

ПРОБЛЕМНАЯ СТАТЬЯ

КИПРЕЙ УЗКОЛИСТНЫЙ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Г.Р. Бушуева^{1*}, А.В. Сыроешкин², Т.В. Максимова², А.В. Скальный^{1,3}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, Москва

² Российский университет дружбы народов, Москва

³ Оренбургский государственный университет

РЕЗЮМЕ. Объектом настоящего обзора является кипрей узколистный, или иван-чай, широко распространенный на территории России. Кипрей узколистный давно и успешно применяется в народной медицине. Известны результаты исследований, свидетельствующие о высоком содержании в иван-чае биологически активных соединений, благодаря которым извлечения из кипрея проявляют значительную антиоксидантную, противоопухолевую, антибактериальную и противовирусную активности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: кипрей узколистный, *Chamaenerion angustifolium*, *Epilobium angustifolium*, флавоноиды, эллаготанины, фармакологическая активность.

ВВЕДЕНИЕ

Лекарственные растения – важнейший источник растительного сырья в медицинской промышленности. В народной фитотерапии на протяжении многих лет успешно применяются сотни лекарственных растений. Однако в настоящее время перечень лекарственных растений, внесенных в Государственную фармакопею, содержит всего 53 растений. Ограниченный список отечественных официальных растений значительно сужает возможности создания эффективных фитопрепаратов, выпускаемых промышленностью. В связи с этим актуальной представляется задача поиска и внедрения в практику новых лекарственных растений, пригодных для промышленного производства с целью создания лечебно-профилактических средств на их основе (Фозилова, 2014).

Одним из наиболее интересных растений является кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* L.), или иван-чай, что обусловлено широким терапевтическим применением его извлечений. В народе это растение называют кипрей, плакун, скрыпник, копорский чай, хлебница, мельничник, дремуха, маточник, ива-трава и т.д. Так, из-за схожести листьев кипрея с листьями ивы во многих иностранных источниках кипрей часто называют Willow-herb (*Epilobium angustifolium* L.), что в переводе означает «ива трава», а «скрыпун и плакун» – из-за соответ-

ствующего звука, возникающего при выдергивании травы из земли (Анненков, 1878). Иван-чай также называют «копорским чаем» по названию деревни Копоры в Ленинградской области, где его впервые в России стали использовать вместо китайского чая. При производстве такого чая не применяли ферментации, листья просто вялили. По всем органолептическим свойствам копорский чай напоминал чёрный китайский чай и имел спрос у самых широких слоёв общества на Руси (Корсун и др., 2013).

В настоящее время государство рассматривает «политику здорового питания» как важный фактор укрепления здоровья граждан России. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы научно обоснованного и рационального использования доступного и широко распространенного отечественного растительного сырья как важного источника физиологически функциональных ингредиентов и разработка с их использованием продуктов здорового питания – чайных напитков. К таким видам относится кипрей узколистный, который находит ограниченное применение в пищевых технологиях (Фозилова, 2014)

ОПИСАНИЕ КИПРЕЯ УЗКОЛИСТНОГО

Семейство кипрейных (*Oenotheraceae*) или онагриковых (*Onagraceae* Lindl.) включает в себя примерно 36 родов и до 500 видов. В роду

* Адрес для переписки:

Бушуева Гульнара Раисовна
E-mail: gulnara.khab@mail.ru

Chamerion (Rafin) около 160 видов; на территории СНГ и РФ произрастает 50 (Старковский, 2003). Наиболее распространенным из рода *Chamerion* (Rafin) является вид кипрея – кипрей узколистный *Chamaenerion angustifolium* L. (Hiermann et al., 1986; Корсун и др., 2013). Некоторые ботаники не выделяют иван-чай в отдельный род из рода кипреев, основываясь только на изучении морфологических признаков данного растения, а фитохимики часто используют прежнее название кипрея узколистного – *Epilobium angustifolium* L. Кипрей узколистный произрастает в западных областях Северной Америки и Мексики, на территории Российской Федерации (все районы Кавказа, Западная и Восточная Сибирь, Дальний Восток, Средняя Азия). Из 20 видов рода *Chamerion* (Rafin) на территории Российской Федерации встречаются шесть дикорастущих кипрейных: кипрей мелкоцветковый, кипрей болотный, кипрей горный, кипрей широколистный, кипрей даурский и кипрей узколистный. Многие растения семейства кипрейных введены в культуру в качестве декоративных (Королёва и др., 1973; Красноборов и др., 2000).

Кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub; *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.; *Epilobium angustifolium* L.) – многолетнее травянистое растение высотой 60–150 см., с моноциклическими побегами (цикл развития побега завершается в течение одного вегетационного периода), геофит, (т.е. растение, у которого почки возобновления скрыты в почве) (Myerscongh, 1980). Для этого растения характерна поверхностная обильно ветвящаяся корневая система, в границах которой можно наблюдать корни IV–V порядков ветвления. В процессе онтогенеза главный корень может отмирать, и в этом случае растение становится корнеотпрысковым. Корни нарастающие, крупные, мясистые, 1,5–2 см в диаметре, в длину достигают свыше 5 м и имеют характерную коричневатую-розовую или золотисто-коричневую окраску. Надземные побеги с немногочисленными, нерегулярно возникающими боковыми ответвлениями. Вверху побеги нередко опушены мелкими белыми прижатыми волосками (Забелкин, Уланова, 1995). Стебли прямые, гладкие, округлые, полые. Соцветие – верхушечная кисть, цветки в пределах соцветия развиваются строго акропетально (т.е. «снизу вверх»). Окраска лепестков колеблется от красновато-пурпурной до розовой. Плод – четырехстворчатая длинная коробочка, в зрелом состоянии длина достигает 10–15 см, вскрывается четырьмя продольными створками. Положение коробочек на стебле сначала горизонтальное, а после их созревания – почти вертикальное. Семена – многочисленные, светло-

коричневые, 1–3 мм длиной, 0,25 мм шириной, с летучкой – пучком волосков длиной более 13 мм (Старковский, 2003).

