

ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 637.524.2

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ЖМЫХА И ШРОТА РАПСОВЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ СЕМЯН РАПСА БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

З. В. Василенко, Е. А. Цед, Е. Н. Кучерова, Т. В. Трофименко

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. К основным приоритетам развития производства пищевой продукции относится рациональное использование сырьевых ресурсов, в том числе поиск новых возможностей для использования вторичных продуктов переработки растительного сырья – жмыхов и шротов рапсовых. В Республике Беларусь объемы производства рапса с каждым годом увеличиваются. При переработке 1 т его маслосемян в зависимости от способа образуется 33–42 % масла и 60–63 % жмыха, или 52–55 % шрота. Более ранние наши исследования показали, что жмых рапсовый, полученный из семян рапса белорусской селекции, содержит полноценный белок, полиненасыщенные жирные кислоты, пищевые волокна, минеральные вещества, витамины. Однако после получения масла остается жмых, который, подвергнутый экстракции, образуется в шрот и представляет собой ценный источник питательных веществ. Сведения о показателях безопасности, химическом составе, пищевой и биологической ценности шрота из семян рапса белорусской селекции недостаточно изучены, что и определило научную задачу исследования.

Научная задача исследования – изучение потребительских свойств жмыха и шрота рапсовых, полученных переработкой очищенных от семенных оболочек масличных ядер семян рапса белорусской селекции, а также дать сравнительную характеристику пищевой ценности жмыха и шрота рапсовых.

Материалы и методы. Объектами исследований являлись жмых и шрот рапсовые, полученные из семян рапса по традиционной технологии холодного отжима, с последующей экстракцией, год урожая 2023. Общепринятые и специальные методы исследований.

Результаты. Исследованы показатели безопасности жмыха и шрота рапсовых, пищевая ценность. Установлено, что жмых и шрот рапсовые по всем показателям безопасности соответствуют требованиям нормативных документов. Показано, что жмых и шрот рапсовые являются белоксодержащими продуктами 35–38 % соответственно, белок которых является полноценным. Дана характеристика аминокислотного состава и сбалансированности белка жмыха и шрота рапсовых. Жмых и шрот рапсовые являются источниками пищевых волокон (более 30 %), также они являются источникам незаменимых жирных кислот семейства ω -9 (олеиновая), ω -6 (линолевая), ω -3 (линоленовая), минеральных веществ 6,6–6,8 % соответственно (калий, кальций, магний, марганец, цинк) и витаминов (группы В, РР, Е).

Выводы. Установлено, что жмых и шрот рапсовые по всем показателям безопасности соответствуют требованиям нормативных документов и являются безопасными пищевыми ингредиентами. Использование жмыха и шрота рапсовых, полученных из семян рапса белорусской селекции, будет способствовать более эффективному использованию отечественного сырья. Использование шрота и жмыха рапсового в производстве продуктов питания одновременно позволит получить изделия с улучшенной пищевой ценностью, расширить ассортимент выпускаемой продукции и заменить импортируемые белковые препараты из генномодифицированной сои, применяемые при производстве продуктов питания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: жмых и шрот рапсовые; показатели безопасности; химический состав; аминокислотный состав; жирнокислотный состав; минеральный состав; витаминный состав.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Василенко, З. В. Сравнительная характеристика пищевой ценности жмыха и шрота рапсовых, полученных из семян рапса белорусской селекции / З. В. Василенко, Е. А. Цед, Е. Н. Кучерова, Т. В. Трофименко // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2024. – № 1(36). – С. 3–14.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE NUTRITIONAL VALUE OF RAPESE CAKE AND MEAL OBTAINED FROM RAPES SEEDS OF BELARUSIAN SELECTION

Z. V. Vasilenko, E. A. Tsed, E. N. Kucheroва, T. V. Trofimenko

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. The main priorities for the development of food production include the rational use of raw materials, including the search for new opportunities for the use of secondary products of processing plant raw materials - cakes and rapeseed meal. In the Republic of Belarus, rapeseed production volumes are increasing every year. When processing 1 ton of its oil seeds, depending on the method, 33–42 % oil and 60–63 % cake, or 52–55 % meal are formed. Our earlier studies showed that rapeseed cake, produced from rapeseed seeds of Belarusian selection, contains complete protein, polyunsaturated fatty acids, dietary fiber, minerals, and vitamins. However, information about the safety indicators, chemical composition, nutritional and biological value of rapeseed meal of Belarusian selection has not been sufficiently studied, which determined the scientific task of the study.

The scientific objective of the study is to study the consumer properties of rapeseed cake and meal obtained by processing the oilseed kernels of Belarusian rapeseeds, peeled from the seed coats, and also to give a comparative description of the nutritional value of rapeseed cake and meal.

