

**Антон Олегович Рензяев<sup>1</sup>, Сергей Николаевич Кравченко<sup>2✉</sup>, Роман Владимирович Крюк<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, Кемерово, Россия

<sup>3</sup>Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

<sup>1</sup>anton-ren@mail.ru

<sup>2</sup>k-sn@mail.ru

<sup>3</sup>roman.kryuk.94@mail.ru

## МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАПСОВЫХ ЖМЫХОВ В АПК

*Цель исследования – сравнительное исследование качественных характеристик рапсовых жмыхов, полученных по классической технологии и разработанным способом с удалением оболочки. Задачи: изучить качественные характеристики рапсовых жмыхов, произвести сравнение жмыхов, полученных классическим способом и по разработанной технологии. Объекты исследования – жмыхи с оболочкой (полученные по традиционным технологиям) и жмых, полученный из очищенного рапсового ядра (полученный по предложенной технологии). Содержание протеина определяли – по ГОСТ Р 51417-99, клетчатки – по ГОСТ 13979.4. Содержание глюкозинолатов и изотиоцианатов определяли методом газожидкостной хроматографии по ГОСТ ISO 15302-2019. Предложен способ получения рапсового масла из очищенного масличного ядра от оболочки, в результате которого жмых, полученный после отделения масла, имеет желтый цвет и ореховый запах. Отделение оболочки от масличного ядра в производстве рапсового масла позволяет получить жмых более высокого качества, поскольку основное содержание антипитательных веществ находится в оболочке и не переходит в жмых. Установлено, что в жмыхе, полученном по предложенной технологии, снижается содержание антипитательных веществ (глюкозинолатов – на 28,5 %, изотиоцианатов на – 50 %), также увеличивается содержание белка до 44 %. Получение рапсовых жмыхов по технологии с удалением оболочки позволяет повысить как качество растительного масла, так и рапсовых жмыхов, снизив долю антипитательных веществ в них, при этом повысив количество белка до 44 %. Очищенный от оболочки жмых получит новые возможности использования не только в кормовой отрасли, но и позволит его широко использовать в пищевой промышленности и виде высокобелковых добавок. Оставшаяся оболочка может послужить сырьем для производства топливных брикетов и в виде добавок при производстве материалов для строительной отрасли.*

**Ключевые слова:** жмых рапсовый, рапс, технология, переработка масличных культур, качество жмыха, масличное ядро, оболочка

**Для цитирования:** Рензяев А.О., Кравченко С.Н., Крюк Р.В. Метод повышения качества рапсовых жмыхов в АПК // Вестник КрасГАУ. 2022. № 9. С. 245–251. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-9-245-251.

**Anton Olegovich Renzyaev<sup>1</sup>, Sergey Nikolaevich Kravchenko<sup>2✉</sup>, Roman Vladimirovich Kryuk<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russia

<sup>3</sup>Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

<sup>1</sup>anton-ren@mail.ru

<sup>2</sup>k-sn@mail.ru

<sup>3</sup>roman.kryuk.94@mail.ru

## RAPSE CAKE QUALITY INCREASING METHOD IN AIC

*The purpose of research is a comparative study of the qualitative characteristics of rapeseed cake obtained according to the classical technology and the developed method with the removal of the shell. Objectives: to study the qualitative characteristics of rapeseed cake, to compare cake obtained in the classical way and according to the developed technology. The objects of study are cake with a shell (obtained by traditional technologies) and cake obtained from a peeled rapeseed kernel (obtained by the proposed technology). Protein content was determined according to GOST R 51417-99, fiber content according to GOST 13979.4. The content of glucosinolates and isocyanates was determined by gas-liquid chromatography according to GOST ISO 15302-2019. A method is proposed for obtaining rapeseed oil from a peeled oil kernel from the shell, as a result of which the cake obtained after separating the oil has a yellow color and a nutty smell. The separation of the shell from the oilseed kernel in the production of rapeseed oil makes it possible to obtain a higher quality cake, since the main content of anti-nutritional substances is in the shell and does not pass into the cake. It has been established that in the oilcake obtained by the proposed technology, the content of anti-nutritional substances decreases (glucosinolates – by 28.5 %, isothiocyanates – by 50 %), and the protein content also increases to 44 %. Obtaining rapeseed cake using the technology with the removal of the shell makes it possible to improve the quality of both vegetable oil and rapeseed cake, reducing the proportion of anti-nutritional substances in them, while increasing the amount of protein up to 44 %. The peeled cake will receive new opportunities for use not only in the feed industry, but will also allow it to be widely used in the food industry and as high-protein supplements. The remaining shell can serve as a raw material for the production of fuel briquettes, and as additives in the production of materials for the construction industry.*

