

*ИЗУЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ЛЬНЯНЫХ МАСЛА И ЖМЫХА, ПОЛУЧЕННЫХ ПО
НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДВУКРАТНОГО ПРЕССОВАНИЯ СЕМЯН ЛЬНА С
ЭКСТРУДИРОВАНИЕМ*

А.С. ЗАРУБА, С.К. МУСТАФАЕВ, Е.А. КАЛИЕНКО, А.А. АНДРЖАЙЧАК

*Кубанский государственный технологический университет
350072, Российская федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2*

В статье рассмотрена возможность применения технологии двукратного прессования с экструдированием для семян льна, изучены выход и показатели качества полученного по такой технологии льняного масла, определена остаточная масличность жмыха.

Ключевые слова: прессование семян, экструдирование жмыха, льняное масло, показатели качества, остаточная масличность жмыха.

В настоящее время льняное масло, пригодное в пищу, получают по технологии однократного холодного прессования при температуре 60-70 °С [1,2]. Выход пищевого масла по существующей технологии составляет порядка 30 % при масличности жмыха около 18 % на а.с.в. Такой низкий выход масла существенно увеличивает его себестоимость, при этом получается низкоусваиваемый жмых из-за недостаточной степени обработки семян.

Существует технология однократного горячего прессования, предусматривающая измельчение семян и влаготепловую обработку мятки при температуре не менее 120 °С в течение 30 – 40 минут. При этом масличность жмыха составляет 10-12 % [3].

Известна технология двукратного прессования, предусматривающая на второй стадии измельчение и влаготепловую обработку жмыха первого прессования при температуре 110-120 °С в течение 40 мин. с последующим окончательным отжимом масла на пресс-экспеллере [3]. Такая технология позволяет снизить масличность жмыха до 8-10 % [3].

В обоих последних случаях белок, содержащийся в жмыхе, подвергается существенной денатурации за счет длительного воздействия повышенной температуры, при этом в нём снижается содержание наиболее легкоусваиваемых водорастворимых форм. Кроме, того при таких технологиях

получается только техническое льняное масло. Получение технического льняного масла обусловлено тем, что в его составе содержится большое количество полиненасыщенных жирных кислот. Например, в масле традиционных (высоколиноленовых) сортов льна доля α -линоленовой кислоты может достигать 64-66%. Далее в порядке убывания по содержанию в жирнокислотном составе триацилглицеролов идут мононенасыщенная олеиновая ω -9 кислота (14,3-22,4%) и полиненасыщенная ω -6 линолевая кислота (12,4-13,4%) [4]. В масле низколиноленовых сортов льна доля α -линоленовой кислоты составляет 2-6 %. Далее в порядке возрастания по содержанию в жирнокислотном составе триацилглицеролов идут мононенасыщенная олеиновая ω -9 кислота (16,0-23,5%) и полиненасыщенная ω -6 линолевая кислота (62,6-66,9%) [4]. Следствием такого высокого содержания полиненасыщенных жирных кислот является неустойчивость льняного масла к окислению, так как с увеличением степени ненасыщенности жирных кислот скорость образования их радикалов и, соответственно, интенсивность последующего взаимодействия с кислородом существенно возрастают [5].

Новый способ извлечения масла, используемый в масложировом производстве - прессование с экструдированием, впервые примененный кампанией Инста-Про для семян сои [6]. Метод представляет собой подготовку семян сои к прессованию экструдированием с последующим прессованием экструдата. Эта технология отработана и применяется для низкомасличных семян, таких как соя, для высокомасличных семян она не подходит.

