



УДК: 547.972:582.734.4

Бобур РАХМОНОВ,
Базовый докторант Национального университета Узбекистана
Рахмат ЭСАНОВ,
Старший научный сотрудник, к.х.н., PhD ИБОХ при АН РУз
Малохат РАХМАТОВА,
Старший научный сотрудник, к.х.н., PhD ИХРВ при АН РУз
Алимжан МАТЧАНОВ,
Ведущий научный сотрудник, д.х.н., проф. ИБОХ при АН РУз

На основе отзыва проф. ИБОХ АН РУз, D.Sc. Абдулладжанова Н.Г.

ФЛАВОНОИДНЫЙ СОСТАВ *PYRUS PYRASTER* ИЗ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАХМАЛЬСКОГО РАЙОНА ДЖИЗАКСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Аннотация

В данной статье представлены результаты исследования флавоноидного состава экстрактов плодов дикорастущей груши (*Pyrus pyraster*), произрастающей в юго-восточной части Бахмальского района Джизакской области Республики Узбекистан. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с диодно-матричным детектированием идентифицированы и количественно определены основные флавоноидные соединения: галловая кислота, рутин, изокверцетин и гиперозид. Установлено, что наибольшее содержание флавоноидов наблюдается в водных экстрактах, при этом рутин является доминирующим соединением ($39,06 \pm 0,04$ мг/100 г сухого вещества). Сравнением эффективности экстрагента с использованием различных растворителей (вода, 40% и 70% этанол), показано, что оптимальным условием выделения биологически активных веществ является вода. Результаты исследования свидетельствуют о высоком потенциале плодов растения *Pyrus pyraster* как источника природных антиоксидантов для применения в фармацевтической, пищевой и косметической промышленности. Особое внимание уделено перспективам использования экстрактов в функциональных продуктах питания и нутрицевтики.

Ключевые слова: *Pyrus pyraster*, флавоноиды, экстракция, ВЭЖХ, антиоксидантная активность, рутин, функциональные продукты.

FLAVONOID COMPOSITION OF *PYRUS PYRASTER* FROM THE SOUTH-EASTERN PART OF BAKHMAL DISTRICT, JIZZAKH REGION, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Аннотация

This article presents the results of a comprehensive study on the flavonoid composition of wild pear (*Pyrus pyraster*) fruits growing in the southeastern part of the Bakhmal district in the Jizzakh region of Uzbekistan. Using high-performance liquid chromatography (HPLC) with diode array detection, the main flavonoid compounds were identified and quantified: gallic acid, rutin, isoquercetin, and hyperoside. It was established that the highest content of flavonoids is observed in aqueous extracts, with rutin being the dominant compound (39.06 ± 0.04 mg/100 g of dry matter). A comparison of extraction efficiency using various solvents (water, 40% and 70% ethanol) was conducted, which enabled the determination of optimal conditions for isolating biologically active substances. The research results demonstrate the high potential of *Pyrus pyraster* as a source of natural antioxidants for applications in pharmaceutical, food, and cosmetic industries. Particular attention was given to the prospects of using these extracts in functional foods and nutraceuticals.

Key words: *Pyrus pyraster*, flavonoids, extraction, HPLC, antioxidant activity, rutin, functional products.

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI JIZZAH VILOYATI BAXMAL TUMANINING JANIBUY-SHARQIY QISMIDAN TERILGAN *PYRUS PYRASTER*NING FLAVONOID TARKIBI

