

УДК 665.345.4

UDC 665.345.4

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ
СЕМЯН ЛЬНА К ПРЕССОВАНИЮ НА
ВЫХОД И КАЧЕСТВО МАСЛА****THE INFLUENCE OF METHODS USED TO
PREPARE FLAX SEEDS FOR PRESSING ON
THE OUTPUT AND QUALITY OF OIL**Калиенко Екатерина Александровна
РИНЦ SPIN-код: 2314-7021Kalienko Ekaterina Alexandrovna
RSCI SPIN-code: 2314-7021Заруба Анна Сергеевна
РИНЦ SPIN-код: 2362-6709
*ООО «ТЕХНОИЛ», Краснодар, Россия*Zaruba Anna Sergeyevna
RSCI SPIN-code: 2362-6709
*TECHNOIL, Krasnodar, Russia*Мустафаев Сергей Кязимович
д.т.н., профессор
mustafaev_sk@mail.ru
РИНЦ SPIN-код: 6540-7859Mustafayev Sergey Kyazimovich
Dr.Sci.Tech., professor
mustafaev_sk@mail.ru
RSCI SPIN-code: 6540-7859Гюлушанян Асмик Петровна
к.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код: 7120-3925
*Кубанский государственный технологический
университет, Краснодар, Россия*Gyulushanyan Hasmik Petrovna
Cand.Tech.Sci., assistant professor
RSCI SPIN-code: 7120-3925
*Kuban State Technological University,
Krasnodar, Russia*Ефименко Сергей Григорьевич
к.б.н.
РИНЦ SPIN-код: 5840-4079
*Всероссийский научно-исследовательский
институт масличных культур, Краснодар, Россия*Efimenko Sergey Grigorievich
Cand.Biol.Sci.
RSCI SPIN-code: 5840-4079
*All-Russian Research Institute of Oil Crops,
Krasnodar, Russia*

Аналитический обзор выявил, что применяемые в настоящее время технологии переработки семян льна позволяют получать техническое льняное масло при его высоком выходе, или пищевое льняное масло, но при низком выходе. Целью настоящей работы является обоснование наиболее эффективного способа повышения выхода пищевого льняного масла при сохранении его качества. В настоящей работе проведено сравнение однократного холодного прессования семян льна без предварительной подготовки, и с применением предварительной подготовки СВЧ-обработкой, традиционным (кондуктивным) нагревом и традиционным нагревом под вакуумом. Объектом исследования являлись образцы семян льна сорта ВНИИМК-620 высокого качества, содержащие в жирно-кислотном составе масла 56,28 % линоленовой кислоты. Установлено, что применение предварительной СВЧ-обработки позволяет увеличить выход масла по сравнению с однократным холодным прессованием без обработки, а массовую долю масла в жмыхе снизить на 2,2 %. При этом значения показателей кислотного и перекисного чисел повышаются на 0,05 мг КОН/г и 0,37 ммоль активного кислорода/кг соответственно. Предварительный традиционный нагрев семян перед холодным прессованием позволяет увеличить выход масла,

Analytical survey has revealed that technologies of flaxseed oil processing used nowadays are able to produce technical flaxseed oil if the output is high and food flaxseed oil if the output is low. The objective of this work is to reason the most effective method to increase the output of food flaxseed oil while keeping its quality high. In this article a comparison has been made between single cold pressing of flaxseeds without preliminary preparation with microwave processing, as well as traditional (conductive) heating with traditional heating under vacuum. The object of the research is samples of flaxseeds (high quality variety VNIIMK-620 which contains 56.28% of linolenic acid in its fatty acid composition. It has been established, that the use of preliminary microwave processing enables to increase the output of oil compared to a single cold pressing without any processing, whereby the mass content of oil in oil cake can be reduced by 2.2%. At the same time the indicators of acid number and peroxide value are increased by 0,05 mg KOH/g and 0.37 mmol of active oxygen/kg correspondingly. Preliminary traditional heating of seeds before cold pressing enables to increase the output of oil, though not considerably, compared with preliminary microwave processing. At the same time the changes in acid number and peroxide value are similar to cold pressing with microwave processing. The use of vacuum when

