



## Использование вторичных ресурсов переработки семян подсолнечника для создания новых ПАВ натурального происхождения

Василий Е. Тарасов<sup>1</sup> [tarasov@kubstu.ru](mailto:tarasov@kubstu.ru)  0000-0001-9586-8563  
Сусанна С. Коробко<sup>2</sup> [korobko\\_ss@avnt.ru](mailto:korobko_ss@avnt.ru)  0000-0002-4391-6719



<sup>1</sup> Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская 2, г. Краснодар, 350072, Россия

<sup>2</sup> АО «Аванта», ул. Воронежская 38, г. Краснодар, 350001, Россия

**Аннотация.** В настоящее время перспективным направлением является разработка экологически чистой биологически разлагаемой продукции, которая бы не загрязняла окружающую среду, в том числе косметико-гигиенические моющие средства и товары бытовой химии. Одними из главных компонентов рецептур данных продуктов, являются поверхностно-активные вещества (ПАВ). Разработка новых видов биологически разлагаемых ПАВ, получаемых из возобновляемого растительного сырья, актуальна, так как позволяет увеличить ассортимент выпуска биоразлагаемой продукции. Цель работы: разработка технологии получения алкилполиглюкозида с улучшенными свойствами на основе альтернативного растительного сырья, полученного при переработке подсолнечника. В процессе работы были проанализированы существующие технологии производства алкилполиглюкозида и выявлены их недостатки. Алкилполиглюкозид в данных технологиях получают при взаимодействии глюкозы или водного сиропа глюкозы со спиртом C10-C16. Источниками крахмала, из которого в дальнейшем получают глюкозу, выступают рис, кукуруза, картофель, или пшеница. Это продукты, которые не являются отходами и имеют достаточно высокую себестоимость. Жирные спирты получают из импортируемого пальмового или кокосового масла. Предложенная нами новая технология предусматривает применение доступного и дешевого сырья. Сироп глюкозы получается методом гидролиза целлюлозы лузги подсолнечника, а жирные кислоты - из производственного цикла переработки подсолнечника на стадии щелочной рафинации растительного масла, содержащих C16-C18 атомов. Проведен анализ органолептических, физико-химических показателей и оценка потребительских свойств полученного алкилполиглюкозида. Определено, что предложенный способ позволяет получить неионогенный ПАВ с улучшенными свойствами моющей (КМ) и пенообразующей способности (пенное число, устойчивость пены), а также обладает мягким дерматологическим воздействием.

**Ключевые слова:** ПАВ, жирные кислоты, подсолнечное масло, лузга подсолнечника, глюкоза, алкилполиглюкозид

## Using secondary resources of sunflower seed processing to create new natural origin surfactants

Vasiliy Ye. Tarasov<sup>1</sup> [tarasov@kubstu.ru](mailto:tarasov@kubstu.ru)  0000-0001-9586-8563  
Susanna S. Korobko<sup>2</sup> [korobko\\_ss@avnt.ru](mailto:korobko_ss@avnt.ru)  0000-0002-4391-6719

<sup>1</sup> Kuban State Technological University, Moskovskaya Street, 2, Krasnodar, 350072, Russia

<sup>2</sup> Avanta JSC, Voronezhskaya Street, 38, Krasnodar, 350001, Russia

**Abstract.** Today great attention is paid to development of advanced technologies for production of ecologically safe, nonpolluting and biodegradable products, including without limitation cosmetic-hygiene detergents and household products. One of the main ingredients in formulation of such products is surfactants. For the purpose of widening of the assortment of such products it is essential to create new types of biodegradable surfactants derived from renewable, as a rule, plant raw materials. The object of this paper is development of technology for production of non-ionic surfactant, alkyl polyglycoside (APG), with improved characteristics on the basis of the alternative plant raw material, sunflower husks, being the waste by-product of sunflower processing, which is the most commonly available raw material in our country. The output of sunflower processing aiming at sunflower oil production is growing year by year and takes the leading place in the oil-and-fat industry, therefore processing of the waste product in the form of husks is of particular interest now. In the course of work the existing technologies of APG production were studied and their shortcomings were identified. According to such technologies alkyl polyglycoside is produced by combining glucose or aqueous syrupy solution of glucose with C10- C16 alcohol. As the sources of starch, from which glucose is produced further, there are used rice, corn, potatoes or wheat. Such products represent no wastes and have rather high production cost. Fatty alcohols are produced from imported palm or coconut oil. The new technology suggested by us is based on usage of the available and cheap raw materials. Glucose syrup is made with the help of the method of hydrolysis of sunflower husks cellulose, and fatty acids are derived from the sunflower processing cycle at the stage of alkali refining of sunflower oil, comprising C16-C18 atoms. Analysis of organoleptic, physical-and-chemical characteristics and evaluation of consumer properties of the resulting alkyl polyglycoside were performed. It was established that according to the suggested method it is possible to produce a non-ionic surfactant with improved detergent (CCM) and foaming power (foam height, foam stability), and also having soft dermatological action. The alkyl polyglycoside, created and produced with the help of our technology, can be used as an alternate substitute of expensive foreign non-ionic surfactants, can be helpful for extension of the assortment of biodegradable foam detergents, nonpolluting and safe for the environment.