Аннотация

Ushbu ishda O‘zbekiston Respublikasi Jizzah viloyati Baxmal tumanining janubiy-sharqiy qismida o‘tuvchi yovvoyi nok (*Pyrus pyraster*) mevalari ekstraktlarining flavonoid tarkibi natijalari keltirilgan. Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX) usuli yordamida diod-matritsali deteksiya bilan asosiy flavonoid birikmalar: gall kislotasi, rutin, izokversetin va giperazidlar identifikatsiyalandi va miqdoriy aniqlandi. Flavonoidlarning eng ko‘p miqdori suvli ekstraktlarda aniqlangan bo‘lib, bunda rutin ($39,06 \pm 0,04$ mg/100 g quruq moddaga nisbatan) asosiy birikma sifatida tavsiflandi. Turli erituvchilar (suv, 40% va 70% etanol) ishtirokida ekstragent samaradorligini taqqoslash natijalariga ko‘ra, suv biologik faol moddalarni ajratib olishning optimal sharoiti sifatida baholandi. Tadqiqot natijalari *Pyrus pyraster*ni farmatsevtika, oziq-ovqat va kosmetika sanoatida qo‘llash uchun tabiiy antioksidantlar manbasi sifatida uning mevalari yuqori potentsialga egaligini tasdiqlaydi. Bunda asosiy mezon ekstraktlarni oziq-ovqat va nutritsevtika funksional mahsulotlarida qo‘llash istiqbollari qaratilgan.

Kalit so‘zlar: *Pyrus pyraster*, flavonoidlar, ekstraksiya, YuSSX, antioksidant faollik, rutin, funksional mahsulotlar.

Введение. Растительные флавоноиды обладают высокой биологической активностью, не являются токсичными, аллергенными и пирогенными. Это позволяет широко использовать их в медицинской практике. В области медицины на

основе флавоноидов созданы антиоксидантные, гепатопротекторные, диуретические и нейротропные фитопрепараты, которые изготавливаются из лекарственных растений, содержащих флавоноиды. Флавоноиды обладают широким спектром биологической активности, включая противовоспалительную, противовирусную, противораковую и бактерицидную. На основании вышеизложенной информации целью данного научного исследования является изучение химического состава и биологической активности дикорастущего растения груши *Pyrus Pyraster*. Исследования, проведенные до сих пор, были специально посвящены изучению влияния видов *Pyrus* на контроль диабета и заживление язв, а их плоды богаты клетчаткой и являются низкокалорийным источником микроэлементов, необходимых для здоровья крови, костей и сердечно-сосудистой системы.

Анализ соответствующей литературы. Флавоноиды представляют собой один из наиболее значимых классов вторичных метаболитов растений, обладающих широким спектром биологической активности, включая антиоксидантное, противовоспалительное, антимикробное и противоопухолевое действие [1]. Их способность нейтрализовать свободные радикалы и модулировать клеточные сигнальные пути делает их перспективными для профилактики и лечения таких заболеваний, как диабет, сердечно-сосудистые патологии и нейродегенеративные расстройства [2].

Pyrus pyraster (дикая груша) — малоизученный вид, распространенный в горных районах Центральной Азии. В отличие от культурных сортов груш (*P. communis*, *P. pyrifolia*), химический состав *P. pyraster* остается недостаточно исследованным, особенно в условиях Узбекистана [3]. Предыдущие работы показали, что плоды груш богаты полифенолами, флавоноидами и тритерпенами, однако данные по их количественному содержанию и оптимальным методам экстракции ограничены [4].

На сегодняшний день из плодов *Pyrus Pyraster* выделены полифенолы, флавоноиды, глюкозиды и тритерпены, изучены их физико-химические свойства [5-6]. Кроме того, китайские ученые выделили из кожуры и сока плодов различных сортов груш ряд биологически активных соединений (хлорогеновая кислота, арбутин, урсоловая кислота, олеаноловая кислота, эпикатехин и рутин) и определили их химическую структуру [7].

В работе был проведен качественный и количественный анализ флавоноидов, количественное определение процианидинов в цветках естественно произрастающей *Pyrus communis* и в цветках культурных сортов. Флавоноидные соединения исследованы хроматографическими методами. Образцы флавоноидов обнаружены во всех исследованных растительных материалах. Содержание флавоноидов определяли методами Крист-Мюллера и ВЭЖХ после кислотного гидролиза. Количественное определение процианидинов проводили спектрофотометрическим методом [8].