хотя не так существенно, как предварительная СВЧ-обработка. При этом изменения кислотного и перекисного чисел масла аналогичны холодному прессованию с СВЧ-обработкой. Применение вакуума при традиционном нагреве семян не влияет на выход льняного масла, но позволяет снизить кислотное и перекисное числа до уровня значений, характерных для масла в исходных семенах. Таким образом, для получения пищевого льняного масла высокого качества по показателям окислительной порчи и увеличения его выхода, наиболее целесообразно применение перед холодным прессованием предварительной СВЧ-обработки семян под вакуумом

Ключевые слова: СЕМЕНА ЛЬНА, ХОЛОДНОЕ ПРЕССОВАНИЕ, СВЧ-ОБРАБОТКА, КОНДУКТИВНЫЙ НАГРЕВ, ВАКУУМ, МАСЛИЧНОСТЬ ЖМЫХА, ВЫХОД И КАЧЕСТВО МАСЛА

heating seeds in a traditional way does not influence the output of flaxseed oil but enables to decrease acid number and peroxide value to the level which is characteristic for the oil in original seeds. Thus, it is reasonable to use preliminary microwave processing under vacuum before cold pressing with the view to produce food flaxseed oil of high quality in terms of oxidative deterioration and the increase of its output

Keywords: FLAXSEEDS, COLD PRESSING, MICROWAVE PROCESSING, CONDUCTIVE HEATING, VACUUM, OIL CONTENT OF OIL CAKE, OUTPUT AND QUALITY OF OIL

Doi: 10.21515/1990-4665-126-010

Выполнение Федеральной целевой программы «Развитие льняного комплекса России на период до 2020 года» способствовало возрастанию валового сбора семян льна, который в 2015 году превысил 500 тыс. тонн. Высокий валовой сбор позволил льну занять четвертое место в производстве масличных семян в Российской Федерации [1]. Данная программа предписывает также увеличение производства пищевого льняного масла, жмыха и муки.

По жирно-кислотному составу льняное масло отличается от других растительных масел, в первую очередь существенно большим содержанием полиненасыщенной α -линоленовой кислоты, относящейся к классу ω -3 кислот [2]. Поэтому в зависимости от технологии производства льняное масло получается разной степени окисления и соответственно может использоваться в технических, или пищевых, лечебных и профилактических целях.

Классическая технология переработки льняных семян заключается в их двукратном «горячем» прессовании. Льняные семена очищают, измельчают на вальцевых станках, подвергают влажно-тепловой обработке в

жаровнях, далее проводят форпрессование, подготовку форпрессового жмыха и окончательное прессование [3]. Температура второго прессования может достигать 125-130 °С.

При производительности производства выше 250 – 300 т/сут по семенам вместо второго прессования применяют технологию экстракции форпрессового жмыха углеводородным растворителем [4]. Указанными способами можно добиться высокого выхода масла, но вследствие длительности процесса, измельчения материала, проведения влаготепловой обработки, воздействия высокой для льняного масла температуры и применения растворителя получаемое масло пригодно для использования только в технических целях [3].

В настоящее время при переработке семян подсолнечника и рапса получила распространение технология двукратного прессования с экструдированием [5], где при прессовании используется температура не выше 70 °С, а при экструдировании происходит кратковременный нагрев (20-30 сек.) до 120-130 °С. Проведены исследования по применению такой технологии для семян льна [6], по результатам которых при двукратном прессовании семян льна с промежуточным экструдированием, можно получить пищевое льняное масло. Однако, значение перекисного числа масла второго прессования имеет высокое значение и существенно влияет на пищевые достоинства и срок хранения масла.

Известна технология однократного «горячего» прессования, предусматривающая измельчение семян и влаготепловую обработку мятки при температуре не менее 120 °С. При этом получается техническое льняное масло, но его выход существенно ниже, чем при технологии двукратного классического прессования или форпрессования-экстракции.

