

УДК 54.062, 57.045

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАСТЕНИЯХ СИНАНТРОПНОЙ ФЛОРЫ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

© *А.И. Фокина*, Т.А. Адамович*

*Вятский государственный университет, ул. Московская, 36, Киров, 610000,
Россия, usr08614@vyatsu.ru*

Представлены результаты определения содержания полифенолов, в том числе флавоноидов, и суммы антиоксидантов в образцах дикорастущих лекарственных и потенциально лекарственных растений подзоны южной тайги Кировской области. Образцы растений собраны в период массового цветения в местах естественного произрастания в различных районах Кировской области в июле 2023 года. Актуальность и практическая значимость исследования определяется тем, что кроме фармакопейных исследованы части растений, не являющиеся лекарственным растительным сырьем, но потенциально являясь таковыми, представляют интерес для исследования. Кроме того, практически не существует мест произрастания, которые не подвержены антропогенному влиянию, в частности действию транспортных путей и близости населенных пунктов. Поэтому изучение содержания БАВ растений, выросших на таких участках, – актуальная и практически значимая задача. Объектами исследований являлись: листья и цветки пижмы обыкновенной, цветки и листья лабазника вязолистного, листья подорожника, хвощ полевой, цветки тысячелистника, листья валерианы лекарственной, цветки зверобоя, листья дуба обыкновенного, листья березы, хвоя сосны обыкновенной. По содержанию полифенолов в целом относительно высоким содержанием характеризуются образцы цветков зверобоя продырявленного (от 46 ± 11 до 54 ± 14 мг/г), цветки и листья лабазника вязолистного (от 55 ± 14 до 87 ± 22 мг/г), листья пижмы (от 25.1 ± 1.8 до 64 ± 16 мг/г). Высокое, по сравнению с остальными, содержание флавоноидов (от 16.4 ± 1.5 до 59.8 ± 0.5 мг/г) и суммы антиоксидантов (от 39.0 ± 2.0 до 41.2 ± 1.2 мг/г) обнаружено в пробах лабазника. Значения полученных результатов согласуются с литературными данными о возможном содержании определяемых БАВ в образцах растений. Информация о содержании БАВ может быть использована для рекомендации отдельных видов растений, как источников полезных веществ.

Ключевые слова: дикорастущие лекарственные растения, полифенолы, флавоноиды, сумма антиоксидантов.

Для цитирования: Фокина А.И., Адамович Т.А. Изучение содержания полифенольных соединений в растениях синантропной флоры Кировской области // Химия растительного сырья. 2025. №2. С. 139–146. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250214855>.

Введение

В Кировской области насчитывается около 1200 видов сосудистых растений, 227 из них (20.3%) обладают целебными свойствами [1]. Для исследования выбраны дикорастущие растения, широко распространенные в подзоне южной тайги на территории Кировской области и произрастающие в значительном количестве. Это позволяет рассматривать их в качестве стабильного источника биологически активных веществ (БАВ), таких как полифенолы (ПФ), в том числе флавоноиды (ФВ), а также суммы антиоксидантов (САО). Антиоксиданты – вещества, которые обладают способностью вступать во взаимодействие с различными реактогенными окислителями, активными формами кислорода, другими свободными радикалами и приводить их к частичной или полной инактивации [2]. Фенольные соединения – обширная группа веществ ароматической природы с высокой окислительно-восстановительной активностью. Антиоксидантные свойства фенольных соединений обусловлены наличием соединенных с ароматическим ядром гидроксильных групп, легко отдающих атом водорода при взаимодействии со свободными радикалами. Полифенолы, в том числе флавоноиды, широко признаны как эффективные антиоксиданты. Они могут регулировать внутренние функции и защищать организм от заболеваний, связанных с окислительным повреждением [3–6].

Однако сведения, относящиеся к содержанию БАВ в лекарственных растениях Кировской области, имеют точечный и более прикладной характер [7–9]. При этом оценка уровня содержания БАВ имеет важное не только практическое, но и фундаментальное значение.

* Автор, с которым следует вести переписку.

Цель работы – определение содержания полифенолов, в том числе флавоноидов, и суммы антиоксидантов в образцах дикорастущих лекарственных растений подзоны южной тайги Кировской области.

