

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-38-43>
УДК 633.88:581.192.2

М.С. Антоненко^{1*}, Е.Ю. Зуйкова²,
В.Н. Дул^{1,3}, Е.Л. Маланкина^{1,2}

¹ ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений"
117216, РФ, Москва, ул. Грина, д. 7

² ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
127434, РФ, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

³ Московский государственный
медико-стоматологический университет
имени А.И. Евдокимова
127473, РФ, г. Москва,
ул. Делегатская, д.20, стр.1

*Автор для переписки: antonenko@vilarnii.ru

Вклад авторов: Все авторы участвовали в планировании и постановке эксперимента, а также в анализе экспериментальных данных и написании статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Антоненко М.С., Зуйкова Е.Ю., Дул В.Н., Маланкина Е.Л. Особенности накопления флавоноидов в сырье кипрея узколистного (*Epilobium angustifolium* L.) в зависимости от происхождения и морфологической группы сырья. *Овощи России*. 2023;(1):38-43. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-38-43>

Поступила в редакцию: 31.10.2022

Принята к печати: 15.12.2022

Опубликована: 15.02.2023

Mikhail S. Antonenko^{1*}, Evgeniya Yu. Zuikova²,
Vyacheslav N. Dul^{1,3}, Elena L. Malankina^{1,2}

¹All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants
7, Grin st., Moscow, 117216, Russia

² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
49, Timiryazevskaya st., Moscow, 127550, Russia

³A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry (MSUMD)
st. Delegatskaya, d.20, building 1, Moscow, 127473, Russia

*Correspondence Author: antonenko@vilarnii.ru

Authors' Contribution: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

For citations: Antonenko M.S., Zuikova E.Yu., Dul V.N., Malankina E.L. Accumulation of flavonoids in the *Epilobium angustifolium* L. raw material depending on the places of collection and part of the plant. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(1):38-43. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-38-43>

Received: 31.10.2022

Accepted for publication: 15.12.2022

Published: 15.02.2023

Особенности накопления флавоноидов в сырье кипрея узколистного (*Epilobium angustifolium* L.) в зависимости от происхождения и морфологической группы сырья



Резюме

Цель. Актуализация исследований ресурсов источников растительного сырья для фармацевтической и пищевой промышленности, связанная с существенно возросшим за последнее время спросом на эти виды ресурсов, приводит к потребности проводить разнообразные тематические изыскания, направленные на выяснение характеристик растительных ресурсов. В соответствии с данной потребностью в представленной работе поставлена цель выявить возможную взаимосвязь между происхождением образца и количественным содержанием флавоноидов в сырье кипрея узколистного, а также их содержанием в зависимости морфологической группой сырья.

Метод. В данной работе на первом этапе применены картографический, сравнительно-географический методы, а также методы геоботанического описания фитоценозов для определения наиболее подходящих для целей исследования точек отбора образцов. На втором этапе применены метод воздушно-теневого сушки, метод спектрофотометрии для определения содержания суммы флавоноидов в пересчёте на рутин, метод корреляционного анализа.

Результат. Получены данные количественного содержания флавоноидов в сырье кипрея узколистного, собранного в различных точках ареала, а также в различных морфологических группах сырья. Проведено сопоставление полученных данных путём корреляционного анализа. Выявлена положительная корреляция между количественным содержанием флавоноидов в листьях и соцветиях кипрея.

Заключение. Выявлено, что в зависимости от места произрастания кипрея колебание содержания флавоноидов составили 2,05% в листьях и 2,5% в соцветиях данного растения. Выявлена средняя положительная корреляция - 0,65 между содержанием флавоноидов в листе и соцветиях. Однако корреляция между количественным содержанием флавоноидов и широтой произрастания кипрея не выявлена.

