

## Разработка способа и технологии получения растительного масла из семян сафлора

Сергей Т. Антипов	<sup>1</sup>	ast@vsuet.ru
Ирина С. Юрова	<sup>1</sup>	yurova_ira83@mail.ru
Александр Н. Мартеха	<sup>1</sup>	man6630@rambler.ru
Алексей А. Берестовой	<sup>1</sup>	berestovoy_1991@mail.ru

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

**Реферат.** В статье разработана и спроектирована малогабаритная линия по переработке зерна сафлора, в которой использовано оборудование повышенной эффективности, реализующее прогрессивные процессы с применением современных физических методов обработки. Данная линия включает в себя ковшовый элеватор (нория), приёмный бункер, воздушно-ситовой сепаратор, промежуточные бункера, триера (овсюгоотборник и куколеотборник), камнеотделительную машину и сепаратор для выделения прицепника широколистного, шнек, промежуточный бункер, шелушильная машина, маслопресс, устройство для осаждения масла (отстойник), насос, рамный фильтр. Исследован процесс обрушения на шлифовальной экспериментальной установке, в которой разрушение покровного слоя оболочки происходит за счет того, что напряжение на сжатие в зоне воздействия превышает предел упругой деформации оболочки зерна. Проведен ситовой анализ, в результате которого был изучен гранулометрический состав подаваемого на прессование частиц семян сафлора, при этом для характеристики гранулометрического состава сырья, состоящего из частиц неправильной формы, использовали понятие эквивалентный диаметр. В результате проведенных экспериментов была получена зависимость эквивалентного диаметра частиц от диаметра сит. Так как на степень отжима семян сафлора огромное влияние оказывает влажность исходного продукта, поэтому были проведены экспериментальные исследования прессования с различным влагосодержанием семян, а также с добавлением лузги. Из анализа графических зависимостей был установлен диапазон оптимальной влажности семян сафлора 8,5–10%, обеспечивающий наименьшую остаточную масличность и, следовательно, наибольший выход масла. Также удалось значительно повысить эффективность отжима масла путем добавления в семена сафлора предварительно обрушенной лузги, что позволило получить жмых с остаточной масличностью в 12% при форпрессовании и до 6% при окончательном отжиме.

**Ключевые слова:** обрушение, сафлор, прессование

## Development of a method and technology for obtaining vegetable oil from safflower seeds

Sergei T. Antipov	<sup>1</sup>	ast@vsuet.ru
Irina S. Yurova	<sup>1</sup>	yurova_ira83@mail.ru
Aleksandr N. Martekha	<sup>1</sup>	man6630@rambler.ru
Aleksei A. Berestovoi	<sup>1</sup>	berestovoy_1991@mail.ru

<sup>1</sup> Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Summary.** The article is designed and engineered compact line for processing grain safflower, which used the equipment of the increased efficiency, implementing progressive processes with application of modern physical methods of treatment. This line includes bucket Elevator (Noria), a receiving hopper, the air-sieve separator, intermediate tank, Trier (osgoodby and qualitronic), stone-dividing machine and separator for separation of *Caucalis lappula*, screw conveyor, intermediate bunker, peeler, oil press machines, the device for the deposition of oil (the sump), pump, frame filter. The process of collapse in the grinding pilot plant, in which the destruction of the epithelial layer of the shell is due to the fact that the compression stress in the impact zone exceeds the limit of elastic deformation of the shell of the grain. Conducted sieve analysis, which was studied granulometric composition fed to the compression of the particles of safflower seed, in this case to characterize the granulometric composition of the raw material, consisting of particles of irregular shape, used the concept of equivalent diameter. As a result of the experiments was the dependence of the equivalent particle diameter from the diameter of the sieve. Since the degree of extraction of safflower seed are hugely influenced by the moisture source of the product, was therefore carried out experimental studies of compaction with different moisture content of the seeds, and with the addition of Luz-Ki. From the analysis of graphic dependences were established a range of optimum moisture safflower seed 8.5–10%, providing the lowest residual oil content and hence the greatest yield of oil. Also managed to significantly increase the efficiency of extraction of oil by adding safflower seed pre-milled husks, which allowed to obtain cake with a residual oil content of 12% when you multiply pre-pressing and to 6% at the final extraction

**Keywords:** collapse, safflower, pressing

Для цитирования

Антипов С.Т., Юрова И.С., Мартеха А.Н., Берестовой А.А. Разработка способа и технологии получения растительного масла из семян сафлора // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 4. С. 22–25. doi:10.20914/2310-1202-2017-4-22-25

For citation

Antipov S.T., Yurova I.S., Martekha A.N., Berestovoy A.A. Development of a method and technology for obtaining vegetable oil from safflower seeds. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 4. pp. 22–25. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-4-22-25

### Введение

В настоящее время актуальным является вопрос производства растительного масла методом прессования. Процесс прессования 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 новых технологий и оборудования повышенной эффективности [1].

