

Обзорная статья/Review article

УДК 636.22.084.13

DOI: 10.36718/1819-4036-2025-12-242-257

Арина Сергеевна Федотова¹*, Татьяна Юрьевна Савченко², Александр Алексеевич Жигарев³

^{1,2,3}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹krasfas@mail.ru

²tanya.savchenko.93@inbox.ru

³Zhigarev98@mail.ru

ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ МАСЛИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КОРМЛЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ, ПТИЦЫ И АКВАКУЛЬТУРЫ

Цель исследования – изучить эффективность применения побочных продуктов масличного производства в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и аквакультуры. Задачи: провести оценку питательности побочных продуктов масличного производства для использования в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и аквакультуры; установить влияние жмыхов масличных культур на их физиологические и продуктивные показатели. Проведен литературный обзор по оценке эффективности использования: рапсового жмыха в рационах коров и составе кормосмеси для карпа; подсолнечного жмыха в рационах бычков на откорме и дойных коров; сурепного жмыха в кормлении перепелов, цыплят бройлеров и лактирующих коров; льняного жмыха в рационах крупного рогатого скота и птицы; рыхикового жмыха в кормлении цыплят-бройлеров и лактирующих коров. Приведено содержание в жмыхах масличных культур питательных веществ, микро- и макроэлементов. Установлено, что в подсолнечном жмыхе высокое содержание сырой клетчатки, Си, безазотистых экстрактивных веществ, гемицеллюлозы, целлюлозы и лигнина. В рапсовом жмыхе достаточное количество Ca, Fe, Mn, в рыхиково-м наибольшее содержание сырого протеина, Zn и Mn. В льняном жмыхе достаточное содержание переваримого протеина, Fe и Zn. Сурепный жмых отличается высокой концентрацией P, Fe, Zn и Mn. Белок или протеин – основное сырье для сложного процесса молочного производства в организме коровы, чем выше генетически заложенные продуктивные качества животного, тем больше кормового белка должно поступать с рационом. Белок рациона является источником для синтеза молочного белка – казеина и сывороточных белков и обеспечения организма энергией, необходимой для поддержания гомеостаза организма и высокой продуктивности. Использование в кормлении крупного рогатого скота кормов с защищенным белком повышает молочную продуктивность животных, положительно влияет на гомеостаз и репродуктивную функцию коров, что увеличивает продолжительность хозяйственного использования животных.

Ключевые слова: защищенный белок, масляный жмых, корма, высокопродуктивные молочные коровы, кормовые добавки

Для цитирования: Федотова А.С., Савченко Т.Ю., Жигарев А.А. Побочные продукты масличного производства в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и аквакультуры // Вестник КрасГАУ. 2025. № 12. С. 242–257. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-12-242-257.

Финансирование: исследование и публикация статьи выполнены при финансовой поддержке КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» и предприятия ООО «Диалог-АгроПром-2» в ходе выполнения проекта № 20241022-08640 «Разработка технологии получения корма и кормовых добавок для молочного КРС из рапсового жмыха с защищенным белком».

Arina Sergeevna Fedotova¹✉, Tatyana Yuryevna Savchenko², Alexander Alekseevich Zhigarev³

^{1,2,3}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹krasfas@mail.ru

²tanya.savchenko.93@inbox.ru

³zhigarev98@mail.ru

BY-PRODUCTS OF OIL PRODUCTION IN FEEDING FARM ANIMALS, POULTRY AND AQUACULTURE

The purpose of the study: to study the effectiveness of the use of oilseed by-products in feeding farm animals, poultry and aquaculture. Objectives of the study: to assess the nutritional content of oilseed by-products for use in feeding farm animals, poultry and aquaculture. Establish the effect of oilseed cake on the physiological and productive indicators of farm animals, poultry and aquaculture. The paper presents the content of nutrients, micro, and macronutrients in oilseeds. Sunflower cake has been found to contain high levels of crude fiber, Cu, nitrogen-free extractives, hemicellulose, cellulose, and lignin. Rapeseed cake contains a sufficient amount of Ca, Fe, Mn, and rye cake has the highest content of crude protein, Zn, and Mn. Flaxseed cake has a sufficient content of digestible protein, Fe and Zn. Cranberry cake is characterized by a high concentration of P, Fe, Zn and Mn. Protein or protein is the main raw material for the complex process of dairy production in the cow's body. The higher the genetically determined productive qualities of the animal, the more feed protein must be supplied with the diet. The protein of the diet is a source for the synthesis of milk protein – casein and whey proteins, and provides the body with the energy necessary to maintain the body's homeostasis and high productivity. The use of protected protein feeds in cattle feeding increases the dairy productivity of animals, positively affects the homeostasis and reproductive function of cows, which increases the duration of economic use of animals. The article provides a literature review on the evaluation of the effectiveness of the use of: rapeseed oil cake in the diets of cows and the composition of feed mixtures for carp; sunflower oil cake in the diets of fattening steers and dairy cows; rapeseed oil cake in feeding quails, broiler chickens and lactating cows; flax oil cake in the diets of cattle and poultry; ginger cake in the feeding of broiler chickens and lactating cows.

Keywords:protected protein, oil cake, feed, high-yielding dairy cows, feed additives

For citation: Fedotova AS, Savchenko TYu, Zhigarev AA. By-products of oil production in feeding farm animals, poultry and aquaculture. *Bulletin of KSAU*. 2025;(12):242-257. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-12-242-257.

Funding: the research and publication of the article was carried out with the financial support of the Krasnoyarsk Regional Fund for the Support of Scientific and Scientific-Technical Activities and the enterprise Dialogue-Agro-2 LLC during the implementation of project № 20241022-08640 "Development of technology for producing feed and feed additives for milk cattle from rapeseed cake with protected protein".

Введение. Сильное влияние на масштабы производства молока и эффективное функционирование молочной отрасли оказывает продуктивность коров. Обычно в качестве источников протеина в Российской Федерации в фермерских и частных хозяйствах используются люцерна, горох, подсолнечный шрот и жмых, однако только 80–85 % белка из этих кормов распадается в рубце, не доходя до кишечника. При этом аммиак не успевает усвоиться рубцовой микрофлорой и по большей части остается бесполезным. Это приводит к неэффективному расходованию кормов при низком уровне надоев. Кроме того, при

всасывании в кровь аммиак может вызвать белковое отравление у коров.

Производство комбикормов на российском рынке достигло отметки 35 млн т за 2020 г. согласно официальным данным [1, 2]. Современное животноводство требует особого внимания к обеспечению полноценного белкового питания сельскохозяйственных животных. Протеин выступает основополагающим элементом питательных рационов для всех видов животных. Рациональное использование белковых компонентов в кормовых смесях значительно сокращает производственные издержки на единицу выпускаемой продукции, минимизирует затратную часть и су-

щественно увеличивает экономическую эффективность животноводческой отрасли.

Несбалансированность кормового состава выступает ключевым фактором, ограничивающим эффективное развитие животноводческой отрасли. Создание современных технологий производства легкоусвояемых комбикормов представляет первостепенную задачу для увеличения объемов животноводческой продукции, роста рентабельности и снижения импортозависимости. Специфическое строение пищеварительной системы крупного рогатого скота и механизмы усвоения белковых компонентов определяют необходимость разработки комбикормов с защищенным протеином. Максимальная продуктивность и поддержание здоровья животных достигаются путем повышения доли защищенного протеина в общем объеме сырого белка [3–5].

Цель исследования – изучение эффективности применения побочных продуктов масличного производства в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и аквакультуры.

Задачи: провести оценку питательности побочных продуктов масличного производства для использования в кормлении сельскохозяйственных животных, птицы и аквакультуры; установить влияние жмыхов масличных культур на физиологические и продуктивные показатели сельскохозяйственных животных, птицы и аквакультуры.

Исследование проведено в 2025 г. в Институте прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины, научно-исследовательском информационном центре ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

Результаты и их обсуждение. Защищенный белок характеризуется устойчивостью к ферментативному расщеплению микроорганизмами, сохраняя целостность молекулярной структуры без разложения на аммиак и углеродные компоненты. Современные научные разработки сосредоточены на создании отечественных технологий производства белковых концентратов из побочных продуктов масличных культур. Масложировая промышленность производит разнообразные жмыхи и шроты, включая продукты переработки подсолнечника, льна, хлопка, арахиса, конопли, кунжути, кориандра, рапса, сурепицы и клещевины. Перспективные разработки кормовых добавок на основе данного сырья становятся эффективной заменой соевым компонентам при производстве комбикормов [6–9].

