

## ЭКСТРАКЦИЯ МАСЛА ИЗ РАПСОВОГО СЫРЬЯ

*Ключевые слова:* рапс, рапсовое масло, биотопливо, экстракция, масляничность, гидромодуль, дисперсность.

*Приведены результаты экспериментальных исследований влияния на скорость извлечения масла из рапса степени измельчения сырья, природы растворителя, времени, гидродинамических и температурных режимов процесса экстракции.*

*Keywords:* canola oil, rapeseed oil, biofuels, extraction, oilseed, hydronic, dispersion.

*The results of experimental studies of the effect on the rate of extraction of oil from rapeseed fineness of raw materials, the nature of solvent, time, temperature and hydrodynamic regimes of extraction.*

Развитие и совершенствование техники и технологии экстрагирования плодоовощного сырья - актуальные и важные задачи перерабатывающей промышленности как с точки зрения организации рационального и сбалансированного питания, так и с точки зрения уменьшения потерь при переработке сырья (в том числе и вторичного), содержащего кроме углеводов, аминокислоты, биологически активные минеральные вещества, эфирные масла и другие ценные для потребления продукты.

Важным источником обеспечения потребности населения и промышленности в растительном масле является рапс. Из сельскохозяйственной он превращается в культуру стратегическую, позволяющую получать не только продукты питания, корма для животных, но и возобновляемое техническое сырье, широко используемое на транспорте и в промышленности.

Уже выпускаются двигатели к тракторам, которые работают на рапсовом масле с добавлением метилэфиров. В Германии разрабатываются проекты перевода и крупных городах такси на чистое рапсовое топливо. Такие известные автомобильные гиганты, как БМВ, Мерседес-Бенц, Фольксваген проектируют выпуск легковых автомашин, работающих на чистом биологическом топливе. Биодизельное топливо - смесь метиловых эфиров высших кислот - золотисто-желтая жидкость со специфическим запахом.

И хотя рапсовое топливо пока дороже бензина, проектанты уверены, что за ним будущее. Прежде всего, потому, что биологическое топливо возобновляемо. Если запасы нефти на планете ограничены, то производство рапсового масла безгранично. Рапс как сырье ежегодно возобновляется. Но самое главное преимущество биологического топлива - его экологическая чистота. Одним литром минерального масла можно загрязнить (и загрязняют!) 1000000 литров воды. Оно загрязняет и почву. Там, где разлито минеральное масло, растения прорасти не могут. Причем почва выводится из строя на многие годы. Рапсовое же масло разлагается в почве в течение семи-восьми дней. При сгорании бензина или дизельного топлива в двигателях тракторов или автомашин в окружающую среду выбрасывается множество вредных веществ. Рапсовое же топливо, сгорая, превращается в экологически чистые газы. И в этом плане

рапсовому топливу конкурентов почти нет [1].

Приемы извлечения жиров растительных для каждого вида масличного сырья имеют свои особенности, однако в существенном они сводятся к двум типам операций прессованию и экстракции.

Механический способ получения масла не дает возможности добиться полного извлечения масла. Поэтому на маслозаводах применяют и экстракционный способ, который позволяет обеспечить практически полное извлечение масла. Содержание масла в отработанном материале не превышает 1% [2].

Экстракция относится к диффузионным процессам и основана на свойстве некоторых жидкостей (растворителей) избирательно растворять масло и образовывать раствор (мисцеллу) [3].

Экспериментальное определение рациональных параметров экстрагирования рапсового сырья для производства топлива и разработка эффективных экстракционных аппаратов базируются на решении ряда практических задач, таких как определение влияния на скорость экстракции:

- степени измельчения сырья;
- подбор растворителя;
- определение времени протекания процесса экстракции;
- определение гидродинамических и температурных режимов процесса.

В нашей стране в качестве растворителей широко используют экстракционные бензины, относящиеся к алифатическим углеводородам и являющиеся продуктами крекинга нефти. Применение их обуславливается тем, что они сравнительно дешевы, нейтральны по отношению к аппаратуре и обладают хорошей растворяющей способностью по отношению к маслу.

К гидродинамическим условиям процесса экстракции относят наличие перемешивания сред и соотношение фаз (жидкость - твердое) - гидромодуль экстракции [4].

Экстрагируемый материал проходит предварительную обработку. Очищенные семена рапса высушиваются в сушильном шкафу при температуре 90<sup>0</sup>С в течение 12 часов, затем измельчаются.

С целью получения различных фракций помола, время измельчения варьируется от 5 до 30 минут. Затем проводится ситовой анализ и опреде-

ляется характеристика зернистости материала, или его гранулометрический состав (рис. 1).

