

Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-1-72-78>
УДК 633.88:582.776.6-027

М.С. Антоненко*, Е.Л. Маланкина

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

*Автор для переписки: antonenko@vilarnii.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Все авторы участвовали в написании статьи, прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Для цитирования: 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>

Поступила в редакцию: 30.01.2022

Принята к печати: 14.02.2022

Опубликована: 25.02.2022

Michail S. Antonenko*, Elena L. Malankina

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

*Correspondence Author: antonenko@vilarnii.ru

Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Author contributions: All authors reviewed and agreed to the published version of the manuscript.

For citations: 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>

Received: 30.01.2022

Accepted for publication: 14.02.2022

Published: 25.02.2022

Перспективы использования листьев и соцветий кипрея узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) в качестве лекарственного растительного сырья (обзор)



Резюме

Актуальность. Растущий спрос на натуральные источники для фармацевтической и пищевой промышленности в совокупности с исследованиями химического состава кипрея узколистного, раскрывающими лекарственные свойства данного растения, демонстрируют потребность в использовании листьев и цветов кипрея узколистного в качестве лекарственного растительного сырья. В связи с этим представляется целесообразным провести изучение биологических свойств, химического состава и эколого-ландшафтных особенностей кипрея.

Методика. Статья содержит сведения из литературных источников о накопленных результатах фармацевтических, химических, биологических, экологических и географических исследований кипрея узколистного. Сведения, полученные из литературных источников, были систематизированы по тематикам исследования и изложены в логической последовательности.

Результаты. Рассмотрены вопросы применения данного растения в медицине и пищевой промышленности, обозначены основные проблемы сбора дикорастущего сырья кипрея и последующей его переработки. Представлено современное состояние исследований кипрея по вышеперечисленным направлениям, проведён детальный анализ биологических и экологических особенностей кипрея и исходя из этого обозначены основные направления дальнейшей работы по введению иван-чая узколистного в культуру для более полного и рационального его использования в медицине и в пищевой промышленности. В статье представлен анализ возникающих при интродукции проблем, в частности совершенствование приёмов вегетативного размножения, отбор перспективных по содержанию фенольных соединений популяций и возможности экзогенной регуляции содержания целевых соединений в сырье.

Заключение. В результате проведённого анализа можно сделать вывод, что несмотря на наличие относительного большого числа работ, посвящённых кипрею, некоторые связанные с ним вопросы освещены слабо. Например, тема культивирования и использование регуляторов роста. Таким образом, обозначены наиболее перспективные направления исследования при введении кипрея в культуру.

Ключевые слова: *Chamaenerion angustifolium*, *Epilobium angustifolium*, кипрей узколистный, лекарственное растительное сырье

Prospects for the use of leaves and inflorescences of fireweed (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) as a medicinal plant material (review)

Abstract

Relevance. Currently pharmaceutical industry, food industry and chemical laboratories demonstrate an increasing interest in natural plant sources, including *Chamaenerion angustifolium*. Modern researches reveal more and more medicinal properties of this plant. For this reason, the demand for the use of fireweed as a medicinal plant, especially its leaves and flowers, is very high. It means, that the study of biological properties, chemical composition, ecological and landscape features of fireweed is of scientific and practical interest.

Methods. This article contains information from literary sources about pharmaceutical, chemical, biological, ecological and geographical studies of *Chamaenerion*, its results and recommendations. Obtained from other researches information was systematized by research topics and presented in a logical sequence.

Results. The issues of using this plant in medicine and food industry are also considered here, along with the description of collecting natural fireweed problems and the main ways of cultivating this species. The modern condition of fireweed research is shown, a detailed analysis of fireweed biological and ecological characteristics is carried out and on this basis, the main directions for further work on the introduction of *Chamaenerion* into culture for its more complete and rational use in medicine and in the food industry are outlined in this article. The article presents an analysis of the problems that arise during the introduction, in particular, the improvement of vegetative reproduction techniques, the selection of populations promising in terms of the phenolic compounds content and the possibility of target compounds content in plants by the exogenous regulation.

Conclusion. Despite the presence of a relatively large quantity of works devoted to *Chamaenerion*, some research topics are poorly covered. For example, the topic of cultivation and the use of growth regulators. The most promising directions for the future study of *Chamaenerion* are indicated in this article.

Keywords: *Chamaenerion angustifolium*, *Epilobium angustifolium*, fireweed, medicinal plants, natural resources

Введение

Использование растений как источников лекарственных и биологически активных веществ издревле практиковалось человеком. С появлением химической промышленности, позволяющей массово синтезировать заданные вещества, лекарственное растениеводство не исчезло, а заняло свою хозяйственную нишу благодаря следующим своим преимуществам. Во-первых, многие вещества и комплексы веществ, содержащиеся в растениях, синтезировать либо дорого, либо пока ещё вовсе невозможно. Во-вторых, применение лекарственных растительных препаратов снижает риск возникновения побочных эффектов, а срок их применение при хронических заболеваниях существенно выше.

Кипрей узколистный (Иван-чай, Копорский чай) известен как лекарственное и пищевое растение умеренных широт северного полушария. Он распространён и широко применяется в Северной и Центральной Европе [1], в США и Канаде [2, 3], практически во всех лесных и лесостепных регионах России, причём как в европейской части, так и в Сибири, и на Дальнем Востоке [4, 5]. О популярности кипрея как сырья для чая говорит тот факт, что одно из своих названий – Копорский чай – он получил благодаря селу Копорье в Ленинградской области, где с давних пор производили этот продукт [2, 6].

Важно отметить, что в настоящее время наблюдается желание производителей культивировать иван-чай, так как добыча сырья в природе связана с рядом трудностей, например, ограничение по времени транспортировки свежеобработанного сырья, произрастания кипрея в труднодоступных районах, а также возможные существенные колебания химического состава сырья. Таким образом актуален вопрос о введении кипрея в культуру и номенклатуру официального лекарственного растительного сырья [2].