В результате оценки химического состава жмыхов масличных культур выявлено, что рыжиковый жмых превосходит по содержанию сырого протеина над подсолнечным аналогом на 28,3 г/кг, рапсовым – на 20,5, сурепным – на 26,3 г/кг, льняным – на 0,7 г/кг (рис. 1).

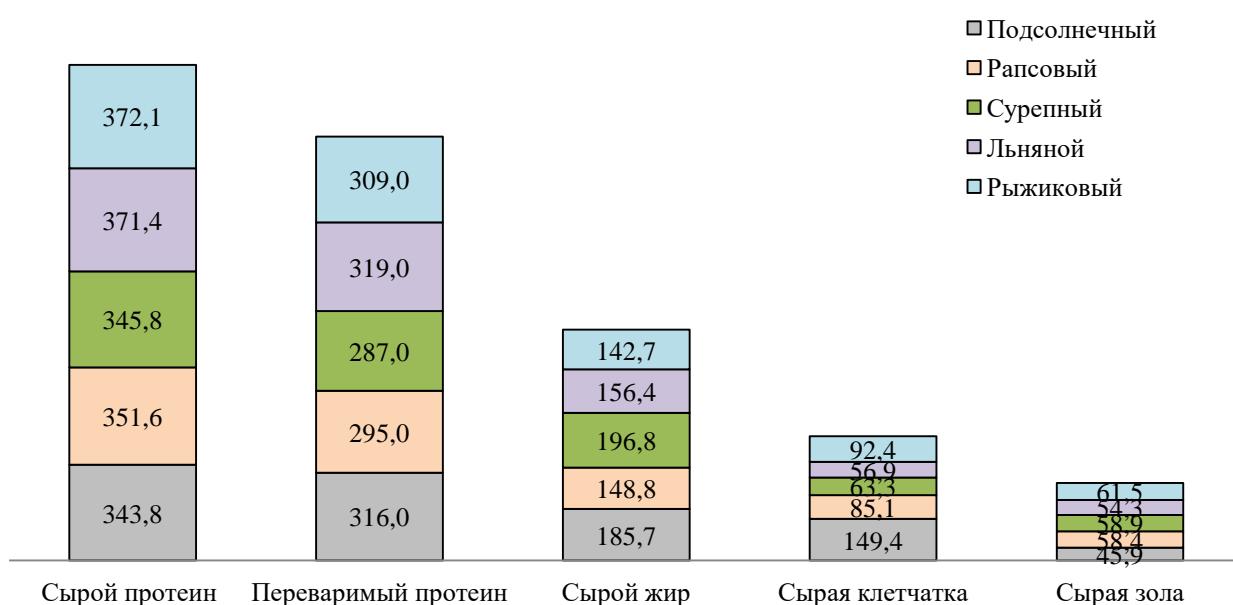
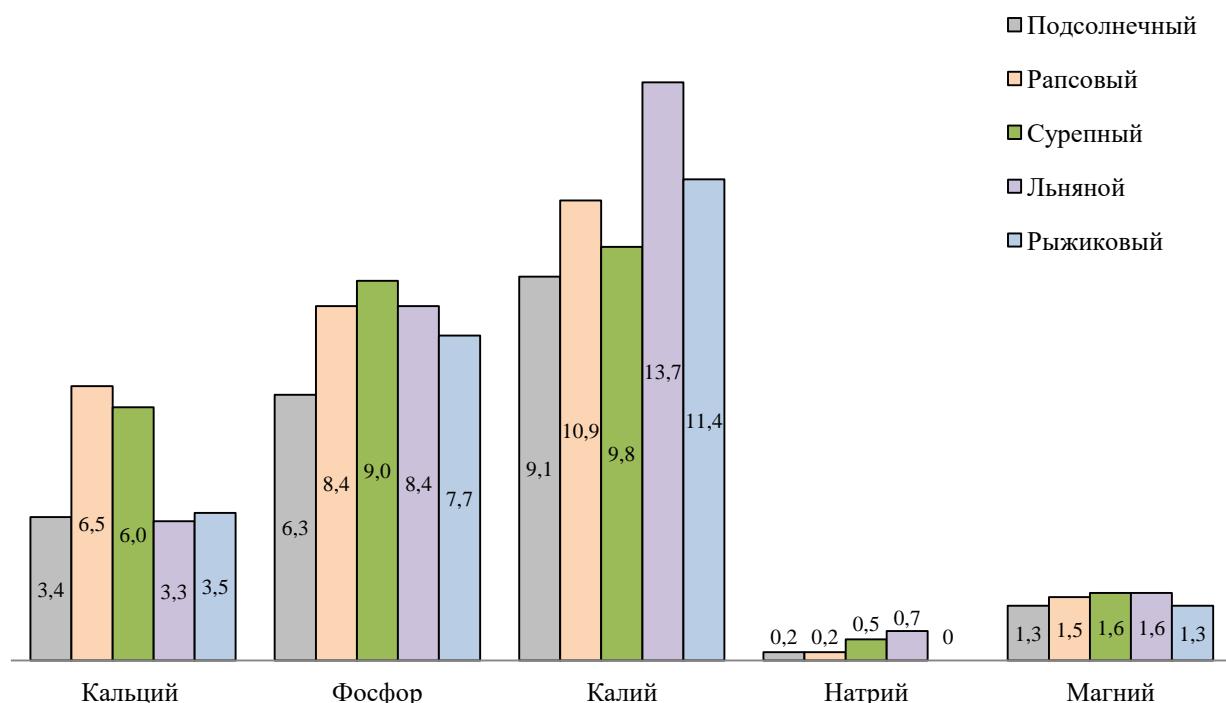


Рис. 1. Химический состав жмыхов масличных культур, г/кг

Chemical composition of oilseed meal, g/kg

Лабораторные исследования показали максимальную концентрацию переваримого протеина в льняном жмыхе (319 г/кг), минимальный показатель зафиксирован в сурепном жмыхе – 287 г/кг. Подсолнечный жмых характеризуется наивысшим уровнем сырой клетчатки – 149,4 г/кг, льняной и сурепный жмыхи содержат меньше данного компонента – 56,9 и 63,3 г/кг соответственно.

Минеральный анализ жмыхов масличных культур выявил максимальные показатели кальция (Ca) в образцах рапсового жмыха, превосходящие аналогичные значения сурепного жмыха на 0,5 г/кг, подсолнечного – на 3,1, льняного – на 3,2, рыжикового – на 3,0 г/кг (рис. 2).



*Рис. 2. Содержание макроэлементов жмыхов масленичных культур, г/кг
Macronutrient content of oilseed meal, g/kg*

Среди исследованных масличных жмыхов максимальная концентрация фосфора (P) зафиксирована в продуктах переработки сурепицы, достигающая 9 г/кг сухого вещества. Жмыхи рапса и льна характеризуются равным содержанием P на уровне 8,4 г/кг, тогда как побочные продукты переработки подсолнечника отличаются минимальным показателем в 6,3 г/кг.

Анализ содержания калия (K) в различных видах жмыхов выявил максимальную концентрацию в продукте переработки семян льна, достигающую 13,7 г/кг. Сравнительная оценка показала превышение данного показателя над аналогичными значениями рыжикового жмыха на 2,3 г/кг, рапсового – на 2,8, сурепного – на 3,9, подсолнечного – на 4,6 г/кг.

Исследования показали равнозначные диапазоны концентраций натрия (Na) и магния (Mg)

среди анализируемых образцов жмыхов, что согласуется с результатами предыдущих работ [6, 7].

Анализ распределения микроэлементов в жмыхах различных масличных культур выявил значительные вариации. Минимальная концентрация железа (Fe) обнаружена в жмыхе подсолнечника, составляющая 84,9 мг/кг сухого вещества. Жмыхи рапса и сурепицы характеризуются повышенным содержанием Fe, превосходящим показатели подсолнечного жмыха на 56,1–69,0 %. Максимальные уровни Fe зафиксированы в льняном жмыхе, превышающие подсолнечный в 2,2 раза, а также в рыжиковом жмыхе, где концентрация выше в 3,9 раза относительно подсолнечного.