### Основная часть

Нами была разработана и спроектирована малогабаритная линия по переработке зерна сафлора, которая включает в себя ковшовый элеватор (нория), приёмный бункер, воздушно-ситовой сепаратор, промежуточные бункера (на рисунке не показано), триера (овсюгоотборник и куколеотборник), камнеотделительную машину и сепаратор для выделения прицепника широколистного, шнек, промежуточный бункер, шелушительная машина, маслопресс, устройство для осаждения масла (отстойник), насос, рамный фильтр [2].

Исходная зерновая смесь поступает в норию и транспортируется в приёмный бункер. Из приёмного бункера зерновая масса равномерно подаётся в воздушно-ситовой сепаратор. Воздушно-ситовой сепаратор очищает зерно от крупных, мелких и лёгких примесей.

Зерновая смесь с семенами прицепника широколистного, минеральными и другими примесями поступает самотёком в промежуточный бункер. Из промежуточного бункера зерновая масса сафлора подаётся в триера.

В триере-овсюгоотборнике короткие зерна и примеси длиной меньше диаметра ячеек захватываются ими и поднимаются вверх. Над лотком семена под действием силы тяжести выпадают из ячеек и направляются в шнек, по которому они выводятся по лотку из цилиндра. Длинные семена, частично попадая в ячейки, не удерживаются в них и выпадают, не доходя до лотка. Далее они перемещаются вдоль оси цилиндра и идут сходом по ячеистой поверхности.

Таким образом, из зерновой смеси выделяются зерновки овсюга. Затем зерновая смесь попадает в триер-куколеотборник. В триере-куколеотборнике зерновая смесь проходит очистку от коротких примесей – куколя. Семена куколя лучше заполняют ячейки и свободно выпадают из них над лотком тогда, когда цилиндр будет вращаться с определенной скоростью, а остальные частицы перемещаются сходом вдоль оси цилиндра [3].

Далее зерновая смесь, очищенная от крупных, мелких, лёгких, длинных (овсюг) и коротких (куколь) примесей поступает в камнеотделительную машину.

В камнеотделительной машине происходит выделение минеральных частиц (камней) из зерновой смеси. Таким образом, после сепарирования в камнеотделительной машине зерновая смесь поступает в промежуточный бункер (на схеме не показано). Из промежуточного бункера зерновая смесь подаётся в приёмное устройство вибросепаратора для выделения прицепника. В вибросепараторе прицепникоотборнике, зерновая смесь из приёмного устройства частицы попадают в каналы сепарирования, образованные зигзагообразными отражателями, закреплёнными на сортировальном столе сепаратора для выделения прицепника широколистного. В каналах сепарирования, образованных зигзагообразными отражателями в процессе виброударного самосортирования разделяются сафлор и прицепник широколистный. Далее сафлор направляется норией и шнеком в шелушительные машины, в которых происходит обрушение семян с целью повышения степени отжима масла [4].

В данной работе был исследован процесс обрушения на экспериментальной установке. Сущность метода обрушения заключается в том, что семена попавшие на вращающийся нижний рабочий орган – шлифовальный круг и с помощью центробежной силы затаскиваются в зазор между горизонтально расположенным верхним неподвижным и вращающимся шлифовальными кругами. При прохождении зерна между шлифовальными кругами и происходит разрушение оболочки зерна. Перемещаясь от центра к периферии круга, зерно освобождается от шелухи. Разрушение покровного слоя оболочки происходит за счет того, что напряжение на сжатие в зоне воздействия превышает предел упругой деформации оболочки зерна [5].

После шелушения проводили ситовой анализ, в результате которого был изучен гранулометрический состав подаваемого на прессование частиц семян сафлора (рисунок 1) размеры частиц полученных фракций ограничены размерами отверстий используемых в анализе сит.