Кипрей узколистный растет на свежих супесчаных и суглинистых почвах на вырубках, прогалинах в хвойных и смешанных лесах, вблизи канав, на осушенных торфяниках, вдоль железнодорожных насыпей, цветет в июне-августе (Минаева, 1991; Злобина, 2009). Заготавливают листья и нераспустившиеся бутоны отдельно в период цветения; сушат в тени с вентиляцией (Корсун и др., 2013).

Кипрей узколистный широко известен как пищевое, а также как ценное кормовое растение и является прекрасным летним медоносом. Медопродуктивность достигает 600 кг и более с гектара зарослей (Трэбэн, 1994). Финские ученые приводят интересные данные о высокой антимикробной активности меда из травы кипрея в отношении *Streptococcus pneumoniae*, *S. pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, and *methicillin-resistant S. aureus* (Huttunen et al., 2013). Кипрей узколистный обладает комплексом хозяйственно-полезных свойств: имеет высокую продуктивность зеленой массы до 60 т/га, долговечен, на одном месте живет до 15 лет, по содержанию протеина не уступает бобовым травам. Может расти как на сильнокислых почвах с pH 4,0–4,2, так и на нейтральных по кислотности почвах pH 6,0–6,5 (Старковский, 2003).

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КИПРЕЯ УЗКОЛИСТНОГО

За последние годы проводились научные исследования по химическому составу и стандартизации отечественных видов кипрея узколистного. Р.И. Валовым (2012), И.В. Полежаевой, Н.И. Полежаевой, Л.Н. Меняйло, Н.И. Павленко (2005) проведен химический анализ надземной части *Ch. angustifolium* с использованием современных методов. Разработаны проекты фармакопейных статей «Трава иван-чая узколистного» и «Экстракт иван-чая узколистного сухой» (Валов, 2012; Полежаева И.В. и др. 2005).

Из литературных данных известно содержание широкого спектра биологически активных веществ (БАВ) в разных частях кипрея узколистного: в *корневищах* содержатся углеводы (крахмал, слизь 15%, сахара, пектин), алкалоиды 0,1%, дубильные вещества 3–20%, фенолкарбоновые кислоты (галловая кислота), флавоноиды, жирное масло, танин (до 20 мг%); *стебли* содержат дубильные вещества 4–6%; *цветки* – следы алкалоидов, витамин С (этого антиоксиданта в кипрее в 3 раза больше, чем в апельсинах и в 6,5 раза больше, чем в лимонах – от 90 до 588 мг%

на 100 г сырой травы) (Минаева, 1991; Злобина, 2009; Корсун др. 2013), дубильные вещества; лепестки – антоцианы; пыльца – высшие жирные кислоты (линолевая, пальмитиновая); плоды – флавоноиды (сексангуларетин, кемпферол, кверцетин, мирицетин); семена – жирное масло; листья – слизь 15%, пектин, ликопин, лигнин (до 21,67% вес), хлорофил а и b, каротин (до 4,16% вес), сахара, органические кислоты, кумарины, флавоноловые, алкалоиды (0,1–1%), антоциановые соединения (до 30,11% вес), органические кислоты (2,9%), дубильные вещества (до 5,65–20% вес), тритерпеноиды (1,3–1,9%), эфирное масло, фенолкарбоновые кислоты, танин (до 10 мг%) (Старковский, 2003; Лебедев, 2003; Валов, 2012). Содержание данных соединений лежит в основе выраженного иммуномодулирующего эффекта кипрея узколистного (Jones et al. 2000; Schmandke, 2004; Kaškonienė et al., 2015).

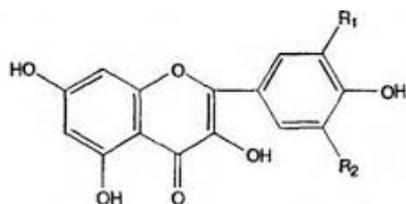
В отечественной и зарубежной литературе найдены сведения о наличии в траве кипрея узколистного целого ряда активных компонентов. В нем идентифицированы:

фенилпропаноиды и фенолкарбоновые кислоты: хаманериевая кислота, феруловая и кофейная кислоты, 3-О-кофеилхинная и 5-о-кофеилхинная кислоты;

гликозидированные и свободные флавоноиды, в основном производных кемпферола – афцелин (кемпферол-3-О-рамнозид), кемпферол-3-О-глюкуронид, мирицетин – сексангуларетин, мирицетин-3-О-глюкозид, мирицетин-3-О-арабинозид, мирицетин-3-О-рамнозид, кверцетин – авикулярин (кверцетин-3-О-арабинозид), кверцетрин (кверцетин-3-О-рамнозид), гиперозид (кверцетин-3-О-галактозид), миквелианин (кверцетин-3-О-глюкуронид), изокверцетин (кверцетин-3-О-глюкозид), кверцетин-3-С-(6"-галлоил) – галактозид;

кумарины – кумарин, умбеллиферон, скополетин;

дубильные вещества – эллаговая кислота, галловая кислота и метилгаллат (Сасов, Петрова, 1986; Hiermann, 1997; Nevesi Tóth et al. 2009; Валов, 2012; Monschein et al., 2015):



$R_1 = R_2 = H$ — кемпферол
 $R_1 = OH, R_2 = H$ — кверцетин
 $R_1 = R_2 = OH$ — мирицетин
 $R_1 = OCH_3, R_2 = H$ — изорамнетин

