

Apparatuses of Chemical and Food Production, Voronezh State University of Engineering Technologies, e-mail: gorbatova.nastia@yandex.ru
Kopylov Maxim Vasilievich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology of Fats, Processes and Apparatuses of Chemical and Food Production, Voronezh State University of Engineering Technologies, e-mail: kopylov-maks@yandex.ru

Voronezh State University of Engineering Technologies,
Russia, Voronezh, e-mail: post@vsuet.ru

Abstract: *The article contains the results of studies of the antioxidant activity of leaves of fireweed angustifolia on the Tsvet-Yauza A01-AA analyzer. The amount of antioxidants (AA) content is determined by the presence of flavonoids and vitamins in their composition, which are capable of binding free radicals. As a result of the experiment, it was found that CA was 10.74 mg/g.*

Key words: *antioxidant activity, fireweed angustifolia, extract, component.*

УДК 625.3

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ ТРЕХСТАДИЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Остриков Александр Николаевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», e-mail: ostrikov27@yandex.ru

Копылов Максим Васильевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», e-mail: kopylov-maks@yandex.ru

Цапкина Наталия Ивановна, экстерн кафедры технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», e-mail: eco-agro12@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Россия, Воронеж, e-mail: rector@vsuet.ru

Аннотация: статья содержит описание комбинированной трехстадийной технологии получения жирных кислот (ЖК) из соапстоков, включающей три последовательных этапа: первый – омыление исходного сырья раствором NaOH, второй – высаливание NaCl; третий – разделение раствором H₂SO₄. Данный технологический процесс переработки соапстока позволяет увеличить степень

нейтрализации и выход ЖК.

Ключевые слова: отход, soapсток, масличные культуры, разделение, жирные кислоты, омыление, высаливание, степень нейтрализации.

Актуальность. Одним из побочных отходов при получении растительного масла из семян масличных культур (рапса, горчицы, льна, подсолнечника, сои) является soapсток, величина образования которого на стадии щелочной рафинации составляет 5-6 % от перерабатываемого масла.

Ранее было установлено, что при разделении soapстока серной кислотой выход ЖК составил 79,0 %, а число нейтрализации – 180,0 мг КОН/г [2]. Обработка soapстока в две стадии (омыление и разделение) позволила добиться выхода ЖК 91,8 %, а число нейтрализации составило 187,1 мг КОН/г [3].

В работе [1] предложен способ обработки soapстока в три стадии включающий стадию высаливания, при этом получено увеличение выхода ЖК на 3,5 % по сравнению с двухстадийной обработкой.

Используемая в настоящее время технология переработки soapстока не только увеличивает антропогенную нагрузку на окружающую среду, но снижает экологическую эффективность производства.

Поэтому разработка комбинированной трехстадийной технологии получения ЖК из soapстока является актуальной задачей отрасли.

Цель и задачи. Целью данной работы является разработка комбинированной трехстадийной технологии получения ЖК, включающей три последовательных этапа: первый – омыление soapстока с помощью раствора NaOH, второй – высаливание NaCl; третий – разделение раствором H₂SO₄.

Преимуществом в данной работе является исследование воздействия условий высаливания омыленного мыльного сырья на выход и количество нейтрализуемых ЖК.

Объекты и методы исследования. В качестве объекта исследования использовали soapстоки растительных масел (подсолнечника, рапса, сои) – смесь, образующаяся в процессе щелочной нейтрализации растительных масел и включающая в свой состав следующие компоненты, массовая доля, %: общий жир – 46, в том числе натриевые соли ЖК – 15; нейтральный жир – 31; влага – 42; фосфолипиды – 2; мыла – 7; воскоподобные и неомыляемые вещества – 3.

Вначале были исследованы физико-химические характеристики soapстоков: содержание мыла и ЖК в исходном soapстоке определяли по ГОСТ 5480-2023 (Масла растительные и натуральные жирные кислоты. Методы определения мыла), кислотное число – по ГОСТ 5476-2019 (Масла растительные. Методы определения кислотного числа), концентрацию водородных ионов определили иономером лабораторным марки И-160МИ, массовую долю ЖК определяли с помощью жидкостного хроматографа. Полученные soapстоки имели следующие характеристики: цвет – от темно-коричневого до светло-коричневого, консистенция при 20 °С – текучая маслообразная жидкость тёмного цвета со специфическим запахом. При этом технические характеристики soapстока были следующие: кислотное число, мг КОН/г – от 60

до 170; средний состав ЖК соапстока: C_{14} –1,62 %, C_{16} – 46,8 %, C_{18} –21,4 %; средняя молекулярная масса 276; титр – от 0 до 10 °С; массовая доля неомыляемых веществ – 2,0 %; содержание свободных ЖК (в пересчёте на олеиновую кислоту ω -9) – 46,82 %.