Целью данной работы является обобщение имеющихся сведений по химическим, биологическим, экологическим и географическим особенностям иван-чая, их анализ, выявление возможных проблем при введении в культуру и определение перспективных направлений по изучению выращивания кипрея узколистного.

Ботаническая характеристика

Иван-чай узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.), Scop.) относится к роду Иван-чай (*Chamaenerion*) семейства Кипрейные или Ослинниковые (*Onagraceae*) [7]. По данным чешского ботаника Josef Holub (1972), он включен в род *Epilobium* (*E. angustifolium*) из того же семейства, и в зарубежных научных изданиях принято именно последнее название [1]. Этот вид был выделен некоторыми исследователями в род *Chamaenerion* (иногда называемый *Chamerion*), а не *Epilobium* на основании нескольких морфологических отличий: спиральное (а не противоположное или мутовчатое) расположение листьев; отсутствие (а не наличие) гипантия; почти равные тычинки (а не тычинки в двух неравных оборотах); зигоморфные (а не актиноморфные) тычинки и рыльце. Согласно этой таксономической структуре, *Chamaenerion* и *Epilobium* являются монофилетическими сестринскими родами [8, 9, 10]. Молекулярные исследования показали, что это отдельная группа растений [11, 12, 13]. Вид *E. angustifolium* включает два подвида *Epilobium angustifolium* subsp. *circumvagum* Mosquin и *Epilobium angustifolium* subsp. *macrophyllum* (Hausskn.) Hultjn. [14]

Кипрей – многолетнее травянистое корневищное растение. Корневище ползучее. Быстрое вегетативное размножение возможно благодаря многочисленным почкам, образующимся на вертикальных и горизонтальных корнях. Стебель кипрея густо облиственный, прямостоячий, высотой в среднем 50-150 см, однако встречаются образцы высотой более 2 м. Листья сидячие, очерёдные, линейно-ланцетные. Цветки обоопольные, диаметром около 3 см, бледно-розовые или фиолетовые (рис.1). Цветки сгруппированы в верхушечную кисть

длинной 10-45 см, реже более 45 см [15]. Граница между облиственной частью стебля и верхушечной кистью размытая. Редко встречается иван-чай с белыми цветками, так называемая белоцветковая форма кипрея (рис.2). Цветёт иван-чай в среднем с конца мая по конец июля. Плодоносит с середины июля. Плод – опушённая коробочка. Семена мелкие, менее 5 мм длиной [15]. Одно растение ежегодно образует до 76000 распространяемых ветром семян [16, 17]. Масса 1000 штук семян около 0,07 г [18], что характеризует их как очень мелкие, что затрудняет их посев сеялкой и последующую равномерную заделку. Растение перекрёстноопыляемое, и именно на этом виде было открыто перекрёстное опыление растений немецким ботаником Кристианом Конрадом Шпренгелем в 1790 году. Данная особенность будет осложнять семеноводство, и возрастает роль работки приёмов вегетативного размножения.

E. angustifolium – достаточно изменчивый вид по плоидности и соответственно морфологии и продуктивности, а вероятно и химическому составу. Диплоид, представляющий subsp. *angustifolium* (n=18) характеризуется почти сидячими листьями с округлым основанием, слабой опушённостью стебля и пыльцой с тремя порами. Они чаще встречаются в северных регионах ареала, в частности в Гренландии, Канаде, Аляске, Сибири и Северной Европе, а также имеют тенденцию развиваться на больших высотах. Полиплоидные растения subsp. *circumvagum* (n=36, 54), как правило, более крупные, листья имеют клиновидное основание и зубчатый край, а также от неопушённых до сильно опушённых жилки. Пыльца встречается как трёхпоровая, так и четырёхпоровая [19, 20, 21]. Тетраплоиды произрастают в



Рис.1. Кипрей узколистный
Fig.1. Fireweed narrow-leaved



Рис.2. Белоцветковая форма кипрея
Fig.2. White-flowered form of fireweed

более теплых и засушливых местообитаниях, занимающих южную часть ареала в Евразии и Северной Америке [2, 3]. Триплоиды ($n=27$) появляются в популяциях смешанной плоидности приграничных территорий [22]. О гексаплоидном кариотипе известно, что они встречаются в центральной Японии и китайской провинции Юньнань [23, 24].

Таким образом, при отборе образцов для интродукции, необходимо будет учитывать такой параметр как плоидность, который тянет за собой такие технологические показатели как урожайность, содержание фармакологически значимых соединений, технологичность при выращивании. И, учитывая столь сильное разнообразие в сочетании с достаточной долговечностью растений, снова встает вопрос о разработке именно вегетативных способов размножения в производстве, что позволит сохранить стабильность качественных показателей сырья.

Экологическая характеристика

Иван-чай, благодаря относительной неприхотливости и широкому распространению благоприятных для него условий в лесной и лесостепной зонах умеренного пояса, широко распространён по всему Северному полушарию. *E. angustifolium* – широко распространенный циркумбореальный вид, обитающий в умеренной зоне Северной Америки и Евразии от 25° до 70° северной широты. Произрастает как в низинах, так и в горах: в Швейцарии до 2530 м, в Северной Америке до 3960 м и в Гималаях до высоты 4850 м над уровнем моря [25]. Он встречается по всей территории России: от Калининградской области до тихоокеанского побережья и от границы леса с лесотундрой до границы лесостепей и степей. А в зонах высотной поясности он встречается и южнее равнинной зоны лесостепей. Так, в субальпийском высотном поясе кипрей можно встретить до высоты 2600 м [4].