Исследования распределения фенольных соединений по морфологическим группам *Ch. angustifolium* показало, что для листьев характерно накопление танинов (203,86 мг/г), для цветков – флавоноидов (82,58 мг/г) и антоцианов (2,07 мг/г); в стеблях содержание фенольных соединений наименьшее. В составе флавоноидов листьев преобладают миквелианин (33,62 мг/г) и кверцетин-3-С-(6"-галлоил) – галактозид (7,82 мг/г), цветков – афцелин (28,85 мг/г) и кемпферол-3-О-глюкуронид (21,93 мг/г); основными флавоноидами стеблей являются миквелианин (6,97 мг/г) и кемпферол-3-О-глюкуронид (1,79 мг/г). Из группы флавоноидов преобладают афцелин (1,09–18,86 мг/г), миквелианин (7,91–26,65 мг/г) и кемпферол-3-О-глюкуронид (2,85–12,34 мг/г) (Валов, 2012). Исследования содержания БАВ травы *Ch. angustifolium* в условиях Иркутского района показали, что в зависимости от фаз фенологического развития содержание аскорбиновой кислоты (19,5–26,7 мг%), каротина (2,67–5,32 мг%) и флавоноидов (9,48–12,55%) максимально в фазе цветения растения, дубильных веществ – в фазе вегетации после плодоношения (17,0%) (Худоногова, 2015).

Также в разных видах кипрея содержатся эллаготанины – энотеин В (51,29–107,79 мг/г) и галлотанины (Ducrey, 1997; Schmandke, 2004; Feldman, 2005; Kaškonienė et al. 2015)

Имеется ряд сведений о составе жирных кислот, монотерпенов (Полежаева, 2007) алифатических кислот (Hiermann, 1997), стероидов (Hiermann, 1985; Juan et al., 1988) и тритерпеноидов (Glen, 1967) в надземной части кипрея узколистного. Есть сведения о наличии в кипрее 10 наиболее информативных жирных кислот: миристиновая, пентадекановая, пальмитиновая, пальмитоолеиновая маргариновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая (Максютина, 2010). В составе липофильных компонентов кипрея узколистного обнаружены Δ^3 -карен, 4-этил-1,2-диметилбензол, 3-гексен-1-ол, 3-туйен, α -пинен, камфен, бензальдегид, бензоальдегид, фелландрен, лимонен, линалоол, камфара, терпинеол, линалилпропиат, эвгенол (Полежаева, 2007; Валов, 2012), β -ситостерин и его эфиры, а также жирные кислоты – пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая урсоловая, олеаноловая, маслиновая и 2- α -гидроксиурсоловая (коросоловая) кислота (Hiermann, Maug, 1985; Juan et al., 1988). Среди летучих компонентов *транс*-2-гексенал (16,0–55,9% от всех летучих веществ) и *транс*-анетол (2,6–46,2%) были определены только в высушенных образцах, *цис*-3-гексенол (17,5–68,6%) – только в свежих образцах (Kaškonienė et al., 2015).

Тритерпеновые кислоты в составе сырья кипрея узколистного представляет особый интерес из-за широкого спектра физиологической активности. Урсоловая и олеаноловая кислоты – наиболее распространенные в растительном сырье из урсанового и олеананового рядов. Помимо известных из литературы тритерпеновых кислот кипрея узколистного за последние годы были обнаружены еще шесть: помоловая, бетулиновая, урсоловая, олеаноновая, ацетилурсоловая, ацетилолеаноновая (Кукина и др., 2009; 2010). Таким образом, в настоящее время методом хромато масс-спектрометрии идентифицировано 36 алифатических и 5 тритерпеновых кислот (Кукина, 2014). Все они обладают выраженной биологической активностью в разнообразных медико-биологических тестах (Balanehru, Nagarajan, 1991; Choudhary et al., 2008; Benalla et al., 2010).

В образцах вегетативной части растения выявлено 16 свободных аминокислот (3,2–3,4 %) и 24 макро- и микроэлементов (Лебедев, 2003; Валов, 2012). Авторами исследования отмечено, что химические элементы распределены по вегетативным частям неравномерно: Al, As, Ca, Se, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni и Sr больше накапливаются в листьях и стеблях, а Ba, V, Cd, Co, Hg, Pb и Se преобладают в цветках, при этом необходимо упомянуть о довольно большой концентрации железа, меди и марганца. В 100 г зеленой массы кипрея узколистного содержится 23 мг железа, 1,3 мг никеля, 2,3 мг меди, 16 мг марганца, 1,3 мг титана, 0,44 мг молибдена и 6 мг бора, в значительном количестве обнаружены калий, кальций, литий и др. (Полежаева и др., 2007). Наблюдается прямая зависимость накопления элементов от района произрастания растения (Полежаева и др., 2005; 2007), а максимальное содержание флавоноидов определено во время массового цветения ($11,12 \pm 0,34$ мг/г и $8,71 \pm 0,29$ мг/г соответственно) (Maruška et al., 2014).

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КИПРЕЯ УЗКОЛИСТНОГО

В народной медицине отвар травы кипрея узколистного используют как жаропонижающее, вяжущее, мягчительное, обволакивающее, ранозаживляющее средство, применяют при золотухе, головных болях, эпилепсии, а также при лечении различного вида злокачественных опухолей и как снотворное (Злобина, 2009; Минаева, 1991). О разнообразной биологической активности экстрактов иван-чая в традиционной медицине известно давно: антиоксидантное (Shikov et

al., 2006; Stajner et al., 2006), противовоспалительное (Hiermann et al., 1986), антиандрогенное (Hiermannet, Bucar, 1997), антипролиферативное (Vitalone et al., 2003), противогрибковое (Jones et al., 2000; Webster et al., 2008), антимикробное (Rauha et al., 2000; Battinelli et al., 2001), антиноцицептивное действие (Pourmorad et al., 2007). Один из основоположников отечественной фармакогнозии М.И. Варлаков считал, что кипрей стоит на первом месте по противовоспалительному действию, превосходя такие растения, как бадан, дуб, толокнянка и уступает только медицинскому, т.е. чистому танину (Корсун и др. 2013).