Результаты и их обсуждение. Соапсток подвергали предварительному омылению при следующих условиях: длительность 85 мин., концентрация раствора NaOH 45 %. Далее омыленную массу подвергали высаливанию. Выделенное мыло-сердцевину разделяли раствором H_2SO_4 при следующих условиях: температура 90 °С, длительность 40 мин.

Выявлены рациональные условия высаливания: длительность (80 мин.) при концентрации NaCl (20 %). При таких условиях выход ЖК составляет 95,0 %, степень нейтрализации – 194,8 мг КОН/г. Выделенные жирные кислоты имели следующий состав: массовая доля влаги и летучих веществ составляет 0,85 %, массовая доля общего жира составляет 98,9 %, степень расщепления олеиновой кислоты составляет 94,2 %.

Установлены зависимости выхода ЖК от длительности высаливания при различных концентрациях NaCl (рис. 1). Выявлено, что при концентрации NaCl 20 % достигается максимальный выход ЖК (рис. 1), который при длительности процесса высаливания 80 минут составляет 87,8 %. Повышение концентрации NaCl с 4 до 20 % увеличивает выход ЖК в 1,5 раза за счет повышения плотности раствора (рис. 1), степень нейтрализации – в 1,7 раза.

Повышение концентрации NaCl оказывает большее влияние на степень нейтрализации, а увеличение длительности высаливания – на выход ЖК. Наибольший выход кислот наблюдается, начиная с длительности высаливания 80 минут и концентрация NaCl 20 % (рис. 1). ЖК имели меньшую массовую долю влаги и летучих веществ, а также большую степень расщепления. Определено, что процесс высаливания максимизирует концентрацию мыльного компонента в соапстоке, полученном после предварительного омыления.

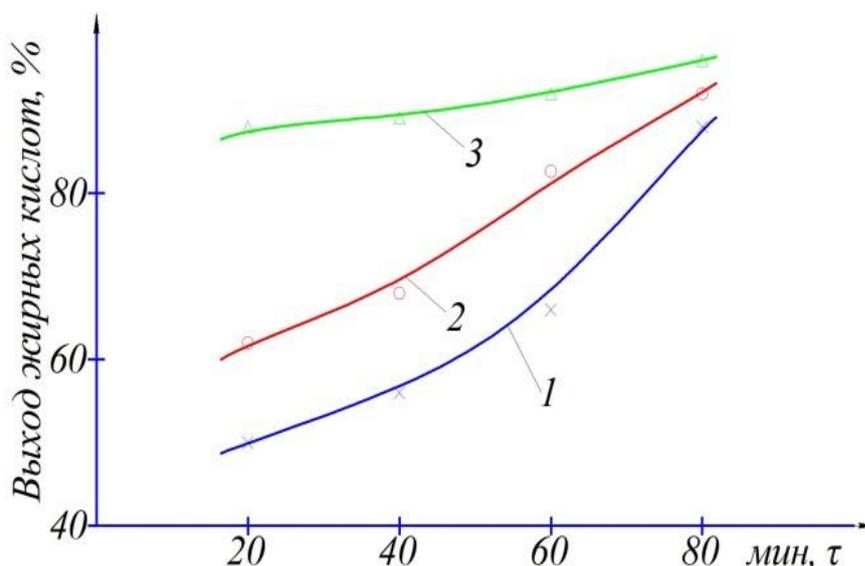


Рисунок 1 – Зависимость содержания ЖК от длительности высаливания при различных концентрациях NaCl: 1 – 4 %; 2 – 12 %; 3 – 20 %