Объекты и методы исследования

Образцы дикорастущих растений (перечень представлен в таблице 1) собраны в период массового цветения (цветки, листья и хвоя у сосны) в местах естественного произрастания в различных районах Кировской области в июле 2023 г. Отбор образцов растений проводили вблизи поселка Захарищево (муниципальное образование Киров), города Нолинск (Нолинский район), города Котельнич (Котельничский район), с. Чистополье (Котельничский район). Места отбора образцов отличались своим месторасположением на территории области, а также климатическими характеристиками. Наиболее южным местом пробоотбора был участок в Нолинском районе, далее по направлению к северу территория вблизи с. Чистополье, г. Котельнича и поселения Захарищево соответственно. Почвы районов исследования относятся к дерново-подзолистым средне- и малогумусированным.

Нолинск – небольшой город в Кировской области, расположенный на берегу реки Воя, в 137 км к югу от областного центра. В Нолинске преобладает умеренно континентальный климат. Средняя температура июля 2023 г. составляла +18,9 °С, количество дней с осадками – 20. Общая численность жителей составляет 9,5 тыс. человек. Географические координаты: 57°33'34" с.ш, 49°56'10" в.д.

Чистополье – село, расположенное в Котельничском районе Кировской области. Климат умеренно континентальный со значительным количеством осадков в течение года (в июле 2023 г. было 12 дождливых дней). Средняя температура июля составила +17 °С. В селе проживает около 100 человек. Географические координаты: 57°52'12.3708" с.ш, 47°53'24.1548" в.д.

Котельнич – административный центр Котельничского района Кировской области. Климат района – континентальный с умеренно холодной зимой и теплым летом. Средняя температура июля составляла +17,5 °С. На протяжении июля 2023 г. было преимущественно пасмурно, 17 дней с осадками. Общая численность жителей составляет 20 тыс. 144 человека. Географические координаты: 57°33'34" с.ш, 49°56'10" в.д.

Поселок Захарищевы входит в состав муниципального образования «Город Киров». Для данной территории характерен умеренно холодный климат со значительным количеством осадков в течение года. Средняя температура июля составляла +18,5 °С. В поселке проживает 930 человек. Координаты поселка: N 58°30'36.756" E 49°24'44.316".

Выбор территорий исследования обусловлен одновременно двумя факторами: транспортной доступностью и возможностью применения данных территорий для сбора дикорастущих растений, так как эти территории не испытывают значительной техногенной нагрузки: луга или опушки вблизи малозаселенных окраин населенных пунктов, обладающие потенциалом пастбищ, сенокосов или полей сельскохозяйственного назначения. Участки пробоотбора отличаются друг от друга географическим местоположением. На них отсутствуют явные следы человеческой деятельности. Однако близость населенных пунктов и транспортных путей подвергает территории антропогенной нагрузке.

Отказаться от сбора лекарственных растений с подобных территорий практически невозможно. Известно, что большинство эксплуатируемых ресурсов дикорастущих лекарственных растений расположено в зоне активной хозяйственной деятельности человека, на доступных в транспортном отношении территориях [10]. Кроме того, подобные исследованным условия не редкость для Кировской области, что позволяет экстраполировать полученные данные и на них.

Таблица 1. Перечень лекарственных растений

Вид лекарственного растения	Латинское название	Семейство
Береза повислая	<i>Bétula péndula</i>	Берёзовые (<i>Betulaceae</i>)
Пижма обыкновенная	<i>Tanacetum vulgare</i>	Астровые
Подорожник обыкновенный	<i>Plantágo</i>	Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i>)
Хвощ полевой	<i>Equisétum arvénsе</i>	Хвощовые (<i>Equisetaceae</i>)
Лабазник вязолистный	<i>Filipéndula ulmária</i>	Розовые (<i>Rosaceae</i>)
Дуб обыкновенный	<i>Quércus róbur</i>	Буковые (<i>Fagaceae</i>)
Сосна обыкновенная	<i>Pínus sylvéstris</i>	Сосновые (<i>Pinaceae</i>)
Тысячелистник обыкновенный	<i>Achilléa millefólium</i>	Сложноцветные (<i>Asteraceae</i>)
Валериана лекарственная	<i>Valeríana officínalis</i>	Валериановые (<i>Valerianaceae</i>)
Зверобой продырявленный	<i>Hypericum perforátum</i>	Зверобойные (<i>Hypericaceae</i>)

Объектами исследований были выбраны повсеместно распространенные на территории Кировской области представители как естественных растительных сообществ, так и синантропной флоры: листья и цветки пижмы обыкновенной, цветки и листья лабазника вязолистного, листья подорожника, хвощ полевой, цветки тысячелистника, листья валерианы лекарственной, цветки зверобоя, листья дуба обыкновенного, листья березы, хвоя сосны обыкновенной.