Иван-чай узколистый принадлежит к опушечно-кустарниковой эколого-фитоценотической группе и является растением первых стадий сукцессии, т.е. занимает как пионерное растение освободившиеся местообитания. Занятию такой экологической ниши способствуют следующие свойства кипрея. Это требовательность к высокой минерализации и слабой задернованности почвы и неприхотливость к режиму увлажнения. Описанным требованиям удовлетворяют вырубки и гари, с которыми традиционно ассоциируются заросли кипрея. Установлено, что иван-чай заселяет вырубки в среднем на второй год после сведения леса, а уже на четвёртый год кипрей становится одним из доминантов сообщества, наряду с вейником, малиной. Однако удельный вес последних растёт по мере увеличения задернованности почвы [26]. Кроме высокой степени минерализации для иван-чая важны обилие солнечного света и повышенная влажность воздуха в ночное время. Важно отметить, что кипрей чувствителен к загрязнению почвы нефтепродуктами [27]. Несмотря на восприимчивость к загрязнению почвы нефтью, кипрей узколистый практически не накапливает радионуклидов, что расширяет территории, потенциально пригодные для его заготовки [27]. В литературе указывается, что нектарники и пыльники иван-чая на селитебных территориях вблизи автомагистралей загрязняются тяжелыми металлами, и расстояние от магистрали при сборе сырья должно превышать 200-250 м [28]. В ненарушенных ландшафтах кипрей встречается в альпийском и субальпийском горных поясах, а на равнине во влажных местообитаниях, близ водотоков [29].

Исходя из описанных требований к условиям местообитания, можно выделить следующие типы ландшафтов, где вероятность обнаружения куртин кипрея особенно высока. Среди природных ландшафтов – это светлые, преимущественно сосновые или мелколиственные леса на лёгких песчаных и супесчаных почвах,

песчаные террасы речных долин, опушки лесов; а среди природно-антропогенных ландшафтов – это вырубки, гари, зарастающие поля, просеки, насыпи [30].

С момента появления иван-чая на расчищенной от предшествующей растительности площади, основной способ его размножения – вегетативный, с помощью которого он расселяется на значительные площади, преодолевая до нескольких километров от первоначального места заселения. Через 8-10 лет после обоснования иван-чая на месте вырубки или гари накапливается значительное количество отмерших побегов кипрея, которые увеличивают плодородие почвы и уменьшают её минерализацию. Таким образом, возникает отрицательная обратная связь, а также растёт конкуренция со стороны других видов растений, в результате чего удельный вес кипрея уменьшается [27]. Таким образом, развитие иван-чайных сообществ является динамичным процессом, охватывающим срок 8-10 лет.

Анализируя накопленную к данному моменту информацию по экологии и биологии кипрея узколистного, можно с большой долей вероятности сформулировать предъявляемые этим видом требования к условиям выращивания. Прежде всего, это хорошо освещенные участки с лёгкими по механическому составу почвами и высокой степенью минерализации почвы. Предположительно эффективным периодом эксплуатации плантаций иван-чая можно считать 9-10 лет. С технологической точки зрения положительным моментом является высокая конкурентоспособность по отношению к сорной растительности.

Перспективы культивирования

Как было сказано выше, существует давняя практика сбора иван-чая в природе. Однако некоторые крупные производители чая, такие как "MaiFood" и "Русский Иван-чай" из Вологды активно осваивают культивирование кипрея [31]. Отметим, что у обоих способов существуют свои преимущества и недостатки. Привлекательность сбора в природе объясняется широкой распространённостью иван-чая почти по всей территории России, из-за чего его ресурсы кажутся практически неограниченными. Ограничивающим фактором здесь является сложность организации перевозки собранного сырья. Собранные листья и цветки необходимо быстро доставить на переработку, чтобы избежать потери полезных свойств сырья, а места сбора зачастую располагаются в отдалённых труднодоступных районах [32]. Вторая трудность, с которой сталкиваются заготовители, наличие морфологического и химического разнообразия сырья и, как следствие, непредсказуемое качество продукции. К сожалению, на сегодняшний день не удаётся найти большого и глубокого сравнительного исследования морфологического и химического разнообразия кипрея в полевых условиях. Часто авторы сравнивают образцы иван-чая из разных стран и мест, и нельзя точно сказать, что именно оказывает наибольшее влияние: погодные условия, почва, ландшафт в целом или наследуемые свойства.

Основным преимуществом культивирования являются возможность механизации сбора урожая и постоянство качественных показателей, что важно для производства лекарственных препаратов. Главными ограничивающими факторами при культивировании являются трудности размножения кипрея. Существуют три варианта размножения кипрея – семенами, корневыми черенками и микроклональное размножение [33]. Проблемы с посевом состоят в том, что семена очень мелкие, неодновременно созревают, что затрудняет сбор, и требуют особых условий для прорастания. Собрать и очистить семена очень сложно, потому что они имеют трудно отделяемые летучки (волоски). Сделаны попытки микроклонального размножения иван-чая, подобраны среды и режимы адаптации микрорастений