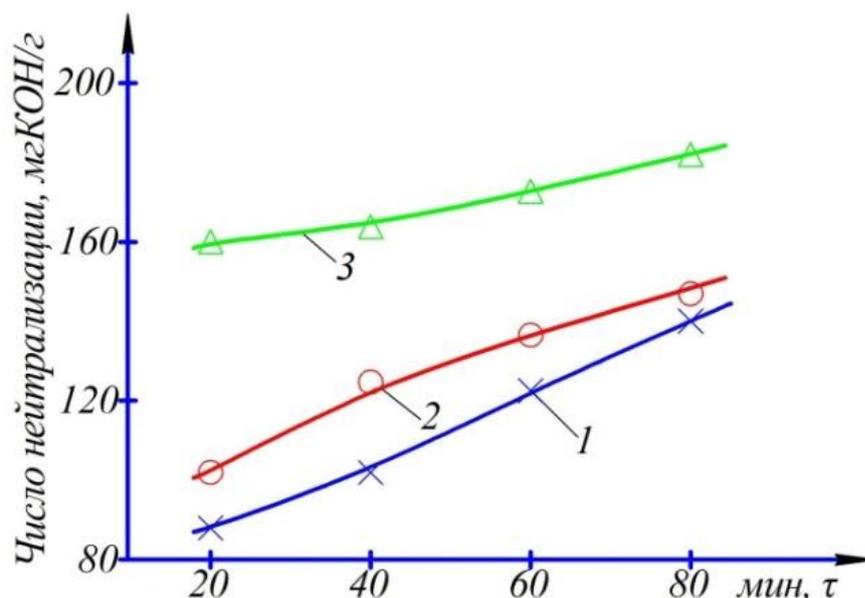


Рисунок 2 – Зависимость числа нейтрализации от длительности высаливания при различных концентрациях NaCl: 1 – 4 %; 2 – 12 %; 3 – 20 %

Наибольшие значения числа нейтрализации достигаются при длительности высаливания 65-80 мин. и концентрации NaCl 20 % (рис. 2).

В результате были определены рациональные параметры высаливания: при длительности 80 мин. и концентрации NaCl 20 % выход ЖК составляет 94,6 %, число нейтрализации – 193,4 мг КОН/г.

Полученный продукт подвергался обработке H_2SO_4 , в результате чего образуются высококачественные жирные кислоты. Выявлены оптимальные показатели: температура гидролиза 110-115 °С, разделение 90 °С, концентрация соапстока 14-16 %, концентрация раствора H_2SO_4 10-12 %.

Избыток H_2SO_4 не должен превышать 5 %, т.к. он снижает выход ЖК. В таких условиях проведение процесса обеспечивает выход ЖК в количестве 80-85 % от их содержания в исходном соапстоке.

Выводы. Разработана комбинированная трехстадийная технология получения ЖК из соапстоков, позволяющая увеличить выход ЖК на 3,5 % и число нейтрализации увеличивается на 7,9 %.

Определены рациональные параметры процесса высаливания соапстока NaCl: продолжительность (80 мин.) и концентрация NaCl (20 %). В этих условиях выход ЖК составляет 95,0 %, число нейтрализации – 194,8 мг КОН/г.

Библиографический список

1. V. Kalyna, V. Koshulko, O. Ilinska, N. Tverdokhliebova, O. Tolstousova, O. Bliznjuk, T. Gavrish. Development of soapstock processing technology to ensure waste-free and safe production / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – 6/10 (114).

2. Sytnik, N., Kunitsia, E., Mazaeva, V., Kalyna, V., Chernukha, A., Vazhynskiy, S. et. al. Rational conditions of fatty acids obtaining by soapstock

treatment with sulfuric acid. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – 4 (6 (112)), 6–13.

3. Sytnik, N., Kunitsia, E., Kalyna, V., Petukhova, O., Ostapov, K., Ishchuk, V. et. al. Technology development of fatty acids obtaining from soapstock using saponification. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – 5 (6 (113)), 16–23.

4. Вычисление энергии на испарение связанной влаги из джекфрута / Т. С. Нгуен, А. Х. Х. Нугманов, З. М. Арабова, А. А. Нугманова // Известия КГТУ. – 2019. – № 55. – С. 214-225.

5. Нугманов, А. Х. Х. Теория и практика проектирования пищевых систем на основе феноменологического подхода : специальность 05.18.12 "Процессы и аппараты пищевых производств" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Нугманов Альберт Хамед-Харисович, 2017. – 523 с.

DEVELOPMENT OF A COMBINED THREE-STAGE TECHNOLOGY FOR PRODUCING FATTY ACIDS

Ostrikov Alexander Nikolaevich, Doctor of Engineering. Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Fats, Processes and Apparatuses for Chemical and Food Production, Voronezh State University of Engineering Technologies, e-mail: ostrikov27@yandex.ru

Kopylov Maxim Vasilievich, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology of Fats, Processes and Apparatuses of Chemical and Food Production, Voronezh State University of Engineering Technologies, e-mail: kopylov-maks@yandex.ru

Tsapkina Natalia Ivanovna, external student of the department of technology of fats, processes and apparatus of chemical and food production, Voronezh State University of Engineering Technologies, e-mail: eco-agro12@mail.ru

Voronezh State University of Engineering Technologies,
Russia, Voronezh, e-mail: rector@vsuet.ru

Abstract: *the article contains a description of a combined three-stage technology for the production of fatty acids (FA) from soap stocks, including three successive stages: the first is saponification of the feedstock with a NaOH solution, the second is salting out NaCl; the third is separation with a H₂SO₄ solution. This technological process for processing soap stock makes it possible to increase the degree of neutralization and the yield of FA.*

Key words: *waste, soap stock, oilseeds, separation, fatty acids, saponification, salting out, degree of neutralization.*