

УДК 664.788, 664.6/.7

ОБРУШЕНИЕ СЕМЯН РАПСА COLLAPSE OF RAPESEED SEEDS

**Зверев Сергей Васильевич, д.т.н., проф., Скудова Наталья Александровна,
Размочаев Евгений Александрович.**

АО «ГК МЕЛКОМ», г. Тверь.

Миневич Ирина Эдуардовна, д.т.н., главный научный сотрудник.

ФГБНУ "Федеральный научный центр лубяных культур", г. Тверь

Аннотация. Продукты переработки рапсовых семян имеют перспективу применения в кормопроизводстве и на пищевые цели. Пищевые качества продуктов из семян рапса удастся повысить, удалив с них оболочку (обрушив). Обрушение семян рапса позволяет снизить содержание грубой клетчатки, фитиновой кислоты, фенолов, танина и других антипитательных веществ, что положительно сказывается на качестве масла, жмыха и шрота. Технология обрушения основана на традиционных операциях зернопереработки: дробление, ситовое и пневмосепарирование. В зависимости от схемы обработки удастся выделить до 80% дробленого ядра. Измельчение рапсового шрота на вальцевом станке с последующим рассевом на ряд фракций позволяет получить продукты с повышенным содержанием белка и пониженным содержанием клетчатки.

Ключевые слова: рапс, обрушение, обогащение шрота.

Annotation. Rapeseed processing products have the prospect of application in feed production and for food purposes. The nutritional qualities of rapeseed products can be improved by removing the shell from them (collapsing). The collapse of rapeseed seeds reduces the content of coarse fiber, phytic acid, phenols, tannin and other anti-nutritional substances, which has a positive effect on the quality of oil, cake and meal. The collapse technology is based on traditional grain processing operations: crushing, sieve and pneumatic separation. Depending on the processing scheme, it is possible to isolate up to 80% of the crushed core. Grinding of rapeseed meal on a roller machine with subsequent sieving into a number of fractions allows you to obtain products with a high protein content and a low fiber content.

Key words: rapeseed, collapse, enrichment of shroat.

Введение

Рапс важная масличная культура; экономическое значение рапса к концу XX века существенно выросло в связи с тем, что он начал использоваться для получения биодизеля. Однако, продукты переработки рапсовых семян имеют перспективу применения в кормопроизводстве и на пищевые цели [2,3]. Химический состав семян рапса и их анатомических частей представлен в табл.1 [1].

Таблица 1. Химический состав нешелушенных и шелушенных семян рапса, шелухи и экстракционного шрота, полученного из шелушеного рапса

Показатель, %	Семена рапса		Шелуха	Рапсовый шрот (RES)
	нативные	шелушенные		
Сухое вещество	93,1	94,2	88,2	91,8
Сырая зола	3,7	3,5	5,1	7,3
Сырой протеин	17,0	18,7	13,3	41,6
Сырой жир	42,1	52,6	16,6	2,6
Сырая клетчатка	17,1	12,9	24,3	8,9

Семена рапса содержат до 20% полноценного белка, доля которого существенно возрастает после удаления масла (жмыхи и шроты) и оболочки. Оболочки рапса содержат много грубой клетчатки, фитиновой кислоты, фенолов, танина и других антипитательных веществ, что отрицательно сказывается на качестве масла, жмыха и шрота.

Технология получения рапсового масла с предварительным обрушением его семян предполагает введения в процесс ряда дополнительных операций, что увеличивает производственные затраты. Такая технология имеет и ряд существенных преимуществ. При этом повышается производительность технологического процесса, снижается износ оборудования, поскольку рабочий объем машин и аппаратов не загружается балластным низкомасличным материалом. Повышается выход масла за счет исключения его адсорбции оболочками. Предварительное отделение оболочек от ядра может значительно улучшить качество сырого масла, увеличить содержание белка в шроте, улучшить цвет шрота и титр. [4, 5].

Материалы и методы

Объектом исследований были семена рапса урожая 2021 г. (Смоленская область) и рапсовый шрот.