Кипрей узколистный является идеальным кладзем витаминов и жизненно необходимых микроэлементов, которые участвуют в окислительно-восстановительных процессах, повышают иммунитет, влияют на кроветворение и на активность витаминов в организме, а также имеют огромное значение при заболеваниях крови, атеросклерозе, некоторых видах опухолей (Кошечев, 1981; Полежаева и др., 2005).

Сочетание в кипрее слизи и танинов пирогалловой группы способствует нормализации деятельности кишечника, а также используется при воспалительных заболеваниях простаты, желудка, мочевого пузыря, почек, при лечении доброкачественной гиперплазии предстательной железы. Наличие пектиновых веществ и большого количества органических кислот способствуют детоксикации организма человека (Сараф, Оганесян, 1991; Корсун и др., 2013). Флавоноиды оказывают капилляроукрепляющее действие, что лежит в основе спазмолитического, противоопухолевого, противовоспалительного эффектов (Slacanin et al., 1991; Monschein et al., 2015). Кипрей узколистный оказывает болеутоляющее, жаропонижающее, сосудорасширяющее, антимикробное действие за счет наличия в его составе кумаринов (Махов, 1986). Листья и цветки, помимо седативного, оказывают противовоспалительное, ранозаживляющее и обволакивающее действие. Фитоэстрогены, фитогонадотропины и лектины, содержащиеся в листьях, оказывают общеукрепляющее, анаболическое действие (Корсун и др. 2013).

В начале 1970-х гг. группой российских специалистов из соцветий кипрея узколистного, собранных в фазу массового цветения, был получен лекарственный препарат «Ханерол», обладающий противоопухолевым действием. Ханерол относят к классу гидролизуемых танинов, основ-

ными компонентами являются галловая и хинная кислоты, изофлавоны и производные эллаговой кислоты. Содержание в кипрее галловой кислоты и ее производных тормозит развитие и вызывает гибель опухолевых клеток. Действие ханерола оказалось избирательным, он останавливал лишь некоторые виды злокачественных новообразований, например плоскоклеточный рак. По спектру активности он соответствует группе антиметаболитов, к которым, например, относится препарат 5-фторурацил (Рабинович, 2001). Фармакологами было доказано сходство действия кипрея узколистного с сильнодействующим препаратом амиазином, но у амиазина есть отрицательное свойство – он расслабляет скелетную мускулатуру, что ограничивает передвижение больных, принимающих данный препарат, в то время как кипрей узколистный не обладает таким эффектом (Корсун и др., 2013). Высокое содержание в листьях витамина С делает кипрей ценным витаминным средством в составе биологически активной добавки «Нейростабил» (Полежаева и др., 2005).

В настоящее время многие ученые находят новые виды фармакологической активности у извлечений кипрея. Так, например, учеными из Хорватии и Венгрии было доказано, что не только спиртовые, но и водные экстракты оказывают выраженные антимикробный и противогрибковый эффекты, и кипрей может быть использован при разработке дезинфицирующих препаратов (Silló et al., 2014). Различий в антимикробной активности между спиртовыми экстрактами из листьев или цветков кипрея узколистного не было найдено, при этом показано, что цитотоксичность извлечений из кипрея узколистного опосредуется главным образом путем апоптоза (Kosalec, 2013).

Кипрей успокаивает нервную систему, по седативным свойствам он несколько уступает валериане, но обладает свойствами, которых у валерианы нет – противосудорожным эффектом. Водный и углекислотный экстракты обладают антигипоксическими свойствами (Полежаева, 2007). Кипрей является модулятором настроения, снижает агрессивность, является стресспротектором, обладает умеренным седативным эффектом (Барнаулов, 2008). Есть сведения об использовании травы кипрея в виде монотерапии: для этого траву заваривают кипятком и употребляют как чай без подслащивания, так как сахар разрушает одно из действующих соединений – лектины, которые отвечают за противоопухо-

левый эффект (Корсун и др., 2008).

В последние годы много отрицательных слов можно услышать в отношении лекарственных растений, содержащие алкалоиды группы пирролизидина. В этот список включен и кипрей узколистный. А.С. Садовским было показано, что эти химические соединения могут вызывать токсический гепатит (Садовский, 2002). Однако проведенные исследования Е.Л. Тамм и Е.Е. Лесиовской по влиянию извлечений из кипрея узколистного на отдельные органы показали, что изучаемые извлечения не проявляли значимого гепатотоксического действия (Корсун и др., 2008).

Большой интерес у исследователей вызывает энотеин В. Это димер макроциклического эллаготанина, который является одним из основных биологически активных компонентов в кипрее узколистном (Ducrey et al., 1997). Исследования показали, что энотеин В проявляет значительную антиоксидантную (Feldman, 2005), антибактериальную и противовирусную активность (Hevesi Tóth et al., 2009). Терапевтический эффект полифенолов обусловлен непосредственным участием в моделировании клеточного ответа. Известно, что энотеин В обладает противоопухолевой активностью (Ramstead et al., 2012). Возможно, он не только индуцирует интерлейкин-1 β , но и модулирует функцию фагоцитов и усиливает выработку *гамма*-интерферона (IFN & gamma). Экстракты кипрея из-за высокого содержания энотеина В активны против клеток LNCaP рака простаты. Апоптоз клеток связан с активацией митохондриального пути (Stolarczyk et al., 2013).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщив литературные данные, с уверенностью можно назвать кипрей узколистный кладезем витаминов и жизненно необходимых микроэлементов. Богатый химический состав кипрея узколистного, произрастающего на разных континентах, а также широкий спектр фармакологического действия позволяют предположить, что кипрей узколистный может быть потенциальным растительным сырьевым источником для получения лекарственных средств различной направленности действия, а благодаря большому содержанию танинов – восстановить отечественное производство чая на его основе.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Анненков Н.И. Ботанический словарь. СПб.: Императорская Академия наук, 1878. С. 132–133.

