционных», допустимые уровни радионуклидов – в Приложении 4 п. 15 для группы продуктов «Мука, крупы, хлопья, пищевые злаки, макаронные изделия». По результатам сравнения микробиологических и токсикологических показателей безопасности рапсового жмыха, полученного из масличных ядер семян рапса, и требований нормативных документов определен перечень показателей безопасности для рапсового жмыха пищевого назначения, представленный в Таблице 5. Микробиологические и токсикологические показатели не зависят от биологических особенностей рапса, но отражают уровень безопасности сырья, санитарного состояния производства, технологии получения, хранения и транспортирования жмыха.

### Выводы

Рапсовый жмых может рассматриваться как перспективный источник пополнения ресурсов пищевого белка. Пищевая ценность и безопасность рапсового жмыха зависит от сорта используемых семян, технологии их переработки и компонентного состава, в том числе содержания антипитательных веществ. Совершенствование технологических процессов и оборудования для переработки семян рапса сортов типа «00» позволяют повысить качество получаемых продуктов. Предварительная очистка семян рапса от семенных оболочек в технологической схеме их переработки повышает качество и безопасность рапсового жмыха, что позволяет считать его перспективным сырьем пищевого назначения.

По результатам исследований компонентного состава, показателей качества и безопасности рапсового жмыха, полученного из масличных ядер семян рапса сортов типа «00», и требований нормативных документов к аналогичному сырью – жмыху соевому пищевому, определен перечень показателей, которые необходимо нормировать для рапсового жмыха пищевого назначения.

### Литература

Белова Е.И., Глотова И.А., Забурунов С.С. Перспективы вторичных продуктов пере-

работки рапса в разработке комплексных пищевых белково-углеводных обогатителей // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 3. С. 58-59.

Бильтрикова Т.В., Битуева Э.Б. Биологически активные вещества *Raphanus sativus L.* // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-3. С. 501-505; URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34875>. Дата обращения: 28.11.2019.

Битуева Э.Б., Бильтрикова Т.В. Технология мясного продукта, содержащего *Raphanus sativus L.* // Все о мясе. 2015. № 2. С. 23-26.

Бочкарев М.С., Егорова Е.Ю. Качество и потенциал пищевого использования жмыхов масличного сырья, перерабатываемого в Алтайском крае // Ползуновский вестник. 2015. № 4. Т. 2. С. 19-22.

Быкова С.Ф., Давиденко Е.К., Минасян Н.М. Переработка семян крестоцветных (рапса, рыжика, сурепицы) современных сортов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института жиров. 2013. № 2. С. 5-8.

Глотова И.А., Забурунов С.С. Перспективы вторичных продуктов переработки рапса в обеспечении производства биологически полноценных продуктов питания на мясной и рыбной основе // Успехи современного естествознания. 2007. № 11. С. 47.

Горковенко Л.Г., Осепчук Д.В. Использование рапса и продуктов его переработки в кормлении свиней и мясной птицы. Краснодар: ГНУ СКНИИЖ Россельхозакадемии, 2011. 192 с.

Горпинченко Т.В. Актуальные вопросы продовольственного и кормового использования рапса (обзор) // Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. № 7. С. 54-63.

Егорова Т.А., Ленкова Т.Н. Рапс (*brassica napus L.*) и перспективы его использования в кормлении птицы // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 2. С. 172-182.

Егорова Е.Ю., Бочкарев М.С., Резниченко И.Ю. Определение технических требований к жмыхам нетрадиционных масличных культур пищевого назначения // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 1. С. 131-138.

Козинец А.И., Надаринская М.А., Голушко О.Г. Сохранность питательных веществ рапсового жмыха горячего прессования при хранении // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: материалы XX Международной научно-практической конференции: в 2 ч. Горки: БГСХА, 2017. Ч. 1. С. 234-240. URL: <https://www.baa.by/upload/science/conferencii/aktualnye-problemy-intensivnogo-razvitiya-jivotnovodstva-2017-1.pdf#page=235>. Дата обращения: 06.02.2020.