[34]. На сегодняшний день зарегистрированы только декоративные сорта, которые не прошли химические испытания. В 80-х годах 20 века была подготовлена диссертация Т.Н. Загуменниковой [33], где корневые черенки были предложены как наиболее благоприятный способ размножения. Тем не менее, и в этом случае есть сложности, такие как трудность выкопки корневищ с последующим их делением на посадочные единицы и сложность механизации посадки. Основные затраты в этом случае приходится на первый год выращивания. Однако, учитывая, что срок эксплуатации плантации не менее 9-10 лет, затраты на вегетативное размножение и ручной труд себя оправдывают. Данных об использовании регуляторов роста на кипрее узколистом нет. Учитывая повышенные требования к минерализации почвы, целесообразно будет применение минеральных удобрений. Однако опять же данных по влиянию их применения на биохимический состав сырья нами в литературе не обнаружено. В Вологодской ГМХА разработан ряд предложений по выращиванию иван-чая в качестве кормовой культуры [35, 36], где апробировано выращивание кипрея корневыми черенками с подземным сроком посадки с шириной междурядий от 15 до 70 см. Авторы рекомендуют проводить подкормку только азотными удобрениями [37]. Однако отсутствие других элементов питания может привести к снижению содержания ряда соединений вторичного метаболизма, что нежелательно в лекарственном растениеводстве. На данный момент перспективным считается способ микроклонального размножения кипрея, т.е. выращивание растений *in vitro*, генетически однородных с исходным материалом. Такой способ удобен для размножения растений, трудно выращиваемых семенным путём, к которым и относится кипрей. К тому же микроклональное размножение позволяет получить генетически однородный материал с заранее заданными свойствами, что выгодно для фармацевтической промышленности. В результате исследований, проведённых в 2018 году, установлено, что наиболее оптимальным сроком для изоляции эксплантов кипрея является ранняя стадия вегетации. Также была установлен оптимальный состав среды микроклонального размножения кипрея [38]. В проведённых в 2021 году опытах по микроклональному размножению кипрей продемонстрировал высокие показатели укореняемости. При закладке в почву прижились 95,5% образцов [39]. Важно отметить, что в данном эксперименте растения, выращенные *in vitro*, характеризовались высоким содержанием энетина В. Об этом ценном соединении будет сказано ниже.

Среди идентифицированных фитофагов кипрея преобладают 5 видов: цветущая Салли (*Aphisprae trica* Walk.), Травянистый жук (*Lygus rugulipennis* Popp.), Блоха ложной капусты (*Haltica oleracea* L.), Жук листьев пижмы (*Galeruca tanacetii* L.), желтый долгоносик (*Chlorophanus viridis* L.). [40] Болезни редко встречаются в России, только в отдельных местах можно найти ржавчину. *Puccinia gigantea* паразитирует на листьях *Epilobium angustifolium* и может привести к гибели побегов [40].

Химический состав

В результате фитохимических исследований кипрея установлено содержание в нём около 250 различных метаболитов, из которых в настоящее время подробно изучено 170 [23]. На первом месте по количественному содержанию стоят полифенолы, представленные флавоноидами, фенольными кислотами и эллаготаннинами. Причём содержание эллаготаннинов значительное и составляет 15% массы сухого листового сырья [41]. Также иван-чай содержит лигнаны, стероиды, тритерпеноиды, жирные кислоты и эфирные масла. В состав флавоноидов иван-чая входят агликоны флавонола: кемпферол, кверцетин имидри-

цетин. Причём наиболее характерным флавоноидом для кипрея является кверцетин 3-О-глюкоронид [42]. Наиболее распространёнными фенольными кислотами, содержащимися в кипрее, являются кофейная, эллаговая, феруловая, галловая, протокатеховая и изомеры кофеилхиновой кислоты. Стоит отметить энетин В – основное биологически активное соединение в числе эллаготаннинов, которое при этом является и наиболее распространённым из них [23]. В настоящее время процентное содержание кверцетина 3-О-глюкоурида и энетина В рекомендуется учитывать в качестве ключевого показателя при стандартизации растительного сырья [43]. Концентрация полисахаридов, большинство из них пектины, составляет около 15%. В верхних частях иван-чая встречаются также алкалоиды, аскорбиновая кислота, каротиноиды (α -, β -каротин, ликопин, лютеин, зеаксантин, виолаксантин). Важными соединениями являются стеролы (помимо β -ситостерола, кампестерола, стигмастерола) и тритерпены (олеаноловая кислота, урсоловая кислота, а- и b-амирин). В эфирном масле кипрея идентифицировано более 50 различных соединений, наиболее заметные из которых анетол и кариофиллены [44]. Из минералов обнаружены железо, марганец, бор и другие [45].

При организации сбора и культивирования иван-чая важно учитывать существенную межпопуляционную фитохимическую изменчивость. Так, выявлено различие в общем содержании флавоноидов и фенольных соединений в 26,7 мг/г и 73,9 мг/г соответственно при анализе образцов, собранных в фазу полного цветения в пределах одной природной зоны, но в различных популяциях [44].

В настоящее время нормативные документы, касающиеся кипрея узколистного представлены в основном ТУ для пищевой промышленности, а содержание действующих веществ не регламентировано (Всероссийская база данных ТУ) [46]. Современные лабораторные возможности позволяют более детально проанализировать сырьё и вероятно необходима разработка новых или модернизация имеющихся методик.

Фармакологическое действие

Иван-чай применяют для оказания как местного действия на организм (при обработке ран, язв), так и общего действия при приёме внутрь. В обоих случаях кипрей оказывает антимикробное, антисептическое, репаративное, вяжущее, успокаивающее действие. Иван-чай оказывает умеренное седативное, успокаивающее воздействие на организм, по транквилизирующим функциям незначительно уступая валериане лекарственной (*Valeriana officinalis* L.). Противовоспалительная активность листьев иван-чая значительно сильнее проявляется при использовании измельчённых листьев, чем цельных. Данный эффект объясняется комбинированным действием танинов и слизи [47]. Значительная антиоксидантная активность иван-чая позволяет использовать его в борьбе с опухолевыми заболеваниями и для вывода токсических веществ из организма. При этом максимальная суммарная антиоксидантная активность (8,80±0,27 г рутин на 100 г абсолютно сухого образца) наблюдается у неферментированных листьев кипрея, собранных в фазу полного цветения. При сборе сырья в фазу позднего цветения, а также после ферментации и сквашивания наблюдается уменьшение суммарной антиоксидантной активности до 55,7% [48]. Водно-спиртовой экстракт кипрея узколистного в эксперименте показал противовирусную активность, сопоставимую с коммерческими препаратами Ремантадин и Тамифлю [49]. Лекарственные и пищевые продукты из кипрея не имеют абсолютных противопоказаний, однако длительное их употребление не рекомендуется людям с повышенной свёртываемостью крови.