**Keywords:** surfactants, fatty acids, sunflower oil, sunflower husk, glucose, alkylpolyglycoside

Для цитирования

Тарасов В.Е., Коробко С.С. Использование вторичных ресурсов переработки семян подсолнечника для создания новых ПАВ натурального происхождения // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 2. С. 108–115. doi:10.20914/2310-1202-2021-2-108-115

For citation

Tarasov V.Ye., Korobko S.S. Using secondary resources of sunflower seed processing to create new natural origin surfactants. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 2. pp. 108–115. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-2-108-115

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

За последние годы наблюдается значительный рост потребительского спроса на экологически чистую продукцию в сегменте косметико-гигиенических моющих средств и товаров бытовой химии. Это явление связано с растущим осознанием экологических и медицинских последствий использования химических веществ, действие которых на организм человека зачастую не до конца изучено, и, кроме того, может нанести непоправимые негативные последствия окружающей среде. Высокий уровень конкуренции на рынке косметических продуктов и бытовой химии вынуждает производителей искать альтернативу синтетическому сырью среди натуральных природных источников.

Основным компонентом косметико-гигиенических моющих средств и товаров бытовой химии являются поверхностно-активные вещества. Перспективным направлением в разработке экологически чистой продукции является применение ПАВ с «зеленым» имиджем – продуктов, получаемых из возобновляемого, как правило, растительного сырья [1–4].

Все большую популярность приобретают зеленые ПАВ, получаемые из отходов сельскохозяйственного сырья, так как производители все чаще стремятся уйти от продуктов, полученных при синтезе нефти. Так, например, производитель Clariant (Швейцария) производит линейку ПАВ на основе сахаров и пальмового и кокосового масел. Компания BASF (Германия) выпустила на рынок ПАВ продукт, полученный путем контролируемого процесса ферментации из масел микроводорослей, применяемых в сельском хозяйстве [1,5].

С каждым годом наблюдается все больший рост ассортимента «зеленых» материалов. На сегодняшний день проводятся различные исследования, которые демонстрируют, что

эффективность некоторых «зеленых» материалов превосходит эффективность обычных ПАВ [1, 6].

Неионогенные «зеленые» ПАВ на современном косметическом рынке и рынке бытовой химии представлены различными соединениями: алкилполиглюкозидами (АПГ), растительными сапонинами, производными аминокислот и бетаинами [7].

**Цель работы** – разработка способа получения алкилполиглюкозида с улучшенными свойствами на основе альтернативного растительного сырья, полученного при переработке подсолнечника.

## Материалы и методы

Неионогенное поверхностно-активное вещество алкилполиглюкозид в промышленности получают химической реакцией с участием глюкозы и жирных спиртов растительного происхождения. Глюкозу чаще всего получают из кукурузного крахмала, а жирные спирты из пальмового масла [8–9].

Также известна технология получения модифицированного алкилполиглюкозида при взаимодействии глюкозы или водного сиропа глюкозы со спиртом C10-C16 в присутствии кислотного катализатора. Здесь источниками крахмала, из которого в дальнейшем получают глюкозу, выступают рис, картофель или пшеница, а жирные спирты получают также из пальмового или кокосового масла [10].

Применение жирных спиртов ряда C10-C16 приводит к снижению пенообразующей способности алкилполиглюкозида, и к тому же получение жирных спиртов является достаточно затратной и энергоемкой технологией [11].

Известны способы получения алкилполиглюкозида реакцией глюкозного сиропа с жирными кислотами, которые и составляют вторую часть молекулы ПАВ. Пример получения АПГ из сиропа глюкозы и стеариновой жирной кислоты приведен на рисунке 1.

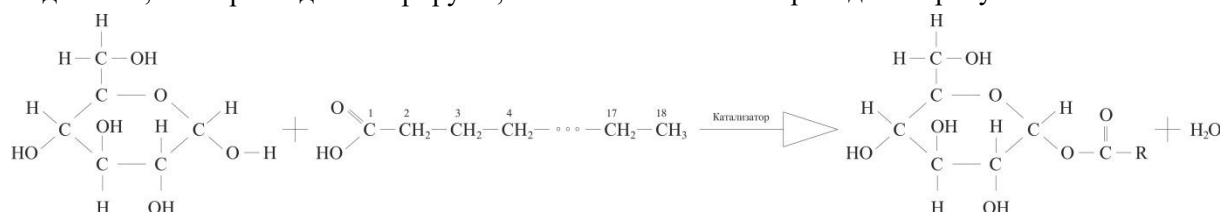


Рисунок 1. Структурная схема получения алкилполиглюкозида

Figure 1. Schematic structure of the preparation of alkyl polyglucoside

После проведенного анализа наиболее доступного растительного сырья в нашей стране особое внимание привлекли отходы переработки подсолнечника в виде лузги в масложировой промышленности, которая с каждым годом наращивает объемы производства.