Для семян высокомасличных культур имеется еще одно направление переработки, сочетающее прессование с экструдированием. Оно было применено чешской фирмой Фармет для семян рапса [7]. Здесь используется следующая комбинация приемов извлечения масла: предварительное прессование – экструдирование – окончательное прессование. Масличные семена прессуются в предварительном прессе при температуре 60-70 °С так, чтобы содержание масла в жмыхе после первой ступени было оптимальным для последующей экструзии (примерно 20 % масла на а.с.в.). Жмых после

предварительного прессования обрабатывается в экструдере, где происходит его интенсивное сжатие, механическое разрушение клеток и кратковременное (2-4 сек.) нагревание до 110-120 °С. Затем из экструдата отжимается масло с помощью прессов второй ступени (завершающие прессы) с высоким показателем выхода масла. В процессе экструзии желатинируется крахмал и это повышает его усваиваемость, также повышается перевариваемость клетчатки за счет ее измельчения в процессе трения и истирания [7]. В процессе экструзии повышается перевариваемость белков за счет разрушения в молекулах белка вторичных связей, сами аминокислоты при этом не разрушаются. Имеется опыт по переработке семян подсолнечника по указанной технологии. Литературных данных по переработке семян льна двойным прессованием с экструдированием не найдено.

Целью настоящей работы является изучение возможности применения для переработки семян льна двукратного прессования с экструдированием и определение показателей качества получаемых продуктов.

Для проведения исследований по двукратному прессованию использовали семена льна масличного сорта ВНИИМК 630 урожая 2013 г. В ходе исследований в семенах и масле определяли кислотное и перекисное числа по методикам [8,9,10] соответственно. Массовую долю масла в семенах и жмыхах определяли на ЯМР-анализаторе АМВ-1006М. Методика выполнения измерений осуществлялась по соответствующему ГОСТу [11].

Эксперименты проводили в трёхкратной повторности, что позволило провести их математическую обработку, посчитать ошибку каждого метода анализа и оценить значимость отличия средних путём сравнения расчётных и табличных значений критерия Стьюдента [12].

Для извлечения масла двукратным прессованием применялся лабораторный пресс фирмы «Фармет» [7], Центра коллективного пользования КубГТУ производительностью 20 кг /час по сырью, имеющий два прессующих узла (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема шнекового пресса «Farmet – DUO PF»

Экспериментальная работа осуществлялась следующим образом: семена льна засыпали в приёмный бункер при закрытом выпускном шибере. На оба прессующих узла надевали нагревательный элемент, которым в течение 20-25 мин. прессующие узлы нагревались до температуры 60 ± 5 °С. После запуска электромотора частотным преобразователем устанавливали число оборотов шнекового вала - 38 оборотов/мин., открывали выпускной шибер и сырьё из насыпной воронки захватывалось шнеком, который вдавливал материал в первый прессующий узел, где в месте решетчатой матрицы отжималось масло. Жмых из прессующего узла выходил в виде гранул диаметром 8 мм.

Полученный после предварительного прессования жмых направлялся в экструдер для подготовки его к прессованию. Запускали двигатель экструдера, льняной жмых маленькими порциями засыпали в насыпную воронку до разогрева экструдера и стабилизации процесса, после чего льняной жмых подавали непрерывно, а получаемый экструдат направляли на окончательное прессование, при котором получались масло и жмых в виде гранул диаметром 6 мм.

Экструдер фирмы ХР-3 Центра коллективного пользования КубГТУ представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Экструдер фирмы «Фармет»

Перед прессованием в семенах льна определяли массовую долю масла (исходную масличность) и его кислотное и перекисное числа. Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества семян льна сорта ВНИИМК 630

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля масла, % а.с.в.	50,3±0,2
Кислотное число, мг КОН/г	1,28±0,03
Перекисное число, мэкв активного кислорода/кг	2,13±0,07

Из данных таблицы 1 следует, что исходные семена льна имеют высокое качество масла по показателям кислотное и перекисное числа.

