УДК 661.185.7

Ниязметов Н. М.

ученик

№-45 средняя школа

Шабатский этрап, Дашогузский велаят, Туркменистан

Ниязметова Л. М.

ученица

№-45 средняя школа

Шабатский этрап, Дашогузский велаят, Туркменистан

Научный руководитель: Метиева Ш.О.

учитель

№-45 средняя школа

Шабатский этрап, Дашогузский велаят, Туркменистан

САПОНИНЫ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ЖЁСТКОСТИ ВОДЫ

Аннотация: *в статье представлены результаты экспериментального исследования пенообразующих свойств водного экстракта корня солодки (Glycyrrhiza glabra* L.*) в условиях различной жёсткости природных вод Дашогузского велаята Туркменистана. Изучены химическая природа сапонинов, технология их извлечения из растительного сырья и способность образовывать устойчивую пену. Проведены лабораторные испытания с использованием скважинной, колодезной и сельскохозяйственной дренажной воды. Установлено, что экстракт солодки сохраняет пенообразующую способность при жёсткости воды. Полученные результаты обосновывают перспективность дальнейшего изучения растительных сапонинов для разработки моющих композиций, адаптированных к региональным условиям.*

Ключевые слова: *солодка, глицирризин, сапонины, водная экстракция, пенообразование, устойчивость пены, жёсткость воды, Приаралье, Дашогузский велаят.*

Niyazmetov N. M.
student
Secondary School No. 45
Shabat District, Dashoguz Region, Turkmenistan
Niyazmetova L. M.
student
Secondary School No. 45
Shabat District, Dashoguz Region, Turkmenistan
Scientific Supervisor: Metiyeva Sh. O.
Teacher of Chemistry and Ecology
Secondary School No. 45
Shabat District, Dashoguz Region, Turkmenistan

SAPONINS AS PROMISING SURFACTANTS IN HARD WATER CONDITIONS

Abstract: *This article presents the results of an experimental study of the foaming properties of an aqueous extract of licorice root (*Glycyrrhiza glabra *L.) in natural waters of varying hardness from the Dashoguz Region of Turkmenistan. The chemical nature of saponins, their extraction from plant materials, and their ability to form stable foam are examined. Laboratory experiments were conducted using water samples collected from a borehole, a well, and an agricultural drainage system. The results demonstrate that licorice root extract retains its foaming ability in hard water. These findings indicate the potential of plant-derived saponins for further research and the development of detergent formulations adapted to regional water conditions.*

Keywords: *licorice, glycyrrhizin, saponins, aqueous extraction, foam formation, foam stability, water hardness, Aral Sea region, Dashoguz Region.*

Одной из наиболее серьёзных экологических проблем Центральной Азии является кризис Аральского моря, связанный с многолетним изменением водного баланса бассейнов Амударьи и Сырдарьи. Начиная со второй половины XX века интенсивное использование речных вод для орошаемого земледелия привело к значительному сокращению поступления воды в Аральское море, уменьшению его площади и нарушению природных экосистем региона [3].

Последствия Аральского экологического кризиса затронули государства Центральной Азии, связанные общей системой трансграничных водных ресурсов. Среди основных проблем выделяются опустынивание, вторичное засоление орошаемых земель, ухудшение состояния водных экосистем [3, 6].

Особую актуальность эти вопросы приобретают для Дашогузского велаята Туркменистана, расположенного в нижнем течении Амударьи. В исследованиях Программы развития ООН отмечается необходимость совершенствования управления водными ресурсами и адаптации сельского хозяйства Дашогузского велаята к изменяющимся природно-климатическим условиям [6].

Качество воды имеет не только экологическое, но и практическое значение. Повышенное содержание растворённых солей, в особенности соединений кальция и магния, влияет на её жёсткость. При использовании традиционного мыла в жёсткой воде могут образовываться малорастворимые соединения, уменьшающие эффективность намыливания и способствующие появлению налёта на поверхностях [1].

В этой связи научный интерес представляет изучение природных поверхностно-активных веществ, способных сохранять функциональные свойства в воде с различным минеральным составом. Одним из доступных растительных источников таких веществ является солодка (*Glycyrrhiza glabra* L.), распространённая на территории Туркменистана.

Корни солодки содержат сапонины, обладающие поверхностно-активными свойствами. Исследования показывают, что их водные экстракты способны снижать поверхностное натяжение жидкости и образовывать пену [4, 5].

Цель исследования - получение водного экстракта корня солодки и экспериментальная оценка его пенообразующей способности и устойчивости пены при использовании природных вод различной жёсткости, характерных для исследованных источников Дашогузского велаята.

Теоретические основы исследования. Солодка (*Glycyrrhiza glabra* L.) - многолетнее травянистое растение семейства бобовых (Fabaceae). Её корневая система содержит биологически активные соединения, среди которых особое значение имеют тритерпеновые сапонины, флавоноиды и полисахариды [2].

Основным характерным сапонином корня солодки является глицирризин - тритерпеновый гликозид, молекула которого состоит из гидрофобного агликонового фрагмента и гидрофильной углеводной части.