(Annenkov N.I. [Botanical dictionary]. Saint Petersburg: Imperatorskaya akademiya nauk, 1878 [in Russ]).

Барнаулов О.Д. Фитотерапия больных бронхолегочными заболеваниями. СПб., 2008. 72 с.

(Barnaulov O.D. [Phytotherapy of patients with bronchopulmonary diseases]. Saint Petersburg, 2008 [in Russ]).

Валов Р.И. Фармакогностическое исследование надземной части *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. Дис. канд. фарм. наук. Улан-Удэ, 2012. 192 с.

(Valov R.I. [Pharmacognostic study of the aerial part of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop]. PhD thesis. Ulan-Ude, 2012 [in Russ]).

Забелкин Н.А., Уланова Н.Г. Иван-чай узколистый. Биологическая флора Московской области. Вып. 11. М.: Аргус, 1995. С. 166–191.

(Zabelkin N.A., Ulanova N.G. [*Chamaenerion angustifolium*]. In: [Biological flora of the Moscow region]. Vol. 2. Moscow: Argus, 1995. 166–191 [in Russ]).

Злобина Т. Целительная сила Алтая. Барнаул, 2009. 272 с.

(Zlobina T. [The healing power of Altai]. Barnaul, 2009 [in Russ]).

Королёва А.С., Красноборов И.М., Пеньковская Е.Ф. Определитель растений Новосибирской области. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1973. С. 368.

(Koroleva A.S., Krasnoborov I.M., Penkovskaya E.F. [Identification key to plants of the Novosibirsk Region]. Novosibirsk: Nauka. Sibirskoe otdelenie, 1973 [in Russ]).

Корсун В.Ф., Викторов В.К. и др. Русский Иван-чай. М.: Артес, 2013. 140 с.

(Korsun V.F., Viktorov V.K. et al. [Russian Ivan-chaj]. Moscow: Artes, 2013 [in Russ]).

Корсун В.Ф. и др. Фитолектины. М., 2008. 288 с.

(Korsun V.F. et al. [Phytolectins]. Moscow, 2008 [in Russ]).

Кошчев А.К. Дикорастущие съедобные растения в нашем питании. М., 1981.

(Koshchev A.K. [Wild edible plants in our diet]. Moscow, 1981 [in Russ]).

Красноборов И.М., Ломоносова М.Н., Шауло Д.Н., Вибе Е.И., Жирова О.С., Королюк Е.А., Красников А.А., Снытко О.Н., Тупицына Н.Н. Определитель растений Новосибирской области. Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 2000. 492 с.

(Krasnoborov I.M., Lomonosova M.N., Shaulo D.N., Vibe E.I., Zhironova O.S., Korolyuk E.A., Krasnikov A.A., Snytko O.N., Tupitsyna N.N. [Identification key to plants of the Novosibirsk Region]. Novosibirsk: Nauka. Sibirskoe predpriyatie RAN, 2000 [in Russ]).

Кукина Т.П., Сальникова О.И., Фролова Т.С. Липофильные компоненты иван-чая и других кипрейных – основа для получения биологически активных препаратов. Сб. науч. тр. II Междунар. съезда фитотерапевтов и травников «Современные проблемы фитотерапии и этнического травничества». М., 2010. С. 202–210.

(Kukina T.P., Salnikova O.I., Frolova T.S. [Lipophilic components of *Chamaenerion angustifolium* and other Onagraceae are the basis for production of biologically active drugs]. In: Proc II Int Congr "Modern problems of phytotherapy and ethnic herbalism". Moscow, 2010. 202–210 [in Russ]).

Кукина Т.П., Сальникова О.И., Фролова Т.С. Тритерпеновые кислоты вегетативных и генеративных органов *Chamaenerion angustifolium*. Материалы IV Всероссийской конференции «Новые достижения в химии и химтехнологии растительного сырья». Барнаул, 21–23 апреля 2009. С. 183–184.

(Kukina T.P., Salnikova O.I., Frolova T.S. [Triterpene acids of vegetative and generative organs of *Chamaenerion angustifolium*]. Proc IV All-Russ Conf "New advances in chemistry and chemical technology of plant raw materials". Barnaul, 2009. 183–184 [in Russ]).

Кукина Т.П., Фролова Т.С., Сальникова О.И. Липофильные кислоты иван-чая узколистого. Химия растительного сырья. 2014. № 1. С. 139–146.

(Kukina T.P., Frolova T.S., Salnikova O.I. [Lipophilic acids of fireweed]. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ya*. 2014, 1:139–146 [in Russ]).

Лебедев В.П. Клиническая фитотерапия. Новосибирск, 2003. 368 с.

(Lebedev V.P. [Clinical phytotherapy]. Novosibirsk, 2003 [in Russ]).

Максютина Н.П., Серeda П.И., Абудейтх З.Х., Брюзгина Т.С. Изучение жирнокислотного состава липидного комплекса кипрея узколистого (иван-чая). Фитотерапия. Часопис. 2010. № 4. С. 93–95.

(Maksyutina N.P., Sereda P.I., Abudeitkh Z.Kh., Bryuzgina T.S. [Study of fatty acid composition of the lipid complex of *Chamaenerion angustifolium*]. *Fitoterapiya. Chasopis*. 2010, 4:93–95 [in Russ]).

