

## Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-68-72>  
УДК 635.9:577.27

Е.В. Соколова\*, Д.Н. Балеев

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский Институт Лекарственных и Ароматических Растений» (ФГБНУ ВИЛАР)  
117216, Россия, г. Москва, ул. Грина, д. 7

\*Автор для переписки: eka9739@yandex.ru

**Финансирование.** Работа выполнена согласно Государственному заданию по теме FGUU 2022-0013.

**Конфликт интересов.** Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов при написании данной работы.

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в анализе материалов, написании текста статьи и формировании выводов

**Для цитирования:** Соколова Е.В., Балеев Д.Н. Иммуномодулирующие свойства растений рода *Filipendula*. *Овощи России*. 2023;(5):68-72. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-68-72>

**Поступила в редакцию:** 16.08.2023

**Принята к печати:** 31.08.2023

**Опубликована:** 29.09.2023

Ekaterina V. Sokolova\*, Dmitry N. Baleev

All-Russian scientific research Institute of medicinal and aromatic plants  
7, Grina street, Moscow, Russia, 117216

\*Correspondence: eka9739@yandex.ru

**Funding.** The study was carried out in accordance with the State task on the topic FGUU 2022-0013. Conflict of interest. The authors declare that there are no conflicts of interest

**Authors' Contribution:** All authors participated in the analysis of materials, writing the text of the article and forming conclusions

**For citation:** Sokolova E.V., Baleev D.N. Immunomodulatory properties of plants of the genus *Filipendula*. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):68-72. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-68-72>

**Received:** 16.08.2023

**Accepted for publication:** 31.08.2023

**Published:** 29.09.2023

# Иммуномодулирующие свойства растений рода *Filipendula*



## Резюме

В данной работе проведен анализ литературных сведений о применении в практике растений рода *Filipendula* в качестве компонента питания и перспективном источнике биологически активных веществ. Для иммуномодулирующего действия используются преимущественно цветки и листья лабазника, которые продемонстрировали существенный эффект на многочисленных моделях *in vitro* и *in vivo*. К числу заболеваний, при которых наиболее часто используются иммуномодулирующие свойства растений рода *Filipendula*, относят воспалительные процессы верхних дыхательных путей, ряд воспалительных нарушений кожного покрова, а также в качестве потогонного и спазмолитического средства, при бронхиальной астме и др. Анализ литературных данных позволяет заключить, что эти растения оказывают благотворное влияние на здоровье человека, как индивидуально, так и в качестве компонента пищи, благодаря их уникальным фитохимическим профилям.

**Ключевые слова:** *Filipendula*, иммуномодулирующее действие, фенольные соединения, цитокины

# Immunomodulatory properties of plants of the genus *Filipendula*

## Abstract

This paper analyzes the literature data on the practical use of plants of the genus *Filipendula* as a nutritional component and a promising source of biologically active substances. For immunomodulatory action, the flowers and leaves of the meadowsweet are mainly used, which have demonstrated a significant effect in numerous *in vitro* and *in vivo* models. Among the diseases in which the immunomodulatory properties of plants of the genus *Filipendula* are found the most application are inflammatory processes of the upper respiratory tract, a number of inflammatory disorders of the skin, as well as a diaphoretic and antispasmodic, in bronchial asthma, etc. An analysis of the literature data allows us to conclude that these plants have a beneficial effect on human health, both individually and as a component of food, due to their unique phytochemical profiles

**Keywords:** *Filipendula*, immunomodulatory action, phenolic compounds, cytokines

Интерес к лекарственным препаратам растительного происхождения не ослабевает на протяжении истории человечества, это же справедливо и для настоящего времени. В последнее время к перспективным стали относить, так называемые, нутрицевтические продукты питания (функциональная еда), которые, помимо питательной функции, благоприятно влияют на здоровье в профилактике и лечении заболеваний [1]. Фактически, эта тенденция к широкому использованию функциональных продуктов питания начала стирать границы между фармацевтикой и питанием [2]. Поскольку полифенольные соединения растений обладают противовоспалительными свойствами, то их добавление в рацион приводит к облегчению хронического воспаления, фактора патогенеза таких распространенных заболеваний, как ревматоидный артрит, атеросклероз и диабет [3]. Одними из терапевтических растений, которые находят широкое применение в продуктах питания, являются растения рода *Filipendula* [4,5].



