

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОТЕИНОВОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ИЗ РАПСОВОГО ШРОТА

Резюме. Разработана технология получения высокопротеинового кормового продукта в виде крупки и муки из рапсового шрота. Исследования проводились на промышленной агрегатной установке с применением ранее разработанной технологии для подсолнечного шрота. Определены оптимальные механико-кинематические параметры основных рабочих узлов данной установки. Показана возможность обогащения промежуточных продуктов измельчения рапсового шрота на ситовеечных машинах с получением готового продукта в виде крупки. Выход высокопротеиновой крупки составил 55,0%, содержание протеина в ней — 48,97% (на а.с.в.), клетчатки — 7,81%. Показатели тонкоизмельченной белковой рапсовой муки: выход — 27,0%, содержание протеина — 42,5% (на а.с.в.), клетчатки — 10,45%.

Ключевые слова: переработка, рапсовый шрот, агрегатная мельница, фракции высокопротеиновой крупки и муки.

TECHNOLOGY FOR OBTAINING HIGH- PROTEIN FEED ADDITIVES FROM RAPESEED MEAL

Abstract. A technology of protein concentrate (as crumbs or powder) based on rapeseed meal was developed. The research was performed on a commercial production aggregate designed for similar processing technology with sunflower meal. Optimal mechanical and kinematic parameters for the main operation units of the aggregate were determined. A possibility of enrichment of the intermediate products of the grinding of rapeseed meal on screen-fanning machines was demonstrated to produce the final product as crumbs. The yield of high-protein crumbles is 55.0%, with protein content 48.97% (of absolutely dry matter) and fiber content 7.81%. The yield of powdered part is 27.0%, with protein content 42.50% and fiber content 10.45%.

Key words: processing, rapeseed oil meal, aggregate mill, high-protein grits, and flour fractions.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время большим спросом пользуются высокопротеиновые комбикорма, белково-энергетические и белково-витаминно-минеральные концентраты для сельскохозяйственной птицы, свиней, КРС (сухостойных и молочных коров, телят и бычков) с содержанием 22–35% сырого протеина (на а.с.в.) [5, 8]. В их составе используют различные виды белкового сырья животного и растительного происхождения. Для снижения себестоимости кормов вместо дорогостоящих животных белков и соевого шрота в рецепты вводят более доступные по цене жмыхи и шроты других масличных культур [4, 6]. Среди них вторичный

УДК 664.6/.7, 664.73, 664.74, 636.087.3

Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2025-04-2-236

**НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ
ЕЛИСЕЕВ^{1, 2},**

соискатель, директор

E-mail: elnik_59@mail.ru

РОМАН ХАЖСЕТОВИЧ КАНДРОКОВ¹,

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры зерна, хлебопекарных
и кондитерских технологий

ORCID: 0000-0003-2003-2918

Researcher ID: AAX-2106-2020

Scopus Author ID: 57200383950

ЖАННА МУХАМЕДОВНА КУНАШЕВА³,

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, доцент кафедры технология
продуктов из растительного сырья

E-mail: jaklin227@mail.ru

¹ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический
университет (РОСБИОТЕХ)»
г. Москва, Россия

²ООО «Опытный завод растительных кормовых
добавок Биотех-Про»

р.п. Хомутовка, Курская область, Россия

³ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский ГАУ»
г. Нальчик, Россия

Поступила в редакцию: 06.03.2025

Одобрена после рецензирования: 12.03.2025

Принята в публикацию: 13.03.2025

UDC 664.6/.7, 664.73, 664.74, 636.087.3

Research article

DOI 10.69539/2413-287X-2025-04-2-236

NIKOLAY A. ELISEEV^{1, 2},

Applicant, Director

E-mail: elnik_59@mail.ru

ROMAN KH. KANDROKOV¹,

Candidate of Technical Sciences, Associate
Professor, Associate Professor of the Department
of Grain, Bakery and Confectionery Technologies

ORCID: 0000-0003-2003-2918

Researcher ID: AAX-2106-2020

Scopus Author ID: 57200383950

ZHANNA M. KUNASHEVA³,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate
Professor, Associate Professor of the Department
of Technology of Plant-Based Products

