

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ «ВОДА–АНИОННЫЙ ПАВ–НАСТОЙКА ПЛОДОВ ГОЛУБИКИ»

Е.А. Флюрик

М.В. Коханская

Н.В. Бушкевич

flyurik@belstu.by

mkohanskaya@gmail.com

nadya-valoven@mail.ru

УО «Белорусский государственный технологический университет»,
Минск, Республика Беларусь

Аннотация

Исследование посвящено разработке нового шампуня на основе растительного сырья с использованием водных настоек из плодов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.). Используются плоды голубики сорта Блюкроп (*Bluescrop*), выбор которого обусловлен его популярностью и широкой распространенностью в Республике Беларусь. Представлена методика получения настойки из плодов голубики: размер измельченного сырья 0,3...1,0 мм; соотношение сырье : экстрагент 1 : 10; экстрагент — питьевая вода; время настаивания 1 сут. Проанализирован комплекс биологически активных веществ в настойке, содержащийся в ней (антоцианы, дубильные вещества, углеводы, флавоноиды). Для выбора концентрации анионного ПАВ (водный раствор лауретсульфата натрия SLES) предварительно определены его пенообразующие свойства в диапазоне 0,01...5,00 % (масс.) ($\ln c = -4,6...1,6$). Определено, что оптимальным содержанием ПАВ, которое обеспечивает пенообразующие свойства на уровне требований, предъявляемых к гигиеническим моющим средствам, является 0,02 % (масс.). Исследовано влияние настойки плодов голубики на свойства водных растворов, содержащих ПАВ. Установлено, что для обеспечения выполнения требований, предъявляемых к гигиеническим моющим средствам (пенное число шампуней должно составлять не менее 100 мм, а устойчивость пен — не менее 80 %), содержание настойки плодов голубики высокорослой в растворе SLES должно быть не более 10 % (объем.)

Ключевые слова

Анионный ПАВ, лауретсульфата натрия, плоды голубики, настойка, свойства, система

Поступила 15.05.2019

© Автор(ы), 2019

Введение. В настоящее время рецептуры шампуней разрабатываются так, чтобы обеспечить не только очистку волос, но и дополнительные преимущества, например кондиционирование, разглаживание поверхности волос, хорошее здоровье [1, 2]. Большое внимание также уделяется разработке безопасных, эффективных косметических средств, в которых вредные синтетические ингредиенты заменены безопасными и натуральными.

Тем не менее большинство современных косметических средств, в том числе и гигиенические моющие, представляет собой многокомпонентные системы, состав которых зависит от назначения продукта и выполняемых им функций. В шампунях основное функциональное действие выполняют ПАВ. Адсорбируясь на границах раздела фаз и образуя агрегаты (мицеллы), ПАВ играют важную роль в диспергировании и растворении загрязнений кожного жира, в пенообразовании, в проявлении бактерицидного эффекта, в его усилении, либо ингибировании другими веществами. Чаще всего используют анионные ПАВ, диссоциирующие в водных растворах с образованием анионов, обуславливающих поверхностную активность, так как они обладают высокой пенообразующей способностью и хорошим моющим действием. На их долю из всех производимых ПАВ приходится более 70 % [3]. Среди анионных ПАВ наибольшее применение находят алкилсульфаты натрия и их этоксилированные производные. Лаурилсульфат натрия (SLS) — весьма опасный детергент, способный вызывать раздражение кожи. Вступая в реакции с ингредиентами косметических препаратов, он образует нитрозамины, которые при высоких концентрациях способны проникать в кровь. Очищение кожи с помощью SLS происходит путем окисления, на коже остается пленка, вызывающая раздражение. Описанный компонент, воздействуя на волосяные луковицы, может приводить к выпадению волос, их иссушению, ломкости [4]. Лауретсульфат натрия (SLES) считается менее агрессивным ПАВ по отношению к коже, к ее защитным барьерам.

Поскольку мембраны живых клеток и липиды эпидермального барьера по своей химической природе являются жирами, ПАВ при очищении кожи могут повредить их, что приводит к раздражению кожи, ее покраснению и сухости. Чтобы минимизировать негативное влияние анионных ПАВ на кожу, их используют в комбинации с более мягкими ПАВ — неионогенными и амфотерными. Стремление к дерматологической мягкости и получению новых функциональных свойств привело к использованию в составе шампуней натуральных экстрактов, эссенций и масел. В последние несколько лет в научной литературе появилось много работ, посвященных разработке шампуней с использованием растительных экстрактов, напри-

мер, таких растений, как Филлантус эмблика (*Emblica officinalis*) [1, 5], Гибискус китайский (*Hibiscus rosa-sinensis*), Мыльное дерево (*Sapindus indica*), Эклипта простертая (*Eclipta prostrata*), Алоэ настоящее (*Aloe barbadensis*), Сенна (*Senna auriculata*) [5], Лавсония неколючая (*Lawsonia inermis*) [1], Солодка (*Glycyrrhiza glabra*) [2, 6]. Применяют также экстракты чабреца, шалфея, розмарина, женьшеня, мяты, календулы, смородины, винограда, зверобоя, алоэ, череды, ромашки и многих других, обладающих противовоспалительным, регенерирующим и бактерицидным действием.