*Filipendula stepposa* Juz

Растения рода *Filipendula* являются многолетними цветковыми травами семейства Розовые (Rosacea), произрастающими на большей территории Европы и Азии, чем и обусловлена география их использования. Из сушеных цветков лабазника заваривают сладкий чай, который имеет аромат меда; цветки можно употреблять сырыми или отваривать и использовать для приготовления сиропов [6,7,4]. Так, в странах Северной Европы использование цветков *Filipendula ulmaria* для приготовления ликера – широко распространенная практика, ставшая популярной с 1970-х годов, где их по-прежнему много собирают [8]. В Прибалтике цветки, надземная часть, и корни *Filipendula vulgaris* используются в приготовлении настоек, хлеба и как специи для алкогольных напитков, аналогично, хотя в меньшей степени используется и *F. ulmaria* [9]. В России трава лабазника издавна исполь-

зовалась в приготовлении салатов, супов, крошки и чая [10]. В странах Восточной Европы и Азии предпочтение отдается терапевтическим свойствам лабазника, при этом в медицинских целях используются все его части (листья, корневище и цветки).

Семейство лабазниковых (род *Filipendula*) включает около 30 видов, которые традиционно используются в народной медицине для лечения различных воспалительных заболеваний [11]. Наиболее яркими представителями являются *F. ulmaria* и *F. vulgaris*.

Использование цветков *F. ulmaria* в медицине восходит к 16 веку [12]. *F. vulgaris* является одним из трех наиболее часто используемых растительных лекарственных средств в центральной части региона Северных Балканских гор и имеет схожую и долгую историю использования в народной медицине и фитотерапии [13]. Среди терапевтических свойств этих растений выделяют противовоспалительные, жаропонижающие, обезболивающие и противоревматические свойства. Так, *F. ulmaria* используется в традиционной европей-



*F. camtschatica* (Pall.) Maxim

ской медицине для лечения ревматизма и подагры [14], пневмонии, гриппа, инфекции мочевыводящих путей, головной боли [15], находят применение их мочегонные и потогонные свойства [7,16,17]. Вышеперечисленные эффекты в той или иной степени свойственны и *F. vulgaris*. Использование чая из листьев *F. ulmaria*, равно как и *F. vulgaris*, эффективно для очищения и заживления ран и воспаленных глаз [12,18]. Хотя *F. ulmaria* применяется при лечении таких желудочно-кишечных расстройств, как повышенная кислотности и изжога [19], но из-за более высокого содержания дубильных веществ в корнях *F. vulgaris* предпочтение в терапии болей в животе и диареи отдается корням *F. vulgaris* [18].

Сообщалось, что *F. ulmaria* богата тремя основными классами фенольных соединений, которые включают фенольные кислоты и их производные (галловая кисло-

та, эллаговая кислота, салициловая кислота, метилсалицилат, салициловый альдегид), флавоноиды и флавоноидные гликозиды (кверцетин, кемпферол, катехин), эпикатехин, рутозид, гиперозид, спироозид, кверцитрин, апигенин, астрагалин) и дубильные вещества (теллимаграндин I и II, ругозин А, В1, В2, D, E1 и E2) [20,21,22,23,24].