Пищевое льняное масло в настоящее время получают по технологии первого холодного отжима (прессования). Оборудование для холодного прессования имеет относительно малую производительность и отличается

падающим давлением и низкой температурой при отжиме. При этом термин «холодное прессование» не имеет чётких границ по температуре процесса. Температура, при которой прессование считается холодным, в странах ЕС составляет 27-30 °С, а в США температура прессования в диапазоне 60-99 °С всё ещё считается холодным отжимом [7]. Очевидно, это связано с тем, что в странах ЕС под первым холодным отжимом (*extra virgin*) понимают технологию получения оливкового масла, где не используются шнековые прессы. В литературе встречаются и другие температурные диапазоны холодного прессования. Согласно [8] температура на прессе при холодном прессовании не должна превышать 50 °С.

Однако, при холодном прессовании выход масла значительно ниже, чем при других технологиях получения технического льняного масла. Соответственно, себестоимость пищевого льняного масла, получаемого холодным прессованием, высокая, что является одним из ограничений для его широкого использования.

Наиболее перспективный способ повышения выхода масла при сохранении его качества по показателям окислительной порчи – предварительная подготовка семян льна к прессованию.

Одним из способов подготовки семян к прессованию, повышающий выход масла, является их нагрев традиционным (кондуктивным) методом [9].

Исследования [10] показали, что при прогреве семян интенсифицируется их дыхание и при последующей отлежке объем пустот клеточной структуры, заполненных кислородом, замещается диоксидом углерода примерно на 60 %. В результате газовый состав клеточной структуры меняется, и извлекаемое масло меньше окисляется и, соответственно, имеет более низкое перекисное число.

В исследованиях [11] на семенах подсолнечника показано, СВЧ-обработка является более эффективным способом нагрева по сравнению с

традиционным нагревом и позволяет получить наибольший выход масла при послеуборочном дозревании при лучшем его качестве.

Учитывая вышеизложенное, большой научный и практический интерес представляет научно-техническое обоснование способа повышения выхода пищевого льняного масла холодного прессования при сохранении его качества, что являлось целью настоящей работы.

Объектом исследования являлись образцы семян льна высоколиноленового сорта ВНИИМК-620, выращенные в 2016 году на полях Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур в Краснодарском крае. Для исследований выбран традиционный (высоколиноленовый) сорт семян льна, так как масло из него является наиболее легкоокисляемым и разница в его качестве при получении по разным технологиям наиболее заметна. Аналогичное влияние оказывает жирно-кислотный состав на показатели качества масла в семенах при хранении [12].

Семена льна прессовали на лабораторном прессе Farnet - DUO PF3, оборудованном частотным преобразователем и тремя насадками с диаметром выходного отверстия 10, 8 и 6 мм. При помощи частотного преобразователя число оборотов шнекового вала варьируется в диапазоне 20-80 с⁻¹.

Для определения показателей качества исходных семян, льняного масла и массовой доли масла в семенах и жмыхе использовали общепринятые в масложировой промышленности методики.

Эксперименты проводили в трёхкратной повторности, что позволило посчитать доверительный интервал и оценить значимость отличия средних согласно [13].

На первом этапе исследований изучали качество исходных семян льна. Массовая доля масла в исследуемых семенах составляла 47,8 %, что соответствует характеристике сорта семян льна ВНИИМК-620 [14].

Кислотное и перекисное числа масла в исследуемых семенах льна соответствовало требованиям ТР ТС 024/2011 к пищевым растительным маслам и свидетельствовало о его высоком качестве. Массовая доля влаги семян соответствовала сухому состоянию семян по ГОСТ 10582. Содержание полиненасыщенной линоленовой кислоты (ω -3) составляло 56,28 %, а на втором и третьем месте по содержанию соответственно олеиновая (ω -9) и линолевая (ω -6) кислоты, что характерно для высоколиноленовых сортов льна [15]. Соотношение линолевой (ω -6) полиненасыщенной жирной кислоты к линоленовой (ω -3) кислоте составляло 0,27:1.