Из 60%-ных этанольных экстрактов незрелых плодов груши (*Pyrus pyrifolia Nakai*) с использованием колонки ВЭЖХ Amberlite XAD-2 с направленным анализом нейтрализации радикалов DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил) было выделено 14 соединений. На основании анализа МС и ЯМР выделенные соединения были идентифицированы как метиловый эфир 5-О-транс-кофеилхинной кислоты (1), малаксовая кислота (2), метиловый эфир 5-О-транс-п-кумароилхинной кислоты (3), метиловый эфир 5-О-цис-п-кумароилхинной кислоты (4), 5-О-транс-п-кумароилхинной кислоты (5), транс-кумаровая кислота (6), метил-цис-п-кумарат (7), метил-транс-п-кумарат (8), 3,5-О-дикофеоилхинная кислота (9), (-)-эпикатехин (10), (S)-(+)-2-цис-абсцизовая кислота (11), изорамнетин 3-О-β-D-галакто-пиранозид (12), Изорамнетин-3-О-β-D-глюкопиранозид (13) и изорамнетин 3-О-α-L-рамнопиранозид (1→6)-О-β-D-глюкопиранозид (14). Восемь соединений (3-5, 7, 8, 11, 12 и 14) были впервые выделены из груши [9].

Поэтому целью данной работы явилось качественного и количественного флавоноидного состава растения *Pyrus pyraster* произрастающей в юго-восточной части Бахмальского района Джиззакской области Узбекистана.

Методология исследования. Для выделения флавоноидов широко используются водные и этанольные экстракты, причем эффективность метода зависит от полярности целевых соединений [10]. Современные методы анализа, такие как ВЭЖХ с масс-спектрометрией (ВЭЖХ-МС), позволяют точно идентифицировать и количественно определять флавоноиды даже в сложных матрицах [11].

Для изучения состава флавоноидов плодов дикой груши – *Pyrus Pyraster*, сушеные плоды экстрагировали водой, 40% и 70% этанолом при 70-75°C в течение 3 часов, при интенсивном перемешивании в соотношении растворитель : растение (90:10). Экстракты отфильтровывали и аликвоту объемом 100 мл разбавляли 9,9 мл системы растворителей ацетонитрил:буфер (ацетат) 70:30 (1 мг/мл). Центрифугировали и фильтровали через мембранный фильтр. Использовали хроматографическую систему *Agilent Technologies 1260*, подвижная фаза – ацетонитрильный буферный раствор (30:70) (изократический режим). pH=2,92, объем ввода – 5 мкл при скорости подвижной фазы 0,75 мл/мин. Колонка – *Eclipse XDB* – C18. 5,0 мкм, 4,6х250 мм. Детектор представляет собой диодно-матричный детектор, и был обнаружен на длинах волн 254 нм, 320 нм и 381 нм. В результате было обнаружено, что плоды содержат флавоноиды, такие как галловая кислота, рутин, изокверцетин и гиперозид.

Среди большого разнообразия природных соединений одним из наиболее распространенных и многочисленных классов с высокой биологической активностью являются фенольные соединения, которые включают флавоноиды. Фенолы демонстрируют сильную защиту от развития и прогрессирования многих хронических патологических состояний, включая рак, диабет, сердечно-сосудистые заболевания и старение. Низкая токсичность и высокая фармакологическая активность фенолов делают их перспективными для профилактики и лечения ряда серьезных заболеваний. Эти природные вещества необходимы организму, поэтому необходим постоянный прием пищи или добавок [12].

Анализ и результаты. Для анализа флавоноидов с помощью ВЭЖХ был выбран объект, произрастающий в предгорных ландшафтах Бахмальском районе Джиззакской области Узбекистан, поскольку это дерево имеет среднюю высоту стебля, количество листьев и размер плодов. В таблице представлено содержание флавоноидов в плодах *Pyrus pyraster*. Эта таблица показывает наличие галловой кислоты, рутина, изокверцетина и гиперозида в плодах *Pyrus pyraster*, тогда как робинин и кверцетин отсутствовали в плодах растения. Концентрация рутина в листьях *Pyrus pyraster* была самой высокой среди всех идентифицированных флавоноидов.