Молекулярная основа, лежащая в противовоспалительном действии цветков и листьев *F. ulmaria* и *F. vulgaris*, обусловлена салициловой кислотой и салицилатами. Так, по аналогии с салицином представляется вероятным, что спиреин и монотропин гидролизуются в кишечнике и печени, превращая «пролекарство» в активный ингредиент – салициловую кислоту [25]. Кроме того, согласно Vane и Botting [26] и Papp et al. [12], название наиболее используемого противовоспалительного препарата аспирин (ацетилсалициловая кислота) происходит от синонима *F. ulmaria* – *Spiraea ulmaria* («Спириновая кислота»); а префикс «а» относится к ацетильной группе. Как известно, салициловая кислота ингибирует циклооксигеназу (ферменты COX-1 и COX-2 от англ. cyclooxygenase-1 and -2), а значит и образование простагландинов, участвующих в воспалении, что и было предметом исследования ряда работ. Для этих целей преимущественно использовали как выделенные ферменты циклооксигеназы (COX)-1 и COX-2, так и стимулированные и нестимулированные под действием бактериального липополисахарида (ЛПС) мышинные макрофагальные клетки линии RAW 264.7 и клеточную линию человека THP-1. Клеточная линия человека THP1 используется как модель моноцитарных клеток, так и для изучения дифференцировки и активации макрофагов под воздействием форбол 12-миристат-13-ацетата (ФМА). ФМА дифференцирует моноциты в макрофагоподобные клетки, и может вызывать частичную активацию макрофагов типа M1. Тип M1 макрофагов ранее был описан как провоспалительный, важный для прямой защиты хозяина от патогенов. Степень дифференцировки моноцитов и/или активации макрофагов можно определить по экспрессии специфических маркеров – цитокинов провоспалительного типа (в первую очередь IL-6 и фактора некроза опухоли (TNF)- $\alpha$ ).

Ингибирование *in vitro* активности ферментов COX-1 и COX-2 экстрактами из цветков и корней *F. ulmaria* ранее было подтверждено, при этом действие экстрактов оказалось значительно меньше положительного контроля индометацина [27]. Водные экстракты из листьев и цветков *F. ulmaria* показали ингибирование циклооксигеназы на 36% в исследованиях *in vivo* [28]. Механизм действия *F. vulgaris* на COX-1 и COX-2 имеет ряд общих черт с действием *F. ulmaria*. Если для *F. ulmaria* эти действия исследовались на клетках в нормальном состоянии, то для *F. vulgaris* было продолжено на THP-1 клетках, но уже стимулированных липополисахаридом. В этой работе экстракт надземной части (50 мкг/мл) значительно ингибировал активность COX-1 и COX-2 *in vitro* (>50% ингибирования), а экстракт из корней *F. vulgaris* существенно ингибировал активность COX-2 (52,5 $\pm$ 2,7%) без влияния на экспрессию гена COX-2 [29]. Аналогичная тенденция на снижение уровня COX-2 на модели LPS-стимулированных RAW 264.7 клеток наблюдалась для другого вида таволги *F.*

*glaberrima* Nakai, кроме этого данная работа продемонстрировала понижение уровня индуцибельной NO-синтазы (iNOS) 2 [30].

Противовоспалительное действие экстрактов и соединений из *F. ulmaria* и *F. vulgaris* также изучалось по влиянию на цитокины и факторы, регулирующие их транскрипцию. Было обнаружено, что цветки *F. ulmaria* активировали PPAR, в то время как трава этого растения ингибировала NF- $\kappa$ B [29]. Провоспалительные цитокины IL-6 и TNF $\alpha$  ингибировались в THP-1 макрофагах в присутствии экстракта и очищенных соединений (апигенин, кверцетин и салициловая кислота) [3]. Было установлено, что метанольный экстракт *F. ulmaria* снижал уровни индукции цитокинов Th1 типа (INF $\gamma$ , IL-2, IL-10), секретлируемых ФМА дифференцированными THP-1 клетками [31]. В тоже время относительно *F. vulgaris*, цветки этого растения ослабляли экспрессию мРНК IL-8 и E-селектина в THP-1 клетках [29]. Экстракты из *F. glaberrima* Nakai в целом показали аналогичное действие на провоспалительные цитокины и ассоциированные сигнальные пути. В частности, экстракт *F. glaberrima* снижал фосфорилирование белков, связанных с сигнальными путями MAPK и NF- $\kappa$ B, и уровни TNF $\alpha$  и IL-6 в клетках RAW 264.7, стимулированных ЛПС [30]. Интересную тенденцию и тоже схожую с эффектами вышеперечисленных видов таволги показали растения *F. palmata* (Pall.) Maxim, которые остаются неизученным и неиспользуемым ресурсом с высоким потенциалом для здоровья человека. Так, ряд соединений, выделенных из *F. palmata*, в числе которых был новый тритерпеноид урсанового типа (2 $\alpha$ ,3 $\beta$ -дигидроксиурс-12-ен-28-альдегид) и 23 известных соединения, продемонстрировали противовоспалительное действие. Большая часть соединений при концентрации 50 мкг/мл в той или иной степени вызывали ингибирующее действие на высвобождение NO, TNF- $\alpha$  и IL-6 макрофагами RAW 264.7, стимулированными липополисахаридом (1 мкг/мл) [32]. Экстракт из *F. palmata* также способствовал уменьшению воспалительного процесса в кератиноцитах клеточной линии HaCaT, предварительно индуцированных TNF- $\alpha$  и IFN- $\gamma$ , а также такими генами и белками воспалительных хемокинов, как лиганды хемокинов CC (CCL5, CCL17 и CCL27) и лигандом хемокинов CXCL8 (CXCL8) [11]. Подобный эффект на кератиноциты может способствовать, по мнению авторов, применению экстрактов *F. palmata* в качестве функционального ингредиента для лечения воспалительных заболеваний кожи и укрепления состояния дермиса [11].