Таким образом, установлено, что в выбранные семена льна сухие, масло в них высокого качества и содержит большое количество линоленовой кислоты, характерное для высоколиноленовых сортов. В связи с этим использование данных семян возможно для проведения исследований различных способов подготовки семян льна к прессованию.

Далее изучали показатели качества льняного масла, полученного методом однократного холодного прессования, применяемым в настоящее время для получения пищевого льняного масла. При отжиме льняного масла использовали лабораторный пресс Farnet - DUO PF3 с насадкой с диаметром выходного отверстия 8 мм и минимальным числом оборотов шнекового вала. Для характеристики полноты отжима масла из семян определяли массовую долю масла в жмыхе.

Показатели качества льняного масла и массовая доля масла в жмыхе приведены в таблице 1.

Таблица 1 –Технология однократного холодного прессования семян льна

Наименование показателя качества	Результат измерения
Кислотное число, мг КОН/г	0,89±0,03
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	0,96±0,08
Цветность, мг I ₂	22
Массовая доля фосфорсодержащих веществ, %, в пересчете на стеароолеолецитин	0,08±0,008
Общее содержание токоферолов, мг %	65,8±0,5
Массовая доля масла в жмыхе, %, а.с.в.	12,9±0,2

Из данных таблицы 1 следует, что масличность жмыха высокая (массовая доля масла в жмыхе 12,9 %). Это является следствием использования щадящих режимов при холодном прессовании. Кислотное и перекисное числа исследуемого масла незначительно превышают значения данных показателей в исходных семенах льна. Значения кислотного и перекисного чисел соответствуют требованиям ТР ТС 024/2011 по показателям окислительной порчи к пищевым растительным маслам. Общее содержание токоферолов характерно для льняного масла, полученного методом однократного холодного прессования из семян льна селекции ВНИИМКа [12]. Массовая доля фосфорсодержащих веществ и цветность существенно ниже, чем в ГОСТ 5791 на техническое льняное масло, что связано с щадящими режимами холодного прессования. Таким образом, путем однократного холодного прессования семян льна можно получить пищевое льняное масло высокого качества с низкими показателями окислительной порчи. Однако масличность жмыха, полученного с применением данной технологии переработки семян, выше, чем общеизвестные значения этого показателя у жмыхов, полученных по технологии двукратного и однократного «горячего» прессования [3, 4].

Далее изучали показатели качества льняного масла, полученного по технологии однократного холодного прессования семян льна с предварительной СВЧ-обработкой семян. СВЧ-обработку семян

осуществляли в СВЧ-печи «Шарп» до температуры 60 °С, так как данная температура характерна для работы используемого лабораторного пресса.

Показатели качества льняного масла и массовая доля масла в жмыхе, приведены в таблице 2.

Таблица 2 –Технология однократного холодного прессования семян льна с предварительной СВЧ-обработкой семян

Показатели качества	Результат измерения
Кислотное число, мг КОН/г	0,94±0,03
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	1,33±0,08
Цветность, мг I ₂	22
Массовая доля фосфорсодержащих веществ, %, в пересчете на стеароолеолецитин	0,08±0,008
Общее содержание токоферолов, мг %	65,5±0,5
Массовая доля масла в жмыхе, % а.с.в.	10,7±0,2

Из данных таблицы 2 следует, что льняное масло, полученное путем однократного холодного прессования семян льна с предварительной СВЧ-обработкой, соответствует требованиям ТР ТС 024/2011 к пищевому маслу. Такая технология позволяет увеличить выход масла по сравнению технологией однократного холодного отжима. Значения показателей кислотного и перекисного чисел несколько выше данных показателей в масле, полученном однократным холодным прессованием. Применение предварительной СВЧ-обработки семян перед прессованием не сказалось на значениях массовой доли фосфорсодержащих веществ и цветности масла. Общее содержание токоферолов в исследуемом масле незначительно ниже их содержания в масле однократного холодного прессования, что может свидетельствовать об увеличении интенсивности окислительных процессов.

