

УДК 615.322

Проскурина Анна Андреевна, магистрант, 1 курс. Кафедра химии и химических технологий, Институт естественных наук, Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых, г. Владимир

ФЛАВОНОГЛИКОЗИДЫ: СТРУКТУРА, ФУНКЦИИ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация

В данной работе рассматривается группа флавоногликозидов, представляющих собой обширный и фармакологически значимый класс природных фенольных соединений. Являясь продуктами вторичного метаболизма растений, эти соединения сочетают в себе структуру флавоноидного агликона и углеводного остатка, что обуславливает их высокую биодоступность и специфическую биологическую активность. Фундаментальная ценность данного класса веществ основывается на их выраженной антиоксидантной способности, позволяющей эффективно нейтрализовать свободные радикалы и снижать уровень оксидативного стресса в живых системах.

Annotation

This work examines a group of flavonoglycosides, which are an extensive and pharmacologically significant class of natural phenolic compounds. As products of secondary plant metabolism, these compounds combine the structure of a flavonoid aglycone and a carbohydrate residue, which contributes to their high bioavailability and specific biological activity. The fundamental value of this class of compounds lies in their pronounced antioxidant capacity, which allows them to effectively neutralize free radicals and reduce oxidative stress in living systems.

Ключевые слова: флавоногликозиды, флавоноиды, гликон, рутин, полифенольные соединения

Keywords: flavonoglycosides, flavonoids, glycon, rutin, polyphenolic compounds

Введение

Флавоногликозиды представляют собой важный структурный подкласс флавоноидов – наиболее обширной и химически разнообразной группы природных фенольных соединений. Эти вторичные метаболиты синтезируются высшими растениями и играют важную роль как в жизненном цикле самого растения, так и в поддержании здоровья человека при употреблении их в пищу.

Химическое строение и классификация флавоногликозидов

С химической точки зрения, их можно определить как О-гликозиды, в которых гидроксильная группа флавонового агликона (неуглеводной части) связана гликозидной связью с сахарной частью, или гликоном [1]. Структурный каркас флавоноидов, как известно, базируется на системе С₆-С₃-С₆, представляющей собой два бензольных кольца, соединенных трехуглеродным фрагментом, который часто замыкается в гетероцикл. Присоединение углеводного компонента имеет ключевую особенность, так как меняется как растворимость соединения, так и его биологическая активность. В качестве гликона могут выступать моносахариды, такие как глюкоза, рамноза или галактоза, а также их дисахаридные производные, например, рутиноза [2]. Установлено, что наиболее распространенной формой гликозилирования флавоноидов в природе является О-гликозилирование в положении С-3. К числу широко изучаемых флавоногликозидов, помимо рутина, относится гесперидин (гликозид гесперетина, содержащийся в цитрусовых), а также гликозиды кверцетина, такие как кверцетин-3-О-глюкозид. На рисунках 1 и 2 представлена структурная формула рутина и гесперидина – типичных представителей класса флавоногликозидов [3].