При испытании образцов растений на количественное содержание БАВ приоритет был отдан основным нормируемым государственной фармакопеей и описанным в литературе группам веществ. Для удобства сравнения пересчет показателей для всех образцов растений вели на одно и то же вещество для каждого из показателей. Пробоподготовка проб по этой же причине была проведена в равных условиях.

Сырье сушили воздушно-теневым способом в условиях лаборатории. Сухие образцы сырья измельчали, просеивали через сито с диаметром отверстий 2 мм. Экстракты готовили в соотношениях сырье : экстрагент (1 : 50), рекомендованных в ОФС.1.5.3.0006 [11]. В качестве экстрагента использовали 70% водный раствор этилового спирта. Экстрагировали на водяной бане при температуре 70 °С в течение 2 ч. В экстрактах определено содержание ПФ по ГОСТ Р 55488-2013 [12] в пересчете на галловую кислоту и ФВ по ГОСТ 13399-89 [13] в пересчете на рутин спектрофотометрическим методом. Сумму антиоксидантов определяли методом перманганатометрии в пересчете на кверцетин [14]. Обменную кислотность образцов почвы, отобранных с глубины 0–15 см с мест произрастания растений, определяли по ГОСТ 26483-85.

Обработку экспериментальных данных проводили общепринятыми в математической статистике методами.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования представлены в таблице 2.

По содержанию ПФ в целом относительно высоким содержанием характеризуются образцы цветков зверобоя продырявленного, цветки и листья лабазника вязолистного, листьев пижмы. За ними следуют образцы цветков пижмы обыкновенной и листья березы. Высокое, по сравнению с остальными, содержание ФВ и САО в пробах лабазника (цветки и листья). О содержании БАВ в остальных образцах однозначный вывод сделать достаточно сложно. Например, в листьях пижмы обыкновенной – значительное количество ПФ и САО в пробах из всех мест пробоотбора, а содержание ФВ при этом в пробах растений, отобранных вблизи Котельнича, – одно из самых низких среди всех образцов.

Оказалось невозможным выделить какой-либо из районов исследования как самый благоприятный для накопления БАВ и САО в изучаемых растениях.

В целом, если говорить о положительной корреляции между содержанием БАВ и САО, то она присутствует в 50% случаев (табл. 3). В 50% наблюдается тесная связь между содержанием ПФ и ФВ, ПФ и САО. Тесная взаимосвязь между содержанием ФВ и САО наблюдается только в трети случаев. Такая корреляция может быть обусловлена существенной разницей в условиях роста растений [15]. Таким образом, не только количество БАВ, но и их соотношение в одинаковых растениях может отличаться и зависеть от условий произрастания, а не от видовой принадлежности.

У разных видов растений, собранных в близких к друг другу условиях, установлена тесная корреляционная зависимость между содержанием веществ. Так, у растений, собранных вблизи села Чистополье и поселка Захарищево, имеется тесная корреляционная зависимость между всеми определяемыми показателями (табл. 4), а между показателями растений, собранных хоть и на небольшой территории, но в различных экотопах, взаимосвязь ослабевает. Р.М. Баширова с соавторами [16] указывают на наличие отрицательной корреляции содержания ФВ со значениями pH почвы. В нашем случае, если не учитывать исключения (валериана лекарственная), наблюдается отрицательная корреляционная взаимосвязь между содержанием ПФ и САО с pH почвы. Сильная корреляционная взаимосвязь между содержанием ПФ и САО у растений всех районов исследования.

Несмотря на то что ПФ принято считать антиоксидантами, в некоторых случаях найденные значения САО ниже, чем ПФ. Аналогичную картину отмечают в результате своих исследований и некоторые другие авторы [17], объясняя это особенностями строения веществ, входящих в состав экстрактов, и, как следствие, результатов анализа [18–20]. Антиоксидантная активность фенольных соединений также зависит от кислотности среды [21]. Так, определение ПФ с реактивом Фолина-Чекольтеу идет в щелочной среде, а САО с перманганатом калия – в кислой, что может отражаться на результатах анализа.