Materials and methods. The objects of research were rapeseed cake and meal, obtained from rapeseeds using traditional cold-pressed technology, followed by extraction, harvest year 2023. Generally accepted and special research methods.

Results. The safety indicators of rapeseed cake and meal and nutritional value were studied. It has been established that rapeseed cake and meal meet the requirements of regulatory documents in all safety indicators. It has been shown that rapeseed cake and meal are protein-containing products of 35–38 %, respectively, the protein of which is complete. The characteristics of the amino acid composition and protein balance of rapeseed cake and meal are given. Rapeseed cake and meal are sources of dietary fiber (more than 30 %), they are also sources of essential fatty acids of the family ω -9 (oleic), ω -6 (linoleic), ω -3 (linolenic), minerals 6,6–6,8 % respectively (potassium, calcium, magnesium, manganese, zinc) and vitamins (group B, PP, E).

Conclusions. It has been established that rapeseed cake and meal meet the requirements of regulatory documents in all safety indicators and are safe food ingredients. The use of rapeseed cake and meal obtained from rapeseed seeds of Belarusian selection will contribute to a more efficient use of domestic raw materials. The use of rapeseed meal and cake in food production will simultaneously replace imported protein preparations from genetically modified soybeans used in food production.

KEY WORDS: rapeseed cake and meal; safety indicators; chemical composition; amino acid composition; fatty acid composition; mineral composition; vitamin composition.

FOR CITATION: Vasilenko, Z. V. Comparative characteristics of the nutritional value of rapeseed cake and meal obtained from rapeseed seeds of Belarusian selection / Z. V. Vasilenko, E. A. Tsed, E. N. Kucheroва, T. V. Trofimenko // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2024. – № 1(36). – P. 3–14.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из путей повышения качества продуктов питания и совершенствования структуры питания населения является введение в рацион новых нетрадиционных видов растительного сырья, содержащих в своем составе комплекс белков, жиров, минеральных веществ, витаминов и обладающих высокими питательными, вкусовыми и лечебно-профилактическими свойствами [1–3]. В пищевой промышленности используются различные виды жмыхов и шротов масличных, бобовых и других культур [4]. 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 [5–6]. Пищевая ценность продуктов переработки различных культур определяется их химическим составом, который, в свою очередь, зависит от вида, сорта, технологий возделывания, переработки и других факторов.

В настоящее время основным повсеместно используемым продуктом растительного происхождения является соя, а также продукты ее переработки (жмыхи, шроты). Основная причина ее популярности заключается в высоком содержании белка, которое может достигать до 50 %. Однако возможность выращивания сои в условиях умеренного климата Беларуси существенно ограничена. В связи с этим основная часть сои, используемая в отраслях пищевой промышленности, импортируется, что отрицательно сказывается на состоянии внешнеторгового баланса, а также стоимости конечной продукции.

Альтернативой сое в Республике Беларусь является рапс, а также продукты переработки рапса (рапсовые шрот и жмых). Всего в стране порядка 48 предприятий по переработке рапса общей мощностью около 1,4 млн тонн в год.

До недавнего времени жмых и шрот рапсовые не использовались в пищевых продуктах

Более ранние наши исследования [7] показали, что жмых рапсовый, полученный из семян рапса белорусской селекции, является ценным источником белка (35–36 %), пищевых волокон (более 13 %), минеральных веществ. По показателям безопасности соответствует требованиям нормативных документов для того, чтобы использоваться в пищевой промышленности, а по своим биологическим качествам не уступает продуктам, изготовленным из сои.

Исследования химического состава шрота и жмыха из семян рапсовых белорусской селекции позволят обосновать необходимость поиска новых направлений его использования в составе продуктов питания, что поможет обогатить их белком, пищевыми волокнами, минеральными веществами и витаминами. Однако, работ, посвященных использованию рапсового жмыха и шрота, полученных из семян рапса белорусской селекции, в составе пищевых продуктов, а также получение на их основе обогащающих добавок, нами обнаружено не было.

Цель исследования – разработка технологии пищевых добавок из жмыха и шрота рапсовых как перспективного сырья ценных питательных веществ для разработки ассортимента продуктов питания с улучшенной пищевой ценностью.

Практическая значимость исследований заключается в использовании новых данных о показателях безопасности и химическом составе жмыха и шрота рапсовых, полученных из семян рапса белорусской селекции, для производства продуктов питания с улучшенной пищевой ценностью.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследований использовались жмых и шрот рапсовые, полученные из семян рапса по традиционной технологии холодного отжима, год урожая 2023.

Подготовку экспериментальных образцов проводили в условиях лаборатории кафедры технологии производства продукции и организации общественного питания.