- Койка С.А., Скориков В.Т. Нитраты и нитриты в продукции растениеводства // Вестник РУДН: Серия *Агрономия и животноводство*. 2008. № 3. С. 58-63.
- Константинова И.С. Повышение эффективности переработки семян рапса путем их калибровки и удаления оболочки: дис. ...канд. техн. наук. Челябинск, 2002. 179 с.
- Контроль безопасности рапса и продуктов его переработки: ФГБУ «Федеральный центр оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки». URL: <http://www.fczerna.ru/News.aspx?id=1310>. Дата обращения: 19.11.2019.
- Кошак Ж.В., Жолик Г.А., Минина Е.М. Исследование возможности использования семян рапса в комбикормовой промышленности Республики Беларусь // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 1. С. 51-56.
- Кубасова А.Н., Манжесов В.И., Шахов С.В., Глотова И.А. Рапсовый жмых как объект переработки методами инженерной энзимологии // Международный журнал экспериментального образования. 2014. № 5. Ч. 2. С. 79-80. URL: <http://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=5717>. Дата обращения: 28.01.2020.
- Лисицин А.Н., Быкова С.Ф., Давыденко Е.К., Ефименко С.Г. Перспективы развития сырьевой базы производства новых типов пищевых масел // Вестник ВНИИЖ. 2013. № 2. С. 9-11.
- Лисицин А.Н. Традиционные и новые виды масличных культур для выращивания и переработки в зонах засушливого земледелия // Хранение и переработка сельхозсырья. 2000. № 11. С. 30-35.
- Лисицин А.Н., Быкова С.Ф., Давыденко Е.К., Минасян Н.М. Биологические особенности сортов рапса и физиологические ценности жмыхов и шротов // Масложировая промышленность. 2007. № 6. С. 18-20.
- Манжесов В.И., Трухман С.В. Продукты переработки семян рапса в производстве мучных кондитерских изделий // Кондитерское производство. 2010. № 6. С. 10-11.
- Мартынеско Е.А. Роль рапсовых кормов в организации кормовой базы свиноводства // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 76(02). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-rapsovyh-kormov-v-organizatsii-kormovoy-bazy-svinovodstva/viewer>. Дата обращения: 24.09.2019.
- Муратова Э.А., Афонькина С.Р., Даукаев Р.А. Анализ содержания нитратов в пищевой продукции растительного происхождения // Вопросы питания. 2015. № 4. С. 261-263.
- Мхитарьянц Л.А., Мхитарьянц Г.А., Марашева А.Н., Тимофеев Т.И. Особенности химического состава семян рапса современных селекционных сортов // Известия вузов. Пищевая технология. 2012. № 4. С. 33-36.
- Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 36 с.
- Пахомова О.Н. Перспективность использования жмыхов и шротов масличных культур для повышения пищевой и биологической ценности продуктов питания // Альманах «Научные записки Орел ГИЭТ». 2011. № 1(4). URL: [https://orelgiet.ru/docs/84\\_20\\_02\\_12.pdf](https://orelgiet.ru/docs/84_20_02_12.pdf). Дата обращения: 20.09.2019.
- Пахомова О.Н. Разработка и использование функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового: дис. ... канд. технич. наук. Орел, 2014. 162 с.
- Проскурня М.А., Бурлакова Л.В., Лошкормойншов И.А. Биологические свойства пищевых волокон, полученных из жмыхов масличных культур сибирской коллекции // Аграрный вестник Урала. 2008. № 4. С. 48-50.
- Рапс без токсинов. URL: <https://www.agroxxi.ru/mirovye-agronovosti/raps-bez-toksinov.html>. Дата обращения: 28.01.2020.
- Рензев А.О. Разработка комплекса оборудования и исследование процесса разделения рушанки семян рапса: дис. ... канд. технич. наук. Кемерово, 2013. 145 с.
- Рензев Т.В. Потребительские свойства продуктов переработки крестоцветных масличных культур Сибирского региона. Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2009. 200 с.
- Рензев Т.В., Рензев О.П., Рензев А.О. Разработка способа повышения качества продуктов переработки рапса и рыжика // Масложировая промышленность. 2009. № 3. С. 32-34.
- Русакова Г.Г., Мерлин Е.А., Лагутин А.М., Чумакова О.В., Хомутов В.А., Рыжков В.М., Русакова М.М., Демьянов А.В. Получение изотиоцианатов как полупродуктов веществ с медико-биологической активностью из растительного сырья // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов. 2008. № 1(39). С. 101-108.
- Тошев А.Д., Журавлева Н.Д., Ярыгина Е.С., Велямов М.Т., Позняковский В.М. Перспективы использования рапсового жмыха в питании