Ключевые слова: *Epilobium angustifolium* L., кипрей узколистный, заготовка дикорастущих растений, флавоноиды

Accumulation of flavonoids in the *Epilobium angustifolium* L. raw material depending on the places of collection and part of the plant

Abstract

The aim. Today we are witnessing the actualization of research on plant sources for the pharmaceutical and food industries. It is caused by a significant increase in demand for these types of resources. Therefore, a variety of case studies aimed at identifying the characteristics of plant resources, are becoming more actual too. In accordance with this need, the present work aims to identify a relationship between the content of flavonoids in the raw material of such important source of plant raw material as *Epilobium angustifolium* and soil and climatic conditions and group of raw materials.

Methods. At the first stage of this work were applied cartographic, geographical methods and methods of geobotanical description of phytocenoses to determine the most suitable locations for the purposes of the study. At the second stage were applied the method of spectrophotometry to determine the amount of flavonoids in terms of rutin and the method of correlation analysis.

Results. As a result of the application of these methods were obtained data on the content of flavonoids in the *Epilobium angustifolium* raw materials, collected in various soil and climatic conditions, as well as in various morphological groups of raw materials. These data were compared by the method of correlation analysis and after that a positive correlation between the content of flavonoids in the leaves and inflorescences of *Epilobium angustifolium* was found.

Conclusion. It was determined, that the content of flavonoids fluctuation, depending on the *Epilobium angustifolium* place of growth, was 2.05% in the leaves and 2.5% in the inflorescences of this plant. An average positive correlation of 0.65 was found between the content of flavonoids in the leaf and inflorescences of *Epilobium angustifolium*. However, the correlation between the content of flavonoids and the latitude of *Epilobium angustifolium* growth wasn't identified.

Keywords: *Epilobium angustifolium* L., fireweed, wild plants collecting, flavonoids

Введение

Кипрей узколистный (*Epilobium angustifolium* L.) является популярным лекарственным и пищевым растением, производство которого ежегодно увеличивается. В то же время его можно рассматривать как перспективное лекарственное растение. В 70-х годах получены результаты по применению кипрея узколистного при онкологических заболеваниях. Современные исследования подтверждают его цитостатическую активность на фоне низкой токсичности. Высокая биологическая активность настоя *E. angustifolium* (кипрея) *in vitro* подтверждена в модельной системе тканей эпителия кишечника и рака толстой кишки, что делает его потенциально перспективным средством при этом виде онкологии [1]. Настой кипрея не влиял на полезную микрофлору кишечника, но значительно ингибировал кишечную палочку [2]. При наружном и внутреннем применении подавлял рост и развитие *Candida albicans* [3]. В последние годы на его основе разрабатываются новые ингредиенты для косметики [4]. Этанольный экстракт надземной части *E. angustifolium* показал высокую ранозаживляющую активность, и как основное действующее вещество рассматривается гиперозид. Благодаря этому экстракт иван-чая может быть применён в качестве ранозаживляющего средства, в частности при пролежнях [5]. В последние годы интерес к нему, и, соответственно, объёмы разнообразия продуктов его переработки существенно возросли [6].

Вместе с тем, кипрей узколистный имеет обширный ареал произрастания и способен расти в широком диапазоне почвенных и погодно-климатических условий [7,8], но при этом наблюдается сильная вариабельность сырья по химическому составу, что приводит к морфологическому (в меньшей степени) и химическому полиморфизму.

Несмотря на то, что в результате фитохимических исследований кипрея в его сырье установлено

содержание более 250 различных метаболитов [9], основными фармакологически значимыми соединениями принято считать полифенолы, представленные флавоноидами, фенольными кислотами и эллаготанинами [10-12]. Вместе с тем, в литературе указан очень широкий диапазон содержания этих соединений, причиной которого могут быть как генетические особенности, так и реакция на почвенно-климатические факторы [13]. В частности, обнаружено повышение концентрации флавонол-3-О-гликозидов с увеличением высоты над уровнем моря с 4,4 мг/г на высоте 800 м до 6,6 мг/г на высоте 1500 м. Кверцетин-3-О-глюкуронид можно рассматривать как потенциальный маркер высотозависимого биосинтеза флавонолов в листе *E. angustifolium* [14].