Проведение лабораторных испытаний осуществляли с использованием следующих методов исследований:

- микробиологические показатели безопасности экспериментальных образцов: КМАФАнМ, БГКП, *S. aureus*, сульфредуцирующие клостридии, патогенные, в том числе сальмонеллы (*Salmonella*) – по ГОСТ 9958-81, *Listeria monocytogenes* по ГОСТ 32031-2012;
 - массовая доля белка по ГОСТ 25011-2017; массовая доля углеводов [8];
 - массовая доля жира по ГОСТ 23042-2015;
 - аминокислотный состав с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии по МВИ.МН 1363-2000. Содержание минеральных веществ (кальция, магния, калия, марганца) и витаминов группы В (В₁, В₂, В₃ (РР), В₅, В₆), Е определяли в «Научно-практическом центре гигиены», по результатам которых получены протоколы исследований.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием программы MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для того, чтобы использовать шрот и жмых рапсовые для пищевых целей, в работе были исследованы показатели безопасности шрота и жмыха. Результаты представлены в таблице 1.

Табл. 1. Показатели безопасности шрота и жмыха рапсовых

Table 1. Safety indicators of rapeseed meal and cake

Наименование показателя		Регламентируемые показатели [8, 9]		Полученные значения	
		шрот	жмых	шрот	жмых
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		5×10 ⁴		1,0×10 ²	
Дрожжи, КОЕ/г, не более		1×10 ²		1×10 ¹	
Плесени, КОЕ/г, не более		1×10 ²		1×10 ¹	
Токсичные элементы, мг/кг, не более:	свинец	1,0		0,13	0,12
	мышьяк	1,0		0,050	0,050
	кадмий	0,2		0,023	0,013
	ртуть	0,03		не обнаружено	
Пестициды, мг/кг, не более:					
- гексахлорциклогексан (α-, β-, γ-изомеры)		0,1		не обнаружено	
- ДДТ и его метаболиты		0,4		не обнаружено	
Микотоксины: афлатоксин В ₁ , мг/кг, не более		0,005		0,001	
Удельная активность цезия-137, Бк/кг, не более		900,0		менее 2,06	менее 4,96
Удельная активность стронция- 90, Бк/кг, не более		-		менее 23,69	менее 22,60

Испытания исследуемой партии шрота и жмыха по приведённым в таблице 1 нормативам безопасности показали их полное соответствие установленным требованиям. Следовательно, шрот и жмых рапсовые являются безопасными продуктами и могут быть использованы для пищевого назначения.

Для того, чтобы более полно оценить качество шрота и жмыха рапсовых отечественного производства как пищевых ингредиентов для производства пищевых продуктов, был исследован их химический состав. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Табл. 2. Сравнительная характеристика химического состава шрота и жмыха рапсовых, полученных из семян белорусской селекции

Table 2. Comparative characteristics of the chemical composition of rapeseed meal and cake obtained from Belarusian selection seeds

Наименование пищевых веществ	Содержание, % на сухое вещество		ТНПА, устанавливающий метод исследований
	шрот рапсовый	жмых рапсовый [11].	
Влага	8,7±2,5	8,03±2,5	ГОСТ 13496.3-97
Белок	37,51±0,2	35,47±0,2	ГОСТ 25011-2017
Жир	2,45±0,03	8,45±0,03	ГОСТ 23042-2015
Минеральные вещества	6,8±0,1	6,62±0,1	ГОСТ 31870-20212, п.5
Углеводы, в том числе:	8,9±0,9	6,80±0,9	МУ по лаб. контролю, утв. Пост. МЗ РБ от 21.04.2001 г. №18, 29
- сахара	7,8±1,08	5,8±1,08	
- крахмал	1,1±0,5	1,08±0,5	
Пищевые волокна, в том числе:	34,7±0,1	33,1±0,1	[8], МУ под общ. ред. А.И. Ермакова.
- целлюлоза	12,6±0,43	13,2±0,43	
- гемицеллюлозы	12,3±0,1	7,61±0,1	
- лигнины	9,8±0,1	10,21±0,1	
- пектин	следы	2,09	
Итого	99,9	99,9	

Из данных, представленных в таблице 2, видно, что в шроте содержится больше белка, чем в жмыхе. Однако, данные значения белка как в шроте, так и жмыхе рапсовых превышают на 18–20 % содержание белка в мясе говядины. Содержание жира в шроте на 5 % меньше, чем у жмыха рапсового. Содержание минеральных веществ в шроте и жмыхе составляет 6,8 % и 6,6 % соответственно. Общее содержание пищевых волокон в шроте несколько превышает их содержание в жмыхе на 1,6 %. Содержание лигнинов в шроте составляет 9,8 %, а в жмыхе 10,21 %. По содержанию сахаров шрот и жмых рапсовые отличаются друг от друга на 2 %.