Таблица 2. Содержание БАВ и САО (флавоноиды / полифенолы / антиоксиданты) в образцах растений, собранных на территории Кировской области мг/г сухой массы

Вид лекарственного растения	Населенные пункты, вблизи которых собраны образцы растений			
	г. Нолинск	с. Чистополье (Котельничский р-н)	г. Котельнич (Котельничский р-н)	пос. Захари- шево
Береза повислая (листья) <i>Bétula péndula</i>	5.4±0.3 / 25.3±6.3 / 18.2 ± 0.9	11.4±1.1 / 35.2±8.8 / 30.4±1.5	6.1±1.1 / 19.7±4.9 14.0±0.7	32.1±0.1 / 36.4±2.6 / 23.8±1.2
Пижма обыкновенная (листья) <i>Tanacetum vulgare</i>	35.8±2.6 / 29.2±7.3 / 24.7±1.2	17.0±0.1 / 64±16 / 35.3±1.8	3.4±1.3 / 25.1±1.8 / 24.1±1.2	15.2±1.7 / 42.7±10.7 / 20.0±1.0
Пижма обыкновенная (цветки) <i>Tanacetum vulgare</i>	7.8±0.7 / 17.6±4.4 / 19.6±1.0	–	11.9±1.0 / 25.7±6.4 / 17.4±0.9	15.0±0.3 / 22.7±5.7 / 19.4±1.0
Подорожник обыкновенный (листья) <i>Plantágo</i>	15.3±0.3 / 15±4 / 7.6±0.4	9.9±0.3 / 11.0±0.3 / 7.4±0.4	3.8±1.7 / 9.3±2.3 / 11.0±0.5	–
Хвощ полевой <i>Equisétum arvénse</i>	2.1±0.1 / 1.0±0.3 / 7.6±0.4	11.7±0.2 / 5.3±1.3 / 10.2±0.5	9.7±0.2 / 1.0±0.3 / 9.8±0.5	–
Лабазник вязолистный (листья) <i>Filipéndula ulmária</i>	–	19.3±1.6 / 76±19 / 39.0±2.0	–	47.0±1.4 / 81.9±20.5 / 39.0±2.0
Лабазник вязолистный (цветки) <i>Filipéndula ulmária</i>	–	16.4±1.5 / 55±14 / 39.0±2.0	–	59.8±0.5 / 87±22 / 41.2±2.0
Дуб обыкновенный (листья) <i>Quércus róbur</i>	8.9±1.5 / 16.3±4.1 / 20.3±1.0	11.0±0.2 / 16.6±4.1 / 13.7±0.7	–	10.5±0.4 / 38.1±9.5 / 17.6±0.9
Сосна обыкновенная (хвоя) <i>Pínus sylvéstris</i>	7.1±0.2 / 8.5±2.1 / 9.0±0.5	2.3±0.4 / 13.3±3.3 / 11.7±0.6	1.2±0.1 / 17.1±4.3 / 19.4±1.0	6.1±0.1 / 15.0±1.2 / 10.5±0.5
Тысячелистник обыкновенный (цветки) <i>Achilléa millefólium</i>	38.5±0.4 / 16±4 / 16.5±0.8	–	–	18.1±0.3 / 30±7 / 25.6±1.3
Валериана лекарственная (листья) <i>Achilléa millefólium</i>	9.0±0.5 / 13.2±3.3 / 8.9±0.5	–	13.5±0.1 / 5.5±1.4 / 9.3±0.5	17.7±1.1 / 9.3±2.3 / 10.3±0.5
Зверобой продырявленный (цветки) <i>Hypericum perforátum</i>	14.4±1.7 / 54±14 / 26.5±1.3	16.6±0.3 / 54±14 / 23.4±1.2	–	8.0±0.3 / 46±11 / 24.5±1.2
pH _{KCl} образцов почвы, отобран- ных с мест произрастания расте- ний, Δ = ±0.1 ед. pH	6.5–7.2	5.6–5.8	–	4.7–5.1

Примечание: «–» – данные отсутствуют.