- спортсменов // Человек. Спорт. Медицина. 2018. Т. 18. № 1. С. 115–124.
- Трухман С.В. Использование жмыха семян рапса в технологии производства мучных кондитерских изделий функционального назначения: автореф...дис... кандидата сельскохозяйственных наук. Мичуринск, 2019. 25 с.
- Черных Н.И. Качество продуктов переработки семян сои и рапса и эффективность их применения в составе комбикормов для цыплят-бройлеров: дис. ... канд. сельскохоз. наук. Воронеж, 2000. 133 с.
- Щербаков В.Г., Лобанов В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. М.: КолосС, 2003. 360 с.
- Bianchini F., Vainio H. *Изотиоцианаты в профилактике рака* // Drug Metab Rev. 2004. 36(3-4). P. 655-67. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15554241>. Дата обращения: 07.12.2019.
- Fowke J.H., Chug F.L., Jin F., Qi D., Cai Q., Conaway C., Cheng J.R., Shu X.O., Zheng W. Urinary isothiocyanate levels, drassica and human breast cancer // Cancer Res. 2003. Vol. 63. P. 3980-3986. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12873994>. Дата обращения: 07.12.2019.

# Capabilities of Rapeseed Oilcake as Food Raw Materials

**Tamara V. Renzyaeva**

*Kemerovo State University  
6 Krasnaya Street, Kemerovo, 650000, Russian Federation  
E-mail: ren-tamara@mail.ru*

**Anton O. Renzyaev**

*Kemerovo State University  
6 Krasnaya Street, Kemerovo, 650000, Russian Federation  
E-mail: kafedra.mats@yandex.ru*

**Serguiey N. Kravtchenko**

*Kemerovo State University  
6 Krasnaya Street, Kemerovo, 650000, Russian Federation  
E-mail: k-sn@mail.ru*

**Irina Yu. Reznichenko**

*Kemerovo State University  
6 Krasnaya Street, Kemerovo, 650000, Russian Federation  
E-mail: irina.reznichenko@gmail.com*

The main priorities for the development of domestic food production include the rational use of raw materials, including the search for new opportunities for the use of secondary products of processing plant materials – oilseed meal. The aim of this work is to study the consumer properties of rapeseed meal obtained by processing peeled oil seeds of oilseed rape seed kernels, as well as to determine the list of regulatory requirements for its use in food production. A review of the work on the use of rapeseed meal in animal feed and food. The analysis of the component composition and quality indicators of rapeseed meal obtained from rapeseed processed with a shell is presented in comparison with meal obtained by processing peeled oil seed kernels. The list of regulatory requirements for the content of anti-nutritional compounds, microbiological and toxicological safety indicators for rapeseed meal made by processing oilseed kernels of rapeseed peeled from shells is determined.

**Keywords:** oilseeds, rapeseed, oilcake, quality requirements, safety, processed rapeseed products, edible oilcake

## References

- Belova E.I., Glotova I.A., Zaburunov S.S. Perspektivy vtorichnykh produktov pererabotki rapsa v razrabotke kompleksnykh pishchevykh belkovo-uglevodnykh obogatiteley [Prospects of secondary rapeseed processing products in the development of complex food protein-carbohydrate fortifiers]. *Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii [Modern high technology]*, 2010, no. 3, pp. 58-59.
- Biltrikova T.V., Bituyeva E.B. Biologicheskii aktivnyye veshchestva *Raphanus sativus* L. [Biologically active substances *Raphanus sativus* L.]. *Fundamentalnyye issledovaniya [Basic research]*, 2014, no. 9-3, pp. 501-505. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34875> (accessed 28.11.2019).
- Bituyeva E.B., Biltrikova T.V. Tekhnologiya myasnogo produkta, sodержashchego *Raphanus sativus* L. [Technology of meat product containing *Raphanus sativus* L.]. *Vse o myase [All about meat]*, 2015, no. 2, pp. 23-26.
- Bochkarev M.S., Egorova E.Yu. Kachestvo i potentsial pishchevogo ispolzovaniya zhmykhov maslichnogo syrya, pererabatyvayemogo v Altayskom kraye [Quality and potential of food use of oilseed oil cakes processed in the Altai

