

УДК 621.777: 633.855

Профессор С.Т. Антипов, профессор С.В. Шахов,
старший преподаватель А.Н. Мартеха, аспирант А.А. Берестовой
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств.
тел. (473) 255-37-51
E-mail: berestovoy_1991@mail.ru

Professor S.T. Antipov, professor S.V. Shakhov,
senior lecturer A.N. Martekha, graduate A.A. Berestovoy
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of machines and
equipment for food production. phone (473) 255-37-51
E-mail: berestovoy_1991@mail.ru

Разработка способа получения растительного масла из семян сафлора методом прессования в поле ультразвука

Development a method for producing vegetable oil from safflower seeds by pressing in the field of ultrasound

Реферат. В статье показана перспективность производства в сельском хозяйстве семян сафлора в пищевых целях и извлечения биологически активных компонентов. Приведен физико-химический состав семян сафлора, который богат ненасыщенными жирными кислотами. Сафлоровое масло обладает смягчающим и увлажняющим действием, обеспечивает барьерную функцию кожи, следовательно, жирное масло перспективно в плане научного обоснования использования в медицинской практике. В статье поставлена задача разработки комплекса технологий извлечения масла из семян сафлора и эффективного его использования. Представлены способы переработки семян сафлора с целью получения растительного масла. Приведен наиболее производительный и перспективный метод переработки семян сафлора по схеме пресс-экструдер. Описаны стадии прессования семян сафлора при переработке по схеме пресс-экструдер. Решающее значение технологии переработки семян сафлора имеют две фундаментальные реологические характеристики: вязкость и упругость, которые зависят от структуры сырья, молекулярно-массового распределения, а также от условий переработки, таких как температура, давление и скорость течения. Исследована зависимость плотности жмыха сафлора от его влажности, сделан вывод, что с увеличением влажности плотность частиц увеличивается, что обусловлено набуханием коллоидов зерна. Кроме того, исследована зависимость напряжения сдвига и эффективной вязкости от скорости сдвига, сделан вывод, что с повышением скорости сдвига влияние температуры на градиент вязкости ослабевает. В статье показана перспективность изучения процесса экструзии в присутствии поля ультразвука и создания оборудования, учитывающее данные свойства. Использование ультразвука существенно снижает затраты энергии и необходимое давление при формовании семян сафлора, улучшает качество продукта.

Summary. The article shows the prospects of production in agriculture safflower seeds for food and extract biologically active components. The physicochemical composition of safflower, which is rich in unsaturated fatty acids. Safflower oil has a soothing and moisturizing effect, provides a barrier function of the skin, therefore, fatty oil is promising in terms of scientific evidence use in medical practice. In the article the task of developing a set of processes to extract oil from the seeds of safflower and effective use. The ways of processing safflower seed to obtain oil. It is the most productive and promising method for processing seeds of safflower scheme press extruder. Described compression step in the processing of safflower seeds scheme press extruder. Crucial processing technology safflower seeds have two fundamental rheological characteristics of viscosity and elasticity, which depend on the structure of the raw material, the molecular weight distribution, and processing conditions such as temperature, pressure and flow rate. The dependence of the density of its safflower cake moisture concluded that with humidity increase the particle density increases, due to the swelling of colloids grain. Furthermore, the dependence of shear stress and the effective viscosity versus shear rate, it is concluded that with increasing shear rate influence of temperature on the viscosity gradient weakens. The article shows the study of the prospects of the extrusion process in the presence of the ultrasound field and the creation of equipment that takes into account these properties. The use of ultrasound significantly reduces energy consumption and necessary to prevent the molding ion safflower seeds, improves product quality.

Ключевые слова: сафлор, ультразвук, прессование.

Keywords: safflower, ultrasound, pressing.

Одной из наиболее актуальных проблем в настоящее время является улучшение структуры питания населения. В последние годы возрос интерес к использованию новых видов культивируемых зерновых растений, отличающихся от традиционных по комплексу полезных свойств и признаков.

Среди новых растительных ресурсов питания, используемых человечеством, особое место занимает сафлор, в связи с его высокой продуктивностью и перспективностью производства в сельском хозяйстве и благодаря уникальному химическому составу семян, начинает играть большую роль в использовании его для пищевых целей и извлечения биологически активных компонентов.