Таким образом, жмых и шрот рапсовые являются не только белоксодержащими продуктами, но и ценными источниками пищевых волокон, минеральных веществ, что позволит использовать их при производстве обогащающих добавок в производстве продуктов питания.

Так как преобладающим веществом в жмыхе и шроте рапсовом являются белки, важным показателем качества которых является их аминокислотный состав, в работе был исследован аминокислотный состав, который представлен на рисунках 1 и 2.

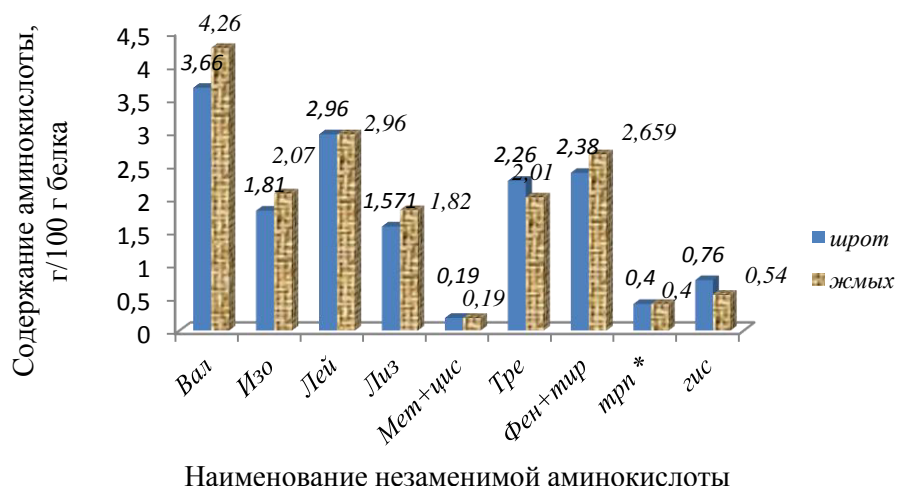


Рис. 1. Содержание незаменимых аминокислот в белках шрота и жмыха рапсовых

Fig. 1. Content of essential amino acids in rapeseed meal and cake proteins

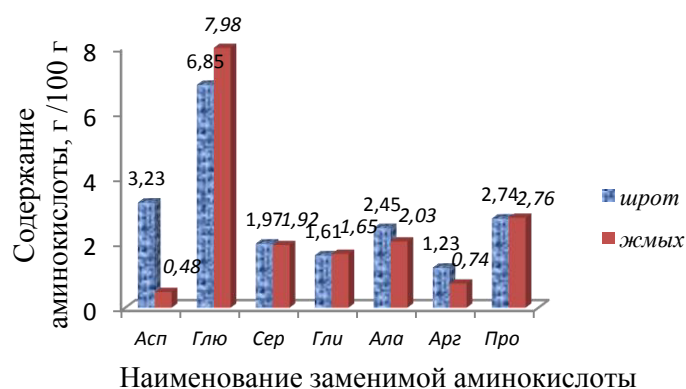


Рис. 2. Содержание заменимых аминокислот в белках шрота и жмыха рапсовых

Fig. 2. Content of essential amino acids in rapeseed meal and cake proteins

Из данных, представленных на рисунках 1 и 2, следует, что в белках шрота и жмыха рапсовых содержится полный набор незаменимых аминокислот, с высоким содержанием валина, лейцина, треонина, изолейцина, лизина, фенилаланина и низким содержанием метионина, гистидина, триптофана. А также содержится полный набор заменимых аминокислот с высоким содержанием глютаминовой и аспарагиновой кислот, пролина и тирозина. Следует отметить, что как в шроте, так и в жмыхе преобладающей заменимой аминокислотой является глютаминовая кислота. Глутамат натрия применяется для усиления вкуса мясных продуктов, а также для придания мясного привкуса блюдам из сои и других растительных альтернатив [4]. Таким образом, из представленных данных следует, что белки шрота и жмыха рапсовых являются полноценными, т.к. содержат все незаменимые аминокислоты.

Важным показателем, характеризующим биологическую ценность белка, является аминокислотный скор, определяемый отношением незаменимой аминокислоты в

исследуемом белке к ее содержанию в белке, принимаемом за эталонный. В качестве эталона использовали предложенную ФАО/ВОЗ аминокислотную шкалу идеального белка.

Результаты расчета аминокислотного сора незаменимых аминокислот белков жмыха и шрота рапсовых представлены в таблице 3–4.