В 2020 г. (по информации из сайта Министерства СХ РФ) подсолнечник обмолочен с площади 8,3 млн га, намолочено 13,3 млн тонн (отходы в виде лузги составляют 20% от общего количества подсолнечника – 2,66 млн тон).

Валовый сбор подсолнечника за период с 2010 по 2019 год вырос в России втрое. Если рассматривать посевные площади подсолнечника в разрезе регионов, то большая часть полей находится в Южном и Приволжском (69%) регионах страны [12].

Это наглядно демонстрирует потенциальные возможности в части сырьевой базы Краснодарского края и Поволжья, так как именно здесь сосредоточено более половины объема всего производимого в стране подсолнечного масла.

В процессе производства масложировой продукции на различных стадиях образуются многочисленные отходы и побочная продукция (жмых, шрот, лузга, soapstock светлых масел, погоны дезодорации, фосфатиды, кальциевые соли жирных кислот).

Лузга подсолнечника представляет собой плодовую оболочку, которая окружает масляные семена. В процессе переработки семян, в случае не отделения лузги, из оболочек в масло переходят воскоподобные и другие вещества, увеличивающие кислотное число и цветность масел. При этом ухудшается вкус, запах, и снижается стойкость при хранении готового продукта. Поэтому при выработке высококачественных масел, шротов и жмыхов важной и необходимой технологической операцией является качественное отделение лузги от семян (обрушивание и выделение из рушанки оболочек семян) [13].

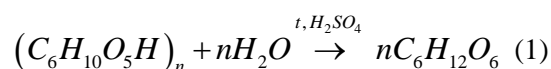
В лузге подсолнечника содержится 1,4% богатого углеродом чрезвычайно устойчивого пигмента фитомелана. Средний размер частиц лузги колеблется в пределах: длина – 4,8 мм, ширина – от 1,5 до 3 мм, объемная масса 85 – 145 кг/м<sup>3</sup>; гигроскопическая влажность лузги – около 16%. Соотношение массы ядра и лузги в семенах подсолнечника колеблется в широких пределах в зависимости от его сорта. Так, в семенах низкомасличного подсолнечника содержание оболочки (лузжистость) составляет более 40% массы семян. В высокомасличных семенах подсолнечника с содержанием масла до 50% (на сухое вещество) лузжистость семян в 1,5 – 2 раза ниже, чем в семенах старых сортов, и составляет 20–30%. [14].

Традиционно лузга используется в качестве кормовой добавки в животноводстве, но процент ее использования невысок. Наиболее распространенный способ утилизации лузги это ее сжигание, что наносит ущерб окружающей среде и свидетельствует о неэффективном расходовании отходов.

## Результаты и обсуждения

По результатам анализа наиболее доступного и дешевого растительного сырья в нашей стране, было принято решение о разработке технологии получения алкилполиглюкозида на основе лузги подсолнечника, которая является отходом в масло жировой промышленности. Лузга подсолнечника служит источником глюкозы, необходимой для получения алкилполиглюкозида, которую можно получать гидролизом целлюлозы лузги.

При гидролизе целлюлозы лузги семян подсолнечника образуются остатки глюкозы, представленные в уравнении химической реакции (1).



Изменением параметров процесса можно моделировать структуру производных глюкозы, т. е. к гидрофобной части молекулы присоединять атомы углерода, а к гидрофильной – различные функциональные группы с целью удлинения цепи молекулы, повышая гидрофильно-липофильный баланс. Возможные продукты гидролиза целлюлозы лузги – это глюкоза и дисахарид целлобиоза, структурные формулы, которых приведены на рисунках 2,3.

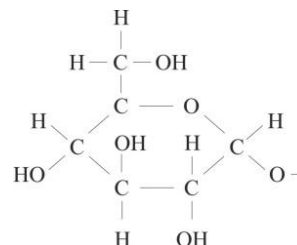


Рисунок 2. Структурная формула глюкозы

Figure 2. Structural formula of glucose

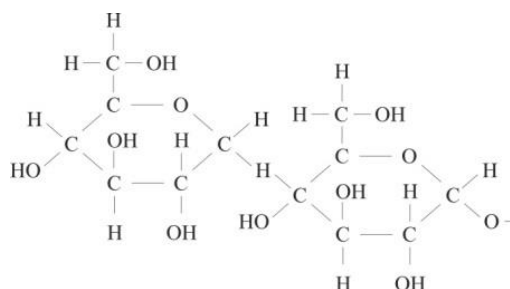


Рисунок 3. Структурная формула дисахарида целлобиоза

Figure 3. Structural formula of cellobiose disaccharide

Таким образом, в результате гидролиза лузги получается сироп глюкозы, используемый в дальнейшем для получения АПГ.