Показатели качества масел первого и второго отжима приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества получаемых масел

Показатели качества	Предварительное прессование	Окончательное прессование
Кислотное число, мг КОН/г	1,87±0,03	2,34±0,03
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	2,71±0,04	6,66±0,04
Цветность, мг I ₂	38	82
Массовая доля неомыляемых веществ, %	0,24±0,2	0,31±0,2
Массовая доля фосфорсодержащих веществ, %, в пересчете на стеароолеолецитин	0,23±0,2	0,83±0,2

Из данных таблицы 2 следует, что льняное масло, как предварительного, так и окончательного прессования, по показателям окислительной порчи соответствует требованиям Технического регламента таможенного союза на масложировую продукцию [13], предъявляемым к пищевым маслам. Таким образом, в пищевых целях может использоваться масло предварительного прессования, окончательного прессования и их смесь. Сравнение показателей качества масел предварительного и окончательного прессования показало, что кислотное число в масле окончательного прессования повысилось на 0,47 мг КОН/г, а перекисное – на 3,95. Также в масле окончательного прессования увеличились: цветность на 44 мг I₂, массовая доля неомыляемых веществ на 0,07 %, массовая доля фосфорсодержащих веществ на 0,6 %.

Кроме вышеперечисленных показателей определяли массовую долю масла в жмыхе и выход масла. Результаты определения массовой доли масла в жмыхе и его выхода представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Массовая доля масла в жмыхе

Прессование	Массовая доля масла в жмыхе, % а.с.в.	Выход масла, %
Предварительное прессование	19,4±0,2	30,9±0,2

Окончательное прессование	9,5±0,2	40,8±0,2
---------------------------	---------	----------

Таким образом, масличность жмыха при технологии двукратного прессования семян льна с экструдированием снижается на величину порядка 8,5 % на а.с.в. по сравнению с повсеместно применяемой в настоящее время для получения пищевого льняного масла технологией однократного холодного прессования, что существенно облегчает переработку жмыха в льняную муку.

Из полученных экспериментальных данных также следует, что применение технологии двукратного прессования семян льна с экструдированием позволяет увеличить выход масла на 10 % по сравнению технологией однократного холодного прессования. Причем масло, и предварительного, и окончательного прессования, относится к пищевым маслам. В масле окончательного прессования увеличиваются значения показателей окислительной порчи, а также цветность, массовая доля неомыляемых и фосфорсодержащих веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусева Д.А., Прозоровская Н.Н., Санжаков М.А, Широнин А.В. Сравнительный анализ льняного масла трех вариантов холодного отжима // Масложировая промышленность. 2011. №3. С 30-32.
2. Мустафаев С.К., Ефименко С.Г., Калиенко Е.А., Сони́на Д.В. Влияние условий прессования семян льна на выход и качество масла// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ, 2014. №100(06).
3. Технология отрасли (Производство растительных масел) : учебник / Л. А. Мхитарьянц, Е. П. Корнена, Е. В. Мартовщук и др. СПб. : ГИОРД, 2009. 352с.

4. Биологическая активность льняного масла как источника омега-3-альфа-линоленовой кислоты /О.М. Ипатова, Н.Н. Прозоровская, В.С. Баранова, Д.А. Гусева //Биомедицинская химия. 2004. Т.50. №.1.

5. Окислительная устойчивость льняного масла при хранении /О.И. Шадыро, А.А. Сосновская, И.П. Едимечева, Н.И. Островская // Масложировая промышленность. 2010. №5. С.26-28.

6. Insta-Pro Extruders [Электронный ресурс]. – Режим доступа: a-pro.com / products-services / extruders / html.

7. Пугачев П. М. Рапс в России и его переработка на оборудовании Фармет // 11-я международная конференция «Масложировая индустрия» 26-27 октября 2011 г., С-П. С. 15-17.

8. Лабораторный практикум по технологии производства растительных масел: Справочное пособие / Копейковский В. М., Мосян А. К., Мхитарьянц Л. А. и др. М.: Агропромиздат, 1990. 191 с.

9. ГОСТ Р 52110 – 2003 Масла растительные. Методы определения кислотного числа. М.: ИПК: Издательство стандартов, 2003. 11с.

10. ГОСТ Р 51487-99. Масла растительные и жиры животные. Методы определения перекисного числа. - М.: Госстандарт России: Изд – во стандартов, 2000. – 8 с.

11. ГОСТ 8.596-2010 ЯМР – анализаторы масличности и влажности сельскохозяйственных материалов. Методика поверки. М.: Стандарт Информ, 2012. 12с.

12. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М: Химия, 1982. 288с.

13. Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на масложировую продукцию» (ТР ТС): принят решением комиссии Таможенного союза № 883 от 9 октября 2011г.

REFERENCES

1. Guseva D.A., Prozorovskaya N.N., Sanzhakov M.A., Schironin A.V. Sravnitelnyy analiz l`nyanogo masla treh variantov holodnogo otzhima // Maslozhirovaya promishlennost. 2011. № 3. S. 30-32.

2. Mustafayev S.K., Efimenko S.G., Kalienco E.A., Sonina D.V. Vliyanie usloviy pressovaniya semyan l`na na vihod I kachestvo masla // Politematicheskiiy setevoy elektronniy nauchniy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Krasnodar: KubGAU, 2014. №100(06).

3. Tehnologiya otrasli (Proizvodstvo rastitel`nih masel) : uchebnik / L.A. Mhitar`yanc, E.P. Kornena, E.V. Martovschuk I dr. SPb. : GIORD, 2009. 352 s.

4. Biologicheskaya aktivnost` l`nyanogo masla kak istochnika omega-3-al`fa-linolenovoy kisloti / O.M. Ipatova, N.N. Prozorovskaya, V.S. Baranova, D.A. Guseva // Biomedicinskaya himiya. 2004. T. 50. №.1.

5. Okislitel`naya ustoychivost` l`nyanogo masla pri hranenii / O.I. Shadiro, A.A. Sosnovskaya, I.P. Edimicheva, N.I. Ostrovskaya // Maslozhirovaya promishlennost`. 2010. №5. S.26-28.

6. Insta-Pro Extruders [Elektronniy resurs]. – Rezhim dostupa: [insta-pro.com / products-services / extruders / html](http://insta-pro.com/products-services/extruders/html).

7. Pugachev P.M. Raps v Rossii I ego pererabotka na oborudovanii Farmet // 11-ya mezhdunarodnaya konferenciya “Maslozhirovaya industriya” 26-27 oktyabrya 2011 g., S-P. S. 15-17.

8. Laboratorniy praktikum po tehnologii proizvodstva rastitel`nih masel: Spravochnoe posobie / Kopeykovskiy V.M., Mosyan A.K., Mhitar`yanc L.A. I dr. M.: Agropromizdat, 1990. 191 s.

9. GOST R 52110-2003. Masla rastitel`nie. Metodi opredeleniya kislotnogo chisla. M.: IPK: Izdatel`stvo standartov, 2003. 11 s.

10. GOST R 51487-99. Masla rastitel`nie I zhiri zhivotnie. Metodi opredeleniya perekisnogo chisla. – M.: Gosstandart Rossii: Izd-vo standartov, 2000. – 8 s.

11. GOST 8.596-2010 YaMR – analizatori maslichnosti I vlazhnosti sel`skohozyaystvennih materialov. Metodika poverki. M.: Standart Inform, 2012. 12s.

12. Zakgeym A. Yu. Vvedenie v modelirovanie himiko-tehnologicheskikh processov. M.: Himiya, 1982. 288 s.

13. Tehnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza “Tehnicheskiy reglament na maslozhirovuyu produkciyu” (TR TS): prinyat resheniem komissii Tamozhennogo soyuza № 883 ot 9 oktyabrya 2011 g.

*STUDY OF THE QUALITY OF LINSEED OIL AND OIL CAKE OBTAINED BY THE
NEW TECHNOLOGY OF DOUBLE PRESSING OF FLAX SEEDS WITH
EXTRUSION*

A.S. ZARUBA, S.K. MUSTAFAEYV, E.A. KALIENCO, A.A. ANDRZHAYCHAK

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072*

In the article study the possibility of applying the technology of double pressing extrusion for flax seed, we studied the yield and quality obtained with this technology linseed oil, defined residual oil cake.

Keywords: pressing seeds, extrusion, of the cake, linseed oil, quality indicator, the residual oil cake.