Табл. 3. Расчет аминокислотного сора белков жмыха рапсового

Table 3. Calculation of the amino acid score of rapeseed cake proteins

Наименование аминокислоты	«Идеальный» белок ФАО/ВОЗ, г/100 г белка [12]	Содержание, г/100 г белка	Аминокислотный сора, %
Изолейцин	3,00	5,85	195,11
Лейцин	6,10	8,36	137,11
Лизин	4,80	5,14	107,02
Метионин +цистеин	2,30	0,55	24,04
Фенилаланин + тирозин	4,10	7,50	182,94
Треонин	2,50	5,69	227,70
Гистидин	1,60	1,53	95,73
Валин	4,00	12,03	300,78
Триптофан	0,66	1,13	170,96

Табл. 4. Расчет аминокислотного сора белков шрота рапсового

Table 4. Calculation of the amino acid score of rapeseed meal proteins

Наименование аминокислоты	«Идеальный» белок ФАО/ВОЗ, г/100 г белка [12]	Содержание, г/100г белка	Аминокислотный сора, %
Изолейцин	3,00	5,12	170,66
Лейцин	6,10	8,36	137,02
Лизин	4,80	4,43	92,32
Метионин +цистеин	2,30	0,55	24,04
Фенилаланин + тирозин	4,10	7,50	182,94
Треонин	2,50	6,38	255,23
Гистидин	1,60	2,15	134,17
Валин	4,00	10,32	258,11
Триптофан	0,66	1,13	170,96

Данные, представленные в таблицах 3 и 4, свидетельствуют о том, что минимальный аминокислотный сора в белках жмыха и шрота рапсовых имеет метионин+цистеин (24,04 %). Аминокислотный сора по изолейцину, лейцину, лизину, фенилаланину+тирозиу, треонину, валину, триптофану в белках жмыха рапсового составляют 195,11; 137,11; 107,02; 182,94; 227,70; 300,78; 170,96 % соответственно. Аминокислотный сора по изолейцину, лейцину, фенилаланину+тирозиу, треонину, гистидину, валину, триптофану в белках шрота рапсового составляют 170,66; 137,02; 182,94; 255,23; 134,17; 258,11; 170,96 % соответственно.

Учитывая, что в шроте и жмыхе рапсовых содержится жир (2,45 и 8,45 % соответственно), в работе был изучен их жирнокислотный состав. Данные представлены на рисунке 3.

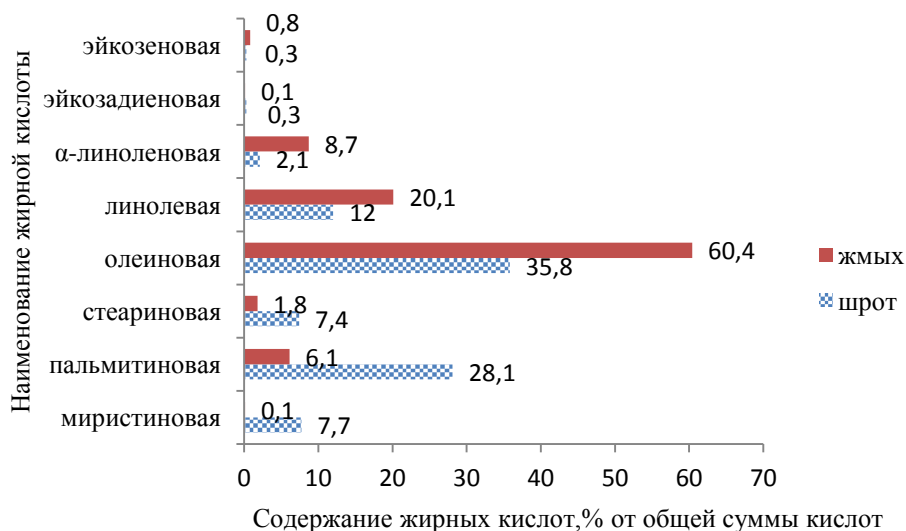


Рис. 3. Содержание жирных кислот в жирах шрота и жмыха рапсовых

Fig. 3. Content of fatty acids in fats of rapeseed meal and cake

Из представленных на рисунке 3 данных следует, что жирнокислотный состав шрота рапсового представлен насыщенными (НЖК) – 43,2 % жирными кислотами (миристиновая – 7,7, пальмитиновая – 28,1, стеариновая – 7,4); мононенасыщенными (МНЖК) – 35,8 % жирными кислотами (олеиновая – 35,8); полиненасыщенными (ПНЖК) – 14,7 % жирными кислотами (линолевая (омега-6) – 12,0, α-линоленовая (омега-3) – 2,1, эйкозодиеновая (омега-6) – 0,3, эйкозеновая – 0,3).