Особый интерес для использования в косметике представляют растительные экстракты, содержащие антоцианы, поскольку данные соединения обладают широким спектром действия, а именно: усиливают выработку эластина, коллагена, поддерживая здоровье кожи, оказывают защитное действие на сосуды, уменьшая их ломкость [7, 8], защищают кожу от старения за счет уменьшения разрушительного воздействия ультрафиолетового излучения [9].

Антоцианы (от греч. *anthos* — цветок и *kyanos* — синий, лазоревый) — водорастворимые пигменты, которые широко распространены в природе и составляют одну из групп флавоноидов. Они обеспечивают многообразие окраски растений, повышают их стрессоустойчивость, предотвращают повреждение фоточувствительных молекул и фотосинтетического аппарата растительной клетки от избыточного солнечного излучения [10].

Антоцианы вследствие своей фенольной структуры способны связывать активные кислородные радикалы: супероксид-радикал, синглетный кислород, пероксид-радикал, пероксид водорода, гидроксильный радикал. Установлено, что антиоксидантная активность антоцианов [11, 12] обусловлена преимущественно присутствием гидроксильных групп в их углеродных кольцах [13].

Антиоксидантная эффективность антоцианов выше, чем у витаминов С и Е, широко применяемых в настоящее время в составе косметических средств [14–17]. Они также проявляют синергизм с витаминами-антиоксидантами [18]. Антоцианы улучшают строение волокон и клеток соединительной ткани, оказывают бактерицидное действие, поэтому их широко используют в медицине при производстве различных биологических добавок [19].

Пигменты многих плодов и цветов представляют собой смесь различных антоцианов, поэтому воздействие растительных экстрактов, содержащих антоцианы, зависит от их вида и количества, что определяется сырьем, из которого они извлекаются, условиями экстрагирования и применения.

Цель работы — изучение свойств водных растворов лауретсульфата натрия в присутствии настойки плодов голубики высокорослой.

Голубика (*Vaccinium L.*) — ветвистый полукустарник (кустарник), иногда со стелющимся стеблем; стебель деревенеет почти доверху. По внешнему виду голубику можно спутать с черникой, но от черники она отличается более светлыми стеблями и формой цветоложа на ягоде. Сок голубики бесцветный.

Многолетними исследованиями [20–22] доказана перспективность выращивания голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum L.*) в Республике Беларусь и показано преимущество этого вида перед местным — голубикой топяной (*Vaccinium uliginosum*). Наиболее популярным и широко культивируемым сортом голубики высокорослой в Беларуси является сорт Блюкроп (*Bluecrop*).

Голубика относится к широко используемым растениям. Флавоноиды, антоцианы, дубильные и другие вещества, содержащиеся в составе плодов голубики, обуславливают их разнообразное благоприятное воздействие на организм человека. Кроме того, плоды голубики содержат белки, жиры, углеводы, органические кислоты, сахара, витамины (α -токоферол, тиамин, филлохинон, аскорбиновую кислоту и др.), макроэлементы (фосфор, калий, натрий, кальций, магний) и др. [17, 23].

Материалы и методы решения задач, принятые допущения. Объекты исследования: водные растворы лауретсульфата натрия (торговая марка *IFRAPON LOS 2 N 70*, характеристики ПАВ приведены ниже) с содержанием ПАВ 0,01...5,00 % (масс.), приготовленные в дистиллированной воде; водные настойки плодов голубики высокорослой; растворы ПАВ, содержащие 10...60 % (объем.) ягодной настойки. Выбор такого ПАВ объясняется тем, что он один из широко используемых анионных ПАВ, а также весьма эффективный, недорогой, оказывает минимальное раздражающее действие на кожу, легко смывается [24]. Кроме того, отличается хорошими пенообразующими свойствами даже в жесткой воде, образует прозрачные растворы при любых соотношениях. Для исследования использовали плоды голубики сорта Блюкроп, собранные в августе 2016 г. (Пуховичский район, Минская обл., Республика Беларусь).

Характеристики ПАВ

Внешний вид.....	Вязкая пастообразная масса с перламутровым оттенком
Содержание активного вещества, %	69,5

рН 10%-ного водного раствора.....	7,20
Содержание несulfатных компонентов, %	2,15
Содержание диоксана, мкг/г.....	12,0

Одним из основных методов выделения биологически активных веществ (БАВ) (флавоноиды, антоцианы и др.) из природных растительных объектов является настаивание с использованием различных растворителей. Для получения настойки из плодов голубики в качестве экстрагента использовали питьевую воду. Соотношение сырья и экстрагента 1 : 10. Сырье измельчали до размера частиц 0,3...1,0 мм, настаивание осуществляли в течение 1 сут.

Для оценки размеров частиц измельченного растительного сырья использован полуавтоматический метод компьютерной программы анализатора изображений *AutoScan Colonies (Bioscan)* (ЗАО «Спектроскопические системы», Республика Беларусь). С помощью программы проведена первичная статистическая обработка и получен автоотчет по размерам частиц сырья. Сырье измельчено достаточно равномерно, и основная его часть (93 %) имеет размер частиц 0,3...1,0 мм.

Влажность растительных образцов (плодов) определена по методике, изложенной в ГОСТ 24027.2–80 «Сырье лекарственное растительное. Методы определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильных веществ, эфирного масла», плотность полученной настойки плодов голубики — по Государственной фармакопее Республики Беларусь.