Таким образом, актуальным остаётся вопрос изучения диапазона изменчивости содержания фенольных соединений, в том числе флавоноидов и условий, влияющих на этот параметр.

В соответствии с данной потребностью в представленной работе поставлена цель выявить возможную взаимосвязь между происхождением образца и количественным содержанием флавоноидов в сырье кипрея узколистного, а также их содержанием в зависимости морфологической группы сырья.

Методы

Полевые исследования проводили в 2020 году. Отбор образцов кипрея узколистного проводился в 9 точках трёх регионов центра Европейской части России, а именно в Московской, Ярославской и Калужской областях.

Данные регионы были выбраны по следующим причинам: наличие благоприятных для кипрея условий произрастания; транспортная доступность, позволяющая проводить эколого-ресурсные исследования на местности в максимально близкие даты; большая широтная протяжённость охвата исследования в сравнении с долготной, обеспечивающая

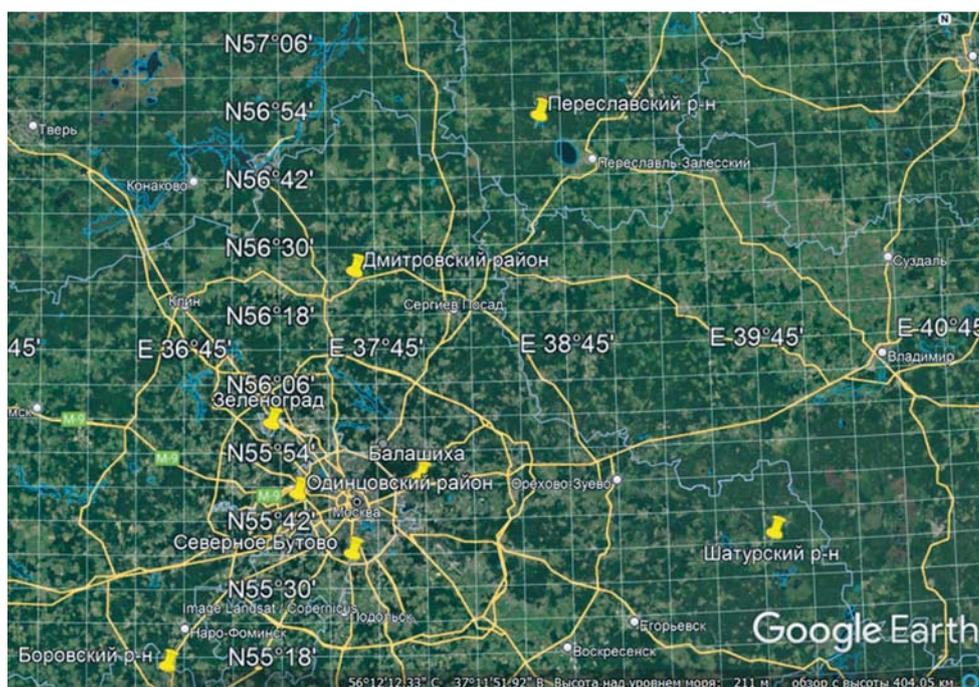


Рис. 1. Расположение исследуемых районов на спутниковом снимке. Источник: Google Earth
Fig. 1. Location of the study areas on a satellite image. Source: Google Earth

увеличение охвата природных подзон. В каждом из регионов были выбраны районы, территория которых и стала объектом применения картографического метода (рис. 1).

В Московской области были выбраны Солнечногорский, Дмитровский, Одинцовский и Шатурский районы, а также городской округ Балашиха, окрестности города Зеленоград и район Северное Бутово города Москвы (Ботанический сад ВИЛАР). Выбранные районы отличаются между собой природно-антропогенными условиями. Солнечногорский район характеризуется рельефом центральной части Клинско-Дмитровской гряды с развитой овражно-балочной сетью на глинистых моренных отложениях, существенным антропогенным освоением. Дмитровский район и город Зеленоград отличаются от Солнечногорского района расположением на северном и южном склонах Клинско-Дмитровской гряды соответственно. Однако окрестности Зеленограда более антропогенно трансформированы, чем территория Дмитровского района. Одинцовский район богат сосновыми лесами на песчаных почвах долины Москвы-реки. При этом он существенно антропогенно трансформирован, преимущественно селитебными территориями. Шатурский район отличается плоским рельефом задровой равнины на песчаных отложениях, подвергнутый значительной антропогенной нагрузке в прошлом, однако сейчас большая часть территорий используется слабо. В городском округе Балашиха и в районе Северное Бутово естественные местообитания растительности представ-

