

Doi: [10.15863/TAS](https://doi.org/10.15863/TAS)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2015 Issue: 02 Volume: 22

Published: 28.02.2015 <http://www.T-Science.org>

SECTION 9. Chemistry and chemical technology.

Evgeniy Borisovich Medvedkov
doctor of technical Sciences, Professor,
the Department of Mechanization and automation of
production processes, the Dean of FDO,
Almaty Technological University, Kazakhstan
evg_bm@mail.ru

Seit Sarsenbaevich Jingilbayev
doctor of technical Sciences, Professor
the Department of Mechanization and automation of
production processes, Professor MAPP,
Almaty Technological University, Kazakhstan
d.seit@mail.ru

Lyazzat Kemberbekovna Baybolova
doctor of technical Sciences, Professor, the
Department of Mechanization and automation of
production processes, Dean FEET,
Almaty Technological University, Kazakhstan
baybolova@mail.ru

Anna Michailovna Admayeva
candidate of technical Sciences,
the Department of Mechanization and automation of
production processes, associate Professor of BCPP,
Almaty Technological University, Kazakhstan
anna_admaeva@mail.ru

EXTRACTION OF OIL FROM SEEDS OF FLAX AND SESAME USING PRESSING WITH PRELIMINARY GENTLE HEAT TREATMENT

Abstract: Studied the effect pre-hydrothermal and infrared processing flax seeds oil yield when cold pressed. Found that oil extraction is increased, the oil preserved in a large quantity of useful nutrients.

Key words: oil-type BAA, flax, cold pressed, gentle heat treatment, infrared treatment.

Language: Russian

Citation: Medvedkov EB, Jingilbayev SS, Baybolova LK, Admayeva AM (2015) EXTRACTION OF OIL FROM SEEDS OF FLAX AND SESAME USING PRESSING WITH PRELIMINARY GENTLE HEAT TREATMENT. ISJ Theoretical & Applied Science 02 (22): 36-40. doi: <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2015.02.22.8>

УДК 665.1.002.5;637202 (УДК 664.3:637.5)

ПОЛУЧЕНИЕ МАСЛА БАД ИЗ СЕМЯН ЛЬНА ПРЕССОВАНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЩАДЯЩЕЙ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ

Аннотация: Изучено влияние предварительной гидротермической и инфракрасной обработки семян льна на выход масла при холодном отжиме. Установлено, что при этом в масле при повышении его извлечения сохраняется значительное количество важных нутриентов.

Ключевые слова: масла типа БАД, лен, холодный отжим, щадящая тепловая обработка, инфракрасная обработка.

Как известно, основным источником «полезных» жиров являются растительные масла, в том числе из семян льна. В их состав входят ненасыщенные жирные кислоты, витамины, минеральные вещества, легкоусвояемые организмом и не дающие отложений на стенках сосудов в виде холестериновых бляшек, а витамины способствуют сохранению целостности слизистой оболочки ЖКТ, препятствуют

появлению тяжелых сосудистых заболеваний, повышают сопротивляемость организма к негативному воздействию вирусов, бактерий и окружающей среды [1, 2].

Механический метод получения масла полностью сохраняет содержание основных веществ, но при этом снижается выход масла (до 18%). При этом способе не требуется дополнительных мер по очистке и нейтрализации

среды. Вследствие более полного сохранения химического состава, получения качественного масла данный способ является более приемлемым для получения масла типа БАД.

Прессование с предварительной влаготепловой обработкой при высокой температуре приводит к значительным потерям витаминов. Подготовка и переработка семян льна в масла БАД предполагает использование механического способа получения продукции, при этом для придания функциональных свойств был применен метод холодного отжима с предварительной щадящей тепловой обработкой.

Щадящая тепловая обработка приводит к некоторым положительным результатам. При нагревании семян до 20% крахмала, содержащегося в нем, переходит в декстрины, которые легко усваиваются человеком, разрушаются токсичные вещества. Происходит легкая денатурация белка, а благодаря малому времени обработки (30-150 сек.) практически полностью сохраняется витаминный комплекс. Таким образом, воздействие тепловой обработки способствует повышению усвояемости питательных веществ на 20-25 %. А ряд витаминов, в том числе E, D, B4 при отсутствии интенсивного освещения и окислителя довольно устойчивы к температуре [3].