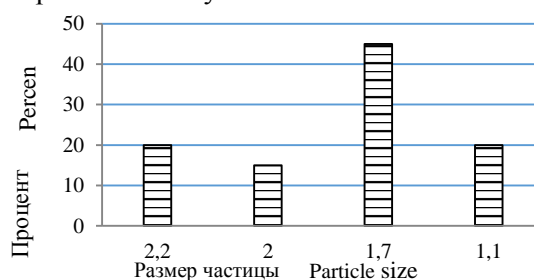


Рисунок 1. Гранулометрический состав подаваемого на прессование частиц семян сафлора

Figure 1. Particle size distribution applied to the compaction of particles safflower seed

Для характеристики гранулометрического состава сырья, состоящего из частиц неправильной формы, использовали понятие эквивалентный диаметр. В результате проведенных экспериментов была получена зависимость эквивалентного диаметра частиц от диаметра сит.

Далее семена сафлора поступают в накопительный бункер и подаются в шнековый маслопресс [6, 7]. На степень отжима семян сафлора огромное влияние оказывает влажность исходного продукта, кроме того повысить выход масла можно добавлением лузги [8, 9]. Анализируя графические зависимости (рисунок 2), был установлен диапазон оптимальной влажности семян сафлора 8,5–10%, обеспечивающий наименьшую остаточную маслянисть и, следовательно, наибольший выход масла [10]. Также значительно снизить остаточную маслянисть позволяет добавление в семена сафлора предварительно обрушенной лузги, что позволяет получить жмых с остаточной маслянистью в 12% при форпрессовании и до 6% при окончательном отжиме [11].

Отжимаемое масло, содержащее в себе твердые частицы прессуемого материала, которые выносятся потоком через зерновые щели, поступает в поддон станины и направляется на очистку. Жмых поступает на упаковку [12].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антипов С.Т., Шахов С.В., Мартыха А.Н., Берестовой А.А. Разработка способа получения растительного масла из семян сафлора методом прессования в поле ультразвука // Вестник ВГУИТ. 2015. № 4. С. 7–10.
- 2 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.
- 3 Дьякова А.А., Мартыха А.Н., Берестовой А.А. Получение сафлорового масла методом прессования // В сборнике: Материалы студенческой научной конференции за 2016 год 2016. С. 244.
- 4 Антипов С.Т., Матеев Е.З., Шахов С.В., Ветров А.В. Разработка линии подготовки зерна сафлора к переработке // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. №1. С. 62–67
- 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 Müller M., Eggers R. Gas-Assisted Oilseed Pressing on an Industrial Scale // JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society; Champaign. 2014. V. 91. №9. P. 1633–1641.
- 7 Marco M., Giulia F., Luigi D. Chiamonti. Oilseed pressing and vegetable oil properties and upgrading in decentralised small scale plants for biofuel production // International Journal of Oil, Gas and Coal Technology (IJOGCT). 2017. V. 14. № 1/2.
- 8 Savoie R., Lanoisellé J.-L., Vorobiev E. Mechanical Continuous Oil Expression from Oilseeds: A Review // Food and Bioprocess Technology. 2013. V. 6. № 1. P. 1–16
- 9 Mridula D., Barnwal P., Singh K.K. Screw pressing performance of whole and dehulled flaxseed and some physico-chemical characteristics of flaxseed oil // J Food Sci Technol. 2015. № 52(3). P. 1498–1506.

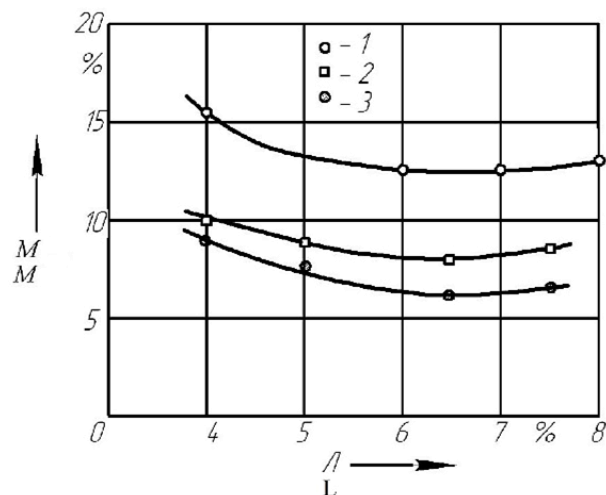


Рисунок 2. Зависимость остаточной маслянисти жмыха от лузжистости исходного продукта

Figure 2. The dependence of residual oil content jmyh from husk original product

Полученное сафлоровое масло центробежным насосом перекачивается в отстойник. После удаления основной части примесей масло из отстойника под давлением нагнетается в рамный фильтр-пресс. Из фильтр-пресса окончательно очищенное от примесей сафлоровое масло поступает на розлив и хранение [13].