Экстракты *F. vulgaris* продемонстрировали заметный противовоспалительный потенциал *in vivo* при пероральном введении крысам. Так, экстракт надземной части *F. vulgaris* в дозах 100 и 200 мг/кг значительно ингибировал образование отеков, вызванных каррагинаном [33]. Другое *in vivo* исследование на мышях линии CBA/CaLac и C57BL/6 показало, что экстракт из цветков *F. ulmaria*, введенный внутривенно в дозах 10, 50, 150 и 500 мг/кг, снижает синтез IL-2 спленоцитами и подавляет продукцию провоспалительных цитокинов при реакции гиперчувствительности замедленного типа. В то же время экстракт *F. ulmaria* не влиял на функциональную активность перитонеальных макрофагов [34].

Вышеописанные результаты в основном относятся к экстрактам и соединениям из растений рода *Filipendula* в немодифицированном виде, но модификации в химической структуре, появляющиеся в результате воздействия на организм, равно как и возможное влияние сопутствующих компонентов в самом организме (пробиотики, лекарственные препараты и т.д.) исследовалось в ряде работ. Например, биотрансформация насыщенных экстрактов из *F. ulmaria* при имитации желудочно-кишечного тракта человека *in vitro* приводила к снижению относительного количества гликозилированных флавоноидов (рутин, спиреозид и изокверцитрин) в отделе толстой кишки и увеличению содержания агликонов (кверцетин, апигенин, нарингенин и кемпферол). В результате данной модификации противовоспалительное действие немодифицированных экстрактов в отношении ферментов COX-1 и COX-2 усиливалось синергетически при добавлении биотрансформированных экстрактов [35]. Также синергетическое усиление способности понижать экстрактами и соединениями из растений рода *Filipendula* в комплексе с другими известными противовоспалительными препаратами, например, пробиотиками было показано на модели LPS-индуцированных THP-1 клеток в отношении провоспалительных цитокинов (TNF $\alpha$  и IL-1 $\beta$ ). В этом исследовании было установлено, что пробиотические лизаты, ферментированные натуральными экстрактами из *F. glaberrima*, обладают более высокой противовоспалительной эффективностью, чем обычные пробиотические лизаты и экстракты этого растения по отдельности [36]. И наоборот, неблагоприятное взаимодействие может наблюдаться при использовании противовоспалительных трав с некоторыми лекарственными препаратами [37]. Что и было продемонстрировано с *F. ulmaria*, одновременное применение которой из-за высокого содержания салицилатов мешает дозировке противовоспалительных препаратов нестероидного типа (понижает дозу), что в конечном итоге приводит к негативному результату [38].