**Keywords:** rapeseed cake, rapeseed, technology, oilseeds processing, cake quality, oilseed kernel, shell

**For citation:** Renzyaev A.O., Kravchenko S.N., Kryuk R.V. Rapese cake quality increasing method in AIC // Bulliten KrasSAU. 2022;(9): 245–251. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-9-245-251.

**Введение.** Сложившаяся ситуация на мировых рынках продуктов питания и особенно растительного масла показывает резкое повышение спроса на растительные масла в восточных странах и странах Европейского союза, а также повышение его стоимости. Одним из самых главных экспортеров на этих рынках выступает Российская Федерация. Согласно прогнозам, обнародованным Министерством сельского хозяйства РФ в 2021 г., под одну из основных сельскохозяйственных масличных культур – рапс было выделено 1682 тыс. гектаров, а в 2022 г. ожидается прирост на 12 % (до 1883 тысячи гектаров) [1].

Рапсовое масло находится на третьем месте по объему потребления на рынке растительных масел после пальмового и соевого, что составляет 14,1 % общего мирового рынка, это более 29,1 млн т. Значительный объем производимого рапсового масла означает, что при этом получается более 80 млн т рапсовых жмыхов. Как известно, рапсовый жмых является очень распространенной добавкой в кормах животных [2].

Развитие комбикормовой промышленности и создание высокоэффективных кормов – одно из самых перспективных направлений развития агропромышленного комплекса (АПК) для увеличения производства мяса, молока, яиц. В рапсовых жмыхах содержится большое количество протеина, что позволяет говорить о более быстром приросте массы животных, а также холина рибофлавина, фолиевой кислоты. Также в нем присутствуют в больших количествах минеральные вещества: кальций, магний, фосфор, марганец, цинк.

Некоторые вещества, содержащиеся в рапсе, являются антипитательными (глюкозинолаты, изотиоцианаты, эруковая кислота и др.), они предназначены не только для того, чтобы его не ели животные, но и создают барьер для бактерий и насекомых. Наличие данных веществ в рапсовых жмыхах оказывает отрицательное влияние на работу желудочно-кишечного тракта животных и усвояемость пищи, а также влияет на качество получаемого мяса, молока и яиц [3, 4]. Исходя из этого, в корма животных добавляется не более 15 % рапсовых жмыхов.

Наибольшую популярность в виде добавки в корма животных получил соевый жмых за счет своего высокого содержания протеина и аминокислотного баланса. Однако рапсовые жмыхи практически не уступают по своим питательным

свойствам соевым. Содержание аминокислот в соевом жмыхе – 333 мг/кг, а в рапсовом – 325 мг/кг. Питательные свойства и минеральный состав рапсовых жмыхов представлен в таблицах 1, 2 [5].

Таблица 1

**Питательность рапсового жмыха**

Показатель, г/кг	Содержание
Сухое вещество	895±15
Жир	87±1
Клетчатка	112,5±1,5
Крахмал	30±1
Сахар	89,5±1,5
Белок	329±9
Энергетическая ценность, МДж	12,5±0,3

Таблица 2

**Минеральный состав рапсового жмыха**

Показатель, мг/кг	Содержание
Железо	543±5
Цинк	48,5±0,2
Марганец	44,1±0,3
Калий	11,1±0,3
Фосфор	7,9±0,2
Медь	7,2±0,2
Кальций	4,8±0,2
Магний	4,4±0,2
Сера	4,2±0,1
Йод	0,5±0,1

Однако стоит отметить, что исследованные рапсовые жмыхи – продукты классической технологии производства рапсового масла. В традиционных технологиях рапсовое масло производится двумя способами – «холодным» и «горячим» (рис. 1). При данных технологиях полученное рапсовое масло не пригодно сразу к потреблению, так как оно обладает темно-коричневым цветом и очень резким специфическим запахом. Соответственно такое масло необходимо обязательно рафинировать и дезодорировать, что достаточно энерго- и материально затратно [6].