- territory]. *Polzunovskiy vestnik [Polzunovskii Herald]*, 2015, vol. 2, no. 4, pp. 19-22.
- Bykova S.F., Davidenko E.K., Minasyan N.M. Pererabotka semyan krestotsvetnykh (rapsa, ryzhika, surepitsy) sovremennykh sortov [Processing of seeds of Cruciferae (rapeseed, false flax, colza) modern varieties]. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhirov [Bulletin of the all-Russian research Institute of fats]*, 2013, no. 2, pp. 5-8.
- Glotova I.A., Zaburunov S.S. Perspektivy vtorychnykh produktov pererabotki rapsa v obespechenii proizvodstva biologicheskii polnoetsennykh produktov pitaniya na myasnoy i rybnoy osnove [Prospects of secondary products of rapeseed processing in ensuring the production of biologically complete food products based on meat and fish]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya [Advances in modern natural science]*, 2007, no. 11, p. 47.
- Gorkovenko L.G., Osepchuk D.V. Ispolzovaniye rapsa i produktov ego pererabotki v kormlenii sviney i myasnoy ptitsy [Use of rapeseed and its processed products in feeding pigs and poultry]. Krasnodar: GNU SKNIIZH Rosselkhozakademii, 2011. 192 p.
- Gorpinchenko T.V. Aktualnyye voprosy prodovol'stvennogo i kormovogo ispolzovaniya rapsa [Current issues of food and feed use of rapeseed]. *Khraneniye i pererabotka selkhozsyrya [Storage and processing of food production]*, 2003, no. 7, pp. 54-63.
- Egorova T.A., Lenkova T.N. Raps (*brassica napus l.*) i perspektivy ego ispolzovaniya v kormlenii ptitsy [Rapeseed (*brassica napus l.*) and prospects for its use in poultry feeding]. *Selskokhozyaystvennaya biologiya [Agricultural biology]*, 2015, vol. 50, no. 2, pp. 172-182.
- Egorova E.Yu., Bochkarev M.S., Reznichenko I.Yu. Opredeleniye tekhnicheskikh trebovaniy k zhmykham netraditsionnykh maslichnykh kultur pishchevogo naznacheniya [Determination of technical requirements for oil cakes of non-traditional oilseed crops for food purposes]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv [Technique and technology of food production]*, 2014, no. 1, pp. 131-138.
- Kozinets A.I., Nadarinskaya M.A., Golushko O.G. Sokhrannost pitatelnykh veshchestv rapsovogo zhmykha goryachego pressovaniya pri khraneni [Preservation of the nutrients of hot pressed rapeseed cake during storage]. In A.I. Portnoy (ed.) *Aktualnyye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva: materialy XX Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Actual problems of intensive development of animal husbandry: materials of the XX International scientific and practical conference]*. Gorki: BGSKHA, 2017, vol. 2, pp. 234-240. URL: <https://www.baa.by/upload/science/conferencii/aktualnye-problemy-intensivnogo-razvitiya-zivotnovodstva-2017-1.pdf#page=235> (accessed 06.02.2020).
- Koyka S.A., Skorikov V.T. Nitraty i nitrity v produktsii rasteniyevodstva [Nitrates and nitrites in crop production]. *Vestnik RUDN: seriya Agronomiya i zhivotnovodstvo [Vestnik RUDN: series Agronomy and animal husbandry]*, 2008, no. 3, pp. 58-63.
- Konstantinova I.S. Povysheniye effektivnosti pererabotki semyan rapsa putem ikh kalibrovaniya i udaleniya obolochki: diss. kand. tekhn. nauk [Improving the efficiency of rapeseed processing by sizing and removing the shell. Ph.D. (Technology) thesis]. Chelyabinsk, 2002. 179 p.
- Kontrol bezopasnosti rapsa i produktov ego pererabotki: FGBU «Federalnyy tsentr otsenki bezopasnosti i kachestva zerna i produktov ego pererabotki» [Safety control of rapeseed and its processed products: Federal State Budgetary Institution "Federal center for safety and quality assessment of grain and its processed products"]. URL: <http://www.fczerna.ru/News.aspx?id=1310> (accessed 19.11.2019).
- Koshak Zh.V., Zholik G.A., Minina E.M. Issledovaniye vozmozhnosti ispolzovaniya semyan rapsa v kombikormovoy promyshlennosti Respubliki Belarus [Research on the possibility of using rapeseed seeds in the feed industry of the Republic of Belarus]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy]*, 2012, no. 1, pp. 51-56.
- Kubasova A.N., Manzhessov V.I., Shakhov S.V., Glotova I.A. Rapsovyy zhmykh kak obyekt pererabotki metodami inzhenernoy enzimologii [Rapeseed cake as an object of processing by methods of engineering Enzymology]. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya [International journal of experimental education]*, 2014, vol. 2, no. 5, pp. 79-80. URL: <http://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=5717> (accessed 28.01.2020).
- Lisitsin A.N., Bykova S.F., Davydenko E.K., Efimenko S.G. Perspektivy razvitiya syryevoy bazy proizvodstva novykh tipov pishchevykh masel [Prospects for the development of the raw material base for the production of new types of edible oils]. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhirov [Bulletin of the all-Russian research Institute of fats]*, 2013, no. 2, pp. 9-11.
- Lisitsin A.N. Traditsionnyye i novyye vidy maslichnykh kultur dlya vyrashchivaniya i pererabotki v zonakh zasushlivogo zemledeliya [Traditional and new types of oilseeds for growing