Сафлор (*Carthamnus*) – род одно-, двух- или многолетних травянистых растений семейства астровых. Средняя урожайность семян составляет 10-12 ц/га, при благоприятных условиях – до 20 ц/га и более. Сафлор выращивают преимущественно как масличную культуру. Его семена содержат 25-37 % (в ядре 46-60 %) полувывсыхающих масел (йодное число – 115-155) и до 12 % белка. Сафлоровое масло приближается по вкусовым качествам подсолнечному, его используют в пищевых целях для изготовления маргарина высокого качества [1].

Интерес к сафлору с точки зрения агротехнической в начале XXI века вызван главным образом прогнозируемой аридизацией климата и возможностью диверсификации масличных культур с целью снижения доли участия подсолнечника в полевых севооборотах. В нашей стране на сегодняшний день допускается использование масла из семян сафлора только в качестве компонента для производства биологических активных добавок (БАД) и косметологических средств. В то же время в зарубежных фармакопеях (фармакопея США, Британская Травяная фармакопея, Китайская фармакопея) имеются статьи на сафлоровое масло [2].

Сафлоровое масло богато ненасыщенными жирными кислотами, масло пропитывает кожу быстрее и впитывается практически мгновенно. Имеет смягчающее и увлажняющее действия. Обеспечивает барьерную (защитную) функцию кожи. Эти свойства способствовали широкому применению в различных кремах и мазях для кожи.

Масло сафлора стимулирует выделение желудочного сока, ферментов поджелудочной железы, характеризующееся желчегонным, противосклеротическим действием, выводит песок из желчного пузыря, снимает спазм кишечника и метеоризм. Нормализует уровень глюкозы в кро-

ви, гормональный баланс при мастопатии, обеспечивает болеутоляющее действие, является отхаркивающим и потогонным средством [3].

Особенностью анализируемого масла является значительное содержание линолевой кислоты (свыше 78 %), которая относится к незаменимым и необходима для обеспечения целостности плазматических мембран, процессов роста и воспроизводства, функционирования кожи и других органов. Высокое содержание линолевой кислоты позволяет предположить наличие у масла семян сафлора биологической активности, а именно гипохолестеринемической. Следовательно, жирное масло перспективно в плане научного обоснования использования в медицинской практике [3].

Многообразие компонентного состава семян сафлора, обладающего вышеперечисленными уникальными свойствами, является основой для разработки комплекса технологий извлечения этих компонентов и эффективного их использования. Создание таких технологий, определение областей применения масла сафлора с выяснением возможности получения продуктов повышенной физиологической ценности является актуальной задачей.

Переработка семян сафлора на прессах может осуществляться способами как холодного, так и горячего прессования [4]. Возможны следующие технологические схемы:

- однократное прессование холодным способом;
- двукратное прессование холодным способом;
- двукратное прессование с экструзией.

Наиболее производительным и перспективным методом переработки семян сафлора считается переработки сафлора по схеме пресс-экструдер. При переработке семян сафлора на линии прессования с экструзией фактически сочетаются две технологии. Первая – предварительное прессование холодным способом, когда семена прессуются в маслопрессе [5]. На данном этапе происходит выделение большей части масла высокого качества с малым содержанием фосфолипидов. Вторая – экструзия жмыха в экструзионной головке маслопресса. Жмых, полученный после прессования холодным способом, имеет оптимальные параметры для экструзии: содержание масла 16-20 %, влажность около 8 % и температуру от 50 до 80 °С, что позволяет производить экструзию с более низкими затратами энергии. Третья – окончательное прессование горячим способом: температура экструдата составляет приблизительно 100 °С, структура материала достаточно разрушена и подготовлена

для окончательного прессования с остаточной маслянистостью получаемого жмыха 6-7 %.

При экструзии сырой продукт находится под воздействием высоких температур незначительное время. При этом, температура продукта в экструзионной головке маслопресса в результате трения позволяет подвергнуть семена тепловой обработке и тем самым подавить антипитательные вещества. Это дает возможность использовать жмых сафлора в рационе животных без дополнительной обработки.