Рапсовый жмых, полученный по этим технологиям, также обладает многими отрицательными свойствами, снижающими возможности его использования в кормовой и пищевой промышленности [7].

**Цель исследования** – сравнительное изучение качественных характеристик рапсовых жмыхов, полученных по классической технологии и разработанным способом с удалением оболочек.

**Задачи:** изучить качественные характеристики рапсовых жмыхов, произвести сравнение жмыхов, полученных классическим способом и по разработанной технологии.



Рис. 1. Схема получения масла традиционными методами отжима

**Объекты и методы.** Объектами проведенного исследования выступали жмыхи с оболочкой (полученные по традиционным технологиям) и жмых, полученный из очищенного рапсового ядра (полученный по предложенной технологии). Содержание протеина определяли по ГОСТ Р 51417-99, клетчатки – по ГОСТ 13979.4. Содержание глюкозинолатов и изотиоцианатов определяли методом газожидкостной хроматографии по ГОСТ ISO 15302-2019.

**Результаты и их обсуждение.** Рассмотрим представленные выше технологии производства рапсового масла, различие в них заключается в стадии подогрева семян перед отжимом масла. При горячем способе увеличивается выход масла, но снижается его качество за счет парафинов и красящих веществ. Но не одна из этих технологий не предусматривает удаление оболочки рапса перед отжимом, при этом именно в оболочке содержится значительное количество ароматических и красящих веществ. Проведенные эксперименты показали, что качество рапсового масла, полученного из чистого ядра без оболочки или с очень низким ее количеством, значительно повышается. При этом улучшается качество не только рапсового масла, но и рапсового жмыха [8].

Причиной отсутствия стадии удаления оболочки рапса в традиционных технологиях является малый размер семян (от 0,8 до 1,6 мм) и прочная связь оболочки и ядра, т. е. предварительно необходимо отделить оболочку от ядра. С этой целью предлагается провести обрушивание семян в две стадии, а именно: надорвать и частично снять оболочку, пропуская их между валцов с разной скоростью вращения ( $n_1 = 100$  об/мин,  $n_2 = 200$  об/мин), а после подать на барабан, который под действием центробежных сил отбрасывает рушанку на стальную пластину, где под действием удара связь оболочки и ядра нарушается и они разделяются. При этом удар должен происходить в строго отведенном интервале линейной скорости частиц (от 3,1 до 3,5 м/с), так как скорости меньше не создают достаточной силы удара, а удар с более высокой скоростью приводит к переизмельчению рушанки и не позволит в дальнейшем эффективно удалять оболочку. Для удаления оболочки из рушанки рапса предлагается провести разделение на воздушном сепараторе в 2 стадии. Наглядное изображение предложенной технологии представлено на рисунке 2 [9].