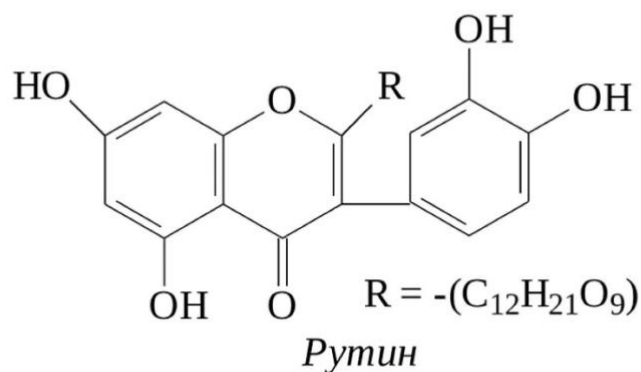


Рисунок 1 – Структурная формула рутина

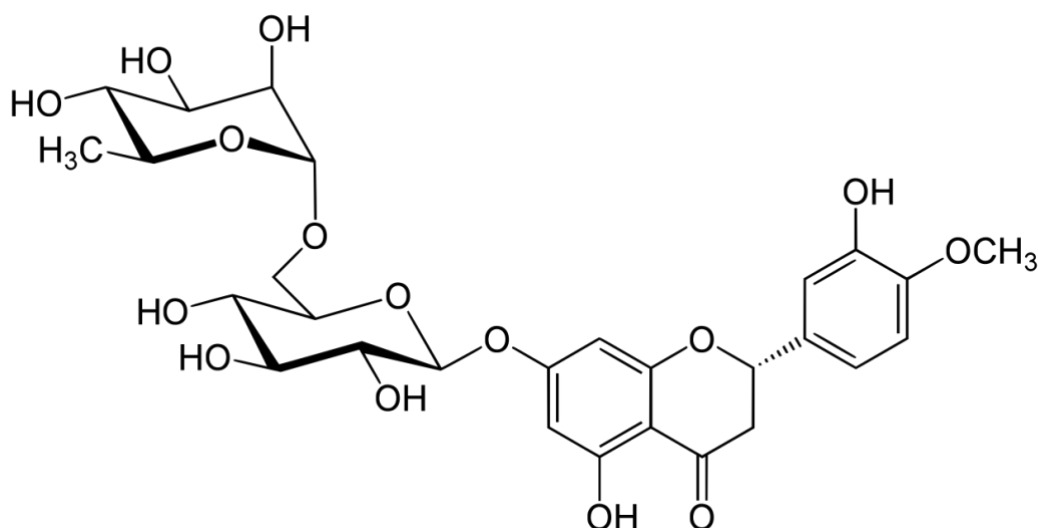


Рисунок 2 – Структурная формула гисперидина

Биологическая активность и физико-химические свойства

Важнейшие свойства флавоногликозидов неразрывно связаны с наличием в их структуре полифенольных групп. Эти соединения являются мощными антиоксидантами, способными нейтрализовывать активные формы кислорода и предотвращать свободнорадикальные процессы, протекающие в живых организмах [4]. Например, их способность связывать ионы металлов, таких как Fe^{2+} или Cu^{2+} , предотвращает их участие в реакциях Фентона, которые приводят к образованию высокореакционных гидроксильных радикалов. Именно это свойство обуславливает их значимость в медицине и фармации [5]. Помимо этого, для флавоногликозидов характерна так

называемая Р-витаминная активность. Они способствуют снижению проницаемости и ломкости капилляров, а также повышению эластичности их стенок, оказывая, таким образом, выраженное ангиопротекторное действие [6]. Наиболее ярким примером является использование рутина и его полусинтетического аналога троксерутина для лечения венозной недостаточности. Присутствие сахаров в структуре гликозида существенно повышает полярность молекулы, делая эти вещества значительно более растворимыми в воде по сравнению с соответствующими агликонами, что является преимуществом с точки зрения их биодоступности и разработки лекарственных форм [7]. В связи с их терапевтической ценностью, стандартизация сырья, содержащего флавоноиды, является важной задачей, что подтверждается наличием современных подходов и методов анализа [3], где часто используются высокоэффективная жидкостная хроматография и спектрофотометрические методы [8].

Практическое применение в медицине и фармации

Благодаря уникальному сочетанию свойств область применения флавоногликозидов весьма обширна, но наиболее значимой является фармацевтическая промышленность. Они служат основой для множества лекарственных средств, предназначенных для лечения и профилактики заболеваний, связанных с нарушением микроциркуляции и хрупкостью сосудов. Типичными примерами таких препаратов являются средства на основе рутина и его производных (например, троксерутин). Эти вещества активно используются в комплексной терапии хронической венозной недостаточности, геморроя и ряда других патологий, где требуется укрепление сосудистой стенки [9]. В качестве природного сырья активно применяются экстракты из таких растений, как почки софоры японской (*Styphnolobium japonicum*), которые являются промышленным источником рутина, и листья гинкго двулопастного (*Ginkgo biloba*). Экстракты гинкго, стандартизированные по содержанию гинкго-флавоногликозидов, широко применяются для улучшения мозгового кровообращения.

Заключение

Флавоногликозиды находят применение в производстве биологически активных добавок, функциональных продуктов питания (например, для обогащения напитков) и косметических средств, где их антиоксидантные и противовоспалительные эффекты востребованы для защиты клеток и замедления процессов старения. Разработка новых фармацевтических композиций и методов их применения является предметом активных исследований и патентования в области фармакологии [10].

Литература

1. Курдюков Е.Е. Физико-химические свойства флавоноидов / Е. Е. Курдюков, Н. В. Финаёнова, В. А. Неклюдова, Е. О. Гаранина, Д. Д. Бодрова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 11 (137).
2. Зверев Я. Ф. Флавоноиды как перспективные природные антиоксиданты. / Я. Ф. Зверев, В. М. Брюханов // Бюллетень медицинской науки. – 2017. – № 1 (5). – С. 20–27.
3. Петрова А. И. Методы анализа флавоноидов в экстракте володушки золотистой (*burleugum aureum*), обладающей желчегонным свойством / А. И. Петрова, А. В. Некрасова, Н. В. Лакина // Вестник тверского государственного университета. Серия: химия. – 2025. – № 2 (60). – С. 20–26.
4. Онина С. А. Физико-химический анализ флавоноидов растительного сырья / С. А. Онина, Н. А. Никонова // Национальная ассоциация ученых. – 2016. – №10–2(6). – С. 84–85.
5. Pogadayev D.V. Assessment of oxidative metabolic system parameters after correction with the flavonoid dihydroquercetin / D.V. Pogadayev, L. A. Miniaylo, S.V. Gridneva // The Scientific and Practical Journal of Medicine. – 2022. – Т. 32. – № 2. – P. 161–163.