Для определения БАВ в настойке использован ряд качественных реакций, представленных в [25], например реакция на флавоноиды с 1%-ным раствором ацетата свинца, реакция на антоцианы с 10%-ным раствором гидроксида натрия, реакция на дубильные вещества с бромной водой и др.

Для определения суммы экстрактивных веществ 25 см³ полученной настойки пипеткой перенесли в предварительно высушенную при температуре 100...105 °С до постоянной массы и точно взвешенную фарфоровую чашку. Выпарили содержимое на водяной бане досуха. Чашку с сухим остатком сушили при температуре 100...105 °С до постоянной массы, охлаждали в течение 30 мин в эксикаторе, на дне которого находился кальция хлорид безводный, а затем взвесили.

Содержание экстрактивных веществ в абсолютно сухом сырье (%) вычисляли по формуле

$$X = \frac{m \cdot 100 \cdot 100V}{a(100 - W) \cdot 25},$$

где m — масса сухого остатка; V — объем экстрагента, используемый при однократной обработке сырья; a — навеска сырья; W — влажность сырья.

Количественное определение антоцианов проводили спектрофотометрическим методом, рассмотренным в [26], дубильных веществ в пересчете на танин — методикой, предложенной в [27].

При определении содержания экстрактивных веществ, антоцианов и дубильных веществ проводили три параллельных определения, и за результат принимали среднее арифметическое значение.

Оценку рН растворов исследуемых объектов осуществляли потенциометрическим методом, суть которого заключается в измерении потенциала электрода, погруженного в исследуемый раствор. В работе использован микропроцессор рН-метр фирмы *Hanna instruments* рН 211. Предварительно рН-метр и электрод подготовили к работе в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора и провели калибровку с использованием буферных растворов. Температура исследуемых растворов составляла 18...20 °С; за результат измерений принимали среднее арифметическое значение двух параллельных определений. Оценку пенообразующих свойств проводили в соответствии с ГОСТ 22567.1-77 «Средства моющие синтетические. Метод определения пенообразующей способности» по пенному числу и устойчивости пены. Значение пенного числа численно определяли по высоте пенного столба, полученного при свободном падении 200 см³ исследуемого раствора с высоты 900 мм на поверхность такого же раствора в приборе Росс-Майлса.

Устойчивость пены определяли как отношение высоты столба пены после 5 мин ее существования к пенному числу (начальной высоте пены) и выражали в процентах. При определении пенного числа проводили три параллельных определения (расхождение для параллельных опытов не превышало 10 мм), за результат принимали среднее арифметическое значение.

Обсуждение полученных результатов. В полученной настойке с помощью качественных реакций подтвердили наличие флавоноидов, антоцианов, углеводов и дубильных веществ. Сумма экстрактивных веществ в пересчете на абсолютно сухое сырье в настойке плодов голубики составила $(82,64 \pm 3,33)$ мг, антоцианов — $(512,4 \pm 8,4)$ мг, дубильных веществ — $(9,98 \pm 0,40)$ мг. Полученные данные согласуются с литературными [28].

Для выбора необходимого количества ПАВ предварительно определены пенообразующие свойства водных растворов лауретсульфата натрия в диапазоне концентраций 0,01...5,00 % (масс.) ($\ln c$ от -4,6 до 1,6). Зависимости пенного числа и устойчивости полученных пен от содержания ПАВ в растворе приведены на рис. 1.

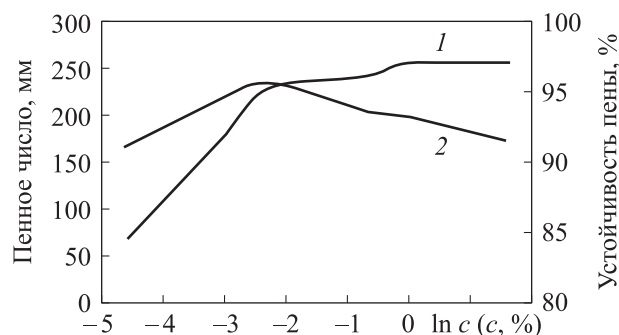


Рис. 1. Зависимость пенного числа (1) и устойчивости пены (2) от содержания ПАВ в растворе

Исследования показали, что устойчивость пен с ростом содержания ПАВ в растворе от 0,01 до 0,10 % (масс.) повышается. Наибольшее значение устойчивости пены наблюдается у образца с содержанием ПАВ 0,1 % (масс.). Устойчивость составила 95,64 %. Необходимо отметить, что исследования, проведенные ранее [29], показали, что соли жесткости оказывают незначительное влияние на пенообразующую способность и устойчивость пен, полученных с использованием анионных ПАВ. Кроме того, требуемые значения пенного числа и устойчивости пен в жесткой воде достигаются при меньшей концентрации этоксилированного ПАВ в растворе, что, в свою очередь, позволит снизить его количество в составе моющего средства.

Стабильность пен определяется структурой защитной оболочки вокруг пузырьков воздуха, сформированной из поверхностно-активных анионов. При этом реализуются электростатический фактор стабилизации (пузырьки воздуха приобретают отрицательный заряд в силу адсорбции лауретсульфат ионов) и структурно-механический фактор стабилизации (длинноцепочечные углеводородные радикалы ионов ПАВ переплетаются между собой, образуя сетчатые структуры) [30].