Жирнокислотный состав жмыха рапсового представлен мононенасыщенными (МНЖК) – 60,4 % жирными кислотами (олеиновая – 60,4); насыщенными (НЖК) – 8,1 % жирными кислотами (миристиновая – 0,1, пальмитиновая – 6,1, стеариновая – 1,8); полиненасыщенными (ПНЖК) – 29,6 % жирными кислотами (линолевая (омега-6) – 20,1, α-линоленовая (омега-3) – 8,7, эйкозодиеновая (омега-6) – 0,1, эйкозеновая – 0,8).

Жир шрота рапсового характеризуется высоким содержанием насыщенных жирных кислот (НЖК), общее количество которых составляет 43,2 % от суммы жирных кислот. Обращает на себя внимание высокое содержание в нем олеиновой кислоты (35,8 % от суммы жирных кислот), в то время как жир жмыха рапсового характеризуется высоким содержанием мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК), общее количество которых составляет 60,4 % от суммы жирных кислот.

Таким образом, жмых и шрот рапсовые, полученные из семян рапса белорусской селекции, являются ценным источником незаменимых жирных кислот семейства ω-9 (олеиновая), ω-6 (линолевая), ω-3 (линоленовая).

К эссенциально важным веществам относятся минеральные вещества [13], поэтому более подробно исследовали их состав, который представлен в таблице 5.

Табл. 5. Минеральный состав шрота рапсового**Table 5.** Mineral composition of rapeseed meal

Наименование	Наименование элемента						
	Макроэлементы, мг/100 г					Микроэлементы, мг/100 г	
	К	Ca	Mg	Zn	P	Mn	Fe
Содержание	1562,19	1000,7	662,61	6,1	0,3	10,9	13,01
Суточная потребность	2500	1000	400	12	800	2,0	10-18
Удовлетворение суточной потребности, % [12]	62,5	100,1	165,0	50,1	3,75	545,0	92,9

Табл. 6. Минеральный состав жмыха рапсового**Table 6.** Mineral composition of rapeseed cake

Наименование	Наименование элемента						
	Макроэлементы, мг/100 г					Микроэлементы, мг/100 г	
	К	Ca	Mg	Zn	P	Mn	Fe
Содержание	1520,8	1592,0	445,4	11,9	0,3	11,3	18,5
Суточная потребность	2500	1000	400	12	800	2,0	10-18
Удовлетворение суточной потребности, % [12]	60,8	159,0	110,0	98,0	3,75	565,0	123,3

Из результатов, представленных в таблицах 5 и 6, следует, что минеральный состав шрота и жмыха рапсовых характеризуется повышенным содержанием калия, магния, марганца и кальция, но низким содержанием фосфора. Обращает внимание довольно высокое содержание таких макроэлементов, как кальций, марганец, магний и железо. Удовлетворение суточной потребности в данных элементах составляет более 100 %. Данные элементы участвуют во всех важных процессах в организме. Например, марганец необходим для формирования костной ткани, синтеза белков, молекул АТФ и регуляции клеточного метаболизма. Кроме того, марганец выступает в роли кофактора одной из разновидностей супероксиддисмутазы (марганцевой), нейтрализующей свободные радикалы, и ферментов глюконеогенеза. Марганец активно влияет на обмен белков, углеводов и жиров. Важной также считается его способность усиливать действие инсулина и поддерживать определенный уровень холестерина в крови. В присутствии марганца организм полнее использует жиры, повышается усвояемость меди. Также микроэлемент регулирует процессы кроветворения, усиливает синтез гормонов щитовидной железы – тироксина и трийодтиронина, участвует в синтезе интерферона и укрепляет иммунитет и поддерживает нормальную свёртываемость крови [14].

Из представленных данных следует, что шрот и жмых характеризуются богатым минеральным составом, который содержит практически все незаменимые элементы, необходимые организму человека.

Общеизвестно, витамины являются незаменимыми питательными веществами и, хотя они и не являются источником энергии, должны поступать в организм с пищей и водой в определенных количествах [15].

Исследования химического состава жмыха и шрота рапсовых, полученных из семян рапса белорусской селекции, показали, что жмых и шрот являются источником витаминов, поэтому считали целесообразным изучить витаминный состав жмыха и шрота рапсовых и сравнить их содержание. Данные витаминного состава представлены в таблицах 7 и 8.