Благодаря такому строению молекулы сапонинов обладают амфифильными свойствами, то есть способны взаимодействовать как с водой, так и с относительно неполярными веществами [4]. Формирование пены происходит вследствие вовлечения воздуха в жидкость. Молекулы поверхностно-активных соединений располагаются на поверхности образующихся пузырьков и могут замедлять разрушение жидких плёнок между ними [5].

Таким образом, исследование пенообразования водного экстракта корня солодки представляет собой один из этапов оценки его перспективности в качестве растительного поверхностно-активного компонента.

Материалы и методы исследования

1. Получение водного экстракта. В качестве растительного сырья использовали самостоятельно заготовленные корни солодки. После очистки от почвенных загрязнений корни высушивали в сушильном шкафу в течение 36 часов при температуре 40°С.

Высушенное сырьё измельчали на фрагменты размером 0,5–1,5 см. Для проведения экстракции отбирали навеску массой 10 г, которую помещали в лабораторную ёмкость и добавляли 100 мл воды.

Полученную смесь нагревали до 90°С и выдерживали при данной температуре в течение 30 минут. После экстрагирования раствор отделяли от твёрдых частиц растительного сырья с использованием фильтровальной бумаги.

В результате получали водный экстракт корня солодки, содержащий комплекс водорастворимых растительных компонентов, включая сапонины. После этого выпаривали в течение 120 минут при температуре 60°С (рис. 1).



Рис. 1. Лабораторные этапы получения экстракта: готовый экстракт.

2. Исследование пенообразования. Для определения пенообразующей способности использовали 10 мл полученного водного экстракта, который подвергали ручному встряхиванию в течение 15 секунд в прозрачной лабораторной ёмкости (рис. 2).



Рис. 2. Лабораторное исследование пенообразующей способности водного экстракта корня солодки.

Непосредственно после встряхивания измеряли высоту образовавшегося пенного слоя. Затем регистрировали изменение высоты пены через 1, 3, 5, 10 и 15 минут. Каждое испытание проводили пятикратно. Для последующего анализа использовали средние значения измерений.

Устойчивость пены оценивали по изменению её высоты во времени. Дополнительно фиксировали момент практически полного исчезновения пенного слоя.

3. Исследование влияния жёсткости воды. Для сравнительных испытаний были отобраны три образца воды различного происхождения:

- ✓ образец № 1 - вода из скважины;
- ✓ образец № 2 - вода из колодца;
- ✓ образец № 3 - сельскохозяйственная дренажная вода.

Общую жёсткость исходных образцов предварительно определяли в лабораторных условиях. Полученные значения составляли соответственно 5,6; 7,2 и 9,3 мг-экв/л.

Для каждого испытания готовили смесь из 10 мл экстракта солодки и 20 мл исследуемой воды. Общий объём составлял 30 мл. Смесь встряхивали вручную в течение 15 секунд, после чего измеряли высоту и продолжительность сохранения пены. Для каждого образца выполняли пять повторений.

Результаты исследования и их обсуждение. При встряхивании водного экстракта корня солодки наблюдалось образование густой мелкопузырчатой пены. Первоначальная высота пены составляла в среднем 9,8 см. На протяжении первых пяти минут происходило сравнительно медленное уменьшение высоты пенного слоя, после чего скорость его разрушения возрастала (рис. 2).

Относительное сохранение высоты пены рассчитывали по формуле:

$$K = (H_t / H_0) \times 100\ \%,$$

где H_0 - первоначальная высота пены, H_t - высота пены в заданный момент времени.