E-mail: jaklin227@mail.ru

¹ФГБОУ ВО «Russian Biotechnological
University (ROSBIOTECH)»
Moscow, Russia

²ООО «Pilot mill of vegetal feed additives
Biotech-Pro»

Kursk region, Russia

³Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education «Kabardino-Balkarian State
Agrarian University»
Nalchik, Russia

Received by editor office: 03.06.2025

Approved in revised: 03.12.2025

Accepted for publication: 03.13.2025

продукт переработки семян рапса, полученный при экстракции масла, — рапсовый шрот, содержащий в среднем не менее 37% сырого протеина, не более 16% клетчатки и до 3% жира. Однако химический состав шрота может варьировать в зависимости от применяемой технологии производства рапсового масла. В нем может быть разное количество протеина, аминокислот, некрахмалистых полисахаридов (НПС), в том числе клетчатки. А, как известно, высокий уровень НПС оказывает отрицательное влияние на перевариваемость питательных веществ корма, что существенно ограничивает применение продуктов переработки рапса при производстве высокопротеиновых комбикормов и концентратов [8].

В этой связи интерес может представлять рапсовый шрот с содержанием сырого протеина около 50% (на а.с.в.) и сырой клетчатки менее 10%. Исследования по его получению на лабораторном оборудовании представлены в [1]. При измельчении, просеивании и пневмосепарации шрота образуются фракции: оболочки семян, крупка и мука. Фактическое содержание протеина в этой муке увеличено с 37,8% до 41,5%. Кроме того, известна технология производства высокопротеиновых крупки и муки из подсолнечного шрота [2, 3, 7]. На мельничном оборудовании в результате измельчения, просеивания и обогащения промежуточных продуктов измельчения шрота путем воздушно-ситового сепарирования с одновременным формированием проходных и сходных фракций получены высокопротеиновые крупка и мука. Содержание протеина в крупке составляет 49–51% (на а.с.в.), клетчатки — 8–10%; общий ее выход при переработке шрота подсолнечника — 54–55% от исходного сырья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве базового серийно выпускаемого технологического оборудования использованы отечественные

устройства — агрегатная фермерская мельница «Ф-4С» производства ОАО «Пензтекстильмаш» (г. Пенза) и ситовая машина А1-БС2-0 производства «Мельинвест» (г. Нижний Новгород). Анализ качества исходного рапсового шрота и продуктов его переработки проводили на ИК-анализаторе «Инфраскан» (г. С.-Петербург). Погрешность измерения на приборе по протеину — 3%, клетчатке и жиру — 10%.