Применяемые жирные кислоты, содержащие С16-С18 атомов, способствуют увеличению пенообразующей способности алкилполиглюкозида за счет увеличения числа оксиэтиленовых групп в неионогенных ПАВ. В производственном цикле переработки подсолнечника при щелочной рафинации образуются отходы С16-С18 жирные кислоты, которые целесообразно использовать в качестве доступного сырья [11].

Молекула АПГ полученная на основе глюкозы с С16-С18 жирными кислотами обладает рядом преимуществ. За счет расположения гидрофильной группы в середине молекулы, проявляет хорошую смачивающую способность. Структурная схема полученного алкилполиглюкозида представлена ниже на рисунке 4.

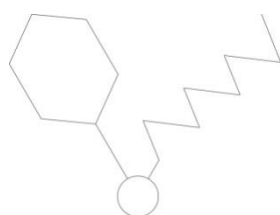


Рисунок 4. Структурная схема алкилполиглюкозида  
Figure 4. Schematic structure of alkyl polyglucoside

Технология производства алкилполиглюкозида включает в себя следующие технологические операции:

1. Измельчение лузги подсолнечника до размера частиц 0,1–1,6 мм;
2. Обработка лузги раствором, содержащим 20–30% уксусной кислоты, 2–5% пероксида водорода и 1,5–2,0% серной кислоты, при температуре 110–120 °С и гидромодуле 5 в течение 2–3 часов;
3. Гидролиз обработанной лузги 80%-ной серной кислотой при температуре 22–24 °С при гидромодуле 3–5 в течение 1–2 часа, на выходе получают сироп глюкозы.
4. Приготовление в реакторе смеси жирных кислот С16-С18 (0,75 моль) в присутствии катализатора, в качестве катализатора используют алкилполиалкоксикарбоновую кислоту (0,01 моль);
5. Нагрев смеси при перемешивании до температуры 90 °С и добавление катализатора, сильной органической кислоты (0,0025 моль) и сиропа глюкозы (0,5 моль);
6. Вакуумирование при температуре 90–100 °С в течение 3–4 часов при интенсивном перемешивании реакционной массы, до полного удаления реакционной воды.

По окончании процесса катализатор нейтрализуют щелочью [11].

Для подтверждения заявленных свойств получаемого алкилполиглюкозида проведен анализ водных 0,5%-ных водных растворов образцов. Результаты исследований алкилполиглюкозида представлены в таблице 1.

Таблица 1.  
Органолептические и физико-химические показатели алкилполиглюкозида

Table 1.  
Organoleptic and physico-chemical parameters of alkyl polyglucoside

Показатель Indicator	Результат Result
Внешний вид   Appearance	Паста   Paste
Цвет   Colour	От белого до светлого-кремового White to light cream
Запах   Odor	Отсутствие неприятного запаха Without unpleasant smell
pH	7,5–8,0
ГЛБ (Гидрофильно-липофильный баланс) GLB (Hydrophilic-lipophilic balance)	14–18
Пенообразующая способность: Foaming: пенное число, мм, >; foam number, mm, > устойчивость пены, >. foam stability, >	70 0,7

Дополнительно проведена визуальная оценка пенообразующей способности (объем и высота, кремнистость пены) алкилполиглюкозида, полученного по предложенному способу. Образцами являлись 10% р-р ПАВ. Результаты представлены на рисунках 5 и 6.

Из приведенных данных видно, что предложенный способ получения алкилполиглюкозида позволяет получить неионогенный ПАВ с улучшенными свойствами моющей ККМ (Критическая Концентрация Мицеллообразования) и пенообразующей способности (пенное число, устойчивость пены).

Для определения потребительских свойств алкилполиглюкозида, как компонента косметико-гигиенических моющих средств и композиций для ручного мытья посуды была проведена методика экспертных оценок. В качестве потребительских характеристик были выбраны показатели раздражающего и стягивающего эффекта, а также ощущение сухости на коже после применения.