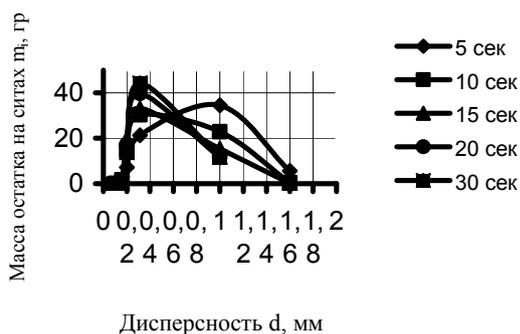


Рис. 1 - Кривые ситового анализа

Из рис. 1 видно, что независимо от времени измельчения дисперсность помола лежит в пределах 0,2 - 1,1 мм. Фракций дисперсностью менее 0,15 и более 1,6 мм в помоле практически нет. Поэтому для эксперимента выбираем две фракции дисперсностью -1 - +0,315 мм и -0,315 - +0,2 мм.

Скорость процесса экстракции зависит не только от подготовки масляного сырья к извлечению масла, но и от температуры, природы растворителя, времени экстракции и соотношения растворителя и экстрагируемого материала.

*Экстракция настаиванием. Гидромодуль 2:1.* Взвешиваем пять навесок по 10 гр. измельченного зерна дисперсностью -1 - +0,315 мм, помещаем в коническую колбу на 100 мл, заливаем 20 мл растворителя (бензин). Временные интервалы экстракции следующие: выдерживаем первую колбу 0,5 мин., вторую колбу 1 мин., третью колбу 2 мин., четвертую колбу 4 мин., пятую колбу 6 мин. и шестую колбу 10 минут при комнатной температуре 20°C. После истечения времени все содержимое колбы фильтруем (каждую колбу отдельно) на установке для фильтрации. После этого шрот помещаем в чашки Петри и оставляем сушиться под вытяжкой. Завершение процесса отгонки растворителя определяем по постоянству массы навески зерна. Далее определяем:

- массу сухого зерна после экстракции  $m_3$  ;
- массу извлеченного масла

$$m_M = m_H - m_3,$$

где  $m_H = 10$  гр. - масса навески;

- масляничность шрота

$$M = 4 - m_M,$$

где 4 - первоначальное содержание масла в образце, гр.

Масляничность – это количество масла, приходящееся на определенную массу сухого обезжиренного материала. Содержание масла в семенах рапса колеблется в пределах 39-41 %.

Повторяем эксперимент при тех же условиях при гидромодуле 5:1 и 1:1. Результаты представлены на рис. 2. Из рис. 2 видно, что зависимость скорости процесса экстракции от времени имеет два периода. В течение первого периода, длившегося одну минуту, из рапсового сырья извлекается большее количество масла. Кривые экстракции, характеризующие этот период, имеют большой угол наклона. Следова-

тельно, можно сделать заключение, что в первом периоде процесс извлечения масла идет с наибольшей скоростью. Во втором периоде, длившемся 10 минут, из сырья извлечено меньшее количество масла, причем из кривых видно, что с течением времени скорость извлечения масла понижается.

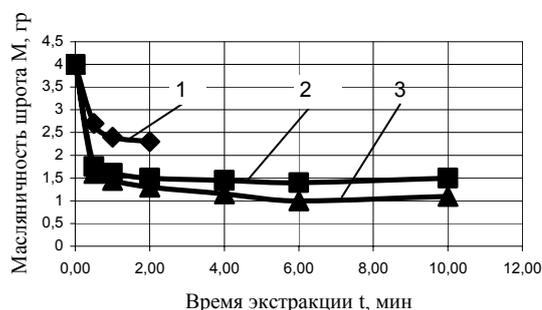


Рис. 2 - Зависимость скорости экстракции рапсового масла от времени при различном соотношении фаз, дисперсность материала -1 - +0,315 мм

Также видно, что с увеличением гидромодуля остаточная масляничность шрота существенно снижается. Например, при  $t = 1$  мин. остаточная масляничность шрота при гидромодуле 1:1 составляет 2,37 гр. (линия 1), а при гидромодуле 5:1 – 1,46 гр. (линия 3), то есть понизилась в 1,62 раза.

Использование в качестве растворителя ацетона (при прочих равных условиях) показало, что замена растворителя не повлияла на масляничность шрота.

*Дисперсность навесок -0,315 - +0,2 мм.* Пять навесок по 10 гр., растворитель - бензин. Время выдержки 1, 2, 3, 6 и 10 минут при температуре 20°C. Гидромодуль 2:1 и 5:1 (рис. 3).