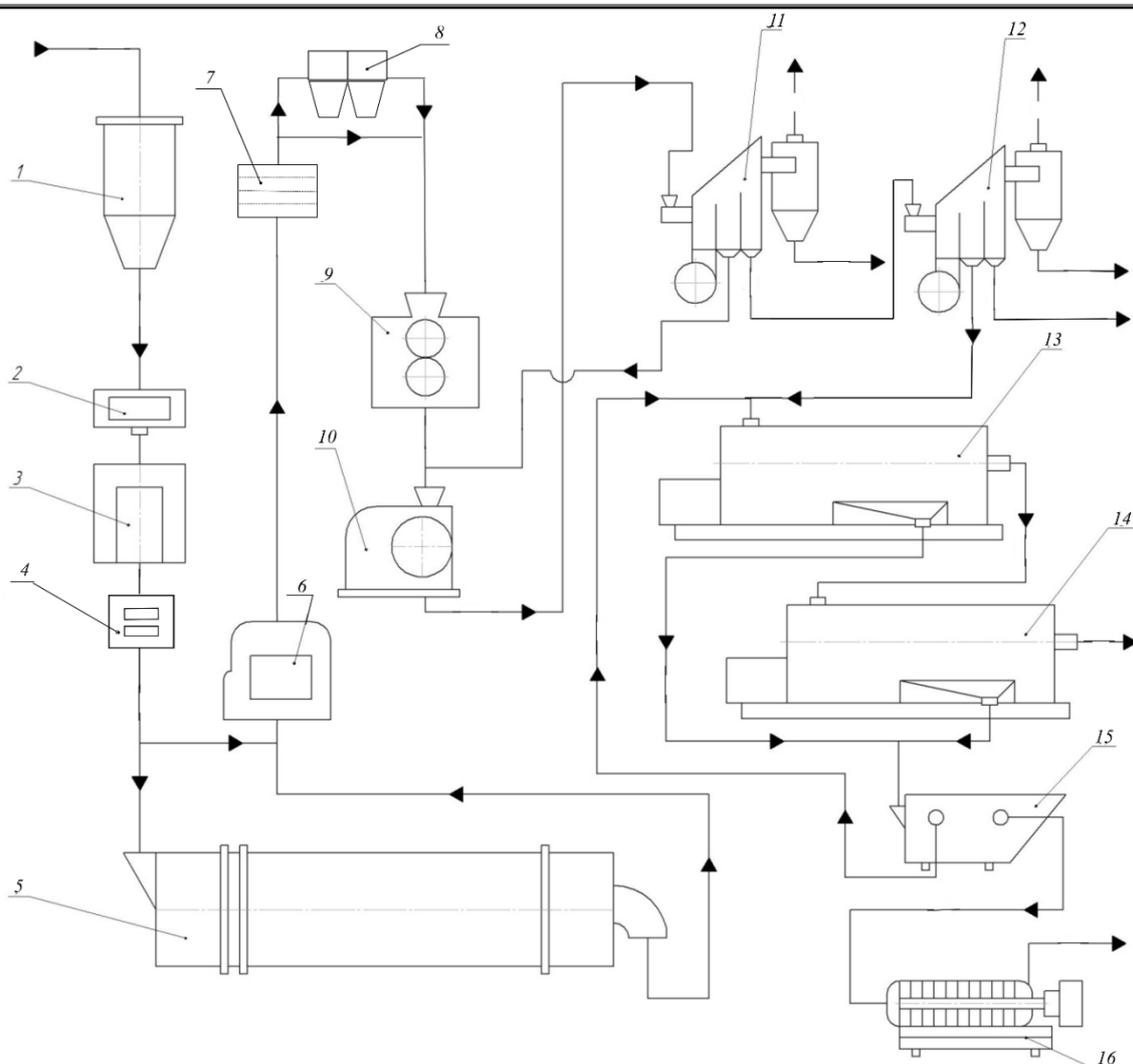


Рис. 2. Технологическая линия производства рапсового масла методом двукратного прессования холодным способом: 1 – бункер; 2 – поточные весы; 3 – сепаратор-камнеотделитель; 4 – магнитный уловитель; 5 – сушилка; 6 – воздушно-ситовой сепаратор; 7 – ситовой калибровщик; 8 – бункер временного хранения (склад); 9 – вальцовая мельница; 10 – центробежная дообрушивающая установка; 11 – воздушный сепаратор № 1; 12 – воздушный сепаратор № 2; 13 – пресс; 14 – пресс; 15 – гущеловушка; 16 – фильтр-пресс

Как видно из рисунка 2, в разработанной технологической линии добавлены вальцовая мельница 9 и центробежная дообрушивающая установка 10, откуда рушанка рапса подается на первый воздушный сепаратор 11, на котором отделяются недообрушенные семена и возвращаются в дообрушивающую установку. Далее рушанка поступает во второй сепаратор 12, где происходит непосредственное удаление оболочки. В циклоны обоих сепараторов попадает маслянистая пыль и мелкие осколки оболочки. После воздушного сепаратора 12 рушанка рапса содержит 93–96 % чистого ядра, 2–4 % необ-

рушенных семян и 1–3 % оболочки. В дальнейшем эта очищенная рушанка поступает на прессование. Таким образом, полученное рапсовое масло после отжима и очистки становится темно-желтым и с гораздо менее резким запахом, а жмых из грязной черно-коричневой массы становится желтого цвета с ореховым запахом (рис. 3).