В заключение стоит отметить, что на сегодняшний день существует очень мало противовоспалительных препаратов растительного происхождения [39]. Однако ряд растений из этномедицинских баз данных находятся в лабораторных условиях по всему миру, среди которых и растения рода *Filipendula*. Из приведенных выше данных можно сделать вывод, что экстракты из растений рода *Filipendula* обладают интересными противовоспалительными свойствами, которые представляют большой потенциал для терапевтической практики человека [40] и при том не только в сфере иммуномодулирующего действия. Салицилаты не являются единственными интересными соединениями в этих растениях, наличие аскорбиновой кислоты способствует общеукрепляющему действию на организм. Гепарин или гепарино-подобное соединение, содержащиеся в цветках, по крайней мере, для этого представителя дает дополнительную возможность для применения при варикозе и тромбозе [41]. Анализ литературных данных позволяет сделать вывод, что эти растения оказывают благотворное влияние на здоровье человека, как индивидуально, так и в качестве компонента пищи, благодаря их уникальным фитохимическим профилям.

Биоколлекция растений Ботанического сада ФГБНУ ВИЛАР включает растения семейства Rosaceae, среди которых Род *Filipendula* представлен пятью видами: *F. camtschatica* (Pall.) Maxim., *F. palmata* (Pall.) Maxim., *F. stepposa* Juz., *F. vulgaris* Moench. и *F. ulmaria* (L.) Maxim. В условиях Ботанического сада эти виды проходят все фенологические фазы развития и образуют семена [42,43]. В ФГБНУ ВИЛАР изучаются биологические особенности видов рода *Filipendula*, первичные агротехнические приемы по выращиванию *F. ulmaria* в культуре, проводится оценка видов и популяций по урожайности и содержанию суммы флавоноидов [43,44]. Работы по данным видам продолжаются, ежегодно проводятся фенологические наблюдения, ведется изучение качественного состава и количественного содержания фенольных соединений накапливающихся в листьях.

#### Об авторах:

**Екатерина Владимировна Соколова** – кандидат биол. наук, в.н.с., автор для переписки eka9739@yandex.ru

**Дмитрий Николаевич Балеев** – кандидат с.-х. наук, зав. лаб., dbaleev@gmail.com

#### About the Authors:

**Ekaterina V. Sokolova** – Cand. Sci. (Biology), Author for Correspondence, eka9739@yandex.ru

**Dmitriy N. Baleev** – Cand. Sci. (Agriculture), dbaleev@gmail.com

#### • Литература / References

- Gulati O.P., Ottaway P.B., Jennings S., Coppens P., Gulati N. Botanical nutraceuticals (food supplements and fortified and functional foods) and novel foods in the EU, with a main focus on legislative controls on safety aspects. In Nutraceutical and functional food regulations in the United States and around the World 2019 Jan 1 (pp. 277-321). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816467-9.00020-4>
- Corbo M.R., Bevilacqua A., Petrucci L., Casanova F.P., Sinigaglia M. Functional beverages: the emerging side of functional foods: commercial trends, research, and health implications. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2014;13(6):1192-206. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12109>
- Drummond E.M., Harbourne N., Marete E., Martyn D., Jacquier J.C., O'Riordan D., Gibney E.R. Inhibition of proinflammatory biomarkers in THP-1 macrophages by polyphenols derived from chamomile, meadowsweet and willow bark. *Phytotherapy Research*. 2013 Apr;27(4):588-94. <https://doi.org/10.1002/ptr.4753>
- Pereira C., Barros L., Carvalho A.M., Ferreira I.C. Use of UFLC-PDA for the analysis of organic acids in thirty-five species of food and medicinal plants. *Food*

*Analytical Methods*. 2013 Oct;6:1337-44. <https://doi.org/10.1007/s12161-012-9548-6>

- García-Oliveira P., Fraga-Corral M., Pereira A.G., Lourenço-Lopes C., Jimenez-Lopez C., Prieto M.A., Simal-Gandara J. Scientific basis for the industrialization of traditionally used plants of the Rosaceae family. *Food chemistry*. 2020 Nov 15;330:127197. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127197>
- Jman Redzic S. Wild edible plants and their traditional use in the human nutrition in Bosnia-Herzegovina. *Ecology of Food and Nutrition*. 2006 Jul 1;45(3):189-232. <https://doi.org/10.1080/03670240600648963>
- Barros L., Cabrita L., Boas M.V., Carvalho A.M., Ferreira I.C. Chemical, biochemical and electrochemical assays to evaluate phytochemicals and antioxidant activity of wild plants. *Food Chemistry*. 2011 Aug 15;127(4):1600-8. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.024>
- Luczaj L., Pieroni A., Tardio J., Pardo-de-Santayana M., Sökand R., Svanberg I., Kalle R. Wild food plant use in 21 st century Europe, the disappearance of old traditions and the search for new cuisines involving wild edibles. *Acta societatis botanicorum poloniae*. 2012;81(4). <https://doi.org/10.5586/asbp.2012.031>
- Kalle R., Sökand R. Historical ethnobotanical review of wild edible plants of