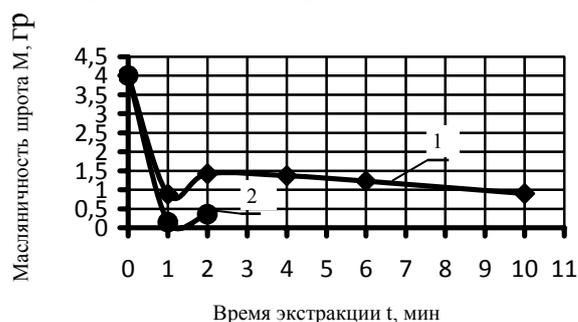


Рис. 3 - Зависимость скорости экстракции от времени при дисперсности материала -0,315 - +0,2 мм

Из рис. 3 видно, что для более мелкого помола с дисперсностью -0,315 - +0,2 мм влияние величины гидромодуля на масляничность более существенное, чем для более крупного помола (рис. 2). При  $t = 1$  мин и гидромодуле 5:1 остаточная масляничность шрота равняется 3,5% при предельно допустимой в 1%, а для крупнодисперсного сырья она не

опускалась ниже 14%. Сравнивая рис. 2 и 3 видно, что при больших гидромодулях дисперсность оказывает существенное влияние на остаточную масляничность шрота.

Зависимости 1 и 2 при  $t = 1$  мин. имеют минимумы. Исследователи объясняют это тем, что в первом периоде экстракции извлекается практически все свободное масло. В это же время идет процесс набухания твердого вещества и увеличивается межфазная поверхность, после чего происходит сорбция проэкстрагировавшего масла на вновь развитую поверхность и остаточная масляничность шрота увеличивается.

Экстракция масла настаиванием при нагреве массы до температур 40 и 60 °С показала, что температура существенно не влияет на остаточную масляничность шрота. Перемешивание также не влияет на остаточную масляничность шрота.

*Ступенчатая экстракция настаиванием.*

Первая ступень. Три навески по 10 гр. измельченного зерна дисперсностью -1 - +0,315 мм, растворитель – бензин. Гидромодуль 2:1. Выдерживаем первую колбу 0,5 мин., вторую колбу 1 мин., третью колбу 2 мин. при комнатной температуре 20°С.

Вторая ступень. Мисцелла фильтруется, растворитель из шрота отгоняется, высушенный шрот снова помещается в те же колбы и заливается 20 мл свежего бензина. Проводится экстракция при тех же временных и температурных режимах.

Третья ступень. Повторяем все действия аналогично второй ступени.

Заметим, что для второй ступени начальная масляничность шрота равна конечной масляничности после первой ступени, а для третьей ступени начальная масляничность равна конечной масляничности шрота после второй ступени.

Результаты исследований ступенчатой экстракции представлены на рис. 4.



1 - первая ступень; 2 - вторая ступень;  
3 - третья ступень

**Рис. 4 - Зависимость скорости экстракции рапсового масла от времени**

Из рис. 4 видно, что с увеличением числа ступеней, остаточная масляничность шрота существенно снижается. Например, при  $t = 0,5$  мин. после первой ступени остаточная масляничность шрота 1,8

гр. (линия 1), а после третьей ступени – 0,32 гр. (линия 3), то есть меньше предельно допустимого значения в 1%.

## Выводы

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие рекомендации для проектирования и определения технологических режимов работы промышленного шнекового экстрактора [5]:

1. Природа двух исследованных растворителей (бензин, ацетон) на скорость экстракции влияния не оказывает. Рекомендуется использовать бензин как наиболее доступный и широко используемый в промышленности экстрагент.

2. Процесс экстракции заканчивается в течение минуты, поэтому рекомендуется использовать интенсивные технологические режимы работы экстрактора, т.е. максимальное число оборотов шнеков не приводящее к механизму истирания материала.

3. Степень измельчения сырья необходимо поддерживать в пределах 0,315 – 0,2 мм, но не менее 0,2 мм. Более тонкое измельчение затрудняет как сам процесс экстракции (образуется муть), так и процесс фильтрации мисцеллы.

4. Процесс экстракции необходимо проводить при повышенных значениях гидромодуля – 5:1.

5. Влияние перемешивания и температуры на масляничность в исследованиях не выявлено. Поэтому рекомендуется вести процесс при интенсивных режимах и при температурах близких к температуре кипения растворителя. Принимаем температуру экстракции 60°С.

## Литература

1. Левин, И. Ф. Рапс – культура 21 века / И. Ф. Левин. – Казань. : ООО «Экспресс-плюс», 2008. – 188 с.
2. Белобородов, В. В. Основные процессы производства растительных масел / В. В. Белобородов. – М. : Пищевая промышленность, 2006. – 478 с.
3. Корнетова, О.М. Перспективы производства и применения биотоплива / О.М. Корнетова, Р.Р. Заббаров // Вестник Казанского технологического университета. – 2013, №1. – С.149 – 151.
4. Ломачинский, В. А. Экстрагирование с промежуточным отжимом растительного сырья / В. А. Ломачинский. – М. : АгроНИИТЭИПП, 1995. – 24 с.
5. Гавриленко, И. В. Оборудование для производства растительных масел / И. В. Гавриленко. – М. : Пищевая промышленность, 2002. – 312 с.