6. Hanade A. Preliminary phytochemical screening, quantitative analysis of total polyphenols, total flavonoids and antioxidant activity of leaves from syrian pinus halepensis / A. Hanade // Аллея науки. – 2020. – Т. 1. – № 12 (51). – P. 65–71.
7. Мягчилов А.В. Флавоноиды *serratula komarovii iljin* (семейство *asteraceae*) / А. В. Мягчилов, П. Г. Горовой, Л. И. Соколова // Химия растительного сырья. – 2020. – № 1. – С. 141–148.
8. Мазко О. Н. Флавоноиды *iris sibirica* L., выращенного в культуре *in vitro* / О. Н. Мазко, Л. И. Тихомирова, Л. В. Щербакова, Н. Г. Базарнова, Д. А. Карпицкий // Химия растительного сырья. – 2021. – № 3. – С. 301–308.
9. Куркин В. А. Перспективы создания импортозамещающих нейротропных лекарственных растительных препаратов на основе фенилпропаноидов и флавоноидов / В. А. Куркин, И. К. Петрухина, А. В. Куркина, О. Е. Правдивцева // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6–5. – С. 946–950.
10. Huseynova A. *Melissa officinalis* L. (lemon balm): flavonoid composition and antioxidant properties / A. Huseynova // Bulletin of Science and Practice. – 2025. – Т. 11. – № 12. – С. 95–101.

Literature

1. Kurdyukov, E. E. Physical and Chemical Properties of Flavonoids / E. E. Kurdyukov, N. V. Finaenova, V. A. Neklyudova, E. O. Garanina, and D. D. Bodrova // International Research Journal. – 2023. – №11 (137).
2. Zverev, Ya. F. Flavonoids as Promising Natural Antioxidants. / Ya. F. Zverev, V. M. Bryukhanov // Bulletin of Medical Science. – 2017. – №1 (5). – P. 20–27.
3. Petrova A. I. Methods of analysis of flavonoids in the extract of golden bupleurum (*bupleurum aureum*), which has a choloretic effect / A. I. Petrova, A. V. Nekrasova, N. V. Lakina // Bulletin of Tver State University. Series: Chemistry. – 2025. – №2 (60). – P. 20–26.

4. Onina, S. A. Physical and Chemical Analysis of Flavonoids in Plant Raw Materials / S. A. Onina, N. A. Nikonova // National Association of Scientists. – 2016. – №10–2(6). – P. 84–85.
5. Pogadaev D.V. Assessment of oxidative metabolic system parameters after correction with the flavonoid dihydroquercetin / D.V. Pogadaev, L. A. Miniaylo, S.V. Gridneva // The Scientific and Practical Journal of Medicine. – 2022. – Vol. 32. – №2. – P. 161–163.
6. Hanade A. Preliminary biochemical screening, quantitative analysis of total polyphenols, total flavonoids and antioxidant activity of leaves from Syrian pinus halepensis / A. Hanade // Alley of Science. – 2020. – Vol. 1. – №12 (51). – P. 65–71.
7. Myagchilov, A. V. Flavonoids of serratula komarovii iljin (family asteraceae) / A. V. Myagchilov, P. G. Gorovoy, and L. I. Sokolova // Chemistry of Plant Raw Materials. – 2020. – №1. – P. 141–148.
8. Mazko O. N. Flavonoids of Iris sibirica L. grown in vitro / O. N. Mazko, L. I. Tikhomirova, L. V. Shcherbakova, N. G. Bazarnova, D. A. Karpitsky // Chemistry of Plant Raw Materials. – 2021. – №3. – P. 301–308.
9. Kurkin, V. A. Prospects for Creating Import-Substituting Neurotropic Herbal Medicines Based on Phenylpropanoids and Flavonoids / V. A. Kurkin, I. K. Petrukhina, A. V. Kurkina, and O. E. Pravdivtseva // Fundamental Research. – 2014. – №6–5. – P. 946–950.
10. Huseynova A. Melissa officinalis l. (lemon balm): flavonoid composition and antioxidant properties / A. Huseynova // Bulletin of Science and Practice. – 2025. – Vol. 11. – №12. – P. 95–101.