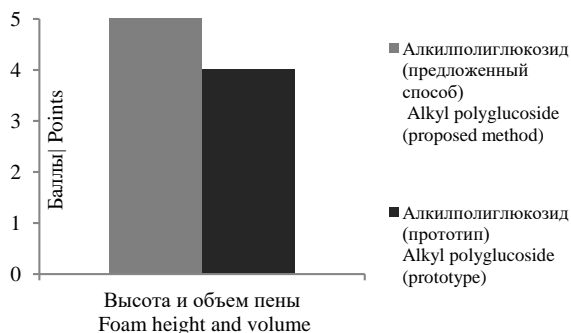


Рисунок 5. Диаграмма визуальной оценки высоты и объема пены двух образцов водных растворов ПАВ

Figure 5. Diagram of the visual assessment of the height and volume of the foam of two samples of aqueous surfactant solutions

Оценка проводилась по пятибалльной шкале, где 0 – отсутствие пены, 5 – большой объем и высота пены.

The assessment was carried out on a five-point scale, where 0 – no foam, 5 – a large volume and height of foam.

Приготовленный образец 10%-го водного раствора наносили на кожу рук респондентов, хорошо растирали в течение 1 минуты, смывали проточной водой, после чего оценивали ощущения респондентов по пятибалльной шкале. Проведенная оценка потребительских свойств подтвердила, что алкилполиглюкозид может эффективно использоваться в рецептурах косметических средств и бытовой химии, контактирующей с кожей человека, т. к. ПАВ не обладает раздражающим и стягивающим кожу эффектом, а также после применения не оставляет ощущения сухости на коже.

Разработанный нами алкилполиглюкозид, являясь неионогенным поверхностно-активным веществом, проявляет хорошие очищающие и моющие свойства. Мягкое дерматологическое воздействие позволяет применять алкилполиглюкозиды в рецептурах косметико-гигиенических моющих средств, а также композициях для ручного мытья посуды. В сочетании с анионактивными ПАВ алкилполиглюкозид положительно влияет на объем и стабилизацию пены в растворах. Кроме того, алкилполиглюкозид, обладает загущающей способностью, и введение данного ПАВ регулирует необходимую вязкость растворов, а также легко растворяется в сточных трубах [15–20].

По имеющейся теоретической и практической информации разберем механизм работы полученного алкилполиглюкозида при применении в косметико-гигиеническом моющем средстве (рисунок 7). АПГ за счет своей структуры обладает низкой ККМ и прекрасной смачивающей способностью, что позволяет эффективно очищать

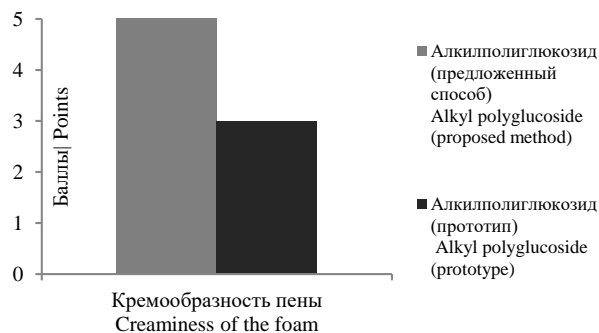


Рисунок 6. Диаграмма визуальной оценки кремнистости пены двух образцов водных растворов ПАВ

Figure 6. Diagram of the visual assessment creaminess of the foam of two samples of aqueous surfactant solutions

Оценка проводилась по пятибалльной шкале, где 0 – отсутствие кремнистости пены, 5 – отличная кремнистость пены.

The evaluation was carried out on a five – point scale, where 0 – no creaminess of foam, 5 – excellent creaminess of foam.

поверхность кожи и при этом обладать мягкими дерматологическими свойствами. В сочетании с анионактивными ПАВ алкилполиглюкозид положительно влияет на объем и стабилизацию пены в растворах. На рисунке 7 показано, как ПАВ адсорбируется на поверхности загрязнений, обволакивают их, отделяя от поверхности, и стабилизируют в моющем растворе.

Моющее действие ПАВ обусловлено комплексом коллоидно-химических процессов, включающим в себя следующие стадии:

- смачивание, является начальным этапом не только моющего действия, но и других аспектов применения ПАВ. В присутствии ПАВ снижается поверхностное натяжение на границе «загрязнение – раствор», что способствует смачиванию, преодолению сил адгезии между очищаемой поверхностью и загрязнением и отрыву загрязнения от поверхности (рисунок 7);

- диспергирование загрязнений происходит при пептизации крупных частиц твердой фазы (пыли, грязи) и эмульгировании нерастворимых в воде жидкостей;

- эмульгирование жидких загрязнений обычно сопровождается их солубилизацией – растворением в мицеллах ПАВ. Нерастворимые в воде органические вещества, такие как жиры, солубилизируются в водных растворах коллоидных ПАВ.

Неполярные углеводородные молекулы загрязнения закрепляются во внутренней неполярной части мицеллы за счет возникающих между ними гидрофобных взаимодействий; размер мицеллы при этом несколько увеличивается.