Однако (см. рис. 1) при содержании ПАВ в растворе более 0,1 % (масс.) все пены являются также высокостабильными, их устойчивость составляет 92...94 %. Согласно требованиям, предъявляемым к шампуням (СТБ 1675–2006 «Изделия косметические гигиенические моющие. Общие технические условия»), устойчивость пены должна быть не менее 80 %, что осуществимо в растворах с содержанием ПАВ более 0,02 % (масс.). Таким образом, на основании полученных экспериментальных данных для исследования влияния ягодной настойки выбрано содержание ПАВ 0,02 % (масс.), что обеспечивает пенообразующие свойства на уровне требований, предъявляемых к гигиеническим моющим средствам (СТБ 1675–2006).

Содержание настойки плодов голубики в растворе SLES указанной концентрации варьировали в диапазоне 10...60 % (объем.). Полученные растворы имели цвет от бледно-розового до насыщенного малинового (рис. 2, а), что связано с наличием антоцианов.

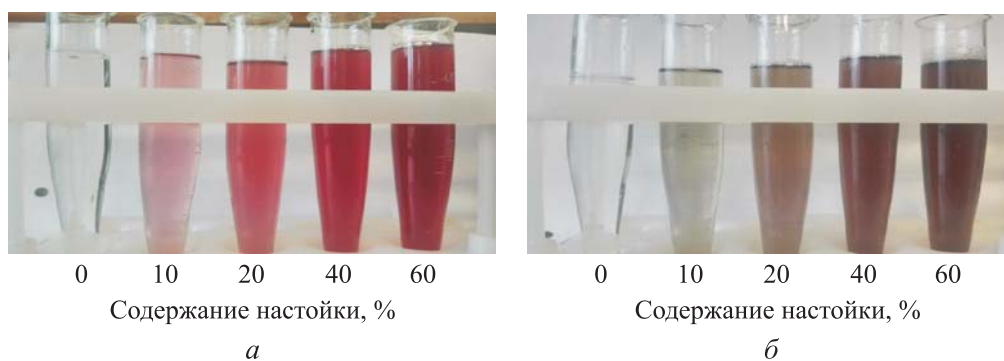


Рис. 2. Влияние настойки плодов на окраску растворов (а) и окраска растворов при рН 5,50–5,80 (б)

Значение рН исследуемых растворов с увеличением содержания настойки снижалось с 5,51 до 3,15, что объясняется наличием в настойке кислот (яблочной, лимонной, фолиевой, аскорбиновой и др.) [19]. Наиболее оптимальным уровнем рН для кожи является 5,5. Согласно нормативным документам (ГОСТ 31696–2012 «Продукция косметическая гигиеническая моющая. Общие технические условия»), значение рН для гигиенических моющих средств может варьировать в довольно широком диапазоне 5,50...8,00. Однако сильное отклонение от оптимального уровня рН может привести к высыханию и раздражению кожи. Поэтому значение рН исследуемых растворов корректировали до 5,50–5,80 добавлением 10%-ного раствора щелочи, что повлияло на окраску растворов (рис. 2, б).

Изменение цвета растворов связано со свойствами антоцианов. В средах от сильнокислых до слабокислых они могут существовать в виде четырех различных структур, между которыми устанавливается равновесие: флавилиевая форма в водных растворах имеет оттенки от оранжевого до синеватого в зависимости от строения; форма полуацетальная не окрашена; *цис*- и *транс*-халконные формы имеют желтый цвет [31]. На окраску антоцианов также влияет образование комплексов с катионами металлов (катион калия дает пурпурные комплексы, двухвалентные магния и кальция — синие), а также адсорбция на полисахаридах.

Качественные шампуни характеризуются высокой моющей способностью, что достигается образованием устойчивой мелкодисперсной пе-

ны. Пенообразующая способность характеризует качество шампуня и, естественно, влияет на эффективность удаления загрязнений с волос. Пенообразующую способность растворов лауретсульфата натрия с различным количеством настойки плодов голубики оценивали по пенному числу и устойчивости пен (рис. 3). Устойчивость пены определяет ее структурную прочность.

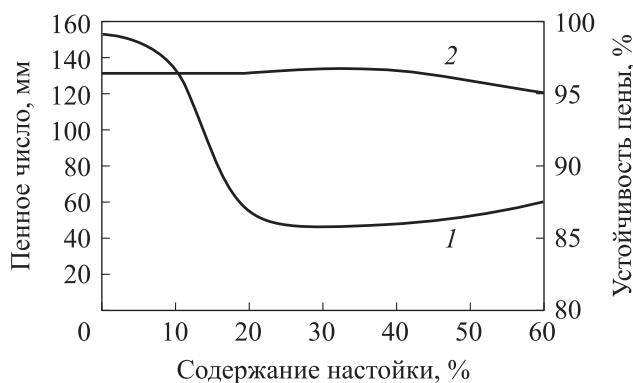


Рис. 3. Зависимости пенного числа (1) и устойчивости пены (2) от концентрации настойки плодов голубики в растворе ПАВ

Исследования показали, что увеличение количества настойки в растворе до 40 % (объем.) приводит к снижению пенообразования (пенное число уменьшается примерно в 3 раза), а при дальнейшем увеличении количества настойки пенообразующая способность изменяется незначительно. Содержание настойки в системе практически не влияет на устойчивость полученных пен, показатель составляет 95...97 %, т. е. все пены являются высокостабильными. Анализ кинетики стабильности пен в течение 15 мин показал, что уменьшение высоты столба пен происходило на 2...6 мм. Относительная максимальная скорость разрушения пен зафиксирована в первые 30 с их существования: с ростом концентрации ягодной настойки в растворе от 10 до 60 % (объем.) она увеличивалась от 2,5...3,4 до 16...18 мм/мин. В интервале 0,5...2,5 мин скорость разрушения пен снижается, а после 3,0 мин системы достигают равновесия, высота столба пены не изменяется, разрушение пен не происходит.