Сравнительная оценка некоторых качественных показателей в рапсовом жмыхе с оболочкой и полученным из очищенного маслянистого ядра представлена в таблице 3.

## Сравнительная характеристика рапсовых жмыхов

Вещество, %	Рапсовый жмых с оболочкой	Рапсовый жмых из масличных ядер
Глюкозинолаты в пересчете на абсолютно сухое и обезжиренное вещество	0,70±0,15	0,50±0,10
Изотиоцианаты в пересчете на абсолютно сухое и обезжиренное вещество, не более	0,60±0,12	0,30±0,05
Массовая доля сырого протеина в пересчете на абсолютно сухое вещество	37,0±2,0	44,0±1,0
Массовая доля сырой клетчатки в пересчете на сухое обезжиренное вещество	16,0±0,9	5,5±0,1

Анализ таблицы 3 показывает, что в рапсовых жмыхах, полученных по предложенной технологии, снижается содержание антипитательных веществ (глюкозинолатов – на 28,5 %, изо-

тиоцианатов – на 50 %), также увеличивается содержание протеина на 16 %. Полученные данные свидетельствуют о более высоком качестве данных жмыхов.



а



б

Рис. 3. Жмых рапсовый: а – с оболочкой; б – жмых из очищенного рапсового ядра

**Заключение.** Рапсовые жмыхи широко применяют в кормах для животных благодаря хорошему аминокислотному балансу, содержанию минеральных и питательных веществ, но главным преимуществом является большое количество белка (до 37 %), однако содержание антипитательных веществ препятствует увеличению их доли в комбикормах. Получение рапсовых жмыхов по технологии с удалением оболочки позволяет повысить как качество растительного масла, так и рапсовых жмыхов, снизив долю антипитательных веществ в них, при этом повысив количество белка до 44 %. Очищенный от оболочки жмых получит новые возможности использования не только в кормовой отрасли, но и позволит широко использовать его в пищевой промышленности и в виде высокобелковых добавок. Оставшаяся оболочка может послужить сырьем для производства топливных брикетов и добавками при производстве материалов для строительной отрасли.

## Список источников

1. URL: <https://apk.hlr.ua/ru/obektyi-issledovaniya/maslichnyie-kulturyi/glyukozinolaty>.
2. URL: <https://www.apeworld.ru/1627587073.html>.
3. 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.
4. 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.
5. Потенциал рапсовых жмыхов в качестве сырья пищевого назначения / Т.В. Рензьева [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья, 2020. № 2. С. 143–160.
6. Козинец А.И., Надаринская М.А., Голушко О.Г. Сохранность питательных веществ

- рапсового жмыха горячего прессования при хранении // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: мат-лы XX Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию образования кафедр крупного животноводства и переработки животноводческой продукции; свиноводства и мелкого животноводства: в 2 ч. Ч. 1 / редкол. А.И. Портной (гл. ред.) [и др.]. Горки: БГСХА, 2017. С. 234–240.
7. 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.
8. Рензяев А.О. Разработка комплекса оборудования и исследование процесса разделения рушанки семян рапса: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12. Кемерово, 2013. 145 с.
9. Рензяев А.О., Кравченко С.Н. Метод переработки рапса обрушиванием семян и удалением оболочки // Вестник КраГАУ. 2022. № 6. С. 210–216.
4. Gorkovenko L.G., Osepchuk D.V. Ispol'zovanie rapsa i produktov ego pererabotki v kormlenii svinej i myasnoj pticy. Krasnodar: GNU SKNIIZh Rossel'hozcademii. 2011. 192 s.
5. Potencial rapsovych zhmyhov v kachestve syr'ya pischevogo naznacheniya / T.V. Renzyaeva [i dr.] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya, 2020. № 2. S. 143–160.
6. Kozinec A.I., Nadarinskaya M.A., Golushko O.G. Sohrannost' pitatel'nyh veschestv rapsovogo zhmyha goryachego pressovaniya pri hranenii // Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva: mat-ly XX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 50-letiyu obrazovaniya kafedr krupnogo zhivotnovodstva i pererabotki zhivotnovodcheskoj produkcii; svinovodstva i melkogo zhivotnovodstva: v 2 ch. Ch. 1 / redkol. A.I. Portnoj (gl. red.) [i dr.]. Горки: БГСХА, 2017. С. 234–240.
7. Egorova E.Yu., Bochkarev M.S., Reznichenko I.Yu. Opredelenie tehnicheskikh trebovanij k zhmyham netradicionnyh maslichnyh kul'tur pischevogo naznacheniya // Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv. 2014. № 1. S. 131–138.
8. Renzyaev A.O. Razrabotka kompleksa oborudovaniya i issledovanie processa razdeleniya rushanki semyan rapsa: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.18.12. Kemerovo, 2013. 145 s.
9. Renzyaev A.O., Kravchenko S.N. Metod pererabotki rapsa obrushivaniem semyan i udaleniem obolochki // Vestnik KraGAU. 2022. № 6. S. 210–216.