Для снижения активности ферментов растительного сырья, приводящих к ухудшению органолептических и технологических свойств, в настоящее время широко используются различные способы термической обработки [4]. Чаще всего термическую обработку совмещают с предварительным увлажнением сырья, например замачиванием, либо пропариванием. В работе [5] предлагается использовать комбинированный метод обработки семян льна с использованием гидротермической предварительной обработки с последующей сушкой ИК-облучением. Целью такой обработки являлось снижение ферментативной активности семян. Согласно [5] семена льна очищают от примесей, пропаривают их водяным паром до влажности 20-25% в течение 15-20 мин. Осуществляют термическую обработку методом ИК-облучения при температуре 120°C в течение 80-90 с. Охлаждают до температуры окружающей среды. Это позволяет получить стабилизированный продукт с высокой питательной и биологической ценностью, увеличить объем семян при сохранении целостности формы и улучшения вкусовых качеств, расширить ассортимент биологически активного сырья.

Данный способ взят нами за прототип для предварительной обработки семян льна перед отжимом из них масла. Однако нас интересовало, как сказывается подобная обработка на выход

масла из сырья. Цель экспериментов заключалась в определении оптимальных температуры и продолжительности обработки семян льна, позволяющих снизить до минимального уровня активность ферментов и сохранить при этом в наибольшем количестве содержащиеся в них витамины, а также подготовить структуру оболочек и самих семян для облегчения процесса отжима масла.

Процесс подготовки и переработки семян включает следующие операции: очистка семян от примесей, сушка, выжимка, очистка масла. Для экспериментов были использованы семена льна урожая 2013 года.

После очистки на воздушно-ситовом сепараторе содержание сорных примесей не превышало 0,3 %.

Гидротермическая обработка семян является необходимым процессом для снижения активности ферментов семян [6], катализирующих окисление ненасыщенных жирных кислот до образования гидроперекисей, придающих сырью горький вкус, снижающих срок годности сырья и готового масла, характеризующегося значительным содержанием эссенциальных пищевых ингредиентов, таких как полиненасыщенные жирные кислоты с преобладанием линоленовой кислоты.

Увлажнение семян льна перед термической обработкой при комнатной температуре приводит к быстрому набуханию слизей на поверхности семян, что осложняет их дальнейшую переработку. В этот процесс также вовлекаются водорастворимые фракции белка, в результате чего возможны потери белка и снижение пищевой ценности сырья [6]. Пропаривание семян льна предотвращает набухание слизей, приводит к мягкой денатурации белка, что также повышает усвояемость белка, снижает активность липазы и липоксигеназы, что повышает сроки его хранения [6].

Оптимальный режим пропаривания и оптимальная влажность семян льна перед ИК-облучением были определены экспериментально из условия достижения минимальной активности ферментов липазы и липоксигеназы в конечном продукте. Оценку активности липоксигеназы проводили по методике, описанной в источнике [7]. Оценку активности липазы - по методике, описанной в источнике [8].

Начальные показатели семян приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры семян льна

	Влажность, %	Активность липоксигеназы, ммоль/кг	Активность липазы, мл NaOH/г	Объемная плотность семян, г/см ³
Семена льна	5,2	2,04	0,81	1,52

Параметры гидротермической обработки: давление пара 0,05 МПа, продолжительность воздействия до 25 минут. Результаты гидротермической обработки семян льна приведены на рисунке 1.

Из рисунка видно, что активность липазы уже равна 0 при пропаривании в течение 9 минут до влажности порядка 16%, поэтому диапазон оптимальной влажности в результате пропаривания определяется по активности липоксигеназы.