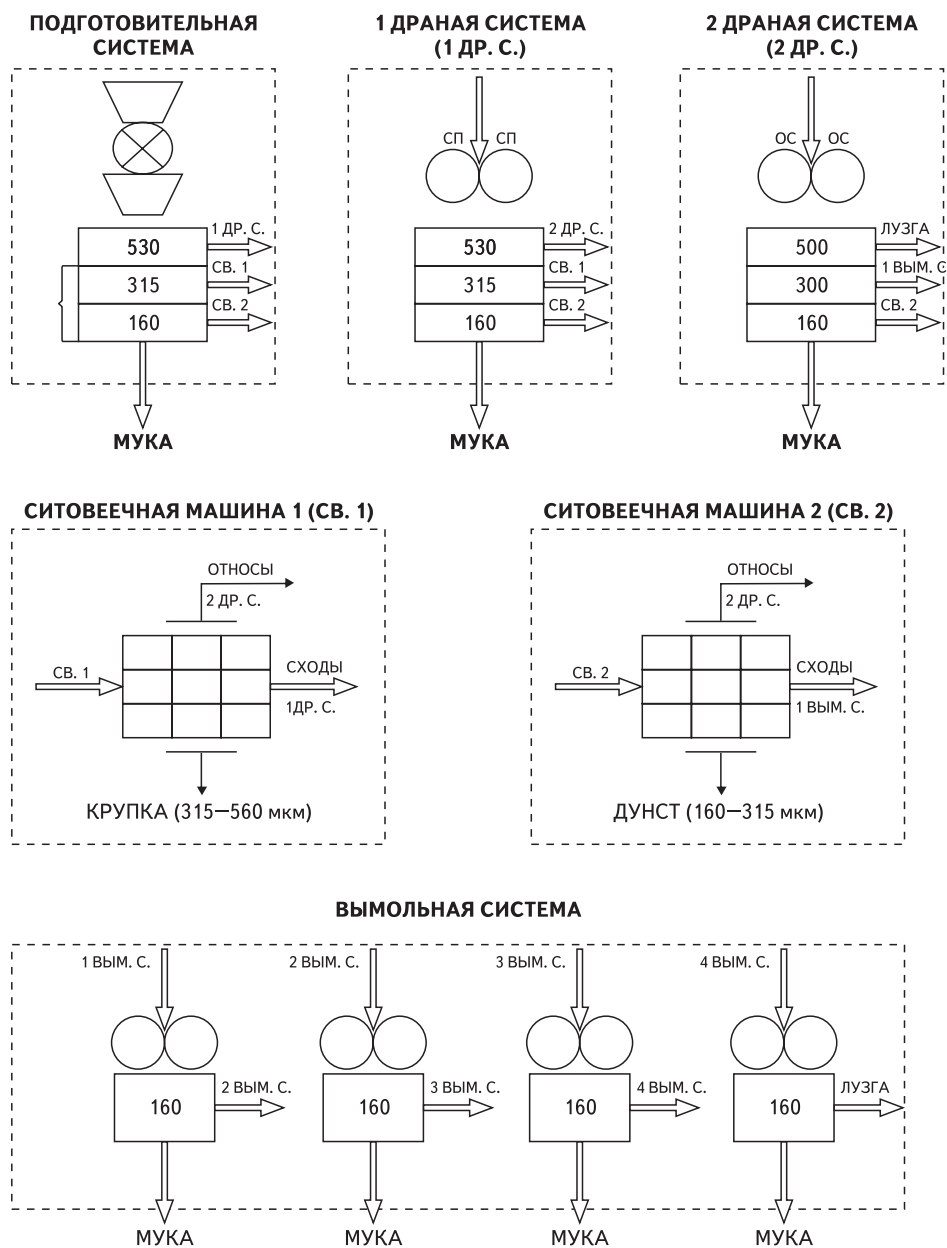
Основным различием в исполнении драных систем при переработке подсолнечного и рапсового шротов является следующее. Пара измельчающих валцов 1-й драной системы для рапсового шрота выполнена с взаимным расположением рифлей спинка по спинке с плотностью нарезки 8–10 рифлей/см при их угле 6–8°. Для подсолнечного шрота пара валцов 2-й драной системы выполнена с взаимным расположением рифлей острие по острию с плотностью нарезки 9–11 рифлей/см при их угле 7–9°. Оболочки рапса, в отличие от лузги подсолнечника, более мягкие, поэтому они при переработке валцами с расположением рифлей острие по острию излишне измельчаются, что существенно повышает количество мучной фракции и снижает ее качество.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Технологическая схема агрегатной установки по переработке рапсового шрота состоит из 9 систем: подготовительной, двух драных, двух ситовых и четырех вымольных (см. рисунок). В подготовительной системе измельчается исходный гранулированный рапсовый шрот и выделяются фракции — крупка и мука. После этого промежуточные продукты измельчения последовательно поступают на две драные системы для доизмельчения на валцовых станках, а также для выделения крупки и дунстов для обогащения на ситовых машинах. Сход со второй драной системы направляется в бункер для рапсовой лузги.