Использование в медицине и пищевой промышленности

В настоящее время установлено, что благодаря флавоноидам, содержащимся в основном в листьях кипрея, его можно использовать при лечении сердечно-сосудистых заболеваний, атеросклероза, язвы кишечника, заболевании печени и желчного пузыря. Благодаря кверцетину и витамину Р иван-чай способствует укреплению кровеносных сосудов, понижению кровяного давления [33]. Известные с давних пор противовоспалительные, ранозаживляющие и противоязвенные свойства кипрея также подтверждены современной наукой. Объясняются эти свойства наличием в листьях кипрея дубильных веществ пирогалловой группы и слизи. А седативный и противосудорожный эффект наблюдается благодаря алкалоидам, содержащимся в надземной части кипрея. Важное значение имеет возможность использовать иван-чай в борьбе с последствиями облучения и со злокачественными новообразованиями. Так, в СССР в Онкологическом центре РАН им. Блохина был установлен противоопухолевый эффект соцветий иван-чая и синтезировано высокомолекулярное соединение – ханерол, являющийся полифенолом из группы танинов, на основании которого был создан цитостатический препарат Ханерол. При этом установлено, что в качестве сырья для Ханерола лучше подходят цветки белоцветковой формы кипрея. Также высушенные этанольные экстракты были предложены в качестве средства от побочных эффектов химиотерапии. В числе синтезированных из кипрея веществ следует также упомянуть полифенолят висмута, обладающей антимикробной активностью. В 1980-х годах были проведены сравнительные испытания иван-чая с танинсодержащими растениями по степени эффективности противовоспалительных эффектов. Противовоспалительное действие кипрея узколистного было сильнее, чем у других растений с танинами, таких как *Bergenia crassifolia* и *Sanguisorba officinalis*. При условии, что противовоспалительный эффект связан с полисахаридами и флавоноидами [33].

Официальная наука подтвердила и пищевую ценность кипрея. Так, согласно исследованиям, проводившимся в СССР в 50-х и 70-х годах, надземная масса кипрея в пересчёте на сухое вещество содержит 18,8% протеина, 5,95% жира, 50,44% безазотистых экстрактивных веществ, 16,62% клетчатки, 8,14% золы, 0,75% кальция, 0,43% фосфора. Имеются сведения об успешных опытах применения надземной массы кипрея в качестве корма в животноводстве [35,36]. Ещё одна важная с точки зрения пищевой промышленности особенность иван-чая – его сахаропродуктивность и возможность использования его как мёдоноса. Так, масса мёда, которую может обеспечить дикорастущая заросль кипрея колеблется в пределах 43,2 кг/га – 1 т/га [33]. Важно отметить, что вышеперечисленные показатели сильно зависят от ландшафтных, климатических, экологических условий и фаз вегетации. Изучение данных зависимостей в настоящее время находится на начальной стадии [31].

Применение в народной медицине

Благодаря своим целебным свойствам, широкому ареалу и распространённости иван-чай был известен как целебное растение практически у всех народов бореального пояса северного полушария, причём как в Евразии, так и в Северной Америке [23]. Европейская традиционная фитотерапия практикует использование настоя листьев кипрея при лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта, печени, воспаления предстательной железы, почек, заболевания мочевыводящих путей, а также в борьбе с мигренью, бессонницей, инфекционными и простудными заболеваниями [50]. Помимо использования настоев для приёма внутрь, народы Европы также обращались к кипрею для

борьбы с повреждениями кожи и слизистых оболочек, а именно при лечении язв, ожогов, ран, воспалений носоглотки [44]. Иван-чай известен практически во всех культурах Европы, от Скандинавии до Балкан. Причём известен он как в культурах титульных наций европейских государств, так и в культурах малочисленных народов. Однако пищевое использование его у разных народов неодинаковое. Например, шведы использовали кипрей как добавку при производстве хлеба, а саамы, проживающие на севере Скандинавского полуострова и на Кольском полуострове на территории России, традиционно добавляют его в молоко [51].

В России использование иван-чая в народной медицине и в пищевой культуре также уходит корнями вглубь веков. Кипрей использовали как жаропонижающее, обволакивающее, вяжущее, ранозаживляющее средство. Его применяли при головных болях, эпилепсии, как снотворное, при простудах и расстройствах пищеварительной системы, как кровоостанавливающее средство, в том числе при маточных кровотечениях. Помимо этого, кипрей использовали при заваривании чая, как мёдоносное и кормовое растение. Эти же свойства кипрея известны и в тибетской медицине [33]. При этом сбор листьев кипрея для производства чая характерен для Европейской части России, а как мёдонос, иван-чай особенно популярен в Сибири [23]. С XVIII века начинается выращивание иван-чая в промышленных масштабах близь села Копорье на территории нынешней Ленинградской области [33].

В США и Канаде фитотерапевты применяют кипрей при коликах, диарее, гастроэнтерите, дизентерии и простатите. Выяснено, что иван-чай был известен как лекарственное растение индейцам Северной Америки, особенно Канады и Аляски. Так, индейцы с северных берегов озера Онтарио использовали кипрей как ранозаживляющее, противоязвенное средство. Индейцы Саскачевана использовали отвары кипрея для борьбы с кишечными паразитами, а для лечения кожных заболеваний применяли измельчённые корни. Жители Монтаны с помощью кипрея боролись с ректальным кровотечением, а обитатели Аляски знали кипрей как средство, стимулирующее секрецию грудного молока [23].