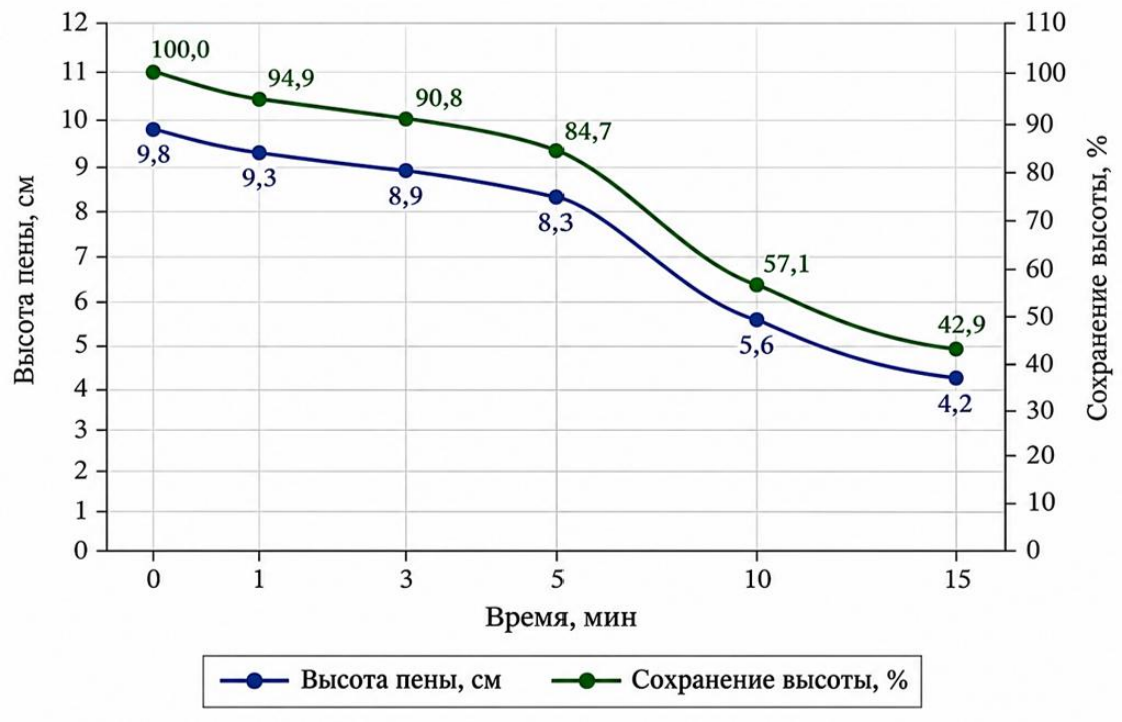


Рис 3. Изменение высоты пены водного экстракта солодки во времени (средние значения пяти опытов)

Через пять минут сохранялось 84,7 % первоначальной высоты пены, а через десять минут — 57,1 %. Практически полное исчезновение пенного слоя наблюдалось приблизительно через 23 минуты.

При изучении влияния жёсткости воды установлено, что пена образовывалась во всех трёх исследованных образцах (табл. 1). Однако её высота и продолжительность сохранения различались.

Таблица 1. Влияние жёсткости исходной воды на пенообразующие свойства экстракта солодки (средние значения пяти опытов)

Источник воды	Жёсткость, мг-экв/л	Высота пены, см	Стойкость пены, мин
Скважина	5,6	9,3	21
Колодец	7,2	9,1	19
Дренажная вода	9,3	8,9	17

Наибольшая высота пены, равная 9,3 см, наблюдалась при использовании скважинной воды. В колодезной воде данный показатель составлял 9,1 см, а в сельскохозяйственной дренажной - 8,9 см. Аналогичная тенденция наблюдалась в продолжительности сохранения пены: при увеличении жёсткости исходной воды с 5,6 до 9,3 мг-экв/л показатель уменьшился с 21 до 17 минут, то есть приблизительно на 19 %.

Полученные результаты позволяют предположить влияние минерального состава исследуемой воды на устойчивость пенной системы. Вместе с тем различия между образцами могут быть обусловлены не только ионами кальция и магния, но и другими растворёнными веществами, особенно в дренажной воде.

Экологическое и практическое значение исследования. Экологическое значение проведённой работы заключается в изучении доступного растительного сырья в условиях региональных проблем

качества воды. Для Приаралья актуальны рациональное использование водных ресурсов, сокращение загрязнения водных объектов и поиск технологических решений, учитывающих местные природные условия. В этой связи исследование поведения природных поверхностно-активных соединений в воде повышенной жёсткости представляет практический интерес.

Результаты экспериментов показали, что водный экстракт солодки сохранял способность образовывать пену во всех исследованных водных средах. Это создаёт предпосылки для дальнейшего изучения сапонинов в составе моющих композиций, предназначенных для использования при различной жёсткости воды.

Заключение

В ходе исследования получен водный экстракт корня солодки (*Glycyrrhiza glabra L.*) и изучены его пенообразующие свойства.

Установлено, что экстракт способен образовывать густую мелкопузырчатую пену, первоначальная высота которой достигала 9,8 см. Через 5 минут сохранялось 84,7 % первоначальной высоты пены.

Сравнительные исследования трёх природных образцов воды показали сохранение пенообразующей способности при жёсткости исходной воды 5,6–9,3 мг-экв/л. При этом увеличение жёсткости сопровождалось уменьшением высоты и продолжительности сохранения пены.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности дальнейшего изучения сапонинов солодки как растительных поверхностно-активных компонентов.

Использованные источники:

1. Плетнёва Т. В. Поверхностно-активные вещества и моющие композиции. - М.: Академкнига, 2005.

2. Berdimuhamedow G. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri I tom. - Aşgabat: Türkmen döwlet neşirýat gullugy. 2010
3. United Nations Environment Programme. The Changing Aral Sea. Foresight Brief. UNEP, 2017. [Электронный ресурс]. https://wedocs.unep.org
4. Rai S., Acharya-Siwakoti E., Kafle A., Devkota H. P., Bhattarai A. Plant-Derived Saponins: A Review of Their Surfactant Properties and Applications // Sci. 2021. Vol. 3.
5. Ahmadi Tighchi H., Kayhani M. H., Faezian A., Yeganehzad S., Miller R. Dynamic interfacial properties and foam behavior of licorice root extract solutions // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 2023. Vol. 224.
6. United Nations Development Programme. Risks from Climate Change for Water and Agriculture in Turkmenistan. UNDP, 2024. [Электронный ресурс]. https://www.undp.org
7. United Nations Development Programme. Aral Sea Project: Towards a Sustainable Future for Turkmenistan. 2025. [Электронный ресурс]. https://www.undp.org