- and processing in dry farming zones]. *Khraneniye i pererabotka selkhozsyrya [Storage and processing of food production]*, 2000, no. 11, pp. 30-35.
- Lisitsin A.N., Bykova S.F., Davidenko E.K., Minasyan N.M. Biologicheskiye osobennosti sortov rapsa i fiziologicheskkiye tsennosti zhmykhov i shrotov [Prospects for the development of the raw material base for the production of new types of edible oils]. *Maslozhirovaya promyshlennost [Oil and fat industry]*, 2007, no. 6, pp. 18-20.
- Manzhesov V.I., Trukhman S.V. Produkty pererabotki semyan rapsa v proizvodstve muchnykh konditerskikh izdeliy [Products of rapeseed processing in the production of flour confectionery products]. *Konditerskoye proizvodstvo [Confectionery production]*, 2010, no. 6, pp. 10-11.
- Martynesko E.A. Rol rapsovykh kormov v organizatsii kormovoy bazy svinovodstva [The role of rapeseed feed in the organization of the pig breeding feed base]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU [Scientific journal of KubGAU]*, 2012, no. 76(02). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-rapsovykh-kormov-v-organizatsii-kormovoy-bazy-svinovodstva/viewer> (accessed 24.09.2019).
- Muratova E.A., Afonkina S.R., Daukayev R.A. Analiz sodержaniya nitratov v pishchevoy produktsii rastitelnogo proiskhozhdeniya [The analysis of the content of nitrates in food products of plant origin]. *Voprosy pitaniya [Nutrition issues]*, 2015, no. 4, pp. 261-263.
- Mkhitaryants L.A., Mkhitaryants G.A., Marasheva A.N., Timofeyenko T.I. Osobennosti khimicheskogo sostava semyan rapsa sovremennykh selektsionnykh sortov [Features of the chemical composition of rapeseed seeds of modern breeding varieties]. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya [Proceedings of the Universities. Food technology]*, 2012, no. 4, pp. 33-36.
- Normy fiziologicheskikh potrebnoyey v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii [Norms of physiological needs in energy and food substances for various groups of the population of the Russian Federation]. Moscow: Federal center for hygiene and epidemiology of Rospotrebnadzor, 2009, 36 p.
- Pakhomova O.N. Perspektivnost ispolzovaniya zhmykhov i shrotov maslichnykh kultur dlya povysheniya pishchevoy i biologicheskoy tsennosti produktov pitaniya [Prospects for the use of oilcake and meal of oilseeds to increase the nutritional and biological value of food]. *Almanakh «Nauchnyye zapiski Orel GIET» [Almanac "Scientific notes of Orel GIET"]*, 2011, vol. 4, no. 1. URL: [https://orelgiet.ru/docs/84\\_20\\_02\\_12.pdf](https://orelgiet.ru/docs/84_20_02_12.pdf) (accessed 20.09.2019).
- Pakhomova O.N. Razrabotka i ispolzovaniye funktsionalnogo pishchevogo obogatitelya iz zhmykha rapsovogogo: diss. kand. tekhn. nauk [Development and use of a functional food processor from rapeseed cake. Ph.D. (Technology) thesis]. Orel, 2014, 162 p.
- Proskurnya M.A., Burlakova L.V., Loshkomoyshov I.A. Biologicheskiye svoystva pishchevykh volokon, poluchennykh iz zhmykhov maslichnykh kultur sibirskoy kolleksii [Biological properties of dietary fibers obtained from oilseed oil cakes of the Siberian collection]. *Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]*, 2008, no. 4, pp. 48-50.
- Raps bez toksinov [Canola without toxins]. URL: <https://www.agroxxi.ru/mirovye-agronovosti/raps-bez-toksinov.html> (accessed 28.01.2020).
- Renzyaev A.O. Razrabotka kompleksa oborudovaniya i issledovaniye protsessa razdeleniya rushanki semyan rapsa: diss. kand. tekhn. nauk [The development of complex equipment and the study of the process of separation of rosanky rapeseed. Ph.D. (Technology) thesis]. Kemerovo, 2013, 145 p.
- Renzyaeva T.V. Potrebitelskiye svoystva produktov pererabotki krestotsvetnykh maslichnykh kultur Sibirskogo regiona [Consumer properties of products of processing of cruciferous oilseeds of the Siberian region]. Kemerovo: Kemerovskiy tekhnologicheskii institut pishchevoy promyshlennosti, 2009. 200 p.
- Renzyaeva T.V., Renzyaev O.P., Renzyaev A.O. Razrabotka sposoba povysheniya kachestva produktov pererabotki rapsa i ryzhika [Development of a method for improving the quality of rapeseed and ginger processing products]. *Maslozhirovaya promyshlennost [Fat and Oil industry]*, 2009, no. 3, pp. 32-34.
- Rusakova G.G., Merlin E.A., Lagutin A.M., Chumakova O.V., Khomutov V.A., Ryzhkov V.M., Rusakova M.M., Demyanov A.V. Polucheniye izotiotsianatov kak poluproduktov veshchestv s mediko-biologicheskoy aktivnostyu iz rastitelnogo syrya [Obtaining isothiocyanates as intermediates of substances with medico-biological activity from plant raw materials]. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Khimiya i tekhnologiya elementoorganicheskikh monomerov i polimernykh materialov [Izvestiya of Volgograd State Technical University. Series: Chemistry and technology of organoelement monomers and polymer materials]*, 2008, vol. 39, no. 1, pp. 101-108.
- Toshev A.D., Zhuravleva N.D., Yarygina E.S., Velyamov M.T., Poznyakovskiy V.M. Perspektivy