Заключение

Потребность в сырье иван-чая будет ежегодно увеличиваться, а требования к стабильности состава и качеству сырья у переработчиков, прежде всего, в медицинской промышленности, расти. Исходя из сказанного выше, основной проблемой при выращивании кипрея узколистного является разработка технологии вегетативного размножения, что связано с проблемой сбора и подготовки семян к посеву, их мелким размером и требованием к мелкой заделке или отсутствию таковой. И как следующая проблема – отбор наиболее продуктивных форм с высоким содержанием БАВ и последующее выведение сорта. Микрклональное размножение, по нашему мнению, стоит рассматривать как способ первичного размножения перспективных форм и будущих сортов.

Вторым важным аспектом эффективной технологии нам представляется разработка систем применения удобрений и микроэлементов для повышения не только урожая, но и целевых соединений в сырье.

Учитывая то, что нормативные документы были разработаны достаточно давно, необходимо при их актуализации предусмотреть совершенствование методики анализа сырья.

Об авторах:

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

Елена Львовна Маланкина – доктор с.-х. наук, профессор, гл.н.с. лаборатории Ботанический сад ФГБНУ ВИЛАР, gandurina@mail.ru

About the authors:

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

Elena L. Malankina – Doc. Sci. (Agriculture), Prof., gandurina@mail.ru

• Литература

- Holub J. Taxonomic and nomenclatural remarks on *Chamaenerion* auct. In: *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*. 1972;7(1):81-90. DOI:10.1007/BF02856384
- Martin S.L., Husband B.C. Adaptation of diploid and tetraploid *Chamerion angustifolium* to elevation but not local environment. *Evolution*. 2013;67(6):1780-1791. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/evo.12065>
- Thompson K.A., Husband B.C., Maherali H. Climatic niche differences between diploid and tetraploid cytotypes of *Chamaenerion angustifolium* (Onagraceae). *Am. J. of Botany*. 2014;101(11):1868-1875. DOI: 10/3732/ajb.1400184
- Горбунова Е.В., Горбунов Р.В. Перспективное направление переработки кипрея узколистного, как источника биологически активных веществ. *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. 2016;(5):85-90.
- Семенов С.Р., Телятьев В.В. Лекарственные растения Восточной Сибири. Иркутск, 1966.
- Рейкина М.М., Рейкина У.М. Русское золото - Копорский чай. Возвращение к истокам. В сборнике: XXII Международный Биосфорум. 2017. С.455-458.
- Шретер А.И., Панасюк В.А. Словарь названий растений. Таунус (Германия): Кельтц Сайентифик букс, 1999. С.175.
- Цвелёв Н.Н. О роде *Chamaenerion* Ség. (Onagraceae) на Кавказе. *Новости систематики высших растений*. 2014;(45):42-50.
- Sennikov A.N. *Chamerion* or *Chamaenerion* (Onagraceae)? The old story in new words. In: *Taxon*. 2011;60(5):1485-1488. DOI:10.1002/tax.605028
- Wagner W.L., Hoch P.C., Raven P.H. Revised classification of the Onagraceae. *Systematic Botany Monographs*. 83. American Society of Plant Taxonomists, 2007. P.1-243.
- Baum D.A., Sytsma K.J., Hoch P.C. A phylogenetic analysis of *Epilobium* (Onagraceae) based on nuclear ribosomal DNA sequences. *Syst. Bot.* 1994;19(3):363-385. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2419763>
- Levin R.A., Wagner W.L., Hoch P.C., Hahn W.J., Rodriguez A., Baum D.A. et al. Paraphyly in tribe Onagreae: Insights into phylogenetic relationships of Onagraceae based on nuclear and chloroplast sequence data. *Syst. Bot.* 2004;29(1):147-164. DOI: <http://dx.doi.org/10.3732/ajb.90.1.107>
- Levin R.A., Wagner W.L., Hoch P.C., Nepokroeff M., Pires J.C., Zimmer E.A. et al. Family-level relationships of Onagraceae based on chloroplast *rbcL* and *ndhF* data. *Am J Bot.* 2003;90(1):107-115. DOI: <http://dx.doi.org/10.1600/036364404772974293>
- URL: <http://www.theplantlist.org/tp1.1/search?q=Epilobium+angustifolium> The Plant List (дата обращения: 29.10.2021)
- Бурмистров А.Н., Никитина В.А. Иван-чай узколистный (кипрей) (*Chamaenerion angustifolium*). Медоносные растения и их пыльца. М.: Росагропромиздат, 1990. С.71-72.