лены фрагментарно. При этом данные территории существенно отличаются по типу ландшафта и по характеру и степени антропогенной нагрузки. Северное Бутово расположено на глинистых почвах Теплостанской возвышенности, известной крутыми склонами и богатой овражно-балочной сетью. Район не испытывает прямого воздействия крупных промышленных объектов, однако расположен вблизи крупных автодорог. Городской округ Балашиха находится на землях плоской песчаной Мещёрской низменности. Данная территория испытывает длительное сильное неблагоприятное воздействие от промышленных объектов и автодорог Московской области и Москвы. В Ярославской области был выбран Переславский район, так как его территория охватывает три из шести преобладающих типов ландшафта Ярославской области, и в нём присутствуют такие контрастные ландшафтные образования как водораздельная гряда бассейнов реки Волга, озера Плещеево и озера Неро (Тархов холм) и древнеледниковая озёрная котловина Плещеева озера. В Калужской области был выбран Боровский район, так как его ландшафтная структура изучена наиболее детально в регионе, а также по причине существенной антропогенной трансформации территории и наличия большого количества нарушенных земель.

Почвенные условия, а также условия растительных сообществ в местах проведения наблюдений и эксперимента определены согласно общепринятой методике [15] и указаны в таблице 1.

Сырьё собирали в фазу массового цветения, раз-

Таблица 1. Характеристика мест обитания изучаемых популяций
Table 1. Characteristics of the studied populations habitats

Место сбора	Географическая координата	Почва	Растительное сообщество
Район Северное Бутово города Москвы (Ботанический сад ВИЛАР)	55°33'49.7"N 37°35'16.8"E	Дерново-среднеподзолистая, тяжелосуглинистая, запылающая.	Кипрейное сообщество
Одинцовский район Московской области (село Ромашково)	55°44'32.4"N 37°18'18.4"E	Дерново-среднеподзолистая, супесчаная с хвойным опадом	Кустарниково-разнотравное сообщество с преобладанием малины и кипрея
Окрестности города Зеленоград (Москва)	55°57'33.0"N 37°09'16.4"E	Дерново-среднеподзолистая, легкосуглинистая	Разнотравное сообщество с преобладанием злаковых и кипрея
Городской округ Балашиха, Московская область	55°47'09.6"N 37°56'24.0"E	Дерново-среднеподзолистая, среднесуглинистая	Разнотравно-кустарниковое сообщество с преобладанием бобовых и кипрея
Дмитровский район Московской области (посёлок Рыбное)	56°23'15.9"N 37°37'16.2"E	Дерново-среднеподзолистая, тяжелосуглинистая	Разнотравное сообщество с преобладанием крапивы, сныти и кипрея
Шатурский район Московской области (посёлок Кривандино)	55°28'24.2"N 39°46'02.0"E	Болотно-подзолистая, песчаная	Кипрейно-цминовое сообщество
Боровский район Калужской области (посёлок Ворсино)	55°13'42.0"N 36°37'30.2"E	Дерново-сильноподзолистая, тяжелосуглинистая	Разнотравное сообщество с равным содержанием злаковых, бобовых и кипрея
Переславский район Ярославской области (деревня Малое Ильинское)	57°02'56.2"N 38°28'32.3"E	Дерново-подзолистая, среднесуглинистая	Кипрейно-крапивно-злаковое сообщество с преобладанием кипрея.
Переславский район Ярославской области (деревня Малое Ильинское)	57°03'05.0"N 38°28'41.9"E	Почва среднесуглинистая, дерново-подзолистая	Кипрейно-крапивно-злаковое сообщество с преобладанием кипрея.