- ispolzovaniya rapsovogo zhmykha v pitanii sportsmenov [Prospects for the use of rapeseed cake in the nutrition of athletes]. *Chelovek. Sport. Meditsina* [Man. Sport. Medicine], 2018, vol. 18, no. 1, pp. 115–124.
- Trukhman S.V. Ispolzovaniye zhmykha semyan rapsa v tekhnologii proizvodstva muchnykh konditerskikh izdeliy funktsionalnogo naznacheniya: avtofef. diss. kand. selskokhozyaystvennykh nauk [The use of oil cake of rapeseed in the production technology of flour confectionery products of functional purpose. Abstract of Ph.D. (Agriculture) thesis]. Michurinsk, 2019. 25 p.
- Chernykh N.I. Kachestvo produktov pererabotki semyan soi i rapsa i effektivnost ikh primeneniya v sostave kombikormov dlya tsyplyat-broylerov: diss. kand. tekhn. nauk [The quality of soy and rapeseed processing of products and the effectiveness of their use in compound feeds for broiler chickens. Ph.D. (Technology) thesis]. Voronezh, 2000. 133 p.
- Shcherbakov V.G., Lobanov V.G. Biokhimiya i tovarovedeniye maslichnogo syrya [Biochemistry and commodity science of oilseeds]. Moscow: KolosS, 2003. 360 p.
- Bianchini F., Vainio H. Izotiotsianaty v profilaktike raka [Isothiocyanates in cancer prevention]. *Drug Metab Rev.*, 2004, vol. 36, no. 3-4, pp. 655-67. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15554241> (accessed 07.12.2019).
- Fowke J.H., Chug F.L., Jin F., Qi D., Cai Q., Conaway C., Cheng J.R., Shu X.O., Zheng W. Urinary isothiocyanate levels, drassica and human breast cancer. *Cancer Res*, 2003, vol. 63, pp. 3980-3986. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> (accessed 07.12.2019).