Махов А.А. Зеленая аптека: Лекарственные растения Красноярского края. Красноярск, 1986. 352 с.

(Makhov A.A. [Green pharmacy: Medicinal plants of the Krasnoyarsk Territory]. Krasnoyarsk, 1986 [in Russ]).

Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. Новосибирск, 1991. 431 с.

(Minaeva V.G. [Medicinal plants of Siberia]. Novosibirsk, 1991 [in Russ]).

Полежаева И.В. Изучение экстракции сжиженной углекислотой надземной части *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub. Материалы Всероссийской конференции «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья». Барнаул, 23–27 апреля 2007. С. 66–70.

(Polezhaeva I.V. [Study of extraction of the aerial part of *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub. by liquefied carbon dioxide]. In: Proc All-Russ Conf "New advances in chemistry and chemical technology of plant raw materials". Barnaul, 2007. 66–70 [in Russ]).

Полежаева И.В., Полежаева Н.И., Меняйло Л.Н. Аминокислотный и минеральный состав вегетативной части *Chamaenerion angustifolium* (L.) Holub. Химико-фармацевтический журнал. 2007. Т. 41. № 3. С. 27–29.

- (Polezhaeva I.V., Menyailo L.N., Polezhaeva N.I. Amino acid and mineral compositions of the vegetative part of *Chamerion angustifolium*. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2007, 41(3):146-148.)
- Полежаева И.В., Полежаева Н.И., Меньяйло Л.Н., Павленко Н.И., Левданский В.А. Изучение экстрактивных веществ *Chamerion angustifolium* (L.) Holub. *Химия растительного сырья*. 2005. № 1. С. 25–29.
- (Polezhaeva I.V., Polezhaeva N.I., Menyailo L.N., Pavlenko N.I., Levdanskiy V.A.. [Study of extractives of *Chamerion angustifolium* (L.) Holub.]. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja*. 2005, 1:25–29 [in Russ]).
- Рабинович А.М. Фитотерапия против рака. *Экология и жизнь*. 2001. № 5. С. 78–81.
- (Rabinovich A.M. [Phytotherapy against cancer]. *Ecology and Life*. 2001, 5:78–81 [in Russ]).
- Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Т. 3. Ленинград: Наука, 1987. С. 328.
- ([Plant resources of the USSR. Flowering plants, their chemical composition and the use]. Vol. 3. Leningrad: Nauka, 1987 [in Russ]).
- Садовский А.С. Побочные эффекты применения лекарственных трав, содержащих пирролизидиновые алкалоиды. *Материалы юбилейной конф. «Актуальные вопросы фитотерапии»*. М., 2002. С. 22–26.
- (Sadovskiy A.S. [Side effects of herbal medicines containing pyrrolizidine alkaloids]. In: *Proc Conf " Topical issues of herbal medicine"*. Moscow, 2002. 22–26 [in Russ]).
- Сараф, А.С., Оганесян, Э.Т. Флавоноиды – как потенциальные противоаллергические соединения. *Обзор. Химио-фармацевтический журнал*. 1991. № 2. С. 4–8.
- (Saraf A.S., Oganesyanyan E.T. Flavonoids as potential antiallergic compounds (review). *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 1991, 25(2):65-71).
- Сасов С.А., Петрова М.Ф. Фенолкарбоновая кислота из дубильных веществ *Chamerion angustifolium*. *Химия природных соединений*. 1986. № 1. С. 106–107.
- (Sasov S.A., Petrova M.F., Yartseva I.V. A phenol-carboxylic acid from the tannin substances of *Chamaenerium angustifolium*. *Chemistry of Natural Compounds*. 1986, 22(1):101).
- Старковский Б.Н. Разработка агроприемов при возделывании кипрея узколистного на кормовые цели. *Дис. канд. с-х. наук*. Вологда, 2003. 157 с.
- (Starkovskiy B.N. [Development of agricultural practices in the cultivation of *Chamaenerium angustifolium* for feeding purposes]. PhD thesis. Vologda, 2003 [in Russ]).
- Тахтаджян А.Л. *Жизнь растений*. Т. 5. Ч. 2. Цветковые растения. М.: Просвещение, 1980. С. 512.
- (Takhtadzhyan A.L. [Life of plants]. Vol. 5. Part 2. [Flowering plants]. Moscow: Prosveshhenie, 1980 [in Russ]).
- Трэбэн М. *Здоровье из аптеки, дарованной нам Господом Богом: Советы и опыт лечения травами*. Пер. с нем. М.: Славянский диалог, 1994. 12 с.
- (Treben M. *Gesundheit aus der Apotheke Gottes Ratschlage und Erfahrungen mit Heilkrautern*. Steyr: Wilhelm Ennsthaler, 1993).
- Фозилова В.В. Разработка и исследование потребительских свойств чайных напитков на основе кипрея узколистного. *Автореф. дис. канд. тех. наук*. Кемерово, 2014. 16 с.
- (Fozilova V.V. [Development and investigation of consumer properties of tea drinks based on *Chamaenerium angustifolium*]. PhD thesis abstract. Kemerovo, 2014 [in Russ]).
- Худогонова Е.Г. Биология, экология и продуктивность полезных растений Байкальской Сибири: анализ, прогнозирование и оптимизация использования (на примере Предбайкалья). *Дисс. докт. биол. наук*. 2015.
- (Hudonogova E.G. [Biology, ecology and productivity of useful plants of the Baikal Siberia: analysis, forecasting and optimization of the use (on example of Cisbaikalia)]. *DrSci thesis*. 2015 [in Russ]).
- Balanehru S., Nagarajan, B. Protective effect of oleanolic acid and ursolic acid against lipid peroxidation. *Biochem. Int*. 1991, 24:981–990.
- Battinelli L., Tita B., Evandri M.G., Mazzanti G. Antimicrobial activity of *Epilobium* spp. extracts. *Farmaco*. 2001, 56:345–348.
- Benalla W., Bellahcen S., Bnouham M. Antidiabetic medicinal plants as a source of alpha glucosidase inhibitors. *Curr Diabetes Rev*. 2010, 1(6–4):247–254.
- Choudhary M.I., Batool I., Khan S. N., Sultana N., Shah S. A., Ur-Rahman A. Microbial transformation of oleanolic acid by *Fusarium lini* and alpha-glucosidase inhibitory activity of its transformed products. *Nat Prod Res*. 2008, 22(6):489–494.
- Ducrey B., Marston A., Gohring S., Hartmann R.W., Hostettmann K. Inhibition of 5 α -reductase and aromatase by the ellagitannins oenothein A and oenothein B from *Epilobium* species. *Planta Med*. 1997, 63:111–114.
- Ducrey B., Wolfender J.L., Marston A., Hostettmann K. Analysis of flavonol glycosides of thirteen *Epilobium* species (Onagraceae) by LC-UV and thermospray LC-MS. *Phytochemistry*. 1995. 38(1):129-137.
- Feldman K.S. Recent progress in ellagitannin chemistry. *Phytochemistry*. 2005, 66:1984–2000.
- Glen A.T., Lawrie W., McLean J., El-Garby Younes M. Triterpenoid constituents of rose-bay willow-herb. *J Chem Soc*. 1967, 6:510–515.
- Hevesi Tóth B., Blazics B, Kéry A. Polyphenol composition and antioxidant capacity of *Epilobium* species. *J Pharm Biomed Anal*. 2009, 49(1):26–31.
- Hiermann A, Bucar F. Studies of *Epilobium angustifolium* extracts on growth of accessory sexual organs in rats. *J Ethnopharmacol*. 1997, 55:179–183.
- Hiermann A, Juan H, Sametz W. Influence of *Epilobium* extracts on prostaglandin biosynthesis and carrageenin induced oedema of the rat paw. *J Ethnopharmacol*. 1986, 17:161–169.