**Район Северное Бутово г.Москва
(Ботанический сад ВИЛАР)**



**Боровский район
Калужской области**



**Солнечногорский район Московской области,
вблизи реки Горетовка рядом с городом Зеленоград**

деляли на морфологические группы и сушили воздушно-теневым методом.

Для контроля содержания биологически активных веществ существует методика определения суммы флавоноидов в пересчете на рутин методом спектрофотометрии, основанная на способности образовывать окрашенный комплекс с раствором алюминия хлорида, который вызывает батохромный сдвиг в сторону интенсивных длин волн. Определение проводили на спектрофотометре Cary 100 Scan Varian.

Аналитическую пробу сырья (точная навеска) 0,5 г, измельченного до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями 0,5мм, помещают в плоскодонную колбу вместимостью 200мл со шлифом и приливают 50мл спирта этилового 50%. Колбу нагревают на водяной бане с обратным холодильником в течение 60 минут с момента закипания. После колбу охлаждают до комнатной температуры. Полученное извлечение фильтруют в мерную колбу на 100 мл. Экстракцию повторяют еще раз в тех же условиях. Объем объединенного фильтрата доводят до метки тем же раствором и перемешивают (Раствор А).

Для приготовления раствора Б в мерную колбу на 25мл приливают 2 мл раствора А, добавляют 2 мл $AlCl_3$ 5% в 50% спирте и доводят до метки 50% этиловым спиртом.

Для приготовления раствора сравнения в мерную колбу на 25 мл приливают 2 мл раствора А и доводят до метки 50% этиловым спиртом.

Через 30 минут определяют величину поглощения исследуемого раствора при 409 нм.

Процентное содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин рассчитывают по формуле:

$$X\% = \frac{A \cdot 100 \cdot 25 \cdot 100}{m \cdot 2A_{1cm}^{1\%} \cdot (100 - W)}$$

где A – оптическая плотность раствора Б

m – масса навески сырья, измеренная до 4 знака, г

W – влажность сырья (потеря в массе при высушивании сырья), %

$2A_{1cm}^{1\%}$ – удельный показатель поглощения комплекса СО рутин с $AlCl_3$ при 409 ± 2 нм, равный 249.

Определение внутрилабораторной воспроизводимости методики проводили 2 аналитика на 9 повторностях образца кипрея узколистного листьев каждый, приготовленных независимо друг от друга. Коэффициент вариации не превышает 2 %, различия между результатами сотрудников статистически незначимы ($F_{факт.} (1,07) < F_{табл.} (3,44)$), что позволяет считать внутрилабораторную воспроизводимую результатов приемлемой. На основании этого были рассчитаны доверительные интервалы для полученных значений.

Результаты и обсуждение

Флавоноидный состав кипрея узколистного довольно разнообразен, в частности обнаружены

Таблица 2. Содержание суммы флавоноидов в сырье кипрея узколистного в зависимости от места сбора
 Table 2. Accumulation of flavonoids in the raw materials of *Epilobium angustifolium* L., depending on the place of collection

Место сбора	Лист, %	Соцветия, %
Северное Бутово (Ботанический сад ВИЛАР)	3,38±0,07	3,64±0,07
Одинцовский район Московской области (село Ромашково)	3,00±0,06	3,43±0,07
Окрестности города Зеленоград (Москва)	2,99±0,06	3,72±0,07
Городской округ Балашиха, Московская область	2,44±0,05	4,19±0,08
Дмитровский район Московской области (посёлок Рыбное)	3,20±0,06	4,41±0,09
Московской области (посёлок Кривандино)	4,45±0,09	5,93±0,11
Боровский район Калужской области (посёлок Ворсино)	2,40±0,05	4,27±0,09
Переславский район Ярославской области (деревня Малое Ильинское)	3,09±0,06	3,75±0,07