Табл. 7. Витаминный состав шрота рапсового**Table 7.** Vitamin composition of rapeseed meal

Показатель	Содержание, мг/100 г	Удовлетворение суточной потребности, %	ТНПА, устанавливающий метод исследований
Пантотеновая кислота В ₅ ($\pm 23,0$ %)	5,56	111,2	МВИ. МН 3008-2008
Витамин В ₆ ($\pm 29,0$ %)	0,263	13,15	ГОСТ EN 14663-2014
Витамин РР ($\pm 36,0$ %)	2,587	13	ГОСТ 29140-91
Холин В ₄ ($\pm 26,3$ %)	444,0	111	СТБ 2545
Витамин В ₂ ($\pm 14,8$ %)	0,10	5,5	ГОСТ EN 14152-2020
Витамин В ₁ ($\pm 21,5$ %)	0,08	5,3	МВИ. МН 2052-2004
Витамин Е ($\pm 20,0$ %)	Не обнаружен	-	ГОСТ EN 12822-2020

Табл. 8. Витаминный состав жмыха рапсового [11]**Table 8.** Vitamin composition of rapeseed cake

Показатель	Содержание, мг/100г	Удовлетворение суточной потребности, %	ТНПА, устанавливающий метод исследований
Витамин Е, ($\pm 20,0$ %)	4,2	28	СТБ EN 12822 - 2012
Пантотеновая кислота В ₅ ($\pm 23,0$ %)	1,41	28,2	МВИ. МН 3008-2008
Витамин В ₆ ($\pm 29,0$ %)	0,092	4,6	ГОСТ EN 14663-2014
Витамин РР ($\pm 36,0$ %)	11,3	56,5	ГОСТ 29140-91
Холин В ₄ ($\pm 26,3$ %)	466	116,5	СТБ 2545
Витамин В ₂ ($\pm 14,8$ %)	0,04	2,2	ГОСТ EN 14152-2020
Витамин В ₁ ($\pm 21,5$ %)	0,01	0,6	МВИ. МН 2052-2004

Сравнительный анализ результатов, представленных в таблицах 7 и 8, показал, жмых и шрот рапсовые являются ценным источником витамина В₄ (холина), суточная потребность в данном витамине превышает 100 %. По сравнению со шротом, жмых содержит витамин Е, который является антиоксидантом, а также витамин РР (ниацин), суточная потребность в котором удовлетворяется на 28 и 56,5 % соответственно. В свою очередь, шрот рапсовый содержит достаточное количество витамина В₅ (пантотеновая кислота), удовлетворение суточной потребности в котором составляет 111 %. Однако по содержанию таких витаминов, как В₆, В₂, и В₁ шрот рапсовый превосходит жмых рапсовый на 65, 60 и 87,5 % соответственно.

Однако, обращает на себя внимание тот факт, что в жмыхе рапсовом содержится витамин Е (токоферол), который не был обнаружен в шроте рапсовом. Данный витамин мощный антиоксидант, то есть вещество, которое защищает клетки от разрушительного воздействия кислорода. При этом он эффективнее других антиоксидантов защищает ПНЖК и клеточные мембраны. Как антиоксидант витамин Е укрепляет иммунитет, защищает клетки организма от преждевременного старения, уменьшает воспаления, а также снижает риск развития болезней, связанных с окислительным стрессом, катаракты, артриты, опухоли, болезни Альцгеймера, гипертония и заболевания сосудов [16].

Таким образом, жмых и шрот рапсовые, произведенные из семян рапса белорусской селекции, являются источниками витаминов В₅, В₆, В₂, В₁, РР, холина, а жмых еще и витамина Е, что подтверждает перспективность его применения в качестве их источника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Жмых и шрот рапсовые, полученные из семян рапса белорусской селекции, являются источниками белка (36–38 %), пищевых волокон (12–14 %), минеральных веществ (6,6–6,8 %), богаты жиро- и водорастворимыми витаминами (5,1 %): ретинолом, рибофлавином, холином, биотином, а по содержанию кальция, фосфора, магния, меди и марганца превосходят соевый шрот. Ценно то, что эти продукты являются источниками незаменимых жирных кислот семейства омега-9 (олеиновая кислота), омега-6 (линолевая кислота) и омега-3 (линоленовая кислота), которые способствуют укреплению стенок сосудов и снижению уровня холестерина в крови.

Представленные результаты исследований позволяют сказать, что шрот и жмых рапсовые отечественного производства представляют собой богатый источник ценных питательных веществ, таких как белки, жиры, пищевые волокна и минеральные вещества. Белки шрота и жмыха рапсового являются полноценными, так как содержат все незаменимые аминокислоты. Высокое содержание пищевых волокон обеспечивает хорошее пищеварение. Содержание комплекса макро- и микроэлементов свидетельствует о высокой ценности растительного сырья, позволяющей удовлетворить физиологическую потребность организма человека.

Таким образом, применение шрота и жмыха рапсового позволит не только производить продукцию с улучшенной пищевой ценностью, тем самым расширить ассортимент выпускаемой продукции, но и более полно использовать сельскохозяйственное сырье и полезные вещества, находящиеся в нем, что на сегодняшний день является весьма актуальным.