Обрушение семян рапса проводилось с использованием классических операций мукомольно-крупяного производства: измельчение (дробление), ситовое и пневмосепарирование. В общем случае на результаты обрушения влияют последовательность операций (технологическая схема) и их режимы. Таким образом, имеет место многовариантная задача. Кроме технологической схемы варьируются метод дробления и связанные с ним режимы, скорость воздуха в пневмоканалах пневмосепараторов, количество и параметры сит в отсевах.

В данном случае дробление семян рапса проводилось на центробежной лабораторной дробилке. Варьировалась скорость периферии рабочего диска. Для отсева использовались лабораторные металлотканые сита. Отвеивание оболочек производилось на лабораторном пневмосепараторе с контролируемой скоростью воздуха в пневмоканале. Технологическая схема обрушения семян рапса представлена на рис.1.

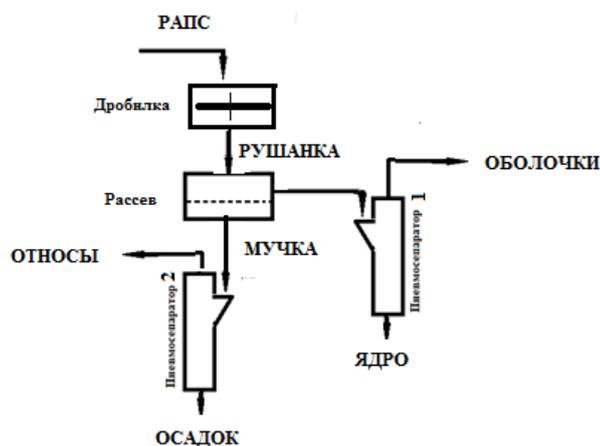


Рисунок 1 – Технологическая схема обрушения рапса.

Рапсовый шрот предварительно измельчался в молотковой дробилке, после чего молотся на вальцевых станках с зазором между рифлеными вальцами 0,25 и 0,10 мм и рассеивался на металотканых ситах. Технологическая схема переработки дана на рис.2.

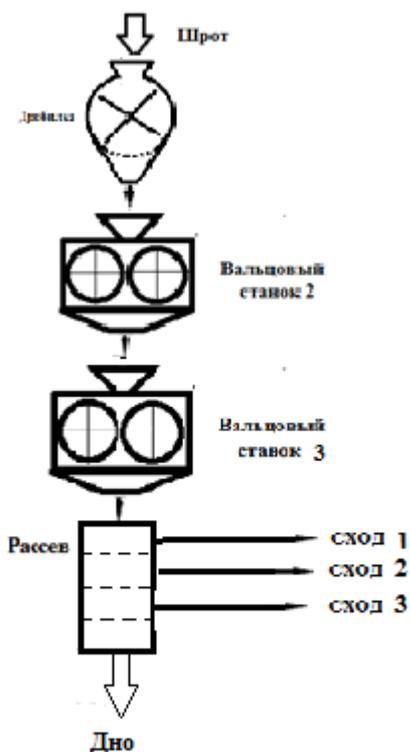


Рис.2. Технологическая схема переработки рапсового шрота.

Результаты и их обсуждение.

В табл.2 даны режимы и выход продуктов обрушения семян рапса.

Таблица 2 – Режимы обрушения семян рапса и выход продуктов (%).

№ режима	Режим дробления	Сито #, мм	№ пневмо-сепаратора	Скорость воздуха в пневмо-сепараторе, м/с	Продукт	Выход, %
1	* $V_{ш}$ =34 м/с * $n_{ш}$ =2615 об/мин	0,63	1	3,5	Ядро	70
					Оболочки	15
		Дно	2	1,2	Осадок	8
					Относы	7
2	$V_{ш}$ =41 м/с $n_{ш}$ =3115 об/мин	0,63	1	3,5	Ядро	63
					Оболочки	14
		Дно	2	1,2	Осадок	13
					Относы	10

* $n_{д}$ – частота вращения рабочего диска,

* $V_{ш}$ - скорость периферии рабочего диска.

При обрушении семян рапса были получены следующие продукты: ядро, мучка, оболочка. На следующем этапе мучка была разделена на фракции: осадок, относы. Внешний вид полученных продуктов представлен на рис.3.