Литература

- Зверев, С. В. Влияние обрушения семян рапса на качество продуктов их переработки / С. В. Зверев, Н. А. Скудова, Е. А. Размочаев, И. Э. Миневич // Комбикорма. — 2023. — № 11. — С. 30–33. — DOI: 10.25741/2413-287X-2023-11-2-208.
- Кандроков, Р. Х. Инновационная технология получения высокобелковой крупки и муки из шрота подсолнечника / Р. Х. Кандроков, М. М. Темиров // Комбикорма. — 2020. — № 9. — С. 44–45. — DOI: 10.25741/2413-287X-2020-09-2-115.
- Кандроков, Р. Х. Получение высокобелковой муки из подсолнечного шрота / Р. Х. Кандроков, Г. В. Дулаев, А. Б. Седов [и др.] // Комбикорма. — 2013. — № 11. — С. 59–60.
- Косинец, А. И. Эффективность снижения количества соевого шрота в составе комбикорма-концентрата КР-1 / А. И. Косинец, М. А. Надаринская, Е. А. Капитонова [и др.] // РУП Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. Зоотехническая наука Беларуси, сборник научных трудов. — Т. 59. — Часть 1. — 2024. — С. 200–210.
- Ленкова, Т. Н. Новый корм из подсолнечника / Т. Н. Ленкова, Т. А. Егорова [и др.] // Птица и птицепродукты. — 2020. — № 2. — С. 35–38. — DOI: 10.30975/2073-4999-2020-22-2-35-38.
- Лунков, С. В. Зоотехническая оценка применения шрота рыжикового в кормлении цыплят-бройлеров / С. В. Лунков, Н. Н. Кердяшов // Нива Поволжья. — 2013. — № 4 (29). — С. 77–83.
- Патент 2 778 324 РФ, МПК В02С 9/04 В02С 4/06 А23J 1/14 А23К 10/30. Способ переработки шрота подсолнечника / Елисеев А. Н., Елисеев В. Н., Елисеев Н. А., Кандроков Р. Х. Опубл. 17.08.2022.
- Подобед, Л. И. Протеиновое и аминокислотное питание сельскохозяйственной птицы: структура, источники, оптимизация / Л. И. Подобед, Ю. Н. Вовкотруб, В. В. Боровик // Одесса: Печатный дом. — 2006. — 278 с.



Технологическая схема агрегатной установки для переработки рапсового шрота в высокопротеиновую крупку и муку

На ситовых системах происходит обогащение промежуточных продуктов измельчения рапсового шрота и получение готового продукта — крупки двух типоразмеров. Сходовый продукт и отходы ситовых машин далее перерабатываются в соответствии с технологической схемой агрегатной мельницы. На вымольной системе измельчаются и просеиваются промежуточные продукты, поступившие с предыдущих систем, с выделением рапсовой муки и лузги.

В результате экспериментов на агрегатной установке производительностью около 600 кг/ч было переработано 980 кг исходного рапсового шрота, при этом энергопотребление составило 90 кВт/ч. Показатели качества исходного рапсового шрота и продуктов его переработки в виде крупки, муки и лузги представлены в таблице 1. ➔

Literature

- Zverev, S. V. The influence of rapeseed hulling on the quality of their processed products / S. V. Zverev, N. A. Skudova, E. A. Razmochaev, I. E. Minevich // Compound feeds. — 2023. — No. 11. — P. 30–33. — DOI: 10.25741/2413-287X-2023-11-2-208.
- Kandrokov, R. Kh. Innovative technology for obtaining high-protein cereals and flour from sunflower meal / R. Kh. Kandrokov, M. M. Temirov // Compound feeds. — 2020. — No. 9. — P. 44–45. — DOI: 10.25741/2413-287X-2020-09-2-115.
- Kandrokov, R. Kh. Obtaining high-protein flour from sunflower meal / R. Kh. Kandrokov, G. V. Dulaev, A. B. Sedov [et al.] // Compound feeds. — 2013. — No. 11. — P. 59–60.
- Kosinets, A. I. Efficiency of reducing the amount of soybean meal in the composition of compound feed concentrate KR-1 / A. I. Kosinets, M. A. Nadarinskaya, E. A. Kapitonova [et al.] // RUE Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry. Zootechnical Science of Belarus, collection of scientific papers. — V. 59. — part 1. — 2024. — P. 200–210.
- Lenkova, T. N. New feed from sunflower / T. N. Lenkova, T. A. Egorova [et al.] // Bird and poultry products. — 2020. — No. 2. — P. 35–38. — DOI: 10.30975/2073-4999-2020-22-2-35-38.
- Lunkov, S. V. Zootechnical assessment of the use of camelina meal in feeding broiler chickens / S. V. Lunkov, N. N. Kerdyashov // Niva Povolzhya. — 2013. — No. 4 (29). — P. 77–83.
- Patent 2 778 324 RF, IPC B02C 9/04 B02C 4/06 A23J 1/14 A23K 10/30. Method for processing sunflower meal / Eliseev A. N., Eliseev V. N., Eliseev N. A., Kandrokov R. Kh. Published 17.08.2022.
- Podobed L. I., Protein and amino acid nutrition of agricultural poultry: structure, sources, optimization / L. I. Podobed, Yu. N. Vovkotrub, V. V. Borovik // Odessa: Printing house. — 2006. — 278 p.