- Estonia (1770s-1960s). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 2012;81(4). (EBSCOhost | 84588503 | Historical ethnobotanical review of wild edible plants of Estonia (1770s-1960s).
10. Kolosova V., Belichenko O., Rodionova A., Melnikov D., Sõukand R. Foraging in boreal forest: Wild food plants of the republic of Karelia, NW Russia. *Foods*. 2020 Jul 29;9(8):1015. <https://doi.org/10.3390/foods9081015>
11. Mi X.-J., Kim J.K., Lee S., Moon S.K., Kim Y.J., Kim H. *In vitro* assessment of the anti-inflammatory and skin-moisturizing effects of *Filipendula palmata* (Pall.) Maxim. On human keratinocytes and identification of its bioactive phytochemicals. *Journal of Ethnopharmacology*. 2022 Oct 5;296:115523. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115523>
12. Papp I., Simándi B., Blazics B., Alberti Á., Héthelyi É., Szóke É., Kéry Á. Monitoring volatile and non-volatile salicylates in *Filipendula ulmaria* by different chromatographic techniques. *Chromatographia*. 2008 Oct;68:125-9. (<https://doi.org/10.1365/s10337-008-0749-5>)
13. Radulović N., Mišić M., Aleksić J., Đoković D., Palić R., Stojanović G. Antimicrobial synergism and antagonism of salicylaldehyde in *Filipendula vulgaris* essential oil. *Fitoterapia*. 2007 Dec 1;78(7-8):565-70. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.03.022>
14. Jarić S., Popović Z., Mačukanović-Jocić M., Djurdjević L., Mijatović M., Karadžić B., Mitrović M., Pavlović P. An ethnobotanical study on the usage of wild medicinal herbs from Kopaonik Mountain (Central Serbia). *Journal of ethnopharmacology*. 2007 Apr 20;111(1):160-75. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.11.007>
15. Barros L., Alves C.T., Alveas M., Silva S., Oliveira R., Carvalho A.M., Henriques M., Santos-Buelga C., Ferreira I.C. Characterization of phenolic compounds in wild medicinal flowers from Portugal by HPLC-DAD-ESI/MS and evaluation of antifungal properties. *Industrial Crops and Products*. 2013 Jan 1;44:104-10. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.11.003>
16. Bijttebier S., Van der Auwera A., Voorspoels S., Noten B., Hermans N., Pieters L., Apers S. A first step in the quest for the active constituents in *Filipendula ulmaria* (Meadowsweet): Comprehensive phytochemical identification by liquid chromatography coupled to quadrupole-orbitrap mass spectrometry. *Planta medica*. 2016 Apr;82(06):559-72. DOI: 10.1055/s-0042-101943
17. Harbourne N, Marete E, Jacquier JC, O'Riordan D. Effect of drying methods on the phenolic constituents of meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) and willow (*Salix alba*). *LWT-Food Science and Technology*. 2009 Nov 1;42(9):1468-73. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.05.005>
18. Fandakli S., Korkmaz B., Faiz Ö., Kiliç G., Erik İ., Terzioğlu S., Yaylı N. Chemical Variation, Antimicrobial, Nitric Oxide Scavenging Activities and Tyrosinase Inhibition of Essential Oils and Solvent Extracts from *Filipendula vulgaris* Moench Growing in Turkey. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*. 2021;20(3):110. doi: 10.22037/ijpr.2021.114302.14786
19. Vasiliauskas A., Keturkienei A., Leonavičienė L., Vaitkiene D. Influence of herb *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. tincture on pro-/antioxidant status in gastric tissue with indomethacin-induced gastric ulcer in rats. *Acta Med. Lit.* 2004;11:31-6. (Lietuvos mokslų akademijos Leidybos skyrius (Imaleidykla.lt))
20. Fecka I. Qualitative and quantitative determination of hydrolysable tannins and other polyphenols in herbal products from meadowsweet and dog rose. *Phytochemical Analysis*. 2009 May;20(3):177-90. <https://doi.org/10.1002/pca.1113>