Заключение. По требованиям, предъявляемым к гигиеническим моющим средствам в соответствии с СТБ 1675–2006, пенное число шампуней должно составлять не менее 100 мм, а устойчивость пен — не менее 80 %. Для обеспечения данных показателей содержание настойки плодов голубики высокорослой в растворе SLES должно быть не более

10 % (объем.). В исследуемых растворах с настойкой и ПАВ требуется корректировка рН до требуемого значения.

Статья посвящена светлой памяти доцента кафедры химической переработки древесины Бондаренко Ж.В., которая являлась идейным вдохновителем и руководителем данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Nayak M., Panda S., Pani S. Preparation and evaluation of herbal powdered shampoo. *WJPR*, 2018, vol. 7, conf. no. 9, pp. 230–237.
- [2] Zięba M., Klimaszewska E., Ogorzałek M. Application of plant-derived rheology modifiers in hair shampoos. *Towaroznawcze problemy jakości*, 2018, vol. 4, no. 58, pp. 150–157.
- [3] Плетнев М.Ю. Косметико-гигиенические моющие средства. М., Химия, 1990.
- [4] Гордеева Т.С., Павленко Н.К., Нуштаева А.В. Сравнительный анализ состава некоторых натуральных и синтетических косметических моющих средств. *Образование и наука в современном мире. Инновации*, 2018, № 1 (14), с. 89–96.
- [5] Vijayalakshmi A. Formulation and evaluation of herbal shampoo. *AJPRC*, 2018, vol. 11, iss. 4, pp. 121–124. DOI: <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11s4.31713>
- [6] Azadbakht M., Monadi T., Esmaili Z., et al. Formulation and evaluation of licorice shampoo in comparison with commercial shampoo. *J. Pharm. Bioall. Sci.*, 2018, vol. 10, iss. 4, pp. 208–215. DOI: https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS_243_17
- [7] Сизова Н.В. Биофлавоноиды — антиоксиданты, иммуномодуляторы, капилляропротекторы. *Сырье и упаковка*, 2001, т. 22, № 5, с. 17–18.
- [8] Costantini A., De Bernardi T., Gotti A. Clinical and capillaroscopic evaluation of chronic uncomplicated venous insufficiency with procyanidins extracted from *Vitis vinifera*. *Minerva Cardioangiol.*, 1999, vol. 47, no. 1-2, pp. 39–46.
- [9] Carini M., Maffei Facino R., Aldini G., et al. The protection of polyunsaturated fatty acids in micellar systems against UVB-induced photo-oxidation by procyanidins from *Vitis vinifera L.*, and the protective synergy with vitamin E. *Intl. J. Cosmetic Sci.*, 1998, vol. 20, iss. 4, pp. 203–215. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1467-2494.1998.176606.x>
- [10] Бутенко Л.И., Подгорная Ж.В. Исследования антоцианового комплекса ягод, прошедших криообработку. *Успехи современного естествознания*, 2016, № 11, с. 14–17.
- [11] Гольдина И.А., Сафронова И.В., Гайдунь К.В. Полифенольные соединения черники: особенности биологической активности и терапевтических свойств. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, 2015, № 10-2, с. 221–228.
- [12] Cerezo A.B., Cuevas E., Winterhalter P., et al. Isolation, identification, and antioxidant activity of anthocyanin compounds in *Camarosa* strawberry. *Food Chem.*, 2010, vol. 123, iss. 3, pp. 574–582. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.04.073>