- Broderick D.H. The biology of Canadian weeds. 93. *Epilobium angustifolium* L. (Onagraceae). *Can. J. Plant. Sci.* 1990. P.247-259. DOI: <http://dx.doi.org/10.4141/cjps90-027>
- Myerscough P.J. Biological flora of the British Isles. *Epilobium angustifolium* L. (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.). *J. Ecol.* 1980;(68):1047-1074.
- Wiese J.L., Meadow J.F., Lapp J.A. Seed weights for northern Rocky Mountain native plants with an emphasis on Glacier National Park. *Native Plants J.* 2012;(13):39-49. DOI: <http://dx.doi.org/10.3368/npj.13.1.39>
- Chen C.-J., Hoch P.C., Raven P.H., Boufford D.E., Wagner W.L. Onagraceae. *Flora of China*. Beijing. Science Press, 2007. P.400.
- Mosquin T.A. New taxonomy for *Epilobium angustifolium* L. (Onagraceae). *Brittonia*, 1966.
- Oberdorfer E.P. *Flanzensoziologische Exkursionsflor für Deutschland und angrenzende Gebiete*. Unter Mitarbeit von Angelika Schwabe und Theo Müller. 8., stark überarbeitete und ergänzte Auflage. Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim), 2001. P.681-682.
- Husband B.C., Schemske D.W. Cytotype distribution atadiplod-tetraploid contact zone in *Chamerion* (*Epilobium*) *angustifolium* (Onagraceae). *Am. J. of Botany*. 1998;85(12):1688-1694. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/244650>
- 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
- Guo W., Yang J., Sun X.-D., Chen G.-J., Yang Y.-P., Duan Y.-W. Divergence in eco-physiological responses to drought mirrors the distinct distribution of *Chamerion angustifolium* cytotypes in the Himalaya-Hengduan Mountains region. *Front Plant Sci*. 2016;31(7):1329. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2016.01329>
- URL: <http://herba.msu.ru/russian/departments/geobotany/bioflora/issues/download?id=12> Биологическая флора Московской области (дата обращения: 29.10.2021)
- Сергиенко В.Г., Соколова О.И. Динамика живого напочвенного покрова и естественное лесовозобновление на вырубках. *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. 2012;(2):35-41.
- Царёв В.Н., Базарнова Н.Г., Дубенский М.М. Кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* L.) химический состав, биологическая активность. *Химия растительного сырья*. 2016;(4):15-26. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2016041549>
- Еськов Е.К., Выродов И.В. Тяжелые металлы в нектарниках и пыльниках иван-чая на селитебных территориях. *Пчеловодство*. 2015;(6):10-11.
- Асминг С.В. Морфолого-биологические особенности и экология видов рода *Epilobium* L. в Мурманской области. *Вестник ОГУ*. 2007;(10):128-134.
- Антоненко М.С. Выявление потенциальных местообитаний кипрея узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.) картографическим методом на примере Переславского района Ярославской области. *Международная научная конференция «Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения» Сборник научных трудов*. М., ФГБНУ ВИЛАР, 2020. С.54-57.
- Malankina E., Antonenko M. Das Schmalblattrige Weidenruschen (*Epilobium angustifolium* L.) – Vergangenheit, Gegenwart und Perspektive. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*. 2019;(3):115-117.
- Антоненко М.С., Масляков В.Ю. Выявление благоприятных для произрастания популяций кипрея узколистного земель Вологодской области картографическим методом. В книге: *Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы VI Всероссийской научно-технической конференции*. Санкт-Петербург, 2021. С.25-27.
- Загуменикова Т.Н. Биологические особенности Иван-чая узколистного (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub.) при интродукции в средней полосе европейского части СССР : Автореф. дис.. канд. биол. наук. Центр. респ. ботан. сад. АН УССР. Киев, 1985.
- Dreger M., Gryszyńska A., Szalata M. et al. Micropropagation and HPLC-DAD, UPLC MS/MS analysis of oenotherin B and phenolic acids in shoot cultures and in regenerated plants of fireweed (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub.). *Plant Cell Tiss. Organ. Cult.* 2020;(143):653-663. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11240-020-01949-5>
- Старковский Б.Н. Разработка агроприёмов при возделывании кипрея узколистного на кормовые цели. Санкт-Петербург, 2003. 156 с.