Таблица 3. Корреляционные взаимосвязи между содержанием БАВ и АОА внутри вида независимо от территории исследования

Вид лекарственного растения	R (ПФ/АО)	R (Ф/АО)	R (Ф/ПФ)
Береза повислая (листья) <i>Bétula péndula</i>	0.90	–	0.90
Пижма обыкновенная (листья) <i>Tanacetum vulgare</i>	0.72	–	–
Пижма обыкновенная (цветки) <i>Tanacetum vulgare</i>	–	–	0.96
Подорожник обыкновенный (листья) <i>Plantágo</i>	–	–	0.97
Хвощ полевой <i>Equisétum arvénse</i>	–	1.00	–
Лабазник вязолистный (листья) <i>Filipéndula ulmária</i>	1.00	1.00	1.00
Лабазник вязолистный (цветки) <i>Filipéndula ulmária</i>	1.00	1.00	1.00
Дуб обыкновенный (листья) <i>Quércus róbur</i>	–	–	–
Сосна обыкновенная (хвоя) <i>Pínus sylvéstris</i>	0.82	–	–
Тысячелистник обыкновенный (цветки) <i>Achilléa millefólium</i>	1.00	–	–
Валериана лекарственная (листья) <i>Achilléa millefólium</i>	–	0.97	–
Зверобой продырявленный (цветки) <i>Hypericum perforátum</i>	–	–	0.97

Примечание: «–» – отсутствие тесной положительной корреляционной связи.

Порядок полученных в наших исследованиях величин САО близок аналогичным, приводимым авторами [22]. Наличие более высоких значений может быть обусловлено и методологией исследования (перманганат калия обладает большей окислительной способностью, чем медиаторная система, состоящая из ионов железа и используемая Фединой П.А. с соавторами).

Порядки величин полифенолов и флавоноидов также близки литературным данным [23, 24].

Таблица 4. Корреляционные взаимосвязи между содержанием БАВ и АОА, отобранных внутри одной территории исследования

Места пробоотбора			
г. Нолинск (Нолинский р-н)	с. Чистополье (Котельничский р-н)	г. Котельнич (Котельничский р-н)	пос. Захарицево
R (Ф/ПФ) = «–»	R (Ф/ПФ) = 0.83	R (Ф/ПФ) = «–»	R (Ф/ПФ) = 0.82
R (Ф/АО) = «–»	R (Ф/АО) = 0.75	R (Ф/АО) = «–»	R (Ф/АО) = 0.86
R (ПФ/АО) = 0.81	R (ПФ/АО) = 0.92	R (ПФ/АО) = 0.85	R (ПФ/АО) = 0.95

Примечание: «–» – отсутствие тесной положительной корреляционной связи.

Заключение

Таким образом, установлено, что в целом относительно высоким содержанием характеризуются образцы цветков зверобоя продырявленного, цветки и листья лабазника вязолистного, листьев пижмы. Высокое, по сравнению с остальными, содержание флавоноидов и суммы антиоксидантов в пробах лабазника. Значения полученных результатов согласуются с литературными данными о возможном содержании определяемых БАВ в образцах растений. У разных видов растений, собранных в близких друг другу условиях, установлена тесная корреляционная зависимость между содержанием веществ, а между показателями растений, собранных хоть и на небольшой территории, но в различных экотопах, взаимосвязь ослабевает. Установлено влияние кислотности почвы на содержание ПФ и САО.

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Вятского государственного университета. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Лугинина Е.А. Ресурсы дикорастущих лекарственных, ягодных, плодовых растений и грибов в Кировской области и особенности их использования // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. 2004. №1. С. 70–71.
2. Головки Т.К., Силина Е.В., Лашманова Е.А., Козловская А.В. Активные формы кислорода и антиоксиданты в живых системах: интегрирующий обзор // Теоретическая и прикладная экология. 2022. №1. С. 17–26. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-1-017-026>.
3. Шарова Е.И. Растительные антиоксиданты. СПб, 2016. 140 с.
4. Yuxi L., Ningxuan G., Zhihuan Z., Xianjun M., Yang L., Shufang Y., Yiyun Y., Zhufeng J., Bin L. Classification and antioxidant assays of polyphenols: a review // Journal of Future Foods. 2024. Vol. 4, no. 3. Pp. 193–204. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2023.07.002>.
5. Tungmunthum D., Thongboonyou A., Pholboon A., Yangsabai A. Flavonoids and other phenolic compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: An overview // Medicines. 2018. Vol. 5, no. 3. 93. <https://doi.org/10.3390/medicines5030093>.
6. Bojić M., Maleš Ž., Antolić A., Babić I., Tomić M. Antithrombotic activity of flavonoids and polyphenols rich plant species // Acta Pharmaceutica. 2019. Vol. 69, no. 4. Pp. 483–495. <https://doi.org/10.2478/acph-2019-0050>.
7. Товстик Е.В., Захаров А.В. Адсорбционная способность порошка листьев плодовых деревьев и ягодных кустарников по данным спектрофотометрии // Химия растительного сырья. 2023. №3. С. 283–291. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20230311992>.