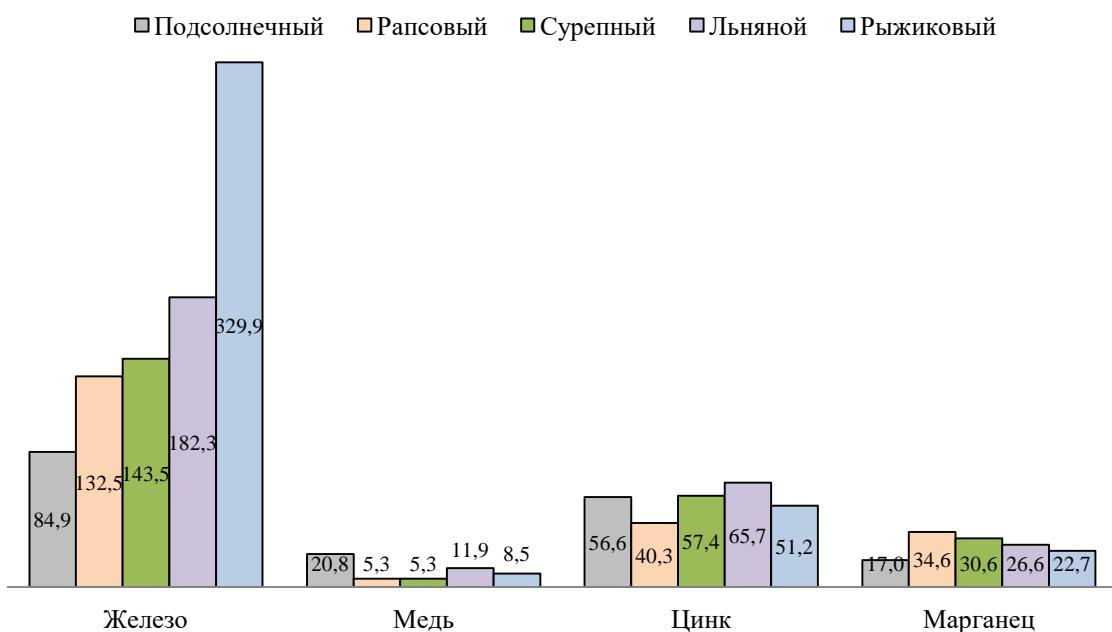


Рис. 3. Содержание микроэлементов жмыхов масленичных культур, г/кг
Microelement content of oilseed meal, g/kg

Содержание микроэлементов в масличных жмыхах варьируется существенным образом. Максимальное количество меди (Cu) обнаружено в подсолнечном жмыхе, а концентрация цинка (Zn) преобладает в жмыхах из семян сурепицы, льна и рыжика. Масличные жмыхи рапса, сурепицы, льна и рыжика демонстрируют значительно повышенное содержание марганца (Mn), превышающее показатели подсолнечного жмы-

ха в полтора-два раза согласно исследованиям отечественных ученых [10–15].

Жмыхи имеют высокий уровень содержания различных форм углеводов (рис. 4). Максимальное накопление целлюлозы и лигнина обнаружено в жмыхе подсолнечника, обусловившее повышение кислотно-детергентной клетчатки до 23,9 % от сухой массы.

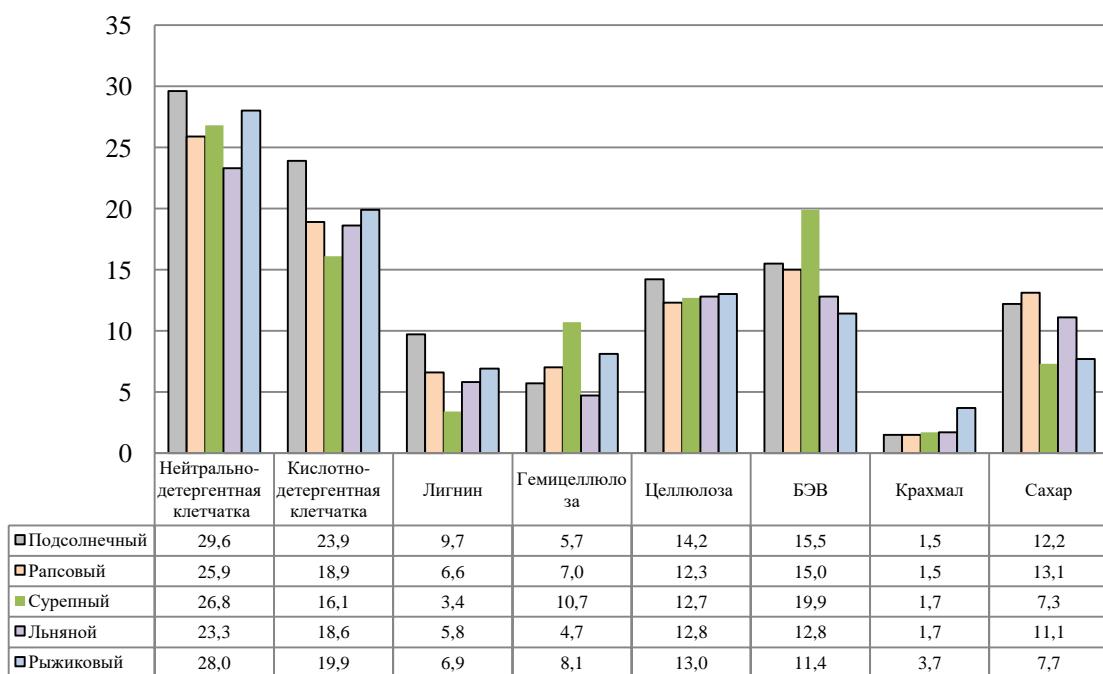


Рис. 4. Состав различных форм углеводов в жмыхах масличных культур, %
Composition of various forms of carbohydrates in oilseed cakes, %

Жмыхи рапса, сурепки, рыжика и льна характеризуются равным содержанием целлюлозы, варьирующим от 12,3 до 13,0 %. Лигнин, устойчивый к ферментации микроорганизмами компонент, присутствует в жмыхах в диапазоне 3,4–6,9 %. Сурепный жмых демонстрирует превосходство по содержанию безазотистых экстрактивных веществ и гемицеллюлозы, превышая показатели других жмыхов на 4,4–8,5 и 2,6–6,0 % соответственно. Концентрация нейтрально-дeterгентной и кислотно-deterгентной клетчатки определяется совокупным присутствием гемицеллюлозы, целлюлозы и лигнина.

Содержание нейтрально-deterгентной клетчатки в жмыхах подсолнечника, льна, рапса, сурепицы и рыжика находится в диапазоне 23,3–29,6 %, а кислотно-deterгентной клетчатки составляет 16,1–23,9 % [16–18]. Биологическая и пищевая ценность масличных жмыхов определяет их значимость как перспективного компонента для производства продуктов питания.

Таким образом, в результате лабораторной оценки масличных жмыхов, проведенных в Институте прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины, в научно-исследовательском информационном центре Красноярского государственного аграрного университета, можно констатировать, что в подсолнечном жмыхе высокое содержание сырой клетчатки, Си, безазотистых экстрактивных веществ, гемицеллюлозы, целлюлозы и лигнина. В рапсовом жмыхе содержится достаточное количество Ca, Fe, Mn. В рыжиковом жмыхе наибольшее содержание сырого протеина, Zn и Mn. В льняном жмыхе достаточное содержание переваримого протеина, Fe и Zn. Сурепный жмых отличается высокой концентрацией P, Fe, Zn и Mn.

Красноярский край представляет собой масштабный аграрный регион России с многоуровневой территориальной организацией, где муниципальные образования существенно различаются по доступности природных богатств, степени индустриализации и развитию агропромышленного комплекса. Производство молока занимает ведущую позицию среди аграрных направлений региона. Активное развитие масложировой промышленности края привело к созданию трех масштабных предприятий и десяти небольших производств по переработке масличных культур, при этом актуальным вопросом остается утилизация рапсового жмыха

как побочного продукта. Местные маслоэкстракционные заводы и комбикормовые предприятия испытывают дефицит технологических решений по эффективному использованию вторичных продуктов маслопереработки [19–21].

Применение инновационных методов переработки рапсового жмыха позволяет создавать высокоэффективные отечественные кормовые добавки, превосходящие соевый шрот по лактогенным свойствам, что открывает перспективы достижения передовыми животноводческими комплексами Енисейской Сибири международных показателей молочной продуктивности крупного рогатого скота [22, 23].

Рапсовый жмых отличается от экстракционного шрота повышенным содержанием жира при сниженном уровне кормового белка, сохраняя высокую энергетическую и белковую питательность. Сбалансированность зерновых комбикормов по белку достигается добавлением одной тонны рапсового жмыха или шрота на восемь тонн смеси. Питательная ценность рапсовых продуктов переработки соответствует соевым аналогам, превосходя подсолнечные компоненты. Килограмм рапсового жмыха включает 1,1–1,2 кормовых единиц, 12–14 МДж обменной энергии, 290–320 г переваримого протеина, 200–300 г сырого жира, а шрот характеризуется показателями 1,0–1,1; 11–12; 320–340 и 20–50 соответственно [24–26].