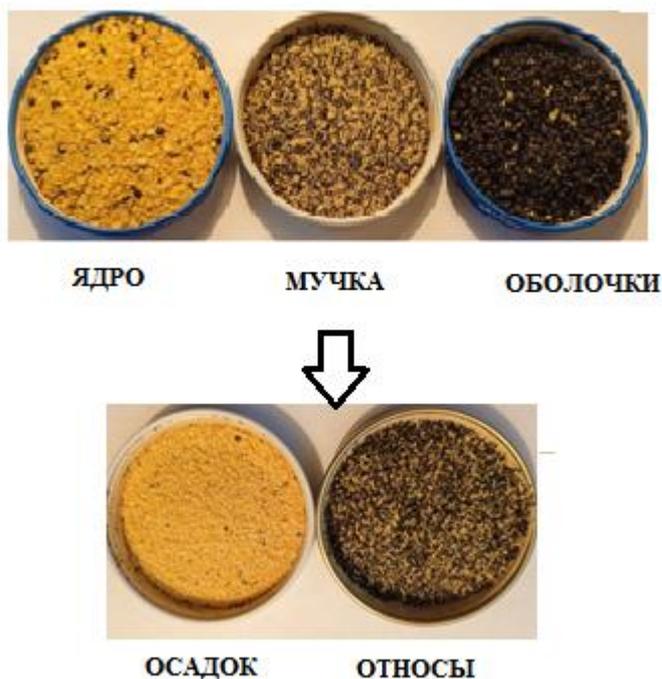


Рисунок 3 – Продукты обрушения рапса (режим №1).

При первом режиме несколько более засорено недорущем ядро и менее оболочками осадок мучки. Как и следовало ожидать, с возрастанием скорости удара семян о деку возрастает доля мучки и снижается доля ядра и оболочек.

Однако наиболее ценных продуктов ядра и осадка мучки суммарно на обеих режимах дробления одинаково.

Обрушение семян рапса с использованием достаточно простых технологических схем на базе отечественного оборудования мукомольно-крупяного производства позволяет обеспечить выход (около 70%) продукта с повышенным содержанием белка и жиров при низком содержании клетчатки. При этом отходы после пневмосепарирования, которые в сумме составляют около 20%, могут быть с успехом использованы, например, в кормах для КРС. Однако следует иметь в виду, что обрушения режимы являются ориентировочными и должны корректироваться при масштабировании в производственных условиях. Могут меняться и представленные технологические схемы.

Эффективность обрушения (выход ядра и степень его очистки от оболочек) в системе операций дробления, аэро- и ситосепарирования зависит от многих факторов: влажности семян, скорости периферии рабочего диска центробежной дробилки (скорость удара семени о деку), характеристик сита отсева, скорости воздуха в канале пневмосепараторов и структуры самого технологического процесса (последовательности операций).

Повысить уровень очистки ядра от оболочек удастся за счет повышения скорости воздуха при пневмосепарировании соответствующих фракций, но при этом будет снижаться выход ядра. Учитывая ярко выраженное цветовое различие ядра и примеси, для этой же цели можно использовать фотосепаратор. При сравнительно небольших потерях удастся существенно повысить качество ядра. Химический состав ядра и оболочек дан в табл.3.

Таблица 3 - Химический состав ядра и оболочек семян рапса

	Сырой протеин, %	Белки по Бернштейну, %	Сырой жир, %	Сырая зола, %	Влажность, %
Рапс (семена)	24,6	21,9	36,1	4,1	6,2
Ядро	25,2	22,5	46,5	4,0	5,3
Оболочки	21,6	18,9	8,6	3,8	5,8

Очевидно, что после экстракции масла содержание белка в шроте существенно возрастает. В табл.4 даны выход и химический состав полученных продуктов переработки рапсового шрота.

Таблица 4 - Выход и химический состав полученных продуктов переработки рапсового шрота.