8. Пакичев А.С., Хохрякова И.А., Адамович Т.А. Изучение содержания аскорбиновой кислоты в хвое древесных растений // Актуальные проблемы и перспективы фармацевтической науки и практики: материалы II Международной научно-практической конференции. Кемерово, 2022. С. 501–505.
9. Головьев М.Д., Зяблицева Я.И., Адамович Т.А. Сравнительные исследования флавоноидов и антиоксидантной активности плодов и листьев брусники и кизила обыкновенного // Современные проблемы естественных наук и фармации: сборник статей Всероссийской научной конференции. Йошкар-Ола, 2023. С. 425–428.
10. Селиванова Ю.А., Дьякова Н.А., Сливкин А.И., Вервикина А.А. Изучение особенностей накопления флавоноидов травой полыни горькой синантропной флоры Ростовской области // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2023. Т. 26, №1. С. 8–13. <https://doi.org/10.29296/25877313-2023-01-02>.
11. ОФС.1.5.3.0006.15. Общая фармакопейная статья. Определение содержания экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах.
12. ГОСТ Р 55488-2013. Прополис. Метод определения полифенолов. М., 2014. 9 с.
13. ГОСТ 13399-89. Цветки Арники. Технические условия. М., 1995. 11 с.
14. Патент №2170930 (РФ). Способ определения антиокислительной активности / Т.В. Максимова, И.Н. Никулина, В.П. Пахомов, Е.И. Шкарина, З.В. Чумакова, А.П. Арзамасцев. – 2001.
15. Дьякова Н.А., Гапонов С.П., Сливкин А.И., Бобина Е.А., Шишорина Л.А. Особенности накопления флавоноидов травой пустырника пятилопастного, собранного в различных урбо- и агроценозах Воронежской области // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. 2020. №1. С. 40–47. <https://doi.org/10.34907/JRQAI.2020.42.71.005>.
16. Баширова Р.М., Ибрагимов Р.И., Martynova-Vankley A., Шуралева О.В., Кудашкина Н.В. Влияние эдафических факторов на содержание флавоноидов в траве *Polygonum aviculare* L. // Вестник Башкирского университета. 2009. Т. 14, №1. С. 72–75.
17. Аминина Н.М., Вишневская Т.И., Караулова Е.П., Якуш Е.В. Содержание полифенолов и антиоксидантная активность экстрактов из некоторых видов морских водорослей // Известия ТИНРО. 2017. Т. 189. С. 184–191.
18. Bešlo D., Golubić N., Rastija V., Agić D., Karnaš M., Šubarić D., Lučić B. Antioxidant Activity, Metabolism, and Bioavailability of Polyphenols in the Diet of Animals // Antioxidants. 2023. Vol. 12(6). 1141. <https://doi.org/10.3390/antiox12061141>.
19. Beaudor M., Vauchel P., Pradal D., Aljawish A., Phalip V. Comparing the efficiency of extracting antioxidant polyphenols from spent coffee grounds using an innovative ultrasound-assisted extraction equipment versus conventional method // Chemical Engineering and Processing – Process Intensification. 2023. Vol. 188. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2023.109358>.
20. Moilanen J., Karonen M., Tähtinen P., Jacquet R., Quideau S., Salminen J.-P. Biological activity of ellagitannins: Effects as anti-oxidants, pro-oxidants and metal chelators // Phytochemistry. 2016. Vol. 125. Pp. 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2016.02.008>.
21. Федина П.А., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом // Химия растительного сырья. 2010. №2. С. 91–97.
22. Скрыпник Л.Н., Пунгин А.В., Алейникова Н.А., Николаева Н.В., Петрова В.М., Данилова М.В. Лекарственные растения природного парка «Виштынецкий» (Калининградская область) как ценный источник биологически активных веществ фенольной природы // Успехи современного естествознания. 2019. №1. С. 51–56.
23. Maslennikov P.V., Chupakhina G.N., Skrypnik L.N. The Content of Phenolic Compounds in Medicinal Plants of a Botanical Garden (Kaliningrad Oblast) // Biology Bulletin. 2012. Vol. 41(2). Pp. 133–138. <https://doi.org/10.1134/S1062359013050105>.
24. Дьякова Н.А., Гапонов С.П., Сливкин А.И., Бобина Е.А., Шишорина Л.А. Накопление флавоноидов травой тысячелистника обыкновенного, собранного в различных урбо- и агробиоценозах Воронежской области // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия, Биология, Фармация. 2020. №4. С. 71–76.