агликоны флавонолов (кверцетин, кемпферол и мирицетин) и флавоноидные гликозиды, такие как афзелин (кемпферол-3-О-рамнозид), югалин (кемпферол-3-

О-арабинофуранозид), авикулярин (кверцетин-3-О- α арабинофуранозид), гиперозид (кверцетин-3-О-галактозид), изокверцетин (кверцетин-3-О-глюкозид), кверцитрин

(кверцетин-3-О-рамнозид) и микелианин (кверцетин-3-О-глюкуроид). Микелианин является основным флавоноидом *E. angustifolium*, тогда как мирицитрин (мирицетин-3-О-рамнозид) является основным флавоноидом у других видов [14]. Некоторые из этих соединений фармакологически активны и имеют значение для нейропротекторного, противовоспалительного, антиоксидантного, антипролиферативного и др действия сырья кипрея.

В результате исследований выявлены существенные колебания в содержании флавоноидов в зависимости от места произрастания. Определять

содержание флавоноидов в надземной массе в целом мы сочли нецелесообразным, так как по данным Jurgenson с соавт. (2012) [16] содержание флавоноидов в стеблях не превышало 0,06%. Содержание флавоноидов в листьях и соцветиях представлено в таблице 2.

Из данных, представленных в таблице 2, следует, что содержание флавоноидов существенно отличалось в зависимости от места произрастания и находится в пределах от 2,40 до 4,45% – в листьях и от 3,43 до 5,93% – в соцветиях кипрея. Наибольшее содержание действующих веществ выявлено в образцах, собранных в популяции из Кривандино (Шатурский район, Московская область), в которой распространены болотно-подзолистые песчаные почвы с кипрейно-цминовым растительным сообществом. Оценивая полученные данные в сравнении с другими авторами [16], можно отметить, что наши результаты несколько выше. В условиях Эстонии накапливалось 1,63-2,19% флавоноидов.

При сопоставлении содержания флавоноидов в листьях и соцветиях, в последних отмечено их более высокое содержание. Вероятно, это можно объяснить дополнительным высоким накоплением антоцианов.

Корреляционный анализ, направленный на выявление возможной связи между содержанием флавоноидов в листе и соцветиях выявил среднюю положительную корреляцию, равную 0,65 (рис. 2).

Попытка выявить положительную корреляцию между географической широтой расположения популяции и содержанием флавоноидов дала отрицательный результат. Значения составили $R=-0,223$ – для соцветий и $R=-0,0132$ – для листьев кипрея.

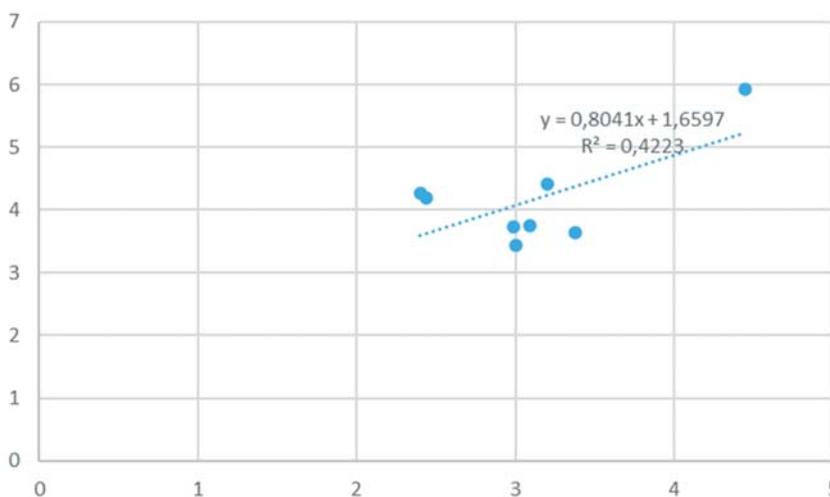


Рис. 2. Зависимость между содержанием флавоноидов в листьях и соцветиях в сырье кипрея узколистного
 Fig. 2. The relationship between flavonoids accumulation in leaves and in inflorescences of *Epilobium angustifolium* L.