В институте животноводства НАН Республики Беларусь проведен физиологический эксперимент по оценке действенности включения рапсового жмыха новых сортов, подвергнутого обработке уксусной кислотой, в кормовые рационы молодых особей крупного рогатого скота. Лабораторная подготовка включала создание четырех вариантов рапсового жмыха – контрольного образца без обработки, модифицированного 20 %-й уксусной кислотой в количестве 1,5 %, необработанного с внесением 3 % карбамида, обработанного уксусной кислотой с добавкой 3 % карбамида. Экспериментальная база состояла из четырех групп бычков черно-пестрой породы ($n = 3$) в возрасте 13–14 мес., масса каждой особи варьировалась от 250 до 260 кг. Экспериментальные данные свидетельствуют о вариативности протеолиза жмыха при различных условиях инкубации, определяемой концентрацией уксусной кислоты и карбамида в субстрате. Анализ образцов через 4, 6 и 24 ч

выявил существенное снижение степени расщепления белка в рапсовом жмыхе после обработки уксусной кислотой. Включение карбамида в необработанный рапсовый жмых демонстрировало повышенную протеолитическую активность по сравнению с модифицированными образцами. Применение уксусной кислоты при обработке рапсового жмыха значительно улучшает показатели усвоемости сухого вещества, демонстрируя прирост эффективности от 10,0 до 10,2 % согласно исследованиям Н.В. Кириенко и соавт. [27].

Опыт использования рапсового жмыха в кормлении карпа провели в 2024 г. во Всероссийском научно-исследовательском институте интегрированного рыбоводства (ВНИИР). Цель – изучение влияния корма с использованием рапсового жмыха на темпы роста карпа с разным типом чешуйчатого покрова (породы Чувашский чешуйчатый, Анишский зеркальный). В конце периода выращивания зафиксировали увеличение живой массы в опытных группах на 3,6 и 1,2 % соответственно, а также увеличение валового и среднесуточного прироста в опытных группах на 3,8 и 3,6 % [28].

Эксперименты на молочных коровах красно- степной породы в условиях северного Казахстана продемонстрировали положительное влияние сбалансированного питания с добавлением рапсового жмыха в рацион, обеспечив прирост надоев молока в размере 252 кг с одной особи за период наблюдения длительностью 180 сут [29].

Подсолнечный жмых, образующийся при производстве масла из семян подсолнечника, состоит из измельченных остатков семенных ядер после извлечения масличной фракции. Производство жмыха осуществляется согласно установленным государственным стандартам, определяющим основные характеристики готового продукта. Содержащиеся в составе жмыха протеин и клетчатка способствуют улучшению пищеварительных процессов организма. Подсолнечный жмых содержит значительную долю масла – от 7 до 10 %, характеризуется высокой энергетической ценностью. Животноводческие предприятия активно включают данный продукт в кормовые рационы сельскохозяйственных животных и птиц, учитывая его питательные свойства [30].

Подсолнечный жмых представляет значительную кормовую ценность для производства комбинированных кормов животного происхож-

дения. Качественные характеристики конечных продуктов определяются концентрацией липидных компонентов, достигающей 15 %, содержанием протеиновых соединений, составляющим до 38 %. Масляная фракция жмыха подсолнечника демонстрирует превосходные технологические параметры. Присутствие натуральных фосфолипидных комплексов обеспечивает повышенную устойчивость к окислительным процессам по сравнению с традиционными кормовыми маслами. Производство подсолнечного жмыха осуществляется в нескольких вариантах консистенции: гранулированной, прессованной или рассыпчатой форме. Питательная ценность одного килограмма продукта включает 1,04 кормовые единицы, протеиновую составляющую до 35 % и клетчатку в объеме 18 %. Включение подсолнечного жмыха в рацион сельскохозяйственных животных способствует ускорению роста молодых особей, балансирует метаболические процессы организма, минимизирует вероятность возникновения болезней и летальных исходов. Применение продукта положительно влияет на воспроизводительную способность поголовья и значительно улучшает показатели яйценоскости птицы [31–33].

Исследования, проведенные Н.И. Ковзаловым, продемонстрировали благоприятное воздействие 20 %-го содержания подсолнечного жмыха в составе комбикорма на физиологические показатели откармливаемых бычков. Значительные улучшения наблюдались в усвоении азота, минеральном обмене, гематологических параметрах, продуктивности мясного направления и качественных характеристиках мяса. Масса животных к пятнадцатимесячному возрасту превысила контрольные значения на 18,1 кг. Ежедневный прирост массы достиг 1 136 г, пре- восходя контрольную группу на 11,3 % [34].

Рационы кормления дойных коров, разработанные А.А. Курдогляном, Ю.А. Кармацким и Н.М. Костомахиным, включают объемистые корма с добавлением подсолнечного жмыха и нестандартных семян подсолнечника. Практическое применение разработанных рационов с подсолнечным жмыхом в начальной фазе лактации обеспечивает полноценное питание животных согласно нормативным требованиям, одновременно увеличивая надои молока. Коровы экспериментальных групп, потреблявшие жировые добавки, продемонстрировали улуч-

шенную усвояемость сырого жира, протеина и клетчатки по сравнению с контрольной группой, что обеспечило дополнительный энергетический ресурс для роста молочной продуктивности. Результаты многолетних экспериментальных исследований относительно включения подсолнечного шрота в рационы различных сельскохозяйственных животных свидетельствуют о перспективности его применения для кормления жвачных животных, что подтверждается научными данными [35].

Сурепный жмых представляет собой ценный кормовой продукт с высоким содержанием энергетических компонентов и протеина. Анализ питательной ценности демонстрирует превосходство протеинового состава над злаковыми культурами, а также наличие существенного количества незаменимых и заменимых аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов. Экономическая эффективность использования сурепного жмыха обусловлена его низкой стоимостью относительно альтернативных растительных белковых кормов, позволяя оптимизировать затраты на кормление. Научно-практическая значимость исследований применения сурепного жмыха из семян современных сортов в кормлении перепелов подтверждается экспериментальными данными [36–38].

Проведенные исследования показали положительное воздействие кормосмесей с включением сурепного жмыха из семян сибирской селекции на продуктивные характеристики и физиологические параметры бройлеров кросса Сибиряк 2. Замещение части соевого шрота жмыхом сурепицы местной селекции в рационе цыплят-бройлеров сохраняет нормальный минеральный и витаминный баланс организма, не снижает зоотехнические показатели, одновременно увеличивая экономическую эффективность мясного производства на 2,1–4,0; 0–2,5 % [39].

В научно-хозяйственном опыте, проведенном на лактирующих коровах, где у коров опытной группы в концентратной смеси горох был заменен на сурепный жмых, была изучена переваримость питательных веществ рациона, обмен энергии и молочная продуктивность. Как показали исследования, практически все питательные вещества достоверно лучше переваривались животными опытной группы. Энергии в молоке больше выделено коровами опытной группы на 6,29 МДж. От коров опытной группы за

100 и 305 сут лактации получено молока на 6,27 и 7,06 % соответственно больше, чем от контрольных сверстниц. Биохимические показатели крови были в пределах физиологической нормы у животных обеих групп. Таким образом, замена гороха на сурепный жмых в концентратной смеси не оказала отрицательного влияния на обменные процессы и способствовала повышению молочной продуктивности коров [40].

Семена льна представляют собой уникальный природный комплекс биологически активных компонентов, эффективность которых подтверждена многолетними исследованиями и клинической практикой. Биохимический состав льняных семян включает высококачественные белковые соединения с оптимальным набором аминокислот, значительное количество омега-3 жирных кислот, преимущественно линоленового типа, а также разнообразные пищевые волокна. Современная промышленность преимущественно направляет семена льна на производство масла. Льняные семена и получаемый после отжима жмых демонстрируют различные функциональные и технологические характеристики. Вторичное сырье масложировой промышленности включает льняной жмых, образующийся при извлечении масла из семян льна методом холодного прессования на шнековых установках. Продукт содержит сбалансированный комплекс питательных компонентов, среди которых высококачественные протеины, биодоступные сахара, жиры, витаминные соединения и минералы. Сырье проходит предварительную обработку и тщательную очистку перед отжимом, что обеспечивает максимальное сохранение биологически активных веществ в конечном продукте [41–43].