Поступила в редакцию 10 марта 2024 г.

После переработки 27 мая 2024 г.

Принята к публикации 11 февраля 2025 г.

Fokina A.I.*, Adamovich T.A. STUDY OF THE CONTENT OF POLYPHENOLIC COMPOUNDS IN PLANTS OF THE SYNANTHROPIC FLORA OF THE KIROV REGION

Vyatka State University, Moskovskaya st., 36, Kirov, 610000, Russia, usr08614@vyatsu.ru

The results of determining the content of polyphenols, including flavonoids, and the amount of antioxidants in samples of wild medicinal and potentially medicinal plants in the southern taiga subzone of the Kirov region are presented. Plant samples were collected during the period of mass flowering in places of natural growth in various areas of the Kirov region in July 2023. The relevance and practical significance of the study is determined by the fact that, in addition to pharmacopoeial ones, parts of plants that are not medicinal plant raw materials, but potentially being such, are of interest for research, were studied. In addition, there are practically no places of growth that are not subject to anthropogenic influence, in particular the influence of transport routes and the proximity of populated areas. Therefore, studying the content of biologically active substances in plants grown in such areas is a relevant and practically significant task. The objects of research were: leaves and flowers of tansy, flowers and leaves of meadowsweet, plantain leaves, horsetail, yarrow flowers, valerian leaves, St. John's wort flowers, common oak leaves, birch leaves, Scots pine needles. In terms of the content of polyphenols in general, samples of St. John's wort flowers (from 46 ± 11 to 54 ± 14 mg/g), flowers and leaves of meadowsweet (from 55 ± 14 to 87 ± 22 mg/g), and tansy leaves (from 25.1 ± 1.8 to 64 ± 16 mg/g). High, compared to others, the content of flavonoids (from 16.4 ± 1.5 to 59.8 ± 0.5 mg/g) and the amount of antioxidants (from 39.0 ± 2.0 to 41.2 ± 1.2 mg/g) was found in samples of meadowsweet. The values of the obtained results are consistent with the literature data on the possible content of determined biologically active substances in plant samples. Information on the content of biologically active substances can be used to recommend individual plant species as sources of beneficial substances.

Keywords: wild medicinal plants, polyphenols, flavonoids, amount of antioxidants.

For citing: Fokina A.I., Adamovich T.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 2, pp. 139–146. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250214855>.