Таким образом, кипрей узколистный характеризуется достаточно высоким содержанием флавоноидов, но при этом оно колеблется в зависимости от морфологической группы сырья (листья-цветки) и места произрастания. Также следует отметить, что если содержание высокое в листьях, то с большой долей вероятности (0,65 при $P \leq 0,05$) оно будет высоким и в соцветиях.

Заключение

1. Содержание флавоноидов колебалось в

зависимости от места произрастания от 2,4% до 4,45% – в листьях и от 3,43% до 5,93% – в соцветиях. Максимальное содержание этой группы соединений отмечено в геолокации Кривандино (Шатурский район, Московская область), которая характеризовалась кипрейно-цминовым растительным сообществом на болотно-подзолистой песчаной почве.

2. Выявлена средняя положительная корреляция (0,65) между содержанием флавоноидов в листе и соцветиях.

Об авторах:

Михаил Сергеевич Антоненко – м.н.с. отдела Растительных ресурсов ФГБНУ ВИЛАР, <https://orcid.org/0000-0001-6088-7908>, Author ID: 1106639, автор для переписки, antonenko@vilarii.ru

Евгения Юрьевна Зуикова – ассистент Кафедры овощеводства Института садоводства и ландшафтной архитектуры РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Вячеслав Николаевич Дул – кандидат фарм. наук, ведущий научный сотрудник Центра Химии природных соединений ФГБНУ ВИЛАР, IRID: 49772913

Елена Львовна Маланкина – доктор с.-х. наук, профессор, гл.н.с. лаборатории Ботанический сад ФГБНУ ВИЛАР, <https://orcid.org/0000-0003-0646-6904>, Author ID: 375217, gandurina@mail.ru

About the Authors:

Mikhail S. Antonenko – Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-6088-7908>, Correspondence Author, antonenko@vilarii.ru

Evgeniya Yu. Zuykova – assistant of the Department of Vegetable Growing, Institute of Horticulture and Landscape Architecture

Vyacheslav N. Dul – Cand. Sci. (Farm.), Leading Researcher, Center for Chemistry of Natural Compounds, VILAR, IRID: 49772913

Elena L. Malankina – Doc. Sci. (Agriculture), Prof., <https://orcid.org/0000-0003-0646-6904>, AuthorID: 375217, gandurina@mail.ru

• Литература / References

- Nowak A., Duchnik W., Makuch E., Kucharski Ł., Ossowicz-Rupniewska P. et al. *Epilobium angustifolium* L. Essential Oil—Biological Activity and Enhancement of the Skin Penetration of Drugs—*In Vitro* Study. *Molecules*. 2021;(26):7188. <https://doi.org/10.3390/molecules26237188/>
- Kowalik K., Polak-Berecka M., Prendecka-Wróbel M., Pigoń-Zajac D., Niedźwiedz I. et al. Biological Activity of an *Epilobium angustifolium* L. (Fireweed) Infusion after *In Vitro* Digestion. *Molecules*. 2022;27(3):1006. <https://doi.org/10.3390/molecules27031006>
- Kosalec I., Kopjar N., Kremer D. Antimicrobial Activity of Willowherb (*Epilobium angustifolium* L.) Leaves and Flowers. *Current Drug Targets*. 2013;(14):1389-4501. <https://doi.org/10.2174/13894501113149990177>
- Nowak A., Zagórska-Dziok M., Ossowicz-Rupniewska P., Makuch E., Duchnik W., Kucharski Ł., Adamiak-Giera U., Prowans P., Czapla N., Bargiel P. et al. *Epilobium angustifolium* L. Extracts as Valuable Ingredients in Cosmetic and Dermatological Products. *Molecules*. 2021;(26):3456. <https://doi.org/10.3390/molecules26113456>
- Karakaya S., Süntar I., Yakinci OF., Sytar O., Ceribasi S. et al. In vivo bioactivity assessment on *Epilobium* species: A particular focus on *Epilobium angustifolium* and its components on enzymes connected with the healing process. *Journal of Ethnopharmacology*. 2020;(262):113207. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113207>
- Антоненко М.С., Маланкина Е.Л. Перспективы использования листьев и соцветий кипрея узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) в качестве лекарственного растительного сырья (обзор). *Овощи России*. 2022;(1):72-78. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-72-78> EDN DCCXTG. [Antonenko M.S., Malankina E.L. Prospects for the use of leaves and inflorescences of fireweed (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) as a medicinal plant material (review). *Vegetable crops of Russia*. 2022;(1):72-78. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-72-78> EDN DCCXTG.]
- Асминг С.В. Морфолого-биологические особенности и экология видов рода *Epilobium* L. в Мурманской области. *Вестник ОГУ*. 2007;(10):128-134. EDN IJXAVD. [Asming S.V. Morphological and biological features and ecology of species genus *Epilobium* L. in Murmansk region. *News of Orenburg State University*. 2007;(10):128-134. EDN IJXAVD.] (in Russ.)
- Полежаева И.В. Эколого-географические особенности накопления биологически активных веществ кипрея узколистного (*Chamaerion*