- [13] Макаревич А.М., Шутова А.Г., Спиридович Е.В. и др. Функции и свойства антоцианов растительного сырья. *Труды Белорусского государственного университета*, 2009, т. 4, № 2, с. 147–157.
- [14] Колбас Н.Ю., Силва М.-А., Тэссэдр П.-Л. и др. Антоцианы и антиоксидантная активность плодов некоторых представителей рода *Rubus*. *Весці НАН Беларусі. Сер. Біялагічных навук*, 2012, № 1, с. 5–10.
- [15] Bagchi M., Balmoori J., Bagchi D., et al. Smokeless tobacco, oxidative stress, apoptosis, and oxidants in human oral keratinocytes. *Free Radic. Biol. Med.*, 1999, vol. 26, no. 7–8, pp. 992–1000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00286-X](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00286-X)
- [16] Cossins E., Lee R., Packer L. ESR studies of vitamin C regeneration, order of reactivity of natural source phytochemical preparations. *IUBMB Life*, 1998, vol. 45, no. 3, pp. 583–597. DOI: <https://doi.org/10.1080/15216549800202982>
- [17] Жбанова Е.В., Лукьянчук И.В., Пак Н.А. Антоцианы ягод земляники (обзор). *Современные научные исследования и инновации*, 2016, № 3. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/03/64910>
- [18] Птицын А.В., Мухтаров Э.И., Каплун А.П. и др. Флавоноиды красного винограда *Vitis vinifera* — перспективы применения в медицине и косметике. *Косметика и медицина*, 2005, № 3, с. 18–23.
- [19] Мухаметова С.В., Скочилова Е.А., Протасов Д.В. Параметры плодоношения и содержание флавоноидов и аскорбиновой кислоты в плодах голубики (*Vaccinium*). *Химия растительного сырья*, 2017, № 3, с. 113–121. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2017031785>
- [20] Титок В.В., Веевник А.А., Павловский Н.Б. Голубика высокорослая — инновационная культура премиум класса. *Голубиководство в Беларуси: итоги и перспективы. Мат. Республ. науч.-практ. конф.*, 2012, с. 5–8.
- [21] Булавко Г.И., Яковлев А.П. Развитие микоризного симбиоза на корнях голубики при культивировании на нарушенных участках торфяных месторождений. *Опыт и перспективы возделывания голубики на территории Беларуси и сопредельных стран. Мат. междунар. науч.-практ. конф.*, 2014, с. 22–28.
- [22] Бордок И.В., Моисеева Т.Р., Маховик И.В. и др. Практика создания плантаций голубики высокорослой лесохозяйственными учреждениями (на примере ГЛХУ «Милошевичский лесхоз»). *Природные ресурсы Полесья: оценка, использование, охрана. Мат. междунар. науч.-практ. конф.*, 2015, с. 58–60.
- [23] Парфенов В.И., ред. Формирование биохимического состава плодов видов семейства *Ericaceae* (вересковые) при интродукции в условиях Беларуси. Минск, Белорусская наука, 2011.
- [24] Солдатенков А.Т., Ле Т.А., Чыонг Х.Х. и др. Моющие, чистящие и дезинфицирующие вещества и материалы. Прикладная органическая химия. Ханой, Изд-во Вьетнамского национального университета, 2014.
- [25] Бобейкэ В. Фармакогнозия. Анализ лекарственного растительного сырья. Кишенеу, Молдавский гос. ун-т, 2007.

[26] Флюрик Е.А., Бондаренко Ж.В., Валовень Н.В. Получение настойки из ягод голубики высокорослой и исследование ее влияния на свойства косметической эмульсии. *Лесн. журнал (Изв. высш. учеб. заведений)*, 2018, № 6, с. 160–171.

DOI: <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2018.6.160>

[27] Государственная фармакопея СССР. М., Медицина, 1968.

[28] Спиридович Е.В. Ботанические коллекции: документирование и биотехнологические аспекты использования. Минск, Белорусская наука, 2015.

[29] Бондаренко Ж.В., Амосова М.В. Использование воды в производстве гигиенических моющих средств. *Водные ресурсы и климат. Мат. V междунар. водного форума. Ч. 2*. Минск, БГТУ, 2017, с. 68–71.

[30] Эмелло Г.Г., Бондаренко Ж.В., Харлан Т.В. Пенообразующие свойства водных растворов препаратов поверхностно-активных веществ группы ZETESOL. *Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология*, 2016, № 4 (186), с. 11–15.

[31] Дейнека Л.А., Блинова И.П., Кульченко Я.И. и др. Сохранность и переход между формами антоцианов в растворах. *Успехи современного естествознания*, 2016, № 2, с. 16–20.

Флюрик Елена Андреевна — канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры биотехнологии УО «Белорусский государственный технологический университет» (Республика Беларусь, 220006, Минск, ул. Свердлова, д. 13а).

Коханская Милена Валерьевна — студентка кафедры химической переработки древесины УО «Белорусский государственный технологический университет» (Республика Беларусь, 220006, Минск, ул. Свердлова, д. 13а).

Бушкевич Надежда Викторовна — магистр биол. наук, аспирант кафедры биотехнологии УО «Белорусский государственный технологический университет» (Республика Беларусь, 220006, Минск, ул. Свердлова, д. 13а).

Пробьба ссылаться на эту статью следующим образом:

Флюрик Е.А., Коханская М.В., Бушкевич Н.В. Изучение свойств системы «вода–анионный ПАВ–настойка плодов голубики». *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки*, 2019, № 6, с. 97–112.

DOI: 10.18698/1812-3368-2019-6-97-112

STUDY OF PROPERTIES OF “WATER–ANIONIC SAA–TINCTURE OF BLUEBERRY FRUIT” SYSTEM

E.A. Flyurik

M.V. Kokhanskaya

N.V. Bushkevich

flyurik@belstu.by

mkohanskaya@gmail.com

nadya-valoven@mail.ru

Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

Abstract

This study is dedicated to the development of a new shampoo based on plant raw material using water tinctures of high-quality blueberry fruit *Vaccinium corymbosum* L. We used blueberry fruit of Bluecrop sort, the choice of this variety is based on its popularity and wide spread in the Republic of Belarus. This paper introduces a method of obtaining the tincture of blueberry fruit: the size of crushed raw material is 0.3–1.0 mm; the raw material : extractant ratio is 1 : 10; the extractant is drinking-water; the infusion time is 1 day. We analyzed the complex of biologically active substances in the tincture, contained in it, such as anthocyanins, tannins, carbohydrates, flavonoids. To choose the concentration of anionic SAA, i.e., water solution of sodium laureth sulfate, its foam forming properties in a concentration range of 0.01–5.00 % (ln c from –4.6 to 1.6) were previously determined. It was established that optimal concentration of SAA which provides foam forming properties on the required level for hygienic detergents is 0.02%. The effect of the tincture of blueberry fruit on the properties of water solutions that contain SAA was also investigated. Findings of research show that to meet the requirements for hygienic detergents, which means that the foam number of shampoo should be at least 100 mm, and foam stability should be not less than 80 %, the concentration of the tincture of high-quality blueberry fruit in solution of sodium laureth sulfate should be no more than 10 %