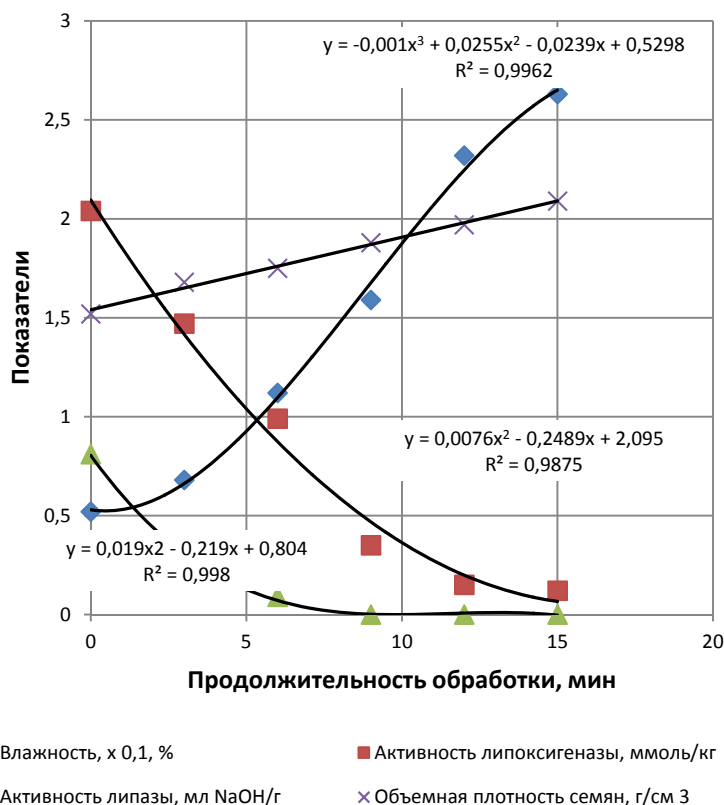


Рисунок 1 - Результаты гидротермической обработки семян льна.

Таким образом, пропаривание семян льна необходимо проводить до влажности 20-25%. Общее время пропаривания для достижения оптимальной влажности семян льна составляет 12-15 мин.

Однако, такой режим необходим для получения продукта для хранения, когда же семена используются для получения масла непосредственно после ГТО, достаточно достижение влажности 12-14%.

Температурный оптимум активности липаз существенно зависит от влажности семян. Так, для семян влажностью 12 - 14 % максимальная активность липаз наблюдается при 37°C, а для семян с более высокой влажностью при этой же

температуре активность фермента снижается из-за денатурации. Чем выше влажность семян, тем ниже температура инактивации фермента. Во влажных семенах фермент быстро инактивируется при 100 °С, а в сухих семенах - только при 120 °С [6].

При сушке применяется «мягкий» режим, температура нагрева ядра зерна 50-55 °С с влажностью до 5 %.

В результате нагрева влага в семенах льна переходит в пар, прогревает изнутри оболочку и создает избыточное давление внутри семени. Оболочка, состоящая в основном из клетчатки, изменяет свои свойства, в ней образуются многочисленные микроотверстия, через которые

пар выходит наружу. В результате гидротермической обработки происходит деполимеризация клетчатки. Гидротермическая обработка семян воздействует только на оболочку и изменяет ее физико-химические свойства. Жирнокислотный состав масла семян остается неизменным.

Экспериментальные исследования процесса тепловой обработки семян льна ИК-излучением с длиной волны 1,5-3,0 мкм проводились по методике, описанной в работе [9]. Использование инфракрасных излучателей с функциональной керамической оболочкой с длиной волны 1,5-3,0 мкм обусловлено тем, что она соответствует частоте собственных колебаний молекулы воды в составе ядра семени, которая при облучении избирательно нагревается и резонансно испаряется [10].

Эксперименты проводились на лабораторной установке «Экосезам».

Плотность потока излучения составляла 900 Вт/м². Семена льна с влажностью 10,2-16,1% и подвергались ИК-обработке при переменных значениях плотности. Погрешность измерения не превышала ±0.1%.

Для установления влияния на время сушки семян (сек) до установленной влажности и извлечение масла (%) после ГТО и ИК-обработки использовали ортогональное композиционное планирование эксперимента [11].

При исследовании влияния этих факторов были выбраны следующие пределы их

изменения: влажность семян льна после ГТО – 10 – 16%, после ИК-обработки – 5 – 7%.

В результате расчета получили уравнения регрессии зависимости времени сушки от влажности семян льна после ГТО и ИК-обработки:

$$Y = 153,09 + 48,83 \times (x_1 - 13) / 3 - 29,17 \times (x_2 - 6) + 2 \times (x_1 - 13) \times (x_2 - 6) / 3 + 14,47 \times ((x_1 - 13) / 3 \times (x_1 - 13) / 3 - 0,67) - 9,63 \times ((x_2 - 6) \times (x_2 - 6) - 0,67), \quad (1)$$

где: Y – продолжительность сушки, с;
 x₁ – влажность семян льна после ГТО, %;
 x₂ – влажность семян льна после ИК, %.

Вычисление значения критерия Фишера показало, что полученные уравнения регрессии адекватно описывают эксперимент.

Уравнения регрессии зависимости выхода масла от влажности семян льна после ГТО и после ИК-обработки:

$$\eta = 43,172 + 1,933x_1 - 0,842x_2 + 0,313x_1x_2 + 0,636x_1^2 - 0,278x_2^2 \quad (2)$$

где: η – выход масла, %.

Состав масел по некоторым важным компонентам приведен в таблице 2.