- Hiermann A., Bucar F. Studies of *Epilobium angustifolium* extracts on growth of accessory sexual organs in rats. *J Ethnopharmacol.* 1997, 55:179–183.
- Hiermann A., Mayr K. The investigation of active compounds from *Epilobium* species. The occurrence of sitosterol derivatives in *Epilobium angustifolium* L. and *Epilobium parviflorum* Schreb. *Scientia Pharmaceutica.* 1985, 53:39–44.
- Hiermann A., Mayr K. The investigation of active compounds from *Epilobium* species. The occurrence of sitosterol derivatives in *Epilobium angustifolium* L. and *Epilobium parviflorum* Schreb. *Scientia Pharmaceutica.* 1985, 53(1): 39–44.
- Hiermann A. Phytochemical characterization of *Epilobium angustifolium* L. and its differentiation to other *Epilobium* species by TLC and HPLC. *Scientia Pharmaceutica.* 1995, 63(2):135–144.
- Huttunen S., Riihinen K., Kauhanen J., Tikkanen-Kaukanen C. Antimicrobial activity of different Finnish monofloral honeys against human pathogenic bacteria. *APMIS.* 2013, 121(9):827–834.
- Jones N.P., Arnason J.T., Abou-Zaid M., Akpagana K., Sanchez-Vindas P., Smith M.L. Antifungal activity of extracts from medicinal plants used by First Nations Peoples of eastern Canada. *J Ethnopharmacol.* 2000, 73:191–198.
- Juan H., Sametz W., Hiermann A. Anti-inflammatory effects of a substance extracted from *Epilobium angustifolium*. *Agents and Actions.* 1988, 23:106–107.
- Kaškonienė V., Stankevičius M., Drevinskas T., Akuneca I., Kaškonas P., Bimbiraitė-Survilienė K., Maruška A., Ragažinskienė O., Kornyšova O., Briedis V., Ugenskienė R. Evaluation of phytochemical composition of fresh and dried raw material of introduced *Chamerion angustifolium* L. using chromatographic, spectrophotometric and chemometric techniques. *Phytochemistry.* 2015, 115:184–193.
- Kosalec I., Kopjar N., Kremer D. Antimicrobial activity of Willowherb (*Epilobium angustifolium* L.) leaves and flowers. *Curr Drug Targets.* 2013, 14(9):986–991.
- Maruška A., Ragažinskienė O., Vyšniauskas O., Kaškonienė V., Bartkuvienė V., Kornyšova O., Briedis V., Ramauskienė K. Flavonoids of willow herb (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub) and their radical scavenging activity during vegetation. *Adv Med Sci.* 2014, 59(1):136–141.
- Monschein M., Jaindl K., Buzimkić S., Bucar F. Content of phenolic compounds in wild populations of *Epilobium angustifolium* growing at different altitudes. *Pharm Biol.* 2015, 53(11):1576–1582.
- Myerscongh P.J. *Epilobium angustifolium* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. *J Ecol.* 1980, 68:1047–1074.
- Pourmorad F., Ebrahimzadeh M.A., Mahmoudi M., Yasini S. Antinociceptive activity of methanolic extract of *Epilobium hirsutum*. *Pak Biol Sci.* 2007, 10:2764–2767.
- Ramstead A.G., Schepetkin I.A., Quinn M.T., Jutila M.A. Oenothien B, a cyclic dimeric ellagitannin isolated from *Epilobium angustifolium*, enhances IFN γ production by lymphocytes. *PLoS One.* 2012, 7(11):e50546.
- Rauha J.P., Remes S., Heinonen M., Hopia A., Kahkonen M., Kujala T., Pihlaja H., Vuorela H., Vuorela P. Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *Int J Food Microbiol.* 2000, 56:3–12.
- Sakagami H., Jiang Y., Kusama K., Atsumi T., Ueha T., Toguchi M., Iwakura I., Satoh K., Ito H., Hatano T., Yoshida T. Cytotoxic activity of hydrolyzable tannins against human oral tumor cell lines – a possible mechanism. *Phytomedicine.* 2000, 7:39–47.
- Schepetkin I.A., Kirpotina L.N., Jakiw L., Khlebnikov A.I., Blaskovich C.L. Immunomodulatory activity of oenothien B isolated from *Epilobium angustifolium*. *J Immunol.* 2006, 183(10):6754–6766.
- Schmandke H. Ursolic acid and its derivatives with anti-tumor activity in berries of *Vaccinium* species. *Ernährungs-Umschau.* 2004, 51(6):235–237.
- Shikov A.N., Poltanov E.A., Dorman H.J., Makarov V.G., Tikhonov V.P., Hiltunen R. Chemical composition and in vitro antioxidant evaluation of commercial water-soluble willow herb (*Epilobium angustifolium* L.) extracts. *J Agric Food Chem.* 2006, 54:3617–3624.
- Silló S., Varga E., Belák Á., Maráz A. Phytochemical and antimicrobial investigation of *Epilobium angustifolium* L. *Acta Pharm Hung.* 2014, 84(3):105–110.
- Slacanian I., Marston A., Hostettmann K., Delabays N., Darbellay C. Isolation and determination of flavonol glycosides from *Epilobium* species. *J Chromatogr.* 1991, 557(1–2):391–398.
- Stajner D., Popovic B.M., Boza P. Evaluation of willow herb's (*Epilobium angustifolium* L.) antioxidant and radical scavenging capacities. *Phytother Res.* 2007, 21:1242–1245.
- Stolarczyk M., Naruszewicz M., Kiss A.K. Extracts from *Epilobium* sp. herbs induce apoptosis in human hormone-dependent prostate cancer cells by activating the mitochondrial pathway. *J Pharm Pharmacol.* 2013, 65(7):1044–1054.
- Tita B, Abdel-Haq H, Vitalone A, Mazzanti G, Saso L. Analgesic properties of *Epilobium angustifolium*, evaluated by the hot plate test and the writhing test. *Farmaco.* 2001, 56:341–343.
- Velasco L., Goffman F.D. Tocopherol and fatty acid composition of twenty-five species of Onagraceae Juss. *Botan J Linnean Soc.* 1999, 129(4):359–366.
- Vitalone A., Guizzetti M., Costa L.G., Tita B. Extracts of various species of *Epilobium* inhibit proliferation of human prostate cells. *J Pharm Pharmacol.* 2003, 55:68.
- Vitalone A., McColl J., Thome D., Costa L.G., Tita B. Characterization of the effect of *Epilobium* extracts on human cell proliferation. *Pharmacology.* 2003, 69(2):79–87.
- Webster D., Taschereau P., Belland R.J., Sand C., Rennie R.P. Antifungal activity of medicinal plant extracts; preliminary screening studies. *J Ethnopharmacol.* 2008, 115:140–146.