36. Starkovskiy B., Simonov G., Malinovskaya Y. Cultivation of fireweed (*Epilobium angustifolium*) together with nettle dioecious (*Urtica dioica*). E3S Web of Conferences. 2020.
37. Капустин Н.И. Старковский Б.Н. Пат. 2286047 Российская Федерация МПК. А01G1/00. Способ возделывания кипрея узколистного (иван-чай) на кормовые и лекарственные цели в условиях культуры. №2004123032/12, 27.07.2004 заявл. 20.02.2006 опубл. 20.02.2006, Бюл. №30.
38. Горбунов Ю.Н., Молканова О.И., Егорова Д.А., Виноградова Ю.К. Оценка морфогенетического потенциала *in vitro* и адаптивной способности белоцветковой формы *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. Сборник трудов конференции "Ботаника в современном мире". Махачкала, 2018.
39. Dreger M., Seidler-Łożykowska K., Szalata M., Adamczak A., Wielgus K. Phytochemical variability during vegetation of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub. genotypes derived from *in vitro* cultures. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* (PCTOC). 2021;147(12):619-633. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11240-021-02154-8>
40. Зорин Д.П. Основные вредители иван-чая узколистного и меры борьбы с ними на севере Европейской части России. Санкт-Петербург, 2011. 148 с.
41. Baert N., Karonen M., Salminen J.P. Isolation, characterisation and quantification of the main oligomeric macrocyclic ellagitannins in *Epilobium angustifolium* by ultra-high performance chromatography with diode array detection and electrospray tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr. A*. 2015;(6):26-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2015.09.050>
42. Hevesi T.B., Blazics B., Kéry Á. Polyphenol composition and antioxidant capacity of *Epilobium* species. *J. Pharm Biomed Anal.* 2009;49(1):26-31. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpba.2008.09.047>
43. Schepetkin I.A., Ramstead A.G., Kirpotina L.N., Voyich J.M., Jutila M.A., Quinn M.T. Therapeutic potential of polyphenols from *Epilobium angustifolium* (fireweed). *Phytother Res.* 2016;30(8):1287-1297. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ptr.5648>
44. Kaškonienė V., Maruška A., Aкуңеса I., Stankevičius M., Ragažinskienė O., Bartkuvienė V. et al. Screening of antioxidant activity and volatile compounds composition of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub ecotypes grown in Lithuania. *Nat Prod Res.* 2016;30(12):1373-1381. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2015.1058792>
45. Валов Р.И. Фармакогностическое исследование надземной части *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. Улан-Удэ, 2012.
46. URL: <https://всеоссийская-база-ту.рф/tehnicheskije-usloviya-tu-na-ivan-chaj/> (дата обращения: 20.12.2021)
47. URL: <https://lektrava.ru/encyclopedia/ivan-chay/> (дата обращения: 03.12.2021)
48. Зеленков В.И., Лапин А.А., Корсун В.Ф., Корсун Е.В., Журавлев Д.В. Суммарная антиоксидантная активность иван-чая. Сборник научных трудов Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. РАЕН, Москва. 2017;(25):121-125.
49. Бабенко А., Турмагамбетова А.С., Алексюк М.С., Зайцева И.А., Соколова Н.С., Богоявленский А.П., Березин В.Э. Противовирусная активность *Chamaenerion angustifolium* или *Epilobium angustifolium*. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2014;(6):81-82. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=5193> (дата обращения: 03.11.2021)
50. Vogl S., Picker P., Mihaly-Bison J., Fakhrudin N., Atanasov A.G., Heiss E.H. et al. Ethnopharmacological *in vitro* studies on Austria's folk medicine – An unexplored lore in vitro anti-inflammatory activities of 71 Austrian traditional herbal drugs. *J. Ethnopharmacol.* 2013;149(3):750-771. DOI: 10.1016/j.jep.2013.06.007
51. Rogers R.D. Fireweed – a treasured medicine of the boreal forest. *Discovery Phytomedicine*, 2014;(1):10-15. DOI: 10.15562/phytomedicine.2014.16
5. Semenov S.R., Telyatiev V.V. Medicinal plants of East Siberia. Irkutsk, 1966. (In Russ.)
6. Reikina M.M., Reikina U.M. "Russian gold" Koperski tea. Back to the roots. XXII International Bios-Forum. Digest of articles. 2017. P.455-458. (In Russ.)
7. Shreter A.I., Panasyuk V.A. Plant name dictionary. Taunus (Germany): Keltz Scientific Books, 1999. P.175. (In Russ.)
8. Tsvelev N.N. About the genus *Chamaenerion* Seg. (Onagraceae) in the Caucasus. *News of embryophyte taxonomy.* 2014;(45):42-50. (In Russ.)
15. Burmistrov A.N., Nikitina V.A. Fireweed (*Chamaenerion angustifolium*). Nectar source plants and its pollen. M.: Russian agricultural industry publishing, 1990. P. 71-72. (In Russ.)
26. Sergienko V.G., Sokolova O.I. Dynamics of forest floor and reforestation in clearcut areas. *News of higher education. Forest journal.* 2012;(2):35-41. (In Russ.)
27. Tsarev V.N., Bazarnova N.G., Dubenskii M. M. Fireweed (*Chamaenerion angustifolium* L.) chemical composition, biological activity. *Chemistry of plant sources.* 2016;(4):15-26. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2016041549> (In Russ.)
28. Eskov E.K., Vyrodov I.V. Heavy metals in nectar and stamen of *Chamaenerion* in residential areas. *Beekeeping.* 2015;(6):10-11. (In Russ.)
29. 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. (In Russ.)
30. Antonenko M.S. Search for possible habitats of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. with cartographic method in Jaroslavl region Pereslavl district. Articles of International scientific conference "Modern trends in the development of health-saving technologies". Moscow, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants. 2020. P.54-57. (In Russ.)
32. Antonenko M.S., Maslyakov V.Yu. Searching for *Chamaenerion angustifolium* favorable lands in Vologda region by the cartographic method. Forests of Russia: politics, industry, science, education. Materials of the VI All-Russian Scientific and Technical Conference. Saint Petersburg, 2021. P.25-27. (In Russ.)
33. Zagumennikova T.N. Biological features of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub., its introduction in Central European USSR: Candidate of Biological Science dissertation, Kyiv, 1985. (In Russ.)
35. Starkovskii, B.N. Creating agricultural practices in the cultivation of *Chamaenerion angustifolium* for fodder purposes. Saint Petersburg, 2003. 156 p. (In Russ.)
37. Kapustin N.I., Starkovskii B.N., Patent 2286047 Russian Federation. А01G1/00. Method for cultivation of *Chamaenerion angustifolium* (Fireweed) for fodder and medicinal purposes under culture conditions. №2004123032/12, 27.07.2004. Bulletin №30. (In Russ.)
38. Gorbunov Yu.N., Molkanova O.I., Egorova D.A., Vinogradova Yu.K. Evaluation of *in vitro* morphogenetic potential and adaptive capacity of the white-flowered form of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. Articles of the conference "Botany in the modern world". Makhachkala, 2018. (In Russ.)
40. Zorin, D.P. The main pests of *Chamaenerion angustifolium* and ways of its control in the North of European Russia. Saint Petersburg, 2011. 148 p. (In Russ.)
45. Valov R.I. Pharmacognostic study of the stem of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. Ulan-Ude, 2012. (In Russ.)
48. Зеленков В.И., Лапин А.А., Корсун В.Ф., Корсун Е.В., Журавлев Д.В. Total antioxidant activity of *Chamaenerion angustifolium*. Articles of the conference "Non-traditional natural resources, innovative technologies and products." Russian Academy of Natural Sciences, Moscow. 2017;(25):121-125. (In Russ.)
49. Babenko A., Turmagambetova A.S., Aleksyuk M.S., Zaitseva I.A., Sokolova N.S., Bogoyavlenskii A.P., Berezin V.E. Antiviral activity of *Chamaenerion angustifolium* или *Epilobium angustifolium*. *International Journal of Applied and Basic Researches.* 2014;(6):81-82. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=5193> (date of the reference: 03.11.2021) (In Russ.)

• References (In Russ.)

4. Gorbunova E.V., Gorbunov R.V. Perspective direction for the conversing of *Chamaenerion angustifolium* as a source of biologically active substances. *Agricultural science news of Tavrida*, 2016;(5):85-90. (In Russ.)