Поэтому на следующем этапе исследований изучали влияние вакуума при предварительном нагреве льняных семян перед холодным прессованием, учитывая, что контролируемый нагрев под вакуумом

используется для сушки и нагрева термочувствительных продуктов [16]. Применяли традиционный нагрев семян в сушильном шкафу Memmert и традиционный нагрев в вакуумном сушильном шкафу BINDER. Остаточное давление в вакуумном сушильном шкафу составляло до 50-100 мм ртутного столба. Нагрев семян осуществляли до температуры 60 °С.

Показатели качества льняного масла и массовая доля масла жмыха, приведены в таблице 3.

Таблица 3 –Технология однократного холодного прессования семян льна с предварительным традиционным нагревом

Наименование показателя качества	Результат измерения
Кислотное число, мг КОН/г	0,98±0,03
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	1,51±0,08
Цветность, мг I ₂	22
Массовая доля фосфорсодержащих веществ, %, в пересчете на стеароолеолецитин	0,08±0,008
Общее содержание токоферолов, мг %	64,9±0,5
Массовая доля масла в жмыхе, %, а.с.в.	11,3±0,2

В соответствии с данными таблицы 3, предварительный традиционный нагрев семян позволяет увеличить выход масла из семян по сравнению с обычным однократным холодным прессованием без предварительного нагрева семян, хотя и не так существенно как предварительная СВЧ-обработка. Кислотное и перекисное числа исследуемого масла превышают значения данных показателей в масле, полученном однократным холодным прессованием без предварительного нагрева семян, при этом они соответствуют требованиям ТР ТС 024/2011 к пищевым растительным маслам по показателям окислительной порчи. Применение традиционного нагрева семян льна перед прессованием не сказалось на значениях массовой доли фосфорсодержащих веществ и цветности. Общее содержание токоферолов в исследуемом масле ниже, чем в масле, полученном однократным холодным прессованием семян. Это

может быть связано с тем, что часть токоферолов расходуется на замедление процессов окисления липидов, активизированных нагревом. Таким образом, применение традиционного нагрева семян льна перед холодным прессованием позволяет увеличить выход пищевого льняного масла. При этом незначительно снижается его качество, в первую очередь по показателям окислительной порчи, что нежелательно для легкоокисляемого льняного масла, срок хранения и качество которого напрямую зависят от этих показателей.

Показатели качества льняного масла и массовая доля масла жмыха, полученных методом однократного холодного прессования с предварительным традиционным нагревом семян под вакуумом, приведены в таблице 4.

Таблица 4 –Технология однократного холодного прессования семян льна с предварительным традиционным нагревом под вакуумом

Наименование показателя качества	Результат измерения
Кислотное число, мг КОН/г	0,96±0,03
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	0,54±0,08
Цветность, мг I ₂	22
Массовая доля фосфорсодержащих веществ, %, в пересчете на стеароолеолецитин	0,08±0,008
Общее содержание токоферолов, мг %	67,4±0,5
Массовая доля масла в жмыхе, %, а.с.в.	11,2±0,2

В соответствии с данными таблицы 4, предварительный традиционный нагрев семян под вакуумом позволяет получать льняное масло с выходом аналогичным выходу льняного масла по технологии однократного холодного прессования семян льна с предварительным традиционным нагревом без подведения вакуума. Также не меняются и значения массовой доли фосфорсодержащих веществ и цветности. Однако, показатели кислотного и перекисного чисел исследуемого масла ниже

значений данных показателей в масле, полученном однократным холодным прессованием с предварительным традиционным нагревом семян без вакуума. При этом значение перекисного числа существенно ниже. Это может быть связано с отсутствием кислорода при нагреве семян и, следовательно, с минимальным окислением масла в семенах при предварительном их нагреве перед прессованием в вакууме. Общее содержание токоферолов в исследуемом масле значительно выше, чем это же значение в масле, полученном путем однократного холодного прессования семян льна с предварительным традиционным нагревом без вакуума, что также свидетельствует о сведении процессов окисления масла к минимуму.