Keywords

Anionic SAA, sodium laureth sulfate, blueberry fruit, tincture, properties, system

Received 15.05.2019

© Author(s), 2019

REFERENCES

- [1] Nayak M., Panda S., Pani S. Preparation and evaluation of herbal powdered shampoo. *WJPR*, 2018, vol. 7, conf. no. 9, pp. 230–237.
- [2] Zięba M., Klimaszewska E., Ogorzałek M. Application of plant-derived rheology modifiers in hair shampoos. *Towaroznawcze problemy jakości*, 2018, vol. 4, no. 58, pp. 150–157.
- [3] Pletnev M.Yu. Kosmetiko-gigienicheskie moyushchie sredstva [Cosmetic-hygienic washing agents]. Moscow, Khimiya Publ., 1990.
- [4] Gordeeva, T.S., Pavlenko N.K., Nushtaeva A.V. Comparative analysis of some natural and synthetic cosmetic detergents. *Obrazovanie i nauka v sovremennom mire. Innovatsii*, 2018, no. 1 (14), pp. 89–96 (in Russ.).

- [5] Vijayalakshmi A. Formulation and evaluation of herbal shampoo. *AJPCR*, 2018, vol. 11, iss. 4, pp. 121–124. DOI: <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11s4.31713>
- [6] Azadbakht M., Monadi T., Esmaili Z., et al. Formulation and evaluation of licorice shampoo in comparison with commercial shampoo. *J. Pharm. Bioall. Sci.*, 2018, vol. 10, iss. 4, pp. 208–215. DOI: https://doi.org/10.4103/JPBS.JPBS_243_17
- [7] Sizova N.V. Bioflavonoids — antioxidants, immunomodulators, capillary protectors. *Syr'ye i upakovka* [Raw Materials & Packaging], 2001, vol. 22, no. 5, pp. 17–18 (in Russ.).
- [8] Costantini A., De Bemardi T., Gotti A. Clinical and capillaroscopic evaluation of chronic uncomplicated venous insufficiency with procyanidins extracted from *Vitis vinifera*. *Minerva Cardioangiol.*, 1999, vol. 47, no. 1-2, pp. 39–46.
- [9] Carini M., Maffei Facino R., Aldini G., et al. The protection of polyunsaturated fatty acids in micellar systems against UVB-induced photo-oxidation by procyanidins from *Vitis vinifera* L., and the protective synergy with vitamin E. *Intl. J. Cosmetic Sci.*, 1998, vol. 20, iss. 4, pp. 203–215. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1467-2494.1998.176606.x>
- [10] Butenko L.I., Podgornaya Zh.V. Studies of the anthocyanin complex of cryoprocessed berries. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2016, no. 11, pp. 14–17 (in Russ.).
- [11] Goldina I.A., Safronova I.V., Gaydul K.V. Polyphenolic compounds of bilberries: features of biological activity and therapeutic properties. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2015, no. 10-2, pp. 221–228 (in Russ.).
- [12] Cerezo A.B., Cuevas E., Winterhalter P., et al. Isolation, identification, and antioxidant activity of anthocyanin compounds in *Camarosa* strawberry. *Food Chem.*, 2010, vol. 123, iss. 3, pp. 574–582. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.04.073>
- [13] Makarevich A.M., Shutova A.G., Spiridovich E.V., et al. Functions and properties of herbal raw material anthocyanins. *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2009, vol. 4, no. 2, pp. 147–157 (in Russ.).
- [14] Kolbas N.Yu., Silva M.-A., Tessedr P.-L., et al. Anthocyanins and antioxidant activity of fruits certain representatives of genus *Rubus*. *Vesti NAN Belarusi. Ser. Biyalagichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological Series], 2012, no. 1, pp. 5–10 (in Russ.).
- [15] Bagchi M., Balmoori J., Bagchi D., et al. Smokeless tobacco, oxidative stress, apoptosis, and oxidants in human oral keratinocytes. *Free Radic. Biol. Med.*, 1999, vol. 26, iss. 7–8, pp. 992–1000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00286-X](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00286-X)
- [16] Cossins E., Lee R., Packer L. ESR studies of vitamin C regeneration, order of reactivity of natural source phytochemical preparations. *IUBMB Life*, 1998, vol. 45, iss. 3, pp. 583–597. DOI: <https://doi.org/10.1080/15216549800202982>
- [17] Zhbanova E.V., Luk'yanchuk I.V., Pak N.A. Anthocyanins of strawberry fruit (review). *Modern Scientific Researches and Innovations*, 2016, no. 3 (in Russ.). Available at: <http://web.snauka.ru/issues/2016/03/64910>

