

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Храмовой Елены Петровны «Род *Pentaphylloides* Hill (*Rosaceae*) Азиатской России (фенольные соединения, элементный состав в природе и культуре, хемотаксономия)» по специальностям 03.02.01 – «Ботаника» и 03.02.08 – «Экология» на соискание ученой степени доктора биологических наук.

В настоящее время в медицине ведущих стран мира существует устойчивая тенденция к широкому внедрению в практику средств природного происхождения, отличающихся низкой токсичностью, отсутствием побочных эффектов, мягкостью действия. Кроме того, весьма актуальным моментом является и импортозамещение растительного сырья на отечественное.

Среди веществ вторичного происхождения фенольным соединениям принадлежит видное место. Они представляют собой один из наиболее распространенных и многочисленных классов природных соединений, обладающих различными видами биологической активности. Фенольные соединения являются активными метаболитами клеточного обмена, играют большую роль в фотосинтезе, дыхании, росте и устойчивости растений к инфекционным болезням и техногенным воздействиям.

Многие тяжелые металлы, являясь составляющими компонентами ферментов, гормонов, витаминов и вторичных метаболитов в качестве комплексообразователей или активаторов, выполняют важные биологические функции в организме растений. Однако в концентрациях, превышающих необходимое содержание, тяжелые металлы проявляют сильные токсические свойства, что приводит к нарушению метаболизма растений, торможению их роста и развития, а при попадании по пищевой цепи в организм человека, способны вызывать нарушения баланса элементов и быть причиной патологических изменений. Поэтому определение содержания химических элементов, особенно, токсичных для организма человека и животных, является одним из необходимых условий при заготовке и переработке лекарственного и пищевого растительного сырья.

Диссертационная работа Храмовой Е.П. посвящена актуальной проблеме - установление особенностей состава и содержания фенольных соединений и химических элементов в растениях рода *Pentaphylloides* Hill (*Rosaceae*) Азиатской России в связи с видовой специфичностью, эколого-географическими факторами, онтогенезом и техногенным воздействием.

Диссертация состоит из введения, семи глав, выводов, списка использованной литературы и девятнадцати приложений, иллюстрирована 112 рисунками и 57 таблицами, изложена на 437 страницах. В работе использовано 382 литературных источника.

Во введении дана общая характеристика работы, включающая 1) актуальность темы, 2) цель и задачи исследования, 3) научная новизна, 4) научная и практическая значимость, 5) защищаемые положения, 6) апробация работы.

Схема работы не обычна, т.к. в **главе 1** охарактеризованы объекты исследования - азиатские виды рода *Pentaphylloides*, включая их таксономическое положение, ареал и экологическую приуроченность, а также практическое использование, целебные свойства и химический состав *Pentaphylloides fruticosa*, природные условия естественных местообитаний и районов интродукции растений рода *Pentaphylloides* и методы исследования.

Глава 2 начинается с литературного обзора по фенольным соединениям. Возможно, для диссертанта так было удобнее представлять огромный экспериментальный материал. На основе литературных данных подробно охарактеризованы особенности структуры и классификации фенольных соединений, их функциональная роль в жизни растений. Кроме того, обоснован выбор фенольных соединений - эллаговая кислота, катехин, производные кверцетина и кемпферола, в связи с их наиболее высокой антиоксидантной активностью. На основе собственных экспериментальных данных показано, что состав фенольных соединений надземных органов дикорастущего и интродуцированного *P. fruticosa* идентичен.

В **главе 3** приведены данные хемотаксономического исследования видов рода *Pentaphylloides* и выявлена специфичность видов по содержанию рамнетина, кверцитрина, астрагалина и одного неидентифицированного компонента. Продемонстрировано, что элементный состав представителей родового комплекса характеризуется относительной стабильностью, при этом достоверно не выявлено таксономической специфичности минерального состава растений на уровне видов. Повышенным уровнем ряда элементов (Mn, Fe, Zn, Cu, Br, Cr, Sr и Mo) характеризуются виды *P. fruticosa*, *P. mandshurica*, *P. gorovoi* и представляют интерес не только в качестве источников флавоноидов, но и микроэлементов.

В **главе 4** показано, что при изучении внутривидовой изменчивости наряду с морфологическими характеристиками весьма информативными являются и биохимические признаки. Проведена оценка эндогенной и индивидуальной изменчивости *P. fruticosa* в условиях культуры по содержанию фенольных соединений и 11-ти морфологическим показателям. Показано, что большинство количественных признаков характеризуются высокой эндогенной изменчивостью. Наименее изменчивы ширина и длина листа и конечной доли и их периметров, в то время как из биохимических

признаков наиболее стабильны «суммарное содержание фенольных соединений» и содержание компонента 10.