angustifolium (L.) Holub), произрастающего на территории Красноярского края. автореф. дис. канд. биол. наук. Красноярск, 2007. 19 с. [Polezhaeva I.V. Ecological and geographical features of the biologically active substances accumulation in *Chamaerion angustifolium* (L.) Holub from Krasnoyarsk region. Candidate of Biological Science dissertation. Krasnoyarsk, 2007, 19 p. (in Russ.)]

9. Adamczak A., Dreger M., Seidler-Łożykowska K., Wielgus K. Fireweed (*Epilobium angustifolium* L.): botany, phytochemistry and traditional uses. A review. *Herba Polonica*. 2019;(3):51-63. DOI: 10.2478/hepo-2019-0018.

10. Царев В.Н., Базарнова Н.Г., Дубенский М.М. Кипрей узколистный (*Chamaerion angustifolium* L.) химический состав, биологическая активность (обзор). *Химия растительного сырья*. 2016;(4):15-26. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2016041549>. EDN XELWZJ. [Tsarev V.N., Bazarnova N.G., Dubenskii M.M. Fireweed (*Chamaerion angustifolium* L.) chemical composition, biological activity. *Chemistry of plant sources*. 2016;(4):15-26. (in Russ.) <https://doi.org/10.14258/jcprm.2016041549>. EDN XELWZJ.]

11. Panche A.N., Diwan A.D., Chandra S.R. Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*. 2016;(5):15, <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>

12. Тарховский Ю.С., Ким Ю.А., Абдралилов Б.С., Музафаров Е.Н. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина. Пушино: Synchrobook, 2013. 310 с. [Tarkhovskiy Yu.S., Kim Yu.A., Abdrasilov B.S., Muzafarov E.N. Flavonoids: biochemistry, biophysics, medicine. Pushchino: Synchrobook, 2013. 310 p. (in Russ.)]

13. Malankina E.L., Antonenko M.S. Das schmalblättrige Weidenröschen (*Epilobium angustifolium* L.). *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*. 2019;23(3):115-117.

14. Monschein M., Jandl K., Buzimkić S., Bucar F. Content of phenolic compounds in wild populations of *Epilobium angustifolium* growing at different altitudes. *Pharm Biol*. 2015;53(11):1576-82. <https://doi.org/10.3109/13880209.2014.993039>.

15. Ипатов В.С., Мирин Д.М. Описание фитоценоза: методические рекомендации. Учебно-методическое пособие. Спб., 2008. 71 с. [Ipatov V.S., Mirin D.M. Description of phytocenosis: guidelines. Educational book. Saint Petersburg, 2008, 71 p. (in Russ.)]

16. Jürgenson S., Matto V., Raal A. Vegetational variation of phenolic compounds in *Epilobium angustifolium*. *Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters*. 2012;26(20):1951-1953. <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2011.643310>