При солюбилизации полярных загрязнений их молекулы встраиваются в мицеллу ПАВ или закрепляются на ее поверхности.

Адсорбция ПАВ на поверхности твердых загрязнений придает им агрегативную устойчивость и препятствует повторному оседанию загрязнений на отмываемую поверхность.

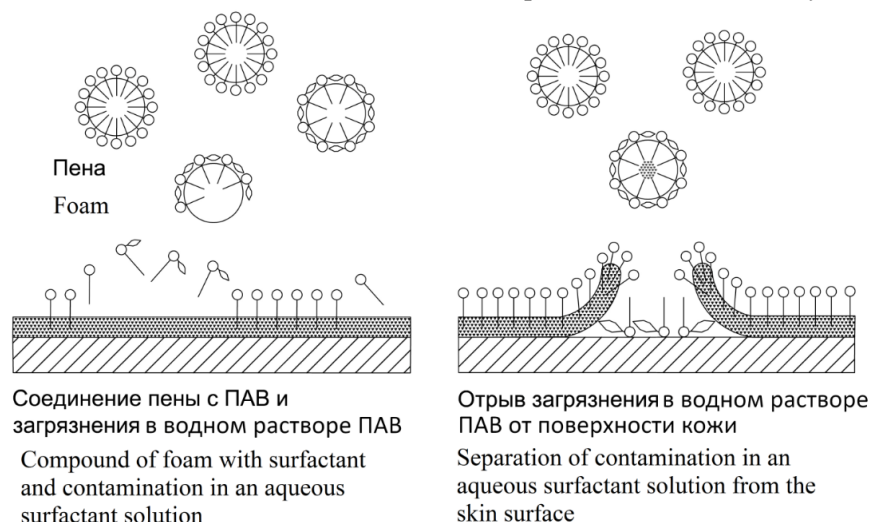


Рисунок 7. Схема процесса очищения кожи при использовании предложенного алкилполиглюкозида в косметико-гигиеническом моющем средстве.

Figure 7. Scheme of the skin cleansing process when using the proposed alkyl polyglucoside in detergent

### Заключение

Предложенный способ получения алкилполиглюкозида позволяет:

- разрабатывать и получать мягкие, совершенно безопасные, доступные по цене, ПАВ натурального происхождения с улучшенными характеристиками;

- расширять ассортимент доступных по цене мягких, безопасных пеномоющих продуктов с улучшенными потребительскими характеристиками (очищающие свойства, пенообразующей способности, пенное число, устойчивость пены,

плотность и кремнистость), как в косметике, так и в бытовой химии.

- получать значительный экономический эффект за счет использования вторичных продуктов переработки подсолнечника и повышать рентабельность масложировых предприятий;

- частично решить проблему утилизации отходов масложировой отрасли (полностью биоразлагаем), тем самым улучшить экологическую обстановку.

- сертифицировать как натуральное сырье в различных органических стандартах.

### Литература

- 1 Плетнев М.Ю. Поверхностно-активные вещества с зеленым, натуральным имиджем // Сырье и упаковка для косметики парфюмерии и бытовой химии. 2012. № 8. URL: <https://cosmetic-industry.com/poverxnostno-aktivnye-veshhestva-s-zelenym-naturalnym-imidzhem.html>
- 2 Karthick A., Roy B., Chattopadhyay P. Comparison of zero-valent iron and iron oxide nanoparticle stabilized alkyl polyglucoside phosphate foams for remediation of diesel-contaminated soils // Journal of environmental management. 2019. V. 240. P. 93-107. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.03.088
- 3 Gonçalves V.S.S., Rodríguez-Rojo S., De Paz E., Mato C. et al. Production of water soluble quercetin formulations by pressurized ethyl acetate-in-water emulsion technique using natural origin surfactants // Food Hydrocolloids. 2015. V. 51. P. 295-304. doi: 10.1016/j.foodhyd.2015.05.006
- 4 Pantelic I. Alkyl Polyglucosides: From Natural-origin Surfactants to Prospective delivery systems. Woodhead publishing series in biomedicine. 2014. 187 p.
- 5 Гогинян В. Микроводоросли: возможности применения. «МосТ» – научно-популярное приложение к газете «Голос Армении». 2016. URL: <http://mostga.am/laboratoriya/mikrovodorosli-vozmozhnosti-primeneniya-979.html/>
- 6 Будущее зеленых ПАВ в новых технологиях // Сырье и упаковка для косметики парфюмерии и бытовой химии. URL: <https://cosmetic-industry.com/budushhee-zelenyx-pav-v-novykh-technologiyax.html/>
- 7 Петренко А.В., Тарасов В.Е. Использование новых видов пав для расширения функциональных свойств современных косметико-гигиенических моющих средств // Austria Science. 2018. №. 14-1. С. 32-35.
- 8 Общество с ограниченной ответственностью НПК "СОЖ Синтез". URL: [http://nn.sojsintez.ru/product/alkilpoliglikozid\\_s8-10.html/](http://nn.sojsintez.ru/product/alkilpoliglikozid_s8-10.html/)