21. Katanić J., Boroja T., Stanković N., Mihailović V., Mladenović M., Kreft S., Vrvic M.M. Bioactivity, stability and phenolic characterization of *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. *Food & Function*. 2015;6(4):1164-75. <https://doi.org/10.1039/C4FO01208A>
22. Olennikov D.N., Kruglova M.Y. A new quercetin glycoside and other phenolic compounds from the genus *Filipendula*. *Chemistry of Natural Compounds*. 2013 Sep;49:610-6. <https://doi.org/10.1007/s10600-013-0691-0>
23. Pemp E., Reznicek G., Krenn L. Fast quantification of flavonoids in *Filipendulae ulmariae* flos by HPLC/ESI-MS using a nonporous stationary phase. *Journal of Analytical Chemistry*. 2007 Jul;62:669-73. <https://doi.org/10.1134/S1061934807070106>
24. Pukalskiene M., Venskutonis P.R., Pukalskas A. Phytochemical characterization of *Filipendula ulmaria* by UPLC/Q-TOF-MS and evaluation of antioxidant activity. *Records of natural products*. 2015;9(3):451. (EBSCOhost | 102004050 | Phytochemical Characterization of *Filipendula ulmaria* by UPLC/Q-TOF-MS and Evaluation of Antioxidant Activity.)
25. Van Wyk B.E., Wink M. Medicinal plants of the world. Cabi; 2018 Oct 31. (Medicinal Plants of the World - Ben-Erik van Wyk, Michael Wink - Google Books)
26. Vane J.R., Botting R.M. The mechanism of action of aspirin. *Thrombosis research*. 2003 Jun 15;110(5-6):255-8. [https://doi.org/10.1016/S0049-3848\(03\)00379-7](https://doi.org/10.1016/S0049-3848(03)00379-7)
27. Katanić J., Boroja T., Mihailović V., Nikles S., Pan S.P., Rosić G., Selaković D., Joksimović J., Mitrović S., Bauer R. *In vitro* and *in vivo* assessment of meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) as anti-inflammatory agent. *Journal of ethnopharmacology*. 2016 Dec 4;193:627-36. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.10.015>
28. Geszke-Moritz M., Nowak G., Moritz M. Pharmacological Properties and Safe Use of 12 Medicinal Plant Species and Their Bioactive Compounds Affecting the Immune System. *Applied Sciences*. 2023 May 25;13(11):6477. <https://doi.org/10.3390/app13116477>
29. Vogl S., Picker P., Mihaly-Bison J., Fakhrudin N., Atanasov A.G., Heiss E.H., Wawrosch C., Reznicek G., Dirsch V.M., Saukel J., Kopp B. Ethnopharmacological *in vitro* studies on Austria's folk medicine—An unexplored lore *in vitro* anti-inflammatory activities of 71 Austrian traditional herbal drugs. *Journal of ethnopharmacology*. 2013 Oct 7;149(3):750-71. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.06.007>
30. Jung J., Kim H., Lee S., Hong M., Hwang D. Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of *Filipendula glaberrima* Nakai Ethanolic Extract and Its Chemical Composition. *Molecules*. 2022 Jul 20;27(14):4628. <https://doi.org/10.3390/molecules27144628>
31. Cholet J., Decombat C., Vareille-Delarbre M., Gainche M., Berry A, Ogéron C., Ripoché I., Delort L., Vermerie M., Frai D. Comparison of the anti-inflammatory and immunomodulatory mechanisms of two medicinal herbs: Meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) and harpagophytum (*Harpagophytum procumbens*). *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*. 2019;9(3):145-63. (Comparison of The Anti-Inflammatory and Immunomodulatory Mechanisms of Two Medicinal Herbs: Meadowsweet (*Filipendula ulmaria*) and Harpagophytum (*Harpagophytum procumbens*) (fortuneonline.org))