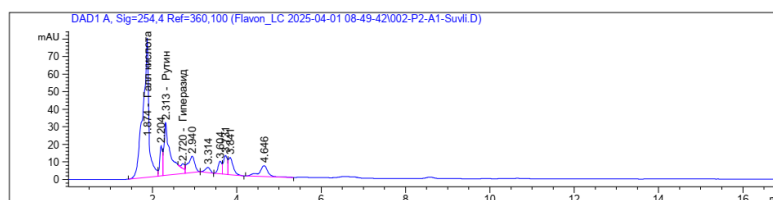


Рис. 1. ВЭЖХ-хроматограмма водного экстракта

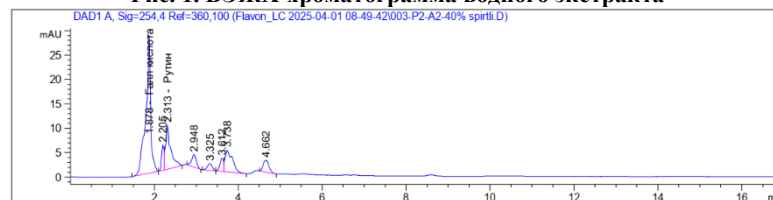


Рис. 2. ВЭЖХ-хроматограмма 40% этанольного экстракта

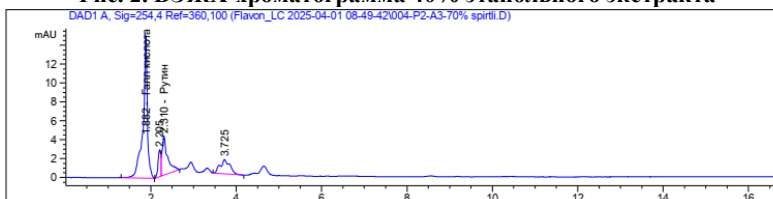


Рис.3. ВЭЖХ-хроматограмма 70% этанольного экстракта

Водный экстракт плодов растения *Pyrus pyraister* показал наибольшее содержание всех анализируемых соединений. С увеличением концентрации этанола в экстрагенте содержание флавоноидов уменьшается. Рутин является преобладающим флавоноидом во всех типах экстрактов. Рутин участвует в окислительно-восстановительных процессах, улучшая соединительную ткань и насыщение кислородом. Рутин оптимизирует обмен веществ, отвечает за прочность сосудов, предотвращает преждевременное старение и защищает от аллергических реакций, ингибируя синтез гистамина.

Таблица 1

Количество некоторых идентифицированных флавоноидов в плодах *Pyrus pyraister* (мг/100 г воздушно-сухого вещества)

Образец	Экстракт	Галловая кислота	Рутин	Изокверцетин	Гиперазид	Рабинин	Кверцетин
<i>Pyrus pyraister</i>	Водный	19.09±0.01909	39.06±0.03906	3.46±0.00346	1.41±0.00141	-	-
	40% EtOH	6.13±0.00613	12.49±0.01249	-	-	-	-
	70% EtOH	2.57±0.00257	4.28±0.00428	3.30±0.00330	-	-	-

Примечание: данные представлены в виде среднего значения и стандартной ошибки (n=3).

Исследования последних лет подтверждают, что плоды груш содержат значительное количество флавоноидов, таких как рутин, кверцетин и изокверцетин, которые обладают выраженной антиоксидантной активностью [13]. Например, в *P. communis* содержание рутина достигает 25 мг/100 г, а в *P. calleryana* — до 45 мг/100 г [14]. Содержание рутина в *P. pyraister* выше, чем в *P. communis* [15]. Биологическая активность рутина — антиоксидантное, цитопротекторное, вазопротекторное, нейропротекторное, антиканцерогенное и кардиопротекторное действие [16].

Выводы и предложения. В исследуемом участке находилась самая большая популяция растения *Pyrus pyraister*. Этот результат может быть связан с повышенной влажностью в этой высокогорной местности, в том числе большим количеством осадков. Результаты флавоноидного состава *Pyrus pyraister* предоставляют информацию о морфобиологических, экологических и ценологических особенностях и структуре ценопопуляций этого вида. Флавоноидный профиль *Pyrus pyraister* включает галловую кислоту, рутин, изокверцетин и гиперазид. Было показано, что рутин замедляет процессы старения клеток и повышает эффективность химиотерапии против рака [17]. Гиперазид имеет широкий терапевтический потенциал при лечении диабета, амнезии, рака и т. д. В экспериментах на животных галловая кислота подавляет рост раковых клеток.