- 9 De S., Malik S., Ghosh A., Saha R. et al. A review on natural surfactants // RSC advances. 2015. V. 5. №. 81. P. 65757-65767. doi: 10.1039/C5RA11101C
- 10 Пат. № 2488588, RU, C07H 1/06, Способ получения модифицированного алкилполиглюкозида / А.И. Чебаксаров, Л.В. Чебаксарова, Л.В. Гурбанова, № 2012121415/04; Заявл. 24.05.2012; Опубл. 27.07.2013.
- 11 Пат. № 2655917, RU, C07H 15/04, Способ получения алкилполиглюкозида / В.Е. Тарасов, Н.В. Лосева, С.С. Коробко, Е.Г. Ерофеева, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет», № 2017125911; Заявл. 18.07.2017; Опубл. 30.05.2018. Бюл. № 16.
- 12 Сайт Министерства СХ. URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rasteniievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/>
- 13 Nitschke M., Silva S.S.E. Recent food applications of microbial surfactants // Critical reviews in food science and nutrition. 2018. V. 58. №. 4. P. 631-638. doi: 10.1080/10408398.2016.1208635
- 14 Farias C.B.B., Almeida F.C., Silva I.A., Souza T.C. et al. Production of green surfactants: Market prospects // Electronic Journal of Biotechnology. 2021. doi: 10.1016/j.ejbt.2021.02.002
- 15 Пучкова Т.В., Самуйлова Л.В., Деев А.И., Федотова Е.А. Основы косметической химии: Базовые ингредиенты. Том 1. М.: Москва, ООО «Школа косметических химиков», 2017. 304 с.
- 16 Pantelic I., Cuckovic B. Alkyl Polyglucosides: An emerging class of sugar surfactants // Alkyl Polyglucosides. Woodhead Publishing, 2014. P. 1-19. doi: 10.1533/9781908818775.1
- 17 Daz G., Rashmi T. Alkyl Poly Glucosides (APGs) Surfactants and Their Properties: A Review // Tenside Surfactants Detergents. 2012. V. 49. № 5. P. 417-427. doi:10.3139/113.110212
- 18 Jahan R., Bodratti A.M., Tsianou M., Alexandridis P. Biosurfactants, natural alternatives to synthetic surfactants: physicochemical properties and applications // Advances in colloid and interface science. 2020. V. 275. P. 102061. doi: 10.1016/j.cis.2019.102061
- 19 Lukic M., Pantelic I., Savic S. An overview of novel surfactants for formulation of cosmetics with certain emphasis on acidic active substances // Tenside Surfactants Detergents. 2016. V. 53. №. 1. P. 7-19. doi: 10.3139/113.110405
- 20 Lukic M., Pantelic I., Daniels R., Müller-Goymann C. et al. Moisturizing emulsion systems based on the novel long-chain alkyl polyglucoside emulsifier // Journal of thermal analysis and calorimetry. 2013. V. 111. №. 3. P. 2045-2057. doi: 10.1007/s10973-012-2263-0