Таблица 2

Содержание жирных кислот и витаминов в готовом продукте

№	Компонент	Льняное масло
1	2	3
1	Линолевая к-та, %	22 - 26
2	Линоленовая к-та, %	52 - 58
3	Олеиновая к-та, %	23 - 27
4	Насыщенные кислоты, %	9,2 – 9,5
5	Витамин Е, мг/100 г	17,5
6	Витамин В4, мг/100 г	0,2

Из таблицы можно заключить, что ряд ценных компонентов в масле из семян льна сохраняется при использовании предложенной технологии.

Подытоживая выше изложенное, следует отметить, что использование ИК-обработки, мягких режимов ГТО и метода холодной выжимки при переработке масличных семян (лен) в масла БАД положительно влияет на инактивацию ферментов, а также на снижение степени насыщенности их воздухом, что снижает

интенсивность протекания нежелательных гидролитических и окислительных процессов липидов.

Интенсивность ИК-излучения составляла при оптимальных показателях 900 Вт/м², продолжительность обработки для семян льна 3 - 4 минуты. Параметры гидротермической обработки: давление пара 0,05 МПа, продолжительность воздействия 1 – 3 минуты. Для выжимки семян используется пресс-экструдер оригинальной конструкции.

Температура нагрева семян при прессовании составляет 50 - 55 °С, затраты энергии при прессовании семян 0,25 кВт/кг, выход масла льна в среднем составил 43% от массы семян.

Полученное таким способом масло содержит пальмитиновую, пальмитолеиновую, стеариновую, олеиновую, линолевую, линоленовую кислоты, входящие в состав мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот (до 87%), витамины, что объясняет его целебно-профилактическую

направленность и дает возможность отнести их к биологически активным добавкам (БАД).

Выявлено положительное влияние вышеуказанных методов обработки на инактивацию ферментов, а также на снижение степени насыщенности ее воздухом, что позволяет снизить интенсивность протекания нежелательных гидролитических и окислительных процессов липидов оптимального режима производственного процесса. Выбраны оптимальные режимы обработки.

References:

1. Tikhomirova NA (2002) Tekhnologiya produktov funktsional'nogo pitaniya / N.A. Tikhomirova. – Moscow: Frantera, 2002.
2. Kas'yanov GI (2001) Tekhnologiya produktov pitaniya dlya lyudey pozhilogo i preklonnogo vozrasta / G.I. Kas'yanov, A.A. Zaporozhskiy, S.V. Yudina. – Rostov-n/D: Izd. MarT, 2001.
3. Morozkina TS, Moysenok AG (2002) Vitaminy. — Minsk: Asar, 2002. - pp. 66-72.
4. Dzhingilbaev SS (2007) Razvitie nauchnykh osnov intensivatsii protsessov otdeleniya rastitel'nogo masla na ekstruderakh. Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni doktora tekhnicheskikh nauk Almaty, 2007. STAT"Ya S NAMI.
5. Minevich IE, Osipova LL, Zubtsov VA (2012) Sposob snizheniya fermentativnoy aktivnosti semyan l'na / Patent na izobretenie RU №2464799. Opubl. BI ot 27.10.2012.
6. Minevich IE (2009) Razrabotka tekhnologicheskikh resheniy pererabotki semyan l'na dlya sozdaniya funktsional'nykh produktov. / I.E. Minevich // Dis. na soisk. uchen. step.kand. tekhn. nauk. - Moscow. - 2009. - pp.83.
7. Petrov KP (1978) Metody biokhimii rastitel'nykh produktov /K.P.Petrov. - Kiev, «Vishcha shkola». - 1978. - pp.106-107.
8. (1987) Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy./ Pod red. A.I.Ermakova. - L.: Agropromizdat. Leningr. otd-nie. - 1987. - pp.47.
9. Demidov AS (2012) Issledovanie protsessov sushki semyan podsolnechnika pri infrakrasnom nagreve [Tekst]/ B.A.Voronenko, A.S.Demidov, S.F.Demidov, Pelenko V.V., Aret V.A. //Adaptatsiya vedushchikh tekhnologicheskikh protsessov k pishchevym mashinym tekhnologiyam: Sb. materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii.- Voronezh: FGBOUVPO "VGUIT", 2012.
10. Demidov AS (2011) Istochniki infrakrasnogo izlucheniya s energoprivodom dlya termoobrabotki pishchevyykh produktov [Tekst] / Demidov S.F., Demidov A.S., Belyaeva S.S. i dr. // Elektronnyy zhurnal. – SPb.: SPbGUNIPT, 2011. - №1. – march 2011.
11. Gaydalin AN, Efremova SA (2008) Ispol'zovanie metoda kompozitsionnogo planirovaniya eksperimenta dlya opisaniya tekhnologicheskikh protsessov.- Volgograd: VolgGTU, 2008. -16 p.