Льняной жмых, введенный в рацион молодняка жвачных животных в возрасте от одного до четырех месяцев, способствует активному формированию микробиома преджелудков. Комби-корма-стартеры, содержащие 5–7 % льняного жмыха, уменьшают вероятность возникновения диареи у телят и ускоряют адаптацию желудочно-кишечного тракта к растительным кормам. При скармливании в составе измельченного зерна или готовых комбикормов льняной жмых эффективен для телят в первые полгода жизни. Молочная продуктивность коров существенно возрастает при включении 10–15 % льняного жмыха в комбикорма. Максимальную пользу жмыха приносит коровам в транзитный период, обеспечивая

организм необходимым белком, энергией и улучшая пищеварительные процессы в рубце. Практические исследования демонстрируют увеличение суточных удоев на полкилограмма-килограмм при замещении подсолнечного жмыха льняным [44–47].

Экспериментальные исследования Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства продемонстрировали возможность включения льняного жмыха в кормовой рацион бройлеров с ростового периода в количестве до 15 % массовой доли комбикорма при сохранении продуктивных показателей и экономической рентабельности. Обогащение мяса птицы омега-3 жирными кислотами за счет льняного жмыха способствует улучшению органолептических и диетических характеристик продукта [48].

Добавление льняного жмыха в комбикорм для сельскохозяйственной птицы различных видов оказывает положительное воздействие на репродуктивную функцию. Племенные куры-несушки, петухи, индюки, гусаки и селезни, получающие семь–десять процентов льняного жмыха от массы комбикорма, демонстрируют значительное улучшение показателей оплодотворяемости яиц, их выводимости и качественных характеристик спермы самцов [49–51].

Рыжик представляет собой ценное масличное растение, принадлежащее к обширному семейству крестоцветных культур. Агрономическая пластичность рыжика позволяет успешно культивировать его при различных климатических условиях, включая засушливые периоды и низкие температуры. Возрастающая востребованность рыжикового масла, а также продуктов переработки семян, шрота и муки обусловила расширение посевных площадей под данную культуру [52, 53]. Масличная культура рыжик обладает значительной питательной ценностью, приближенной к показателям традиционных кормов для лактирующих коров. Присутствие антипитательных компонентов накладывает существенные ограничения на применение рыжика в кормовых рационах животноводства. Специфической особенностью рыжика среди масличных растений выступает наличие таких антипитательных веществ, как глюкозинолаты, эруковая кислота, синапин и танины. Повышенная концентрация семян рыжика и продуктов их переработки в рационе вызывает появление

горчи, сокращая поедаемость корма, продуктивность и качественные характеристики молока. Минимизация содержания антипитательных веществ достигается посредством экстракции растворителями, ферментативной обработки, термического воздействия и методов генетической модификации [52–55].

Исследования во ВНИТИП. В 2019 г. опыты проводились в условиях вивария филиала СГЦ «Загорское ЭПХ» на цыплятах-бройлерах кросса Росс 308 с суточного до 35-дневного возраста. Результаты показали возможность частичной замены соевого шрота рыжиковым жмыхом в составе полнорационного комбикорма для цыплят-бройлеров в количестве до 12 % от массы комбикорма. Оптимальная доза рыжикового жмыха для всего периода откорма цыплят-бройлеров – 6 % от массы комбикорма [56].

Исследования Волгоградского ГАУ. В 2020 г. ученые сформировали две группы по 50 суточных цыплят кросса Росс 308. Продолжительность опыта – 42 дня. Результаты показали, что в 42 дня бройлеры опытной группы превосходили сверстников контрольной по общему приросту живой массы на 5,9 %, по среднесуточному приросту – на 6,1 %.

Исследования Сибирского НИИ птицеводства в опыте на четырех группах цыплят-бройлеров (контрольная и три опытных) по 100 голов в каждой. Ввод рыжикового жмыха до 20 % в комбикорма цыплят-бройлеров на протяжении всего периода выращивания позволил частично или полностью исключить соевый шрот и снизить содержание полножирной сои в опытных рационах на 3,0 %, растительного масла – на 1,5 % [57].

Исследования на базе Сибирского НИИ птицеводства. Опыты проводились на четырех группах цыплят-бройлеров с 1- до 42-суточного возраста, в каждой группе находилось по 100 гол. Рыжиковый жмых вводили взамен другого традиционного протеинового корма: 1-й опытной группе – 12,5 %, 2-й – 15 % и 3-й опытной группе – 20 % жмыха с сохранением общей энергетической и протеиновой питательности комбикормов. Установлено, что в мышцах цыплят-бройлеров опытных групп содержание белка было больше на 0,06–0,73 абс., жира – на 0,03–0,57 абс., энергетическая питательность – выше на 0,03–0,29 МДж/кг [58].

Заключение. В результате работы установлено различное содержание в жмыхах маслич-

ных культур питательных веществ, микро-, макроэлементов. Так, в подсолнечном жмыхе выявлено высокое содержание сырой клетчатки, меди, безазотистых экстрактивных веществ, гемицеллюлозы, целлюлозы и лигнина. В рапсовом жмыхе содержится достаточное количество кальция, железа и марганца. В рыжиковом жмыхе наибольшее содержание сырого протеина, цинка и марганца. В льняном жмыхе достаточное содержание переваримого протеина, калия, железа и цинка. Сурепный жмых отличается высокой концентрацией фосфора, железа, цинка и марганца.

Установлена питательная ценность рапсового жмыха, показана эффективность включения его в рационы коров красно- степной породы и состав кормосмеси для карпа в условиях аквакультуры. Подсолнечный жмых способствует ускорению роста молодняка животных, балансирует метаболические процессы организма, минимизирует вероятность возникновения соматических заболеваний, положительно влияет на воспроизводительную способность и увеличивает яйценоскость птицы. Показана эфек-

тивность подсолнечного жмыха при включении в рационы бычков на откорме, дойных коров. Приведена научно-практическая значимость использования сурепного жмыха в кормлении перепелов, цыплят-бройлеров и лактирующих коров. Установлена эффективность введения льняного жмыха в рационы крупного рогатого скота: телят 1–4-месячного возраста, лактирующих молочных коров; рационы бройлеров ростового периода, племенных кур-несушек, петухов, индюков, гусаков и селезней. Показана питательная ценность и опыт применения рыжикового жмыха в кормлении цыплят-бройлеров, лактирующих коров.

Жмыхи масличных культур и продукты его преработки могут рассматриваться как альтернатива дорогостоящим концентрированным кормам животного происхождения. Это связано прежде всего с относительно невысокой ценой на рапсовые продукты и одновременно с высокой концентрацией в них обменной энергии, незаменимых аминокислот и полиненасыщенных жирных кислот.

Список источников

1. Кулистикова Т. Лидеры росли наравне с рынком. Топ-25 крупнейших производителей выпустили 61 % комбикормов в стране // АгроИнвестор. 2024. № 4. С. 68.
2. Жиенбаева С.Т., Ермуканова А.М. Разработка технологии комбикормов для бройлеров с использованием побочных продуктов масличных культур // Вестник Алматинского технологического университета. 2022. № 1 (135). С. 42–49. DOI: 10.48184/2304-568X-2022-1-42-49. EDN: CWASCV.
3. Шпаков А.С., ред. Адаптивное кормопроизводство: проблемы и решения. М.: Росинформагротех, 2002. 524 с.
4. Карпачев В.В. Перспективы производства и использования рапса на фуражные цели. В сб.: Научно-производственная конференция «Научное обеспечение производства зерна в России». Зеленоград: Книга, 2004. С. 166–176.
5. Афанасьев К.А. Несбалансированное кормление как причина нарушения минерального обмена у коров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (150). С. 110–116. EDN: YJGSWF.
6. Лисицын А.Н., Григорьева В.Н., Лишаева Л.Н. Перспективы развития масложировой отрасли // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института жиров. 2018. № 1. С. 5–10. DOI: 10.25812/VNIIG.2018.2018.19644. EDN: YLZKIP.
7. Бердиев А.Х., Фармонов Ж.Б., Расулов Х.К. Эффективность переработки маслосодержащего сырья: проблемы и пути их решения // Вестник науки и образования. 2020. № 13–3 (91). С. 6–12. EDN: SRNRLY.
8. Артемов И.В., Карпачев В.В. Рапс – масличная и кормовая культура. Липецк, 2005. 143 с.
9. Гареев Р.Г. Рапс – культура высокого экономического потенциала. Казань: Дом печати, 1996. 231 с.