Сделано заключение о присутствии значительной внутри- и межпопуляционной изменчивости биохимических признаков *P. fruticosa* в условиях культуры. В результате детального изучения сезонных и суточных изменений фенольного состава *P. fruticosa* следует, что состав достаточно лабилен и вне зависимости от экологической природы, стадии вегетации, времени суток и органа растения остается идентичным. Варьирование качественного состава происходит, в основном, за счет минорных компонентов. Анализ полученных данных свидетельствуют о том, что фенольный состав является одной из сторон приспособительной изменчивости вида.

Сравнительный анализ состава и содержания фенольных соединений в природе и культуре показал, что состав фенольных соединений *P. fruticosa*, произрастающих в природе и выращенных в культуре (АФ ЦСБС, Республика Алтай и ЦСБС, г. Новосибирск) идентичен. Суммарное содержание фенольных соединений в листьях дикорастущих растений и выращенных в питомнике АФ ЦСБС практически одинаково, и на 40-50 % выше по сравнению с растениями из ЦСБС (г. Новосибирск), что согласуется с условиями произрастания растений – повышенным уровнем притока солнечной радиации и высотой произрастания над уровнем моря на Алтае.

В главе 5 достаточно подробно рассмотрены колебания уровней макро- и микроэлементов в органах *P. fruticosa* в зависимости от условий произрастания, разных возрастных состояний. Весьма интересно, что диссертант выявил связь повышенных уровней отдельных химических элементов с условиями их местообитания, например, марганца – с режимом увлажнения, меди – с высотой над уровнем моря и т.д. Кроме того, отмечено аккумуляирование некоторых элементов в органах: так кальций, калий, марганец и молибден преимущественно в листьях, а титан, цинк, стронций и бром – в стеблях; медь – в цветках.

Следует отметить, что на основе большого объема полученных экспериментальных данных убедительно показано, что *P. fruticosa* является перспективным источником лекарственного и пищевого сырья, обогащенного марганцем, кальцием, цинком и другими элементами. По всей вероятности, значительное аккумуляирование таких химических элементов как Mn, Ni, Ti и V является специфической особенностью *P. fruticosa*, т.к. высокие уровни их, особенно Mn и V, наблюдаются как в дикорастущих на Алтае, так и в разных органах и возрастных состояниях в интродуцированных растениях.

Установлено, что в одинаковых условиях интродукции накопление элементов растениями различных популяций связано с эколого-географическими условиями их

естественного произрастания, т.е. для создания высокопродуктивных сортопопуляций с высоким содержанием макро- и микроэлементов для лесостепной зоны Западной Сибири наиболее перспективны растения лугово-степной (усть-канской), лесной (иркутской) и лугово-степной (курайской) популяций. Кроме того, показано, что онтогенетические состояния *P. fruticosa* по морфологическим признакам различаются и по элементному составу.

Обнаруженные закономерности, экспериментальные данные, описанные в главах 4 и 5, имеют большое теоретическое и практическое значение и могут быть использованы в базе данных фенольных соединений, а также при выборе места сбора лекарственного сырья *P. fruticosa* с предпочтительным составом биохимических показателей.

Интересно было бы сопоставить показатели содержания флавоноидов и микроэлементов в образцах *P. fruticosa* из разных мест произрастания и попытаться выявить корреляции между этими компонентами его химического состава.

В главе 6 приведена оценка техногенного влияния на биохимический состав растений *P. fruticosa* и выявлена специфичность их ответной реакции на разные типы техногенного воздействия. Показано, что в результате воздействия транспортно-промышленного и радионуклидного загрязнения уменьшаются размеры ассимиляционных органов, длины годичных побегов и черешка листа и содержание фенольных соединений в листьях, изменяется сезонная динамика их накопления.

В главе 7 выявлена антимикробная активность облиственных побегов *P. fruticosa* и гибрида *P. mandshurica* × *P. sp.*, что, несомненно, подчеркивает практическую значимость работы.

Результаты исследований статистически обработаны.