- [18] Ptitsyn A.V., Mukhtarov E.I., Kaplun A.P., et al. flavonoids of *Vitis vinifera* red grapes — application prospects in medicine and cosmetics. *Kosmetika i meditsina*, 2005, no. 3, pp. 18–23 (in Russ.).
- [19] Mukhametova S.V., Skochilova E.A., Protasov D.V. Fruiting parameters and content of flavonoids and ascorbic acid in blueberry (*Vaccinium*) fruits. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of Plant Raw Material], 2017, no. 3, pp. 113–121 (in Russ.). DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2017031785>
- [20] Titok V.V., Veevnik A.A., Pavlovskiy N.B. [*Vaccinium corymbosum* — innovative plant culture of high class]. *Golubikovodstvo v Belarusi: itogi i perspektivy. Materialy Respubl. nauch.-prakt. konf.* [Growing Blueberry in Belarus: Results and Prospects. Materials Republican Sci. Pract. Conf.], 2012, pp. 5–8 (in Russ.).
- [21] Bulavko G.I., Yakovlev A.P. [Development of mycorrhization symbiosis on blueberry roots at cultivation on disrupted areas of turf developments]. *Opyt i perspektivy vozdeyvaniya golubiki na territorii Belarusi i sopredel'nykh stran. Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Experience and Prospects of Growing Blueberry in Belarus and Adjoining States. Materials Int. Sci. Pract. Conf.], 2014, pp. 22–28 (in Russ.).
- [22] Bordok I.V., Moiseeva T.R., Makhovik I.V., et al. [Practice of creating highbush blueberry plantations by forestry enterprises (at the example of GLKhU “Miloshevichskiy leskhoz”). *Prirodnye resursy Polesya: otsenka, ispolzovanie, okhrana. Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Natural Resources of Polesie: Assessment, Use, Protection. Materials Int. Sci. Pract. Conf.], 2015, pp. 58–60 (in Russ.).
- [23] Parfenov V.I., ed. Formirovaniye biokhimicheskogo sostava plodov vidov semeystva *Ericaceae* (vereskovyye) pri introduktsii v usloviyakh Belarusi [Biochemical composition formation of *Ericaceae* family berries at introduction in Belarus]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2011.
- [24] Soldatenkov A.T., Le T.A., Chyong Kh.Kh., et al. Moyushchie, chistyashchie i dezinfitsiruyushchie veshchestva i materialy. *Prikladnaya organicheskaya khimiya* [Detergents, Abstergents and Disinfectants. Applied Organic Chemistry]. Hanoi, Vietnam National Univ. Press, 2014.
- [25] Bobeyke V. Farmakognoziya. Analiz lekarstvennogo rastitelnogo syr'ya [Pharmacognosy. Analysis of medicinal plant raw materials]. Kisheneu, Moldavskiy gosudarstvennyy universitet Publ., 2007.
- [26] Flyurik E.A., Bondarenko Zh.V., Valoven' N.V. Tincture preparation from northern high bush blueberries and a study of their influence on the cosmetic emulsion properties. *Lesnoy zhurnal* [Forestry Journal], 2018, no. 6, pp. 160–171 (in Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2018.6.160>
- [27] Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR [USSR state pharmacopoeia]. Moscow, Meditsina Publ., 1968.
- [28] Spiridovich E.V. Botanicheskie kollektsii: dokumentirovanie i biotekhnologicheskie aspekty ispolzovaniya [Botanical collections: documenting and biotechnological aspects of usage]. Minsk, Belorusskaya nauka Publ., 2015.

[29] Bondarenko Zh.V., Amosova M.V. [Water usage in production of hygienic detergents]. *Vodnye resursy i klimat. Mat. V mezhdunar. vodnogo foruma. Ch. 2* [Water Resources and Climate. Proc. V Int. Water Forum. P. 2]. Minsk, BSTU Publ., 2017, pp. 68–71 (in Russ.).

[30] Emello G.G., Bondarenko Zh.V., Kharlan T.V. Foaming properties of surfactants' water solutions of ZETESOL group. *Trudy BGTU. Seriya 2: Khimicheskie tekhnologii, biotekhnologiya, geoekologiya* [Proceedings of BSTU. Chemical Technologies. Biotechnology. Geoecology], 2016, no. 4 (186), pp. 11–15 (in Russ.).

[31] Deyneka L.A., Blinova I.P., Kul'chenko Ya.I., et al. Stability and rates of interconversion between anthocyanin forms in solution. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2016, no. 2, pp. 16–20 (in Russ.).

Flyurik E.A. — Cand. Sc. (Biol.), Assoc. Professor, Department of Biotechnology, Belarusian State Technological University (Sverdlov ul. 13a, Minsk, 220006 Republic of Belarus).

Kohanskaya M.V. — Student, Department of Chemical Processing of Wood, Belarusian State Technological University (Sverdlov ul. 13a, Minsk, 220006 Republic of Belarus).

Bushkevich N.V. — Master Sciences (Biol.), Post-Graduate Student, Department of Biotechnology, Belarusian State Technological University (Sverdlov ul. 13a, Minsk, 220006 Republic of Belarus).

Please cite this article in English as:

Flyurik E.A., Kohanskaya M.V., Bushkevich N.V. Study of properties of “water-anionic SAA-tincture of blueberry fruit” system. *Herald of the Bauman Moscow State Technical University, Series Natural Sciences*, 2019, no. 6, pp. 97–112 (in Russ.).

DOI: 10.18698/1812-3368-2019-6-97-112