10. Харитонов Е.Л. Сравнительные исследования использования соевого шрота и жмыха в рационах лактирующих коров в эквивалентных количествах по обменному протеину // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 2. С. 17–20. EDN: XMGYFF.
11. Рэчилэ М.Н., Шацких Е.В., Маслюк А.Н., и др. Эффективность введения рапсового жмыха в рационы коров // Молодежь и наука. 2016. № 5. С. 80. EDN: LMEQYH.
12. Раджабов Ф.М., Шамсов Э.С., Каримзода М.Т., и др. Влияние использования разных жмыхов в комбикормах в кормлении лактирующих коров // Аграрный вестник Приморья. 2020. № 1 (17). С. 31–36. EDN: MQKKHL.
13. Николаев С.И., Карапетян А.К., Чехранова С.В., и др. Сравнительный анализ химического состава продуктов переработки семян масличных культур // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского ГАУ. 2016. № 118 (04). С. 1293–1303.
14. Карпачев В.В., Артемов И.В., Слукин А.С., и др. Рекомендации по использованию рапсовых кормов в животноводстве и птицеводстве. Липецк, 2009. 46 с.
15. Марченков Ф. Шроты и жмыхи в рационе сельскохозяйственных животных и птиц. Доступно по: <http://biochem.net.ru/publ.php?D=34&cmd=33&file=Publikac&view=1&id=5>. Ссылка активна на 19.09.2025.
16. Жмыхи и шроты в рационах домашних животных. Доступно по: http://revolution.allbest.ru/agriculture/00235330_0.html. Ссылка активна на 12.10.2025.
17. Иванова Г.В., Никулина Е.О. Использование БАД в производстве пищевых 134 продуктов функционального назначения // Известия вузов. Пищевая технология. 2006. № 2-3. С. 52–53. EDN: KVZML.
18. Прокурня М.А., Бурлакова Л.В., Лошкомайншов И.А. Биологические свойства пищевых волокон, полученных из жмыхов масличных культур сибирской коллекции // Аграрный вестник Урала. 2008. № 4. С. 48–50. EDN: IJXCCF.
19. Иванов Е.А., Терещенко В.А., Иванова О.В. Природные кормовые добавки в кормлении лактирующих коров // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 6. С. 38–42. EDN: JZGMCZ.
20. Лисицын А.Н., Григорьева В.Н., Лишаева Л.Н. Перспективы развития масложировой отрасли // Вестник ВНИИ жиров. 2018. № 1. С. 5–10. DOI: 10.25812/VNIIG.2018.2018.19644. EDN: YLZKIP.
21. Белкофф – защищенный белок в рационе КРС. Доступно по: <http://viktoriy.ru/page0531012011>. Ссылка активна на 25.11.2025.
22. Романенко Л.В., Волгин В.И., Прохоренко П.Н., и др. Методы контроля кормления коров с высокой продуктивностью адаптивными рационами // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 1. С. 23–27. EDN: XXIAQJ.
23. Швагер О.В. Влияние натуральных кормовых добавок на товарные и санитарные показатели коровьего молока // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 228–230. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-228-230. EDN: UPCFHN.
24. Типсина Н.Н., Цугленок Н.В. Использование в продуктах питания добавок, содержащих пищевые волокна // Вестник КрасГАУ. 2006. № 11. С. 245–246. EDN: JVWPWH.
25. Федотов В.А., Гончаров С.А., Савенков В.П. Рапс России. М.: Агролига России, 2008. 336 с. EDN: QKZKCV.
26. Рензяева Т.В. Функциональные свойства белковых продуктов из жмыхов рапса и рижика // Техника и технология пищевых производств. 2009. Т. 15, № 4. Доступно по: https://fptt.ru/upload/journals/fptt/2009_15_4/7.pdf. Ссылка активна на 15.03.2025.
27. Киреенко Н.В. Расщепляемость протеина и переваримость сухого вещества рапсового жмыха у бычков // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. 2004. № 1. С. 42–46.
28. Китаев И.А., Мамонова А.С., Шишанов Г.А., и др. Опыт использования рапсового жмыха в кормлении карпа. М.: ВНИИР, 2024.
29. Рамазанов А.У., Айтжанов Е.С., Мукушев Т.К. Эффективность применения рапсового жмыха в качестве энерго-протеиновой добавки в кормлении молочного скота на севере Казахстана // Сельское, лесное и водное хозяйство. 2013. № 7. С. 3. EDN: RBHXSX.

30. Безверхая Н.С., Ильчишина Н.В. Влияние ферментативной модификации белкового изолята из подсолнечного жмыха на качество мучных кондитерских изделий // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2011. № 4 (322). С. 46–47. EDN: OCRFGZ.
31. Шагинова Л.О., Забодалова Л.А., Доморощенко М.Л., и др. Исследование содержания белковых и фенольных соединений в подсолнечных дисперсиях при комплексной переработке жмыха // Актуальная биотехнология. 2022. № 1. С. 152–155. EDN: KPTZUJ.
32. Припоров И.Е. Исследование технологического процесса прессования семян подсолнечника с получением жмыха // Труды КубГАУ. 2017. № 69. С. 342–346. DOI: 10.21515/1999-1703-69-342-346. EDN: YPJLZW.
33. Припоров И.Е., Курасов В.С. Технологии приготовления белкового корма из семян подсолнечника в виде жмыха. В сб.: IX Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция, посвященная 90-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РФ, д-ра техн. наук, проф. Х.У Бугова «Энергосбережение и энергоэффективность: проблемы и решения». Оренбург, 2020. С. 135–138. EDN: RYUHQI.
34. Ковзалов Н.И. Влияние отдельных биологически активных веществ и нетрадиционных кормов на использование питательных веществ рационов и мясную продуктивность крупного рогатого скота. Оренбург; Волгоград: Перемена, 2000. 414 с.
35. Курдоглян А.А., Кармацких Ю.А., Костомахин Н.М. Эффективность использования подсолнечного жмыха и нестандартных семян подсолнечника при раздое коров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2019. № 7. С. 23–37. EDN: JYOMZN.
36. Гольцов А.А., Ковальчук А.М., Абрамов В.Ф., и др. Рапс, сурепица. М.: Колос, 1983. 192 с.
37. Зверкова З.Н. Практическое применение жмыха из сурепицы в рационах птицы // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. 2022. № 27 (75). С. 158–162. DOI: 10.33814/МАК-2022-27-75-158-162. EDN: YEYMPY.
38. Шмаков П.Ф., Амиранашвили Е.И. Сурепный жмых при выращивании цыплят-бройлеров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2012. № 7. С. 40–50. EDN: QAAQHZ.
39. Шмаков П.Ф., Амиранашвили Е.И., Мальцев А.Б., и др. Эффективность использования сурепного жмыха, полученного из семян сибирской селекции, в составе кормосмесей для цыплят-бройлеров // Вестник ОмГАУ. 2011. № 1. С. 4–8.
40. Ярмоц Л.П., Ярмоц Г.А., Беленькая А.Е. Переваримость питательных веществ и молочная продуктивность коров при использовании концентратной смеси с включением сурепного жмыха // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2020. № 7. С. 488–530. DOI: 10.33920/sel-05-2007-05. EDN: MTROSCQ.
41. Курдюков Е.Е., Семенова Е.Ф., Гаврилова Н.А., и др. Особенности химического состава льна семян // Вестник Пензенского государственного университета. 2019. № 4. С. 81–84. EDN: WIHTCV.
42. Истранина Ж.А. Откорм молодняка крупного рогатого скота с использованием жмыха льна масличного // Зоотехническая наука Беларуси. 2021. Т. 56, № 1. С. 183–194. EDN: VYDOKW.
43. Истранина Ж.А. Эффективность скармливания жмыха из льна масличного и долгунца в первом периоде выращивания телят // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины». 2019. Т. 55, № 3. С. 119–124. EDN: EGKYXS.
44. Воронова Н.С., Бередина Л.С. Исследование состава льняного жмыха как нового ингредиента в производстве молочных продуктов. В сб.: IV Международная научная конференция «Современные тенденции технических наук» (Казань, октябрь 2015 г.). Казань: Бук, 2015. С. 93–96. EDN: UTXRUZ.
45. Варакин А.Т., Саломатин В.В., Харламова Е.А., и др. Эффективность производства молока с использованием льняного и рапсового жмыхов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. Вып. 3. С. 30–34. EDN: OVHVLZ.