#### References

1. URL: <https://apk.hlr.ua/ru/obektyi-issledovaniya/maslichnyie-kulturyi/glyukozinolatyi>.
2. URL: <https://www.apiworld.ru/1627587073.html>.
3. Bochkarev M.S., Egorova E.Yu. Kachestvo i potencial pischevogo ispol'zovaniya zhmyhov maslichnogo syr'ya, pererabatyvaemogo v Altajskom krae // Polzunovskij vestnik. 2015. № 4, T. 2. S. 19–22.
4. Gorkovenko L.G., Osepchuk D.V. Ispol'zovanie rapsa i produktov ego pererabotki v kormlenii svinej i myasnoj pticy. Krasnodar: GNU SKNIIZh Rossel'hozcademii. 2011. 192 s.
5. Potencial rapsovych zhmyhov v kachestve syr'ya pischevogo naznacheniya / T.V. Renzyaeva [i dr.] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya, 2020. № 2. S. 143–160.
6. Kozinec A.I., Nadarinskaya M.A., Golushko O.G. Sohrannost' pitatel'nyh veschestv rapsovogo zhmyha goryachego pressovaniya pri hranenii // Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva: mat-ly XX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 50-letiyu obrazovaniya kafedr krupnogo zhivotnovodstva i pererabotki zhivotnovodcheskoj produkcii; svinovodstva i melkogo zhivotnovodstva: v 2 ch. Ch. 1 / redkol. A.I. Portnoj (gl. red.) [i dr.]. Горки: БГСХА, 2017. С. 234–240.
7. Egorova E.Yu., Bochkarev M.S., Reznichenko I.Yu. Opredelenie tehnicheskikh trebovanij k zhmyham netradicionnyh maslichnyh kul'tur pischevogo naznacheniya // Tehnika i tehnologiya pischevyh proizvodstv. 2014. № 1. S. 131–138.
8. Renzyaev A.O. Razrabotka kompleksa oborudovaniya i issledovanie processa razdeleniya rushanki semyan rapsa: dis. ... kand. tehn. nauk: 05.18.12. Kemerovo, 2013. 145 s.
9. Renzyaev A.O., Kravchenko S.N. Metod pererabotki rapsa obrushivaniem semyan i udaleniem obolochki // Vestnik KraGAU. 2022. № 6. S. 210–216.

Статья принята к публикации 05.09.2022 / The article accepted for publication 05.09.2022.

Информация об авторах:

**Антон Олегович Рензяев**<sup>1</sup>, доцент кафедры агроинженерии, кандидат технических наук

**Сергей Николаевич Кравченко**<sup>2</sup>, профессор кафедры агроинженерии, доктор технических наук, доцент

**Роман Владимирович Крюк**<sup>3</sup>, ассистент кафедры технологий продуктов питания животного происхождения

Information about the authors:

**Anton Olegovich Renzyaev**<sup>1</sup>, Associate Professor at the Department of Agroengineering, Candidate of Technical Sciences

**Sergey Nikolaevich Kravchenko**<sup>2</sup>, Professor at the Department of Agroengineering, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

**Roman Vladimirovich Kryuk**<sup>3</sup>, Assistant at the Department of Food Technology of Animal Origin