Анализ жирно-кислотного состава льняного масла, полученного путем однократного холодного прессования семян льна с предварительным традиционным нагревом семян под вакуумом показал, что жирно-кислотный состав масла, полученного по данной технологии, не имеет существенных отличий от жирно-кислотного состава масла исходных семян. Этот факт коррелирует с данными по значениям перекисного числа и общего содержания токоферолов и подтверждает минимизацию окислительных процессов путём применения вакуума при предварительном нагреве семян.

Обобщая все полученные экспериментальные данные, можно сделать вывод, что для получения пищевого льняного масла высокого качества по показателям окислительной порчи с увеличением его выхода, наиболее целесообразно применение перед прессованием предварительной СВЧ-обработки семян под вакуумом. Для определения оптимальных режимов такой обработки необходимо проведение дополнительных исследований.

Литература

1. Мода на лен [Электронный ресурс]. – <http://agro-bursa.ru/gazeta/stati/2016/03/07/moda-na-len.html>. (Дата обращения 12.10.2016).
2. Лопачев Е.А. Методы оценки качества льняного масла по показателям прогоркания // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2011. – № 2. – С. 15-17.
3. Сергеев А. Г. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров (типовые принципиальные технологические схемы, оборудование и его эксплуатация, технология производственных процессов, технологические инструкции) том 1 / А. Г. Сергеев. – 2-е изд., перераб и доп. – Ленинград. – 1975. – 725 с.
4. Технология отрасли (Производство растительных масел): учебник / Л.А. Мхитарьянц, Е.П. Корнена, Е.В. Мартовщук, С.К. Мустафаев – СПб: ГИОРД. – 2009. – 352 с.
5. 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.
6. Заруба А.С., Мустафаев С.К., Калиенко Е.А., Андржайчак А.А. Изучение качества льняных масла и жмыха, полученных по новой технологии двукратного прессования семян льна с экструдированием // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ. – 2015. – № 2. – С. 69-78.
7. Гусева Д.А., Широнин А.В., Санжаков М.А., Прозоровская Н.Н. Сравнительный анализ льняного масла трех вариантов холодного отжима // Масложировая промышленность. – 2011. – № 6. – С. 30-32.
8. Мустафаев С.К., Калиенко Е.А., Сони́на Д.В., Ефименко С.Г. Влияние условий прессования семян льна на выход и качество масла // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ. – 2014. – № 100. – С. 582-591.
9. Патент 2156790 Российская Федерация, МПК С11В1/10. Способ получения растительных масел из маслосодержащего сырья / Лисицын А.Н., Марков В.Н., Пирко А.Н., Белова А.Б., Краснобородько В.И., Смычагин О.В.; Патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский институт жиров. - № 99119506/13; заявл. 10.09.1999; опубл. 27.09.2000.
10. Лисицын А.Н., Григорьева В.Н. Научно-обоснованные тенденции переработки масличного сырья // Вестник ВНИИЖ. – №1-2. – 2015. – 5-16 С.
11. Мустафаев С.К., Смычагин Е.О. Влияние СВЧ-нагрева свежееубранных семян подсолнечника перед их конвективной сушкой на выход и качество масла // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ. – 2014. – №03(097). – С. 273-283.
12. Мустафаев С.К., Ефименко С.Г., Моруженко Е.А. Влияние особенностей новых селекционных сортов льна на показатели качества масла в семенах при хранении // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ. – 2014. – № 97. – С. 409-419.
13. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. М: Химия. – 1982. – 288с.
14. vniimk.ru [Электронный ресурс]. –<http://vniimk.ru/productions-60>
15. Щербаков В. Г., Лобанов В. Г. Биохимия и товароведение масличного сырья: учебник. – М.: КолосС – 2012. – 391 с.