46. Березкина Г.Ю., Стрелков И.В. Продуктивность коров-первотелок и технологические свойства молока при использовании в рационах льняного и рапсового жмыхов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 3 (188). С. 47–60. DOI: 10.33920/sel-05-2103-05. EDN: YCVCBU.
47. Буряков Н.О., Хардик И. сбалансированности рационов для молочного скота // Комбикорма. 2021. № 3. С. 42–46. DOI: 10.25741/2413-287X-2021-03-3-135. EDN: PRQOMP.
48. Воробьева Н.В., Попов В.С. Новая кормовая добавка повышает продуктивность у животных. В сб.: Международная научно-практическая конференция «Перспективы развития отрасли и предприятий АПК: отечественный и международный опыт». Омск: Омский ГАУ, 2020. С. 58–62. EDN: AONLYH.
49. Павлов Д.С., Ушакова Н.А. Профилактическая кормовая добавка с пробиотиком и омега-жирными кислотами жмыха льна для молодняка свиней и бройлеров. В сб.: Ориентированные фундаментальные исследования и их реализация в агропромышленном комплексе России. М.: Рос. акад. с.-х. наук, 2010. С. 113–117.
50. Манукиян В.А., Байковская Е.Ю., Сенников В.П. Льняной жмых и льняное масло в комбикормах для яичных кур // Птицеводство. 2018. № 5. С. 12–15. EDN: XPPGMP.
51. Калоев Б.С., Новиков Д.Д. Переваримость питательных веществ при использовании льняного жмыха в кормлении перепелов // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56, № 2. С. 84–88. EDN: KIYRVL.
52. Буянкин В.И., Прахова Т.Я. Рыжик масличный (*Camelin* asp. L.). Волгоград: Сфера, 2016. 116 с. EDN: WIYTFV.
53. Кучерова И.А. Использование рыжикового жмыха в качестве наполнителя премиксов в кормлении телят: дис. канд. с.-х. наук. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2014. 116 с. EDN: LGTCKP.
54. Семенова Е.Ф., Буянкин В.И., Тарасов А.С. Масличный рыжик: биология, технология, эффективность. Новочеркасск: Темп, 2005. 88 с.
55. Егоров И., Егорова Т., Криворучко Л. Рыжиковый жмых в комбикормах для бройлеров // Комбикорма. 2019. № 9. С. 55–57. DOI: 10.25741/2413-287X-2019-09-3-084. EDN: JIQQFN.
56. Николаев С.И., Кучерова И.А., Чехранова С.В. Использование рыжикового жмыха в кормлении телят // Эффективное животноводство. 2015. № 1 (111). С. 22–25. EDN: VQPSCH.
57. Липова Е. Рыжиковый жмых в рационе цыплят // Животноводство России. 2020. № S3. С. 20–21. DOI: 10.25701/ZZR.2020.24.50.007. EDN: CPUITF.
58. Амиранашвили Е.И., Дымков, А.Б. Влияние разного уровня рыжикового жмыха на качественный состав мышечной ткани цыплят-бройлеров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 12. С. 40–48. DOI: 10.33920/sel-05-2112-03. EDN: TFLTHL.

References

1. Kulistikova T. The leaders grew along with the market. The top 25 largest producers produced 61 % of compound feeds in the country. *Agroinvestor*. 2024;4:68.
2. Zhienbayeva ST, Ermukanova AM. Development of feed technology for broilers using by-products of oilseeds. *Bulletin of the Almaty Technological University*. 2022;1:42-49. DOI: 10.48184/2304-568X-2022-1-42-49. EDN: CWASCV.
3. Shpakov A.S., editor. *Adaptivnoe kormoprovodstvo: problemy i resheniya*. Moscow: Rosinformagrotech; 2002. 524 p.
4. Karpachev VV. Perspektivy proizvodstva i ispol'zovaniya rapsa na furazhnye celi. In: Nauchno-proizvodstvennaya konferenciya "Nauchnoe obespechenie proizvodstva zerna v Rossii". Zelenograd: Kniga; 2004. P. 166–176.
5. Afanasyev KA. Unbalanced feeding as a cause of impaired mineral metabolism in cows. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2017;4:110-116. EDN: YJGSWF.

-
6. Lisitsyn AN, Grigorieva VN, Lishaeva LN. Perspectives of oil and fat industry development. *Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Fats*. 2018;1:5-10. DOI: 10.25812/VNIIG.2018.2018.19644. EDN: YLZKIP.
 7. Berdiev AH, Farmonov JB, Rasulov HK. The efficiency of processing oily raw materials: problems and solutions. *Bulletin of Science and Education*. 2020;13-3:6-12. EDN: SRNRLY.
 8. Artyomov IV, Karpachev VV. *Raps – maslichnaya i kormovaya kul'tura*. Lipetsk; 2005. 143 p.
 9. Gareev RG. *Raps – kul'tura vysokogo ekonomiceskogo potenciala*. Kazan: House of Printing; 1996. 231 p.
 10. Kharitonov EL. Comparative studies of the use of soybean meal and cake in rations of lactating cows in equivalent amounts for the metabolizable protein. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2018;2:17-20. EDN: XMGYFF.
 11. Rachile MN, Shatskikh EV, Maslyuk AN, et al. Effektivnost' vvedeniya rapsovogo zhmyha v raciony korov. *Molodezh' i nauka*. 2016;5:80. EDN: LMEQYH.
 12. Radzhabov FM, Shamsov ES, Karimzoda MT, et al. Influence of using different cakes in compound feeds in feeding lactating cows. *Agrarian Bulletin of Primorye*. 2020;1:31-36. EDN: MQKKHL.
 13. Nikolaev SI, Karapetyan AK, Chehranova SV, et al. Comparative analysis of chemical composition of oilseeds processed products. *Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo GAU*. 2016;118:1293-1303.
 14. Karpachev VV, Artemov IV, Slukin AS, et al. *Rekomendacii po ispol'zovaniyu rapsovyh kormov v zhivotnovodstve i pticevodstve*. Lipetsk; 2009. 46 p.
 15. Marchenkov F. Meal and cake in the diet of farm animals and birds. Available at: <http://bioc-hem.net.ru/publ.php?D=34&cmd=33&file=Publikac&view=1&id=5>. Accessed 19.09.2025.
 16. Cakes and meal in the diets of domestic animals Available at: http://revolution.allbest.ru/agriculture/00235330_0.html. Accessed 12.10.2025.
 17. Ivanova GV, Nikulina EO. Ispol'zovanie BAD v proizvodstve pischevyh 134 produktov funkcionarnogo naznacheniya. *Izvestiya vuzov. Pishevaya tehnologiya*. 2006;2-3:52-53. EDN: KVZML.
 18. Proskurnya MA, Burlakova LV, Loshkomoinshov IA. Biological properties of the food fibres received from oil cakes of olive cultures of the Siberian selection. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2008;4:48-50. EDN: IJXCCF.
 19. Ivanov EA, Tereshchenko VA, Ivanova OV. Natural feed additives for feeding lactation cows. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2019;6:38-42. EDN: JZGMCZ.
 20. Lisitsyn AN, Grigorieva VN, Lishaeva LN. Perspectives of oil and fat industry development. *Vestnik VNII zhirov*. 2018;1:5-10. DOI: 10.25812/VNIIG.2018.2018.19644. EDN: YLZKIP.
 21. Belkoff – protected protein in the cattle diet. Available at: <http://viktoriy.ru/page0531012011>. Accessed 25.11.2025.
 22. Romanenko LV, Volgin VI, Prokhorenko PN, et al. Methods of controls of high-productive cows feeding by adaptive rations. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2017;1:23-27. EDN: XXIAQJ.
 23. Shvager OV. Influence of natural feed additives on commodity and sanitary indicators of cow's milk. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2021;2:228-230. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-88-2-228-230. EDN: UPCFHN.
 24. Tipsina NN, Tsuglenok NV. The use of dietary fiber additives in food. *Bulletin of KSAU*. 2006;11:245-246. EDN: JVWPWH.
 25. Fedotov VA, Goncharov SA, Savenkov VP. *Raps Rossi*. Moscow: Agroliga Rossii; 2008. 336 p. EDN: QKZKCV.
 26. Renzyaeva TV. Functional properties of protein products from the oil cake of rape and false flax. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2020;15(4). Available at: https://fptt.ru/upload/journals/fptt/2009_15_4/7.pdf. Accessed: 15.03.2025.
 27. Kireenko NV. Rasscheplyaemost' proteina i perevarimost' suhogo veschestva rapsovogo zhmyha u bychkov. *Izvestiya Nacional'noj akademii nauk Belarusi. Seriya agrarnyh nauk*. 2004;1:42-46.
 28. Kitaev IA, Mamonova AS, Shishanov GA, et al. *Optyt ispol'zovaniya rapsovogo zhmyha v kormlenii karpa*. Moscow: VNIIR; 2024.