Номер схода	Сита #, мм	Выход, %	Сырой протеин, %	Белки по Бернштейну, %	Сырой жир, %	Сырая зола, %	Влажность, %
Исходный шрот	-	100	37,8	35,6	5,0	6,7	8,3
Сход 1	0,45	7,8	28,9	26,8	5,8	5,7	8,3

Сход 2	0,18	25,5	37,7	35,1	3,8	6,8	8,2
Сход 3	0,11	62,8	40,4	35,9	5,5	6,8	7,8
Дно	Дно	3,9	41,5	38,5	5,3	7,3	9,4

Заключение

Обрушение семян рапса с использованием достаточно простых технологических схем на базе отечественного оборудования мукомольно-крупяного производства позволяет обеспечить выход (около 75%) продукта с повышенным содержанием белка и жира при низком содержании клетчатки. При этом отходы после пневмосепарирования, которые в сумме составляют около 25%, могут быть с успехом использованы, например, в кормах для КРС. Однако следует иметь в виду, что представленные технологические режимы были отработаны в лабораторных условиях и являются ориентировочными. При масштабировании процесса в производственных условиях технологические режимы должны подвергаться корректировке. Эффективность обрушения (выход ядра и степень его очистки от оболочек) в системе операций дробления, аэро- и ситосепарирования зависит от многих факторов: влажности семян, скорости периферии рабочего диска центробежной дробилки (скорость удара семени о деку), характеристик сит отсева, скорости воздуха в канале пневмосепараторов и структуры самого технологического процесса. Возможны вариации технологических схем (последовательности операций). Повысить уровень очистки ядра от оболочек удастся за счет повышения скорости воздуха при пневмосепарировании соответствующих фракций, но при этом будет снижаться выход ядра.

Предварительное подсушивание семян приводит к охрупчиванию оболочки, т.е. в первую очередь снижает ее прочностные характеристики, что позволяет снизить эффективную скорость периферии диска дробилки и увеличить долю крупной фракции ядра.

Учитывая ярко выраженное цветовое различие ядра и примеси, для этой же цели можно использовать фотосепаратор.

Рапсовый шрот удастся обогатить, используя традиционные вальцевые станки и отсеивы.

Литература

1. Линденбек М., Оптимизация обработки семян рапса/Комбикорма. – 2015. - №9. – С. 47-50.
2. Пахомова О. Н. Разработка и использование функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового. Специальность 05.18.15. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. ФГБОУ высшего профессионального образования. «Орловский государственный институт экономики и торговли». Орел 2014. – 162 с.

3. Рензяева Т. В., Рензяев А. О., Кравченко С. Н., Резниченко И.Ю. Потенциал рапсовых жмыхов в качестве сырья пищевого назначения/ Хранение и переработка сельхозсырья.– 2020. - №2 – с.143-156. doi: <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.213>.
4. Тюрин А.Н., Букашева Н.С. Способы повышения эффективности процесса переработки семян ярового рапса // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 11. Ч. 1 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2014/11/40528> (дата обращения: 28.01.2023).
5. Mejicanos G., Sanjaya N., Kim I.H. et al. Recent advances in canola meal utilization in swine nutrition. *J Anim Sci Technol* **58**, 7 (2016). [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.1186/s40781-016-0085-5>.

Literature

1. Lindenbeck M., Optimization of rapeseed processing/Compound feed. - 2015. - No. 9. – pp. 47-50.
2. Pakhomova O. N. Development and use of a functional food fortifier from rapeseed cake. Specialty 05.18.15. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. FGBOU of higher professional education. Oryol State Institute of Economics and Trade. Eagle 2014. – 162 p.
3. Renzyaeva T. V., Renzyaev A. O., Kravchenko S. N., Reznichenko I.Yu. The potential of rapeseed cakes as food raw materials/ Storage and processing of agricultural raw materials.– 2020. - No. 2 – pp.143-156. doi: <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.213>
4. Tyurin A.N., Bukasheva N.S. Ways to increase the efficiency of the processing of spring rape seeds // Modern scientific research and innovation. 2014. No. 11. Part 1 [Electronic resource]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2014/11/40528> (accessed: 28.01.2023).
5. Mejicanos G., Sanjaya N., Kim I.H. et al. Recent advances in canola meal utilization in swine nutrition. *J Anim Sci Technol* **58**, 7 (2016). [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.1186/s40781-016-0085-5>.

Для ссылки: 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.