#### REFERENCES

- 1 Antipov S.T., Shakhov S.V., Martekha A.N., Berestovoi A.A. A method of producing vegetable oil from the seeds of safflower by pressing in the ultrasound field. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 4. pp. 7–10. (in Russian).
- 2 Kadirbaev M.K., Erkebaev M. Zh., Sadvokasova D.S., Mateev E.Z. et al. The technological production line of safflower oil. *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Proceedings of Almaty technological University]. 2013. no. 5. pp. 16–20. (in Russian).
- 3 Dyakova A.A., Martha A.N., Berestovoi A.A. Production of safflower seed oil by pressing Materialy studencheskoi nauchnoi konferentsii [In the book: Materials of student scientific conference in 2016] 2016. pp. 244 (in Russian)

4 Kadirbaev M.K., Erkebaev M.Z., Sadvokasova D.S., Mateev E.Z., Nekrasov A.V., Shakhov S.V. Technological line of production of safflower oil Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta [Proceedings of Almaty technological University] 2013. no. 5. pp. 16–20. (in Russian)

5 Antipov S.T., Mateyev Y.Z., Shahov S.V., Vetrov A.V. Investigation of wettability to evaluate the morphology and surface tension wood filler. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2017, vol 79, no. 1, pp. 62–67. (in Russian)

6 Müller M., Eggers R. Gas-Assisted Oilseed Pressing on an Industrial Scale. JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society; Champaign. 2014. vol. 91. no. 9. pp. 1633–1641.

7 Marco M., Giulia F., Luigi D. Chiamonti. Oilseed pressing and vegetable oil properties and upgrading in decentralised small scale plants for biofuel production. International Journal of Oil, Gas and Coal Technology (IJOGCT). 2017. vol. 14. no. 1/2.

8 Savoie R., Lanoisellé J.-L., Vorobiev E. Mechanical Continuous Oil Expression from Oilseeds: A Review. Food and Bioprocess Technology. 2013. vol. 6. no. 1. pp. 1–16

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Сергей Т. Антипов** д.т.н., профессор, проректор по научной и инновационной деятельности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ast@vsuet.ru

**Ирина С. Юрова** к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, yurova\_ira83@mail.ru

**Александр Н. Мартеха** к.т.н., кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, man6630@rambler.ru

**Алексей А. Берестовой** аспирант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, berestovoy\_1991@mail.ru

#### КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.09.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 23.10.2017

9 Mridula D., Barnwal P., Singh K.K. Screw pressing performance of whole and dehulled flaxseed and some physico-chemical characteristics of flaxseed oil. J Food Sci Technol. 2015. no. 52(3). pp. 1498–1506.

10 Uitterhaegen E., Evon P. Twin-screw extrusion technology for vegetable oil extraction: A review. Journal of Food Engineering. 2017.

11 Małgorzata Wroniaka Agnieszka Rękaś, Aleksander Sigerb, Monika Janowicz Microwave pretreatment effects on the changes in seeds microstructure, chemical composition and oxidative stability of rapeseed oil. LWT – Food Science and Technology. 2016. vol. 68. pp. 634–641

12 Kachel-Jakubowska M., Kraszkiewicz A., Krajewska M. Possibilities of Using Waste after Pressing Oil from Oilseeds for Energy Purposes. Agricultural Engineering. 2016.

13 Mateev E.Z., Terekhina A.V., Kopylov M.V. Research of qualitative indicators of safflower oil. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 115–119. (in Russian).

14 Kadirbaev M.K., Erkebaev M.Zh. Strength characteristics of safflower seeds. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2013. no. 2. pp. 43–46.

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Sergei T. Antipov** Dr. Sci (Engin.), professor, vice-rector of research and innovation, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ast@vsuet.ru

**Irina S. Yurova** Cand. Sci (Engin.), associate professor, machines and equipment of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, yurova\_ira83@mail.ru

**Aleksandr N. Martekha** Cand. Sci. (Engin.), machines and equipment of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, man6630@rambler.ru

**Aleksei A. Berestovoi** graduate student, machines and equipment of food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, berestovoy\_1991@mail.ru

#### CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism.

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.10.2017

ACCEPTED 10.23.2017