Необходимо установить связь интенсивности процесса и качества продукции со свойствами исходного сырья, технологическими и конструктивными факторами переработки. Решающее значение технологии переработки семян сафлора имеют две фундаментальные реологические характеристики - вязкость и упругость, которые зависят от структуры сырья, молекулярно-массового распределения, а также от условий переработки, таких, как температура, давление и скорость течения. Таким образом, установление взаимосвязей между реологическими свойствами и молекулярными характеристиками с одной стороны, и между реологическими свойствами и условиями переработки, с другой, необходимо при построении критериев усовершенствования и оптимизации процесса прессования.

Зависимость плотности жмыха сафлора от его влажности представлена на рисунке 1.

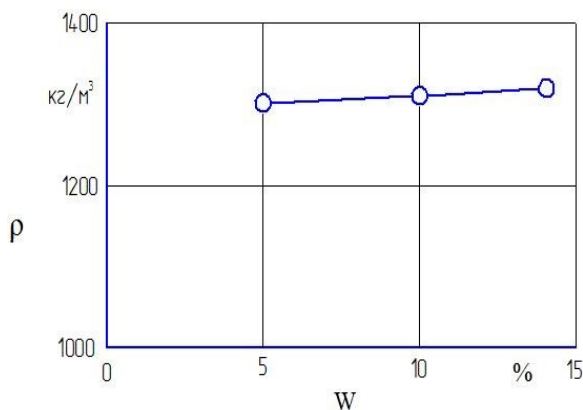


Рисунок 1. Влияние влажности на плотность жмыха сафлора

Из рисунка 1 видим, что с увеличением влажности плотность частиц увеличивается, что, видимо, обусловлено набуханием коллоидов зерна.

Приведенные данные показывают, что с увеличением влажности плотность частиц увеличивается, что обусловлено набуханием его коллоидов зерна.

Основным конструкционным узлом в прессующей установке является формирующий инструмент – экструзионная головка. В каналах формирующего инструмента сырье подвергается одновре-

менному воздействию деформаций сдвига и растяжения, при этом изменяются его реологические свойства. Поэтому требуются исследования процесса, определяющиеся свойствами сырья и размерами формирующей оснастки.

Проведя предварительные исследования процесса прессования и экструзии семян сафлора, получили зависимость напряжения сдвига и эффективной вязкости от скорости сдвига, представленная на рисунке 2.

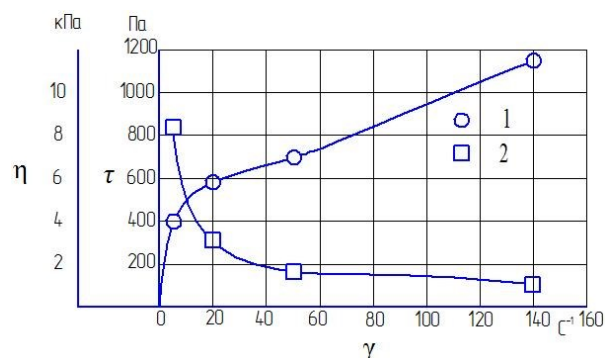


Рисунок 2. Зависимость напряжения сдвига и эффективной вязкости от скорости сдвига при температуре 363 К
1-напряжение сдвига; 2-эффективная вязкость

Из рисунка 2 видим, что с повышением скорости уменьшается взаимодействие между частицами. Увеличение температуры приводит к понижению вязкости продукта, но с постоянно уменьшающимся градиентом, за счет усиления влияния броуновского движения молекул, нарушающего их ориентацию при перемешивании вдоль направления деформации. С повышением скорости сдвига влияние температуры на градиент вязкости ослабевает.

Процесс экструзии характеризуется большими удельными затратами энергии, а вопросы рационального расходования топливно-энергетических ресурсов приобретают важное значение.

Поэтому стоит задача создания и освоения прогрессивных процессов с применением современных физических методов обработки, проектирования и создания нового оборудования повышенной эффективности.

Вместе с тем представляет интерес изучение процесса экструзии в присутствии поля ультразвука и создания оборудования, учитывающее данные свойства. Проведенный анализ показал, что ультразвуковые колебания перспективны в технологических процессах производства растительных масел. Результаты проводимых нами предварительных экспериментов показывают, что ультразвук является эффективным способом воздействия на структуру деформированного сырья с целью улучшения его свойств. Для создания ультразвуковых колебаний в ка-

кой-либо технологической среде применяются ультразвуковые колебательные системы. Их назначение заключается в преобразовании электрических колебаний в механические колебания, их усиление и ввод в технологическую среду [6].