References

1. Luginina Ye.A. *Sovremennyye problemy prirodopol'zovaniya, okhotovedeniya i zverovodstva*, 2004, no. 1, pp. 70–71. (in Russ.).
2. Golovko T.K., Silina Ye.V., Lashmanova Ye.A., Kozlovskaya A.V. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*, 2022, no. 1, pp. 17–26. <https://doi.org/10.25750/1995-4301-2022-1-017-026>. (in Russ.).
3. Sharova Ye.I. *Rastitel'nyye antioksidanty*. [Plant antioxidants]. St. Petersburg, 2016, 140 p. (in Russ.).
4. Yuxi L., Ningxuan G., Zhihuan Z., Xianjun M., Yang L., Shufang Y., Yiyun Y., Zhufeng J., Bin L. *Journal of Future Foods*, 2024, vol. 4, no. 3, pp. 193–204. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2023.07.002>.
5. Tungmunthum D., Thongboonyou A., Pholboon A., Yangsabai A. *Medicines*, 2018, vol. 5, no. 3, 93. <https://doi.org/10.3390/medicines5030093>.
6. Bojić M., Maleš Ž., Antolić A., Babić I., Tomićić M. *Acta Pharmaceutica*, 2019, vol. 69, no. 4, pp. 483–495. <https://doi.org/10.2478/acph-2019-0050>.
7. Tovstik Ye.V., Zakharov A.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2023, no. 3, pp. 283–291. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20230311992>. (in Russ.).
8. Pakichev A.S., Khokhryakova I.A., Adamovich T.A. *Aktual'nyye problemy i perspektivy farmatsevticheskoy nauki i praktiki: materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Actual problems and prospects of pharmaceutical science and practice: materials of the II International scientific and practical conference]. Kemerovo, 2022, pp. 501–505. (in Russ.).
9. Golov'yev M.D., Zyablitseva YA.I., Adamovich T.A. *Sovremennyye problemy yestestvennykh nauk i farmatsii: sbornik statey Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii*. [Modern problems of natural sciences and pharmacy: collection of articles of the All-Russian scientific conference]. Yoshkar-Ola, 2023, pp. 425–428. (in Russ.).
10. Selivanova Yu.A., D'yakova N.A., Slivkin A.I., Vervikina A.A. *Voprosy biologicheskoy, medi-tsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2023, vol. 26, no. 1, pp. 8–13. <https://doi.org/10.29296/25877313-2023-01-02>. (in Russ.).
11. OFS.1.5.3.0006.15. *Obshchaya farmakopeynaya stat'ya. Opredeleniye soderzhaniya ekstraktivnykh veshchestv v lekarstvennom rastitel'nom syr'ye i lekarstvennykh rastitel'nykh preparatakh*. [OFS.1.5.3.0006.15. General pharmacopoeial article. Determination of the content of extractive substances in medicinal plant raw materials and medicinal herbal preparations]. (in Russ.).
12. GOST R 55488-2013. *Propolis. Metod opredeleniya polifenolov*. [GOST R 55488-2013. Propolis. Method for determination of polyphenols]. Moscow, 2014, 9 p. (in Russ.).
13. GOST 13399-89. *Tsvetki Arniki. Tekhnicheskiye usloviya*. [GOST 13399-89. Arnica flowers. Technical conditions]. Moscow, 1995, 11 p. (in Russ.).
14. Patent 2170930 (RU). 2001. (in Russ.).
15. D'yakova N.A., Gaponov S.P., Slivkin A.I., Bobina Ye.A., Shishorina L.A. *Voprosy obespecheniya kachestva lekarstvennykh sredstv*, 2020, no. 1, pp. 40–47. <https://doi.org/10.34907/JPQAI.2020.42.71.005>. (in Russ.).
16. Bashirova R.M., Ibragimov R.I., Martynova-Vankli A., Shuraleva O.V., Kudashkina N.V. *Vestnik Bashkirskogo universiteta*, 2009, vol. 14, no. 1, pp. 72–75. (in Russ.).
17. Aminina N.M., Vishnevskaya T.I., Karaulova Ye.P., Yakush Ye.V. *Izvestiya TINRO*, 2017, vol. 189, pp. 184–191. (in Russ.).

* Corresponding author.

18. Bešlo D., Golubić N., Rastija V., Agić D., Karnaš M., Šubarić D., Lučić B. *Antioxidants*, 2023, vol. 12(6), 1141. <https://doi.org/10.3390/antiox12061141>.
19. Beaudor M., Vauchel P., Pradal D., Aljawish A., Phalip V. *Chemical Engineering and Processing – Process Intensification*, 2023, vol. 188. <https://doi.org/10.1016/j.ccep.2023.109358>.
20. Moilanen J., Karonen M., Tähtinen P., Jacquet R., Quideau S., Salminen J.-P. *Phytochemistry*, 2016, vol. 125, pp. 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2016.02.008>.
21. Fedina P.A., Yashin A.Ya., Chernousova N.I. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2010, no. 2, pp. 91–97. (in Russ.).
22. Skrypnik L.N., Pungin A.V., Aleynikova N.A., Nikolayeva N.V., Petrova V.M., Danilova M.V. *Uspekhi sovremen-nogo yestestvoznaniya*, 2019, no. 1, pp. 51–56. (in Russ.).
23. Maslennikov P.V., Chupakhina G.N., Skrypnik L.N. *Biology Bulletin*, 2012, vol. 41(2), pp. 133–138. <https://doi.org/10.1134/S1062359013050105>.
24. D'yakova N.A., Gaponov S.P., Slivkin A.I., Bobina Ye.A., Shishorina L.A. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya, Biologiya, Farmatsiya*, 2020, no. 4, pp. 71–76. (in Russ.).

Received March 10, 2024

Revised May 27, 2024

Accepted February 11, 2025

Сведения об авторах

Фокина Анна Ивановна – доцент, кандидат биологических наук, usr08614@vyatsu.ru

Адамович Татьяна Анатольевна – доцент, кандидат географических наук, ttjnadamvich@rambler.ru

Information about authors

Fokina Anna Ivanovna – associate professor, candidate of biological sciences, usr08614@vyatsu.ru

Adamovich Tatyana Anatolyevna – associate professor, candidate of geographical sciences, ttjnadamvich@rambler.ru