CHAMAENERION ANGUSTIFOLIUM – A PROMISING SOURCE OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS

G.R. Bushueva¹, A.V. Syroeshkin², T.V. Maksimova², A.V. Skalny^{1,3}

¹ All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Grina str. 7-1, Moscow 117216, Russia

² Peoples' Friendship University of Russia, Miklukho-Maklaya str. 6, Moscow 117198, Russia

³ Orenburg State University, Pobedy ave. 13, Orenburg 460018, Russia

ABSTRACT. The review is devoted to *Chamaenerion angustifolium* L., or Ivan-chai, widespread in Russia. Ivan-chai is also called «Koporian tea» for the name of Koporje villages in the Leningrad region, the first place in Russia where it was used to produce the beverage instead of Chinese tea. When producing this tea, one did not use fermentation, the leaves were just sun-dried. In its organoleptic properties the Koporian tea resembled black Chinese tea and was popular with wide range of social classes in Russia. *Chamaenerion angustifolium* grows mainly in western regions of North America and Mexico, in the Russian Federation, Caucasus, Central Asia.

Chamaenerion angustifolium is widely known as an edible and valuable forage plant; is an excellent summer honey plant. Russian and foreign literature reported a lot of biologically active components found in this herb. There have been identified: phenylpropanoids and phenol carbonic acids, glycosylated and free flavonoids, coumarins, tannins. There are a number of data on the composition of fatty acids, monoterpenes, aliphatic acids, sterols, and triterpenoids. Currently, by use of GC-MS, 36 aliphatic and 5 triterpene acids, 16 free amino acids (3.2-3.4%) and 24 macro and trace elements are identified in vegetative parts of the plant.

Chamaenerion angustifolium has analgesic, antipyretic, vasodilator, anti-microbial effect due to the presence of coumarin in its composition. The combination of mucus and tannins of the pyrogallic group contributes to the normalization of the bowel, and is also used at inflammatory diseases of the prostate, stomach, bladder, kidney, in the treatment of benign prostatic hyperplasia. The presence of pectin and a large number of organic acids contributes to the detoxification of the human body. *Chamaenerion* is a mood modulator; it reduces aggression, has a stress-protective and mild sedative effect.

The published data certainly allow *Chamaenerion angustifolium* to be considered an excellent storehouse of vitamins and essential trace elements.

KEYWORDS: *Chamaenerion angustifolium*, *Epilobium angustifolium*, flavonoids, ellagitannins, pharmacological activity.