Обработка опытных данных показывает, что использование ультразвука существенно снижает затраты энергии и необходимое давление при формовании семян сафлора, улучшает качество продукта. Применение ультразвука позволяет уменьшить вязкость исходного сырья, снизить температуру формования, повысить

скорость экструзии, уменьшить постэкструзионное разбухание продукта, что приводит в целом к повышению производительности процесса.

При расчете и конструировании экструзионных головок для получения масла из семян сафлора, необходима разработка научно-обоснованных рекомендаций, позволяющих связать реологические свойства сырья с геометрией канала и параметрами технологического процесса, в частности, с оптимальной частотой ультразвуковых колебаний.

ЛИТЕРАТУРА

1 Матеев Е.З., Шахов С.В., Шукуров Б.Э. К вопросу переработки сафлора как перспективной масличной культуры // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 3-2. С. 220-220а.

2 Зубков В.В., Милёхин А.В., Куркин В.А., Харисова А.В. и др. Перспективы использования масла семян сафлора красильного в пищевой и фармацевтической промышленности // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 5-3. С. 1135-1139.

3 Буцких М.К., Иосафатова Т.В. Перспективы использования масла из семян сафлора красильного в пищевой промышленности и медицине // Всероссийская студенческая научно-практическая конференция "Гигиена: здоровье и профилактика", посвященная 95-летию СамГМУ сборник материалов. ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет». Самара, 2014. С. 32-33.

4 Кадирбаев М.К., Еркебаев М.Ж., Садвокасова Д.С., Матеев Е.З. и др. Технологическая линия производства сафлорового масла // Вестник Алматинского технологического университета. 2013. № 5. С. 16-20.

5 Матеев Е.З., Усманов А.А., Мергенбаева Г.К. Требования к выбору параметров пресса для «холодного» отжима масла // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 2011. № 12. С. 90-94.

6 Антуфьев В.Т., Верболоз Е.И., Кобыда Е.В. Макароны с ультразвуковым излучателем // Хлебопродукты. 2014. № 2. С. 44-45.

REFERENCES

1 Mateev E.Z., Shakhov S.V., Shukurov B.E. On the issue of processing of safflower as a promising oilseed. *Mezhdunarodnyi studentcheskii nauchnyi vestnik*. [International Student Scientific Herald], 2015, no 3-2, pp. 220-220a. (In Russ.).

2 Zubkov V.V., Milekhin A.V., Kurkin V.A., Kharisova A.V. et al. Prospects for the use of oil, safflower seed in the food and pharmaceutical industries. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossiiskoi akademii nauk*. [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2014, vol. 16, no. 5-3, pp. 1135-1139. (In Russ.).

3 Butskikh M.K., Iosafatova T.V. Prospects for the use of oil from safflower seeds in food and medicine. *Vserossiyskaja studentcheskaja nauchno-prakticheskaja konferencija "Gigiena: zdorov'e i profilaktika", posvjashhennaja 95-letiju SamGMU sbornik materialov. GBOU VPO «Samskij gosudarstvennyj medicinskij universitet»*. [All-Russian Scientific Practical Conference "Health: health and prevention," dedicated to the 95th anniversary of the Samara State Medical University sourcebook. Medical University "Samara State Medical University"]. Samara, 2014. pp. 32-33. (In Russ.).

4 Kadirbaev M.K., Erkebaev M.Zh., Sadvokasova D.S., Mateev E.Z. et al. The production line production of safflower oil. *Vestnik Almatinskogo tehnologicheskogo universiteta*. [Journal of Almaty Technological University], 2013. no 5. pp. 16-20. (In Russ.).

5 Mateev E.Z., Usmanov A.A., Mergenbaeva G.K. Requirements for selection of parameters press for the "cold" pressed oils. *Vestnik sel'skhozjajstvennoj nauki Kazahstana*. [Bulletin of Agricultural Science of Kazakhstan], 2011, no. 12, pp. 90-94. (In Russ.).

6 Antuf'ev V.T., Verboloz E.I., Kobyda E.V. Pasta press with an ultrasonic emitter. *Khleboprodukty*. [Bakery], 2014, no 2, pp. 44-45. (In Russ.).