29. Ramazanov AU, Aitzhanov ES, Mukushev TK. Efficiency of rape cake as power – the additive protein in feeding of dairy cattle, in the north of Kazakhstan. *Se'iskoe, lesnoe i vodnoe hozyajstvo*. 2013;7:3. EDN: RBHXSX.
30. Bezverkhaya NS, Ilchishina NV. Vliyanie fermentativnoj modifikacii belkovogo izolyata iz podsolnechnogo zhmyha na kachestvo muchnyh konditerskih izdelij. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishevaya tehnologiya*. 2011;4:46-47. EDN: OCRFGZ.
31. Shaginova LO, Zabodalova LA, Domoroshchenkova ML, et al. Issledovanie soderzhaniya belkovyh i fenol'nyh soedinenij v podsolnechnyh dispersiyah pri kompleksnoj pererabotke zhmyha. *Aktual'naya biotehnologiya*. 2022;1:152-155. EDN: KPTZUJ.
32. Priporov IE. Research of technological process of sunflower seeds pressing producing the cake. *Proceedings of KubSAU*. 2017;69:342-346. DOI: 10.21515/1999-1703-69-342-346. EDN: YPJLZW.
33. Priporov IE, Kurasov VS. Technologies for preparing protein feed from sunflower seeds in the form of cake. In: *IX All-Russian (national) Scientific and Practical Conference "Energy saving and energy efficiency: problems and solutions", dedicated to the 90th anniversary of the birth of the Honored Worker of Science and Technology of the Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, professor H.U. Bugov*. 2020. P. 135–138. EDN: RYUHQI.
34. Kovzalov NI. *Vliyanie otdel'nyh biologicheski aktivnyh veschestv i netradicionnyh kormov na ispol'zovanie pitatel'nyh veschestv racionov i myasnuyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota*. Orenburg; Volgograd: Peremena; 2000. 414 p.
35. Kurdoglyan AA, Karmatskikh YuA, Kostomakhin NM. The effectiveness of the use of sunflower presscake and substandard sunflower seeds in the period of increasing the milk yield. *Kormlenie sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo*. 2019;7:23-37. EDN: JYOMZN.
36. Goltsov AA, Kovalchuk AM, Abramov VF, et al. *Raps, surepica*. Moscow: Kolos; 1983. 192 p.
37. Zverkova ZN. Prakticheskoe primenie zhmyha iz surepicy v racionah pticy. *Mnogofunktional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo*. 2022;27:158-162. DOI: 10.33814/MAK-2022-27-75-158-162. EDN: YEYMP.
38. Shmakov PF, Amiranashvili EI. Surepnyj zhmyh pri vyraschivanii cplyat-brojlerov. *Kormlenie sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo*. 2012;7:40-50. EDN: QAAQHZ.
39. Shmakov PF, Amiranashvili EI, Maltsev AB, et al. The efficiency of using rape-seed meal derived from the seeds of the siberian breeding in the fodder for broiler chickens. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2011;1:5-10.
40. Yarmots LP, Yarmots GA, Belenkaya AE. Digestibility of nutrients and milk productivity of cows when using the concentrate mixture with the inclusion of rapeseed presscake. *Kormlenie sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo*. 2020;7:488-530. DOI: 10.33920/sel-05-2007-05. EDN: MTPOCQ.
41. Kurdyukov EE, Semenova EF, Gavrilova NA, et al. Osobennosti himicheskogo sostava l'na semyan. *Vestnik Penzenskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2019;4:81-84. EDN: WIHTCV.
42. Istranina JA. Young cattle fattening using oil flax cake. *Zootehnicheskaya nauka Belarusi*. 2021;56(1):183-194. EDN: VYDOKW.
43. Istranina JA. Efficiency of feeding oilcake and flax meal in the first period of calf rearing. Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya "Vitebskaya ordena Znak pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny". 2019;55(3):119-124. EDN: EGKYXS.
44. Voronova NS, Beredina LS. Issledovanie sostava l'yanogo zhmyha kak novogo ingredienta v proizvodstve molochnyh produktov. In: IV Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya "Sovremennye tendencii tehnicheskikh nauk", Kazan, Oct. 2015. Kazan: Buk; 2015. P. 93–96. EDN: UTXRUZ.
45. Varakin AT, Salomatin VV, Kharlamova EA, et al. Effektivnost' proizvodstva moloka s ispol'zovaniem l'yanogo i rapsovogo zhmyhov. *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj s.-h. akademii*. 2018;3:30-34. EDN: OVHVLZ.
46. Berezkina GY, Strelkov IV. The productivity of first-calf heifers and technological properties of milk when use in rations of linseed and rapeseed press cakes. *Kormlenie sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo*. 2021;3:47-60. DOI: 10.33920/sel-05-2103-05. EDN: YCBCBU.

-
47. Buryakov N, Hardik I. on the balance of diets for dairy cattle. *Compound feed.* 2021;3:42-46. DOI: 10.25741/2413-287X-2021-03-3-135. EDN: PRQOMP.
 48. Vorobyova NV, Popov VS. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya "Perspektivy razvitiya otrassli i predpriyatiy APK: otechestvennyj i mezhdunarodnyj opyt". Omsk: Omsk State Agricultural University, 2020. P. 58–62. EDN: AONLYH.
 49. Pavlov DS, Ushakova NA. Profilakticheskaya kormovaya dobavka s probiotikom i omega-zhirnymi kislotami zhmyha l'na dlya molodnyaka svinej i brojlerov. In: Orientirovannye fundamental'nye issledovaniya i ih realizaciya v agropromyshlennom komplekse Rossii. Moscow: Russian Academy of Agricultural Sciences; 2010. P. 113–117.
 50. Manukyan VA, Baykovskaya EYu, Sennikov VP. Flaxseed cake and oil in compound feeds for laying hens. *Pticevodstvo.* 2018;5:12-15. EDN: XPPGMP.
 51. Kaloev BS, Novikov DD. Nutrient digestibility when using linseed cake in quails feeding. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2019;56(2):84-88. EDN: KIYRVL.
 52. Buyankin VI, Prakhova TYa. Ryzhik maslichnyj (*Camelin asp. L.*). Volgograd: Sphere; 2016. 16 p. EDN: WIYTFV.
 53. Kucherova IA. Ispol'zovanie ryzhikovogo zhmyha v kachestve napolnitelya premiksov v kormlenii telyat [dissertation]. Volgograd: Volgograd State Agrarian University; 2014. 116 p. EDN: LGTCKP.
 54. Semenova EF, Buyankin VI, Tarasov AS. *Maslichnyj ryzhik: biologiya, tehnologiya, effektivnost'*. Novocherkassk: Temp; 2005. 88 p.
 55. Egorov I, Egorova T, Krivoruchko L. Ryzhikovyj zhmyh v kombikormah dlya brojlerov. *Compound feed.* 2019;9:55-57. DOI: 10.25741/2413-287X-2019-09-3-084. EDN: JIQQFN.
 56. Nikolaev SI, Kucherova IA, Chehranova SV. Ispol'zovanie ryzhikovogo zhmyha v kormlenii telyat. *Effektivnoe zhivotnovodstvo.* 2015;1:22-25. EDN: VQPSCH.
 57. Lipova E. Ryzhikovyj zhmyh v racione cyplyat. *Zhivotnovodstvo Rossii.* 2020;S3:20-21. DOI: 10.25701/ZZR.2020.24.50.007. EDN: CPUITF.
 58. Amiranashvili EI, Dymkov AB. Influence of different level of camelina presscake on the quality composition of broiler chickens muscle tissue. *Kormlenie sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i kormoproduktov.* 2021;12:4048. DOI: 10.33920/sel-05-2112-03. EDN: TFLTHL.

Статья принята к публикации 20.10.2025 / The article accepted for publication 20.10.2025.

Информация об авторах:

Арина Сергеевна Федотова, профессор кафедры внутренних незаразных болезней, акушерства и физиологии сельскохозяйственных животных, доктор биологических наук

Татьяна Юрьевна Савченко, ассистент кафедры зоотехнии и технологии переработки продуктов животноводства

Александр Алексеевич Жигарев, ассистент кафедры внутренних незаразных болезней, акушерства и физиологии сельскохозяйственных животных

Information about the authors:

Arina Sergeevna Fedotova, Professor, Department of Internal Non-Communicable Diseases, Obstetrics, and Physiology of Farm Animals, Doctor of Biological Sciences

Tatyana Yuryevna Savchenko, Assistant Professor, Department of Animal Science and Livestock Product Processing Technology

Alexander Alekseevich Zhigarev, Assistant, Department of Internal Non-Communicable Diseases, Obstetrics, and Physiology of Farm Animals