### References

- 1 Pletnev M.Yu. Surfactants with a green, natural image. Raw materials and packaging for cosmetics, perfumery and household chemicals. 2012. no. 8. Available at: <https://cosmetic-industry.com/poverxnostno-aktivnye-veshhestva-s-zelenym-naturalnym-imidzhem.html> (in Russian).
- 2 Karthick A., Roy B., Chattopadhyay P. Comparison of zero-valent iron and iron oxide nanoparticle stabilized alkyl polyglucoside phosphate foams for remediation of diesel-contaminated soils. Journal of environmental management. 2019. vol. 240. pp. 93-107. doi: 10.1016/j.jenvman.2019.03.088
- 3 Gonçalves V.S.S., Rodríguez-Rojo S., De Paz E., Mato C. et al. Production of water soluble quercetin formulations by pressurized ethyl acetate-in-water emulsion technique using natural origin surfactants. Food Hydrocolloids. 2015. vol. 51. pp. 295-304. doi: 10.1016/j.foodhyd.2015.05.006
- 4 Pantelic I. Alkyl Polyglucosides: From Natural-origin Surfactants to Prospective delivery systems. Woodhead publishing series in biomedicine. 2014. 187 p.
- 5 Goginyan V. Microalgae: application possibilities. "MosT" is a popular science supplement to the "Golos Armenii" newspaper. 2016. Available at: <http://mostga.am/laboratoriya/mikrovodorosli-vozmozhnosti-primeneniya> 979.html/ (in Russian).
- 6 The future of green surfactants in new technologies. Raw materials and packaging for cosmetics, perfumery and household chemicals. Available at: <https://cosmetic-industry.com/budushhee-zelenyx-pav-v-novyx-tekhnologiyax.html/> (in Russian).
- 7 Petrenko A.V., Tarasov V.E. The use of new types of surfactants to expand the functional properties of modern cosmetic and hygienic detergents. Austria Science. 2018. no. 14-1. pp. 32-35. (in Russian).
- 8 Limited Liability Company NPK SOZH Sintez. Available at: [http://nn.sojsintez.ru/product/alkilpoliglikozid\\_s8-10.html/](http://nn.sojsintez.ru/product/alkilpoliglikozid_s8-10.html/) (in Russian).
- 9 De S., Malik S., Ghosh A., Saha R. et al. A review on natural surfactants. RSC advances. 2015. vol. 5. no. 81. pp. 65757-65767. doi: 10.1039/C5RA11101C
- 10 Chebakarov A.I., Chebakarova L.V., Gurbanov L.V. Method of obtaining modified alkylpolyglucoside. Patent RF, no. 2488588, 2013.
- 11 Tarasov V.E., Loseva N.V., Korobko S.S., Erofeeva E.G. Method of producing alkylpolyglucoside. Patent RF, no. 2655917, 2018.
- 12 Site of the Ministry of Art. Available at: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rasteniievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/> (in Russian).
- 13 Nitschke M., Silva S.S.E. Recent food applications of microbial surfactants. Critical reviews in food science and nutrition. 2018. vol. 58. no. 4. pp. 631-638. doi: 10.1080/10408398.2016.1208635
- 14 Farias C.B.B., Almeida F.C., Silva I.A., Souza T.C. et al. Production of green surfactants: Market prospects. Electronic Journal of Biotechnology. 2021. doi: 10.1016/j.ejbt.2021.02.002
- 15 Puchkova T.V., Samuylova L.V., Deev A.I., Fedotova E.A. Fundamentals of Cosmetic Chemistry: Basic Ingredients. vol. 1. Moscow, Moscow, LLC School of Cosmetic Chemists, 2017. 304 p. (in Russian).
- 16 Pantelic I., Cuckovic B. Alkyl Polyglucosides: An emerging class of sugar surfactants. Alkyl Polyglucosides. Woodhead Publishing, 2014. pp. 1-19. doi: 10.1533/9781908818775.1

17 Daz G., Rashmi T. Alkyl Poly Glucosides (APGs) Surfactants and Their Properties: A Review. Tenside Surfactants Detergents. 2012. vol. 49. no. 5. pp. 417–427. doi:10.3139/113.110212

18 Jahan R., Bodrati A.M., Tsianou M., Alexandridis P. Biosurfactants, natural alternatives to synthetic surfactants: physicochemical properties and applications. Advances in colloid and interface science. 2020. vol. 275. pp. 102061. doi: 10.1016/j.cis.2019.102061

19 Lukic M., Pantelic I., Savic S. An overview of novel surfactants for formulation of cosmetics with certain emphasis on acidic active substances. Tenside Surfactants Detergents. 2016. vol. 53. no. 1. pp. 7-19. doi: 10.3139/113.110405


20 Lukic M., Pantelic I., Daniels R., Müller-Goymann C. et al. Moisturizing emulsion systems based on the novel long-chain alkyl polyglucoside emulsifier. Journal of thermal analysis and calorimetry. 2013. vol. 111. no. 3. pp. 2045-2057. doi: 10.1007/s10973-012-2263-0

#### Сведения об авторах

**Василий Е. Тарасов** д.т.н., профессор, кафедра технологии жиров, косметики, товароведения, процессов и аппаратов, Кубанский Государственный Технологический Университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия, tarasov@kubstu.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9586-8563>

**Сусанна С. Коробко** ведущий инженер-технолог, научно-технологический комплекс, АО «Аванта», ул. Воронежская, 38, г. Краснодар, 350001, Россия, korobko\_ss@avnt.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4391-6719>

#### Вклад авторов


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

#### Конфликт интересов


Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors

**Vasiliy Ye. Tarasov** Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of fat, cosmetics, commodity science, processes and devices department, Kuban State Technological University, Moskovskaya Street, 2, 350072, Russia, tarasov@kubstu.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9586-8563>

**Susanna S. Korobko** leading engineer-technologist, scientific-technological complex, Avanta JSC, Voronezhskaya Street, 38, Krasnodar, 350001, Russia, korobko\_ss@avnt.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4391-6719>

#### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 22/04/2021	<b>После редакции</b> 14/05/2021	<b>Принята в печать</b> 03/06/2021
<b>Received</b> 22/04/2021	<b>Accepted in revised</b> 14/05/2021	<b>Accepted</b> 03/06/2021