Таким образом было изучено качественное и количественное содержание флавоноидного растения *Pyrus pyraister* произрастающей в юго-восточной части Бахмальского района Джиззакской области Узбекистана и показано что оно содержит такие флавоноиды как: содержит галловую кислоту, рутин, изокверцетин и гиперазид. В будущем целесообразно производить БАД (биологически активную добавку) из плодов растения в качестве средства против диабета.

ЛИТЕРАТУРА

- Kumar, S., & Pandey, A. K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids. *Scientific World Journal*, 2013, 162750.
- Li, X., et al. Bioactive compounds in pear cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2014, Vol. 62(3), pp. 658–668.
- Ganeshpurkar, A. Rutin: A therapeutic potential. *Chemico-Biological Interactions*, 2017, Vol. 273, pp. 154–159.
- Kolniak-Ostek, J.; Kłopotowska, D.; Rutkowski, K. P. Comparative study of phenolic compounds in wild and cultivated pears. *Food Chem.* 2020, Vol. 321, 126706.
- M. Braham, R. Ouni. IRESA, Университет Суца Франция; INRA, университет Авиньона и Пэ-Дю-Воклюз, Тунис, 2017.
- J. Kolniak-Ostek, D. Kłopotowska, K.P. Rutkowski. Вроцлавский университет окружающей среды и наук о жизни, Вроцлав, Польша; Научно-исследовательский институт садоводства, Польша, 2020.

7. X. Li, T. Wang, B. Zhou, W. Gao, J. Cao, L. Huang. Тяньцзиньский университет, Тяньцзинь, Китай, 2014.
8. Izabela Rychlińska, Jan Gudej. Qualitative and quantitative chromatographic investigation of flavonoids in *Pyrus communis* L. flowers. *Acta Poloniae Pharmaceutica - Drug Research*. 2003 January, Vol. 60(1), pp. 81-5.
9. Yu Geon Lee, Wol Kim, Jeong-Yong Cho, Tae-Il Jeon. Coumaroyl quinic acid derivatives and flavonoids from immature pear (*Pyrus pyrifolia nakai*) fruit. *Food Sci. Biotechnol.* 2013, Vol. 22(3), pp. 803-810.
10. Chand, P.; Kumar, H.; Jain, R.; Jain, A.; Jain, V. Flavonoids as omnipotent candidates for cancer management. *S. Afr. J. Bot.* 2023, Vol. 158, pp. 334–346.
11. Ganeshpurkar, A.; Saluja, A. K. The pharmacological potential of rutin. *Saudi Pharm. J.* 2017, Vol. 25, pp. 149–164.
12. Chand P., Kumar H., Jain R., Jain A., Jain V. Flavonoids as omnipotent candidates for cancer management. *South African Journal of Botany*. 2023, Vol. 158, pp. 334–346.
13. Rychlińska, I.; Gudej, J. Qualitative and quantitative chromatographic investigation of flavonoids in *Pyrus communis* L. flowers. *Acta Pol. Pharm.* 2003, Vol. 60, pp. 81–85.
14. Lee, Y. G.; Kim, W.; Cho, J.-Y.; Jeon, T.-I. Coumaroyl quinic acid derivatives and flavonoids from immature pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) fruit. *Food Sci. Biotechnol.* 2013, Vol. 22, pp. 803–810.
15. Williams, R. J.; Spencer, J. P. E.; Rice-Evans, C. Flavonoids: Antioxidants or signalling molecules? *Free Radic. Biol. Med.* 2004, Vol. 36, pp. 838–849.
16. Ganeshpurkar, A., & Saluja, A. K. Protective effect of rutin on humoral and cell mediated immunity in rat model. *Chemico-Biological Interactions*, 2017, Vol. 273, pp. 154–159.
17. Bahare Salehi, Alessandro Venditti, Mehdi Sharifi-Rad, Dorota Kregiel. The Therapeutic Potential of Apigenin. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019, Vol. 20, pp. 1305.