Таблица 1. Химический состав рапсового шрота и продуктов его переработки

Наименование	Содержание (на а.с.в.), %			Влажность, %	Выход продукции, %
	протеин	клетчатка	жир		
Шрот	41,18	12,75	1,41	11,50	100
Крупка	48,97	7,81	1,35	10,82	55
Мука	42,50	10,45	1,41	10,78	27
Лузга	19,51	31,49	1,65	10,96	18

Таблица 2. Химический состав промежуточных продуктов измельчения рапсового шрота

Наименование	Крупка размером 160–315 мкм		Крупка размером 315–530 мкм	
	Протеин (на а.с.в.), %	Клетчатка (на а.с.в.), %	Протеин (на а.с.в.), %	Клетчатка (на а.с.в.), %
Промежуточные продукты измельчения до ситовечной машины	47,09	10,21	43,68	12,53
Крупка рапсовая после ситовечной машины	51,28	6,39	47,50	9,03

Установлена возможность обогащения промежуточных продуктов измельчения рапсового шрота на ситовечных машинах с получением рапсовой крупки. Изучение структуры промежуточных продуктов, измельченных различными способами, показало, что они представляют собой смесь частиц анизотропного состава, в том числе частиц эндосперма рапса, частиц оболочек, а также сrostки эндосперма и чистых оболочек. Выявлено, что в диапазоне размеров от 160 до 530 мкм частицы эндосперма и оболочек отделяются друг от друга, поэтому возможно их разделение сито-воздушной сепарацией на ситовечных машинах, основанное на различиях в аэродинамических свойствах — скорости витания и плотности частиц.

Как видно из данных таблицы 2, в результате обогащения промежуточных продуктов измельчения рапсового шрота содержание белка, как в крупке размером 160–315 мкм, так и в крупке размером 315–560 мкм, повысилось на 10,9%; уровень клетчатки в крупке размером 160–315 мкм снизился на 20,0%, в крупке размером 315–560 мкм — на 13,9%.

Целевой продукт — высокопротеиновая крупка из рапсового шрота с частицами размером 160–530 мкм, содержащая 48,97% (на а.с.в.) протеина и 7,81% клетчатки. Кроме этого, получена высокопротеиновая рапсовая мука крупностью менее 160 мкм, количество протеина в ней составляет 42,50% (на а.с.в.), клетчатки — 10,45%. Низкопро-

теиновой фракцией при этом является лузга (в основном измельченные оболочки семян рапса). Содержание протеина в лузге — 19,51% (на а.с.в.), клетчатки — 31,49%.

Представляется целесообразным проведение дальнейших исследований по снижению количества фракции тонкоизмельченной рапсовой муки и повышению ее качества.

Выводы

Разработана технология получения из рапсового шрота высокопротеинового продукта в виде крупки и муки. Исследования проводились на промышленной агрегатной установке с использованием ранее разработанной технологии для подсолнечного шрота. Определены оптимальные механико-кинематические параметры основных рабочих узлов данной установки. Для уменьшения переизмельчения оболочек рапса вальцы 2-й драной системы выполнены с взаимным расположением рифлей острие по спинке с плотностью нарезки 9–11 рифлей на один погонный сантиметр при их уклоне на 7–9°. Показана возможность обогащения промежуточных продуктов измельчения рапсового шрота на ситовечных машинах с получением готового продукта в виде крупки. Выход высокопротеиновой крупки составил 55,0%, содержание протеина в ней — 48,97% (на а.с.в.), клетчатки — 7,81%. Выход тонкоизмельченной белковой рапсовой муки — 27,0% с 42,5% (на а.с.в.) протеина и 10,45% клетчатки. ■