32. Zhang H., Li G., Han R., Zhang R., Ma X., Wang M., Shao S., Yan M., Zhao D. Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Cytotoxic Properties and Chemical Compositions of *Filipendula palmata* (Pall.) Maxim. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2021 Feb 16;2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6659620>
33. Katanić J., Pferschy-Wenzig E.M., Mihailović V., Boroja T., Pan S.P., Nikles S., Kretschmer N., Rosić G., Selaković D., Joksimović J., Bauer R. Phytochemical analysis and anti-inflammatory effects of *Filipendula vulgaris* Moench extracts. *Food and chemical toxicology*. 2018 Dec 1;122:151-62. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.10.001>
34. Churin A.A., Masnaia N.V., Elu S., Shilova I.V. Effect of *Filipendula ulmaria* extract on immune system of CBA/CaLac and C57Bl/6 mice. Eksperimentalnaia i Klinicheskaia Farmakologija. 2008 Sep 1;71(5):32-6. ([Effect of *Filipendula ulmaria* extract on immune system of CBA/CaLac and C57Bl/6 mice] - Abstract - Europe PMC)
35. Van der Auwera A., Peeters L., Foubert K., Piazza S., Vanden Berghe W., Hermans N., Pieters L. *In Vitro* Biotransformation and Anti-Inflammatory Activity of Constituents and Metabolites of *Filipendula ulmaria*. *Pharmaceutics*. 2023 Apr 20;15(4):1291. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15041291>
36. Choi K.H., Hong J., Kim K.Y., Kim H., Lee S., Lee Y., Chung D.K. Anti-Inflammatory Properties of MSF, a *Lactiplantibacillus Plantarum* K8 Lysate Fermented with *Filipendula Glaberrima* Extract. *Applied Sciences*. 2022 Mar 2;12(5):2602. <https://doi.org/10.3390/app12052602>
37. Yattoo M., Gopalakrishnan A., Saxena A., Parray O.R., Tufani N.A., Chakraborty S., Tiwari R., Dhama K., Iqbal H. Anti-inflammatory drugs and herbs with special emphasis on herbal medicines for countering inflammatory diseases and disorders-a review. *Recent patents on inflammation & allergy drug discovery*. 2018 May 1;12(1):39-58. <https://doi.org/10.2174/1872213X12666180115153635>
38. Abebe W. Herbal medication: potential for adverse interactions with analgesic drugs. *Journal of clinical pharmacy and therapeutics*. 2002 Dec;27(6):391-401. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2710.2002.00444.x>
39. Kalinkevich K., Karandashov V.E., Ptitsyn L.R. *In vitro* study of the anti-inflammatory activity of some medicinal and edible plants growing in Russia. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 2014 Dec;40:752-61. <https://doi.org/10.1134/S106816201407005X>
40. Kamkin V., Kamarova A., Shalabayev B., Kussainov A., Anuarbekov M., Abeuov S. Comparative Analysis of the Efficiency of Medicinal Plants for the Treatment and Prevention of COVID-19. *International Journal of Biomaterials*. 2022 Dec 10;2022. <https://doi.org/10.1155/2022/5943649>
41. Kudriashov B.A., Liapina L.A., Azieva L.D. The content of a heparin-like anticoagulant in the flowers of the meadowsweet (*Filipendula ulmaria*). *Farmakologija i toksikologija*. 1990 Jul 1;53(4):39-41. ([The content of a heparin-like anticoagulant in the flowers of the meadowsweet (*Filipendula ulmaria*)] - Abstract - Europe PMC)
42. Minyazeva Y.M. Medicinal plants of the Far East in the VILAR Botanical Garden. *Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia*. 2023 Jul 3;22(1):225-9. (In Russ.)
43. Gudkova N.Yu. On the prospects for the introduction of representatives of the genus *Filipendula* Mill. as sources of medicinal raw materials. *Agricultural Biology*. 2012;(2):73-79. (doi: 10.15389/agrobiol.2012.2.73rus) (In Russ.)
44. Gudkova N.Yu. Spring and autumn planting dates for vegetative propagation of meadowsweet. *In Medicinal Plant Science*. 2006. pp. 355-358. (In Russ.)