Использование шрота и жмыха рапсового в производстве продуктов питания одновременно позволит заменить импортируемые белковые препараты из генномодифицированной сои, применяемые при производстве продуктов питания.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Усеня, Ю. С. Перспективы использования вторичных продуктов переработки масличных культур для обогащения пищевых концентратов / Ю. С. Усеня, М. И. Гарлинская, А. В. Садовская [и др.]. // РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь – 2020. – № 4, т. 89. – С. 28–35.
- 2 Пахомова, О. Н. Перспективность использования жмыхов и шротов масличных культур для повышения биологической ценности продуктов питания / О. Н. Пахомова // Альманах «Научные записки Орел ГИЭТ». – 2011. – № 1(4). С. 377–381.
- 3 Пахомова, О. Н. Разработка и использование функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового дис. ...канд. тех. наук / Пахомова О. Н. – Орел, 2014. – 162 с.
- 4 Тутельян, В. А. Научные основы здорового питания / В. А. Тутельян, А. И. Вялков, А. Н. Разумов [и др.]. – М.: Изд. дом «Панорама». – 2010. – 816 с.
- 5 Шульвинская, И. В. Композиционные белковые добавки из семян масличных и бахчевых растений / И. В. Шульвинская, О. А. Доля, О. В. Широкомядова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 40–42.
- 6 Бочкарев, М. С. Качество и потенциал пищевого использования жмыхов масличного сырья, перерабатываемого

- в Алтайском крае / М. С. Бочкарев, Е. Ю. Егорова // Ползуновский вестник. – 2015. – № 4. – С. 19–22.
- 7 Василенко, З. В., Характеристика химического состава жмыха из семян рапса сорта «Неман» белорусской селекции/ З. В. Василенко, В. И. Никулин, Т. В. Трофименко// Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 2(32). – С. 27–36.
- 8 Ермаков, А. И. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.]; под общ. ред. А. И. Ермакова. – Л., 1987. – С. 430.
- 9 О безопасности пищевой продукции: ТР ТС 021/2011: принят 09.12.2011: вступ. в силу 01.07.2013 (переиздание июнь 2020 г.) / Евраз. Экон. Комис. – Минск, 2020. – 148 с.
- 10 Пищевая продукция в части ее маркировки: ТР ТС 022/2011: принят 09.12.2011: вступ. в силу 01.07.2013 (переиздание январь 2019) / Евраз. Экон. Комис. – Минск, 2019. – 23 с.
- 11 Зверев, С. В. Балансировка пищевых композиций по профилю идеального белка в системе персонализированного питания / С. В. Зверев, В. И. Карпов // Товаровед продовольственных товаров. – 2021. – №1. – С.73–78.
- 12 Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».
- 13 Дегтярев, И. А. Белковые препараты из отходов переработки рапса: обзор современного состояния и перспектив развития существующих технологий / И. А. Дегтярев, И. А. Фоменко, А. А. Мижева [и др.] // Пищевые системы. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 159–170.
- 14 Щербаков, В. Г. Производство белковых продуктов из масличных семян / Щербаков В. Г., Иваницкий С. Б. // М.: Агропромиздат, 1987. – 152 с.
- 15 Трухман, С. В. Исследование жмыха из семян рапса в технологии производства мучных кондитерских изделий функционального назначения: дис. ...канд. сельскохозяйств. наук. Воронеж, 2010. – 150 с.
- 16 Донченко, Л. В. Безопасность пищевых продуктов [Текст] / Л. В. Донченко, В. Д. Надыкта. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 528 с.

Поступила в редакцию 12.01.2024 г.

ОБ АВТОРАХ:

Василенко Зоя Васильевна, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: vzv0003@rambler.ru.

Цед Елена Алексеевна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии пищевых производств, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: tselena@inbox.ru.

Кучерова Екатерина Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии продукции общественного питания и мясопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: katya.1485@mail.ru.

Трофименко Татьяна Владимировна, аспирант кафедры технологии продукции общественного питания и мясопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: trofimenkotati@yandex.by.

ABOUT AUTHORS:

Zoja V. Vasilenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Belarus, Honored Scientist of the Republic of Belarus, Head of the Department of the Technology of Food Processing and Meat Product, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: vzv0003@rambler.ru.

Elena A. Tsed, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of food production technologies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: tselena@inbox.ru.

Ekaterina N. Kucherova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of the Technology of Food Processing and Meat Product, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: katya.1485@mail.ru.

Tatsiana V. Trofimenko, postgraduate student of the Department of the Technology of Food Processing and Meat Product, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: trofimenkotati@yandex.by.