16. Сушильный шкаф Memmert VO 400 [Электронный ресурс]. - <http://www.stankin.ru/science/scientific-educational-centres-and-laboratories/lab-equipment/Сушильный%20шкаф%20Mempert%20VO%20400.pdf>

References

1. Moda na len [Электронный ресурс]. – <http://agrobursa.ru/gazeta/stati/2016/03/07/moda-na-len.html>. (Data obrashcheniya 12.10.2016).
2. Lopachev E.A. Metody ocenki kachestva l'nyanogo masla po pokazatelyam progorkaniya // Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk. – 2011. – № 2. – S. 15-17.
3. Sergeev A. G. Rukovodstvo po tekhnologii polucheniya i pererabotki rastitel'nyh masel i zhirov (tipovye principial'nye tekhnologicheskie skhemy, oborudovanie i ego ehkspluatatsiya, tekhnologiya proizvodstvennyh processov, tekhnologicheskie instrukcii) tom 1 / A. G. Sergeev. – 2-e izd., pererab i dop. – Leningrad. – 1975. – 725 s.
4. Tekhnologiya otrasli (Proizvodstvo rastitel'nyh masel): uchebnik / L.A. Mhitar'yanc, E.P. Kornena, E.V. Martovshchuk, S.K. Mustafaev – SPb: GIOR. – 2009. – 352 s.
5. Pugachev P.M. Raps v Rossii i ego pererabotka na oborudovanii Farnet // 11-ya Mezhdunarodnaya konferenciya «Maslozhirovaya industriya». –26-27 oktyabrya 2011 g., S-P. – S. 15-17.
6. Zaruba A.S., Mustafaev S.K., Kalienko E.A., Andzhajchak A.A. Izuchenie kachestva l'nyanyh masla i zhmyha, poluchennyh po novej tekhnologii dvukratnogo pressovaniya semyan l'na s ehkstrudirovaniem // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Krasnodar: KubGAU. – 2015. – № 2. – S. 69-78.
7. Guseva D.A., SHironin A.V., Sanzhakov M.A., Prozorovskaya N.N. Sravnitel'nyj analiz l'nyanogo masla trekh variantov holodnogo otzhima // Maslozhirovaya promyshlennost'. – 2011. – № 6. – S. 30-32.
8. Mustafaev S.K., Kalienko E.A., Sonina D.V., Efimenko S.G. Vliyanie uslovij pressovaniya semyan l'na na vyhod i kachestvo masla // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Krasnodar: KubGAU. – 2014. – № 100. – S. 582-591.
9. Patent 2156790 Rossijskaya Federaciya, MPK S11V1/10. Sposob polucheniya rastitel'nyh masel iz maslosoderzhashchego syr'ya / Lisicyn A.N., Markov V.N., Pirko A.N., Belova A.B., Krasnoborod'ko V.I., Smychagin O.V.; Patentoobladatel' Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut zhirov. - № 99119506/13; zayavl. 10.09.1999; opubl. 27.09.2000.
10. Lisicyn A.N., Grigor'eva V.N. Nauchno-obosnovannye tendencii pererabotki maslichnogo syr'ya // Vestnik VNIIZH. – №1-2. – 2015. – 5-16 S.
11. Mustafaev S.K., Smychagin E.O. Vliyanie SVCH-nagreva svezheubrannyh semyan podsolnechnika pered ih konvektivnoj sushkoj na vyhod i kachestvo masla // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Krasnodar: KubGAU. – 2014. – №03(097). – S. 273-283.
12. Mustafaev S.K., Efimenko S.G., Moruzhenko E.A. Vliyanie osobennostej novyh selekcionnyh sortov l'na na pokazateli kachestva masla v semenah pri hranenii // Politematicheskij setevoy ehlektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Krasnodar: KubGAU. – 2014. – № 97. – S. 409-419.
13. Zakgejm A.YU. Vvedenie v modelirovanie himiko-tekhnologicheskikh processov. M: Himiya. – 1982. – 288s.
14. vniimk.ru [Электронный ресурс]. –<http://vniimk.ru/productions-60>

15. SHCHerbakov V. G., Lobanov V. G. Biohimiya i tovarovedenie maslichnogo syr'ya: uchebnik. – М.: KolosS – 2012. – 391 s.

16. Sushil'nyj shkaf Memmert VO 400 [EHlektronnyj resurs]. - <http://www.stankin.ru/science/scientific-educational-centres-and-laboratories/lab-equipment/Sushil'nyj%20shkaf%20Memmert%20VO%20400.pdf>