Актуальность исследования

Известно применение лекарственного растения *Pentaphylloides fruticosa* в народной медицине при желудочно-кишечных заболеваниях, туберкулезе легких, болезнях крови, нервно-психических заболеваниях в качестве кровоостанавливающего средства и др. В настоящее время некоторые из этих свойств *P. fruticosa* подтверждены экспериментальными данными современной медицины. Кроме того, активное внимание к этому растению привело к выявлению Р-витаминного действия суммы флавоноидов, способности сухих экстрактов оказывать гепатозащитное и радиопротекторное действие, иммуномодулирующие свойства на фоне иммунодефицита, вызванного применением некоторых лекарственных препаратов, и др.

Широкий спектр фармакологического действия *P. fruticosa* и успешное применение его в народной медицине и пищевой промышленности обуславливают актуальность

исследований состава биологически активных соединений рода *Pentaphylloides* Hill азиатской России, предпринятых в диссертации Храмовой Е.П.

Научная новизна исследований определяется тем, что впервые:

- проведено комплексное исследование представителей рода *Pentaphylloides* Азиатской России, включающее ботанические, фитохимические и экологические аспекты;
- изучен состав и содержание компонентов фенольного комплекса и химических элементов *P. fruticosa* в связи с эколого-географическими факторами, возрастом растений, сезонным развитием, условиями интродукции и техногенным воздействием;
- выделены и идентифицированы два флавонолгликозида – изокверцитрин и астрагалин, 19 химических элементов в надземных органах *P. fruticosa*;
- показано, что состав фенольного комплекса, включающий большей частью гликозиды кверцетина, видоспецифичен для изученных видов рода *Pentaphylloides*;
- изучение внутривидовой изменчивости *P. fruticosa* по составу и содержанию фенольных соединений позволило показать их участие в формировании адаптации, как отдельных особей, так и ценопопуляций.

Теоретическая и практическая значимость

Полученные данные вносят значительный вклад в выявление особенностей фенольного метаболизма растений и выяснение теоретических вопросов, связанных с функциональной ролью фенольных соединений в жизни растений в изменяющихся эколого-географических условиях на примере *P. fruticosa*.

Изучение состава флавоноидов позволило установить, что виды *P. mandshurica* и *P. gorovoi*, которым свойственны наряду с агликонами кверцетином, кемпферолом и метильное производное кверцетина – рамнетин, являются таксонами более высокого эволюционного уровня по сравнению с *P. fruticosa*. Результаты определения фенольного и элементного состава *P. fruticosa* могут быть включены в базы данных и использованы другими исследователями.

Показано, что фенольные соединения как интродуцированных растений *P. fruticosa*, так и дикорастущих других видов рода могут служить основой для получения фармакологических субстанций.

С экологической точки зрения оценено влияние радиационного и промышленно-транспортного воздействия на растения *P. fruticosa* и ответной реакции на них, установлена возможность использования *P. fruticosa* в качестве биоиндикатора техногенного загрязнения среды и прогнозирования содержания фенольных соединений и отдельных компонентов в растениях. О практической значимости проведенных исследований свидетельствует также способ получения концентрата заменителя чая на

основе *P. fruticosa*, защищенный патентом РФ.

Степень обоснованности защищаемых положений и выводов

Защищаемые положения и выводы вполне обоснованы, т.к. в диссертации и опубликованных работах Е.П.Храмовой получены исчерпывающие экспериментальные данные, подтверждающие каждое положение и каждый вывод.

Достоверность результатов не вызывает сомнений, поскольку они получены с использованием арсенала современных физико-химических методов исследования структур и состава вторичных метаболитов и элементов: ВЭЖХ, УФ- и масс-спектрокопия, ЯМР и многоэлементный неdestructивный рентгенофлуоресцентный анализ.

Материалы диссертации представляют интерес для ботаников, физиологов, биохимиков, ресурсоведов, могут быть применены в лекционных курсах по фитохимии, экологической биохимии, хемотаксономии и ресурсоведению.

По теме диссертации опубликовано 39 работ, в том числе 1 монография, 7 статей – в журналах, индексируемых в базе Web of Science, из них 2 – в зарубежных изданиях; 28 – в российских журналах, рекомендуемых ВАК, 1 статья – в рецензируемом издании, 2 статьи в коллективных монографиях. Получен патент на изобретение РФ «Способ получения концентрата заменителя чая».

Автореферат объективно и полно отражает основное содержание диссертации.

Высоко оценивая работу, считаю нужным обратить внимание на следующие замечания по оформлению:

1. для удобства восприятия материала следовало бы в названиях рисунков 2.5 и 2.6 (С.75, 76) внести условия хроматографирования – состав подвижных фаз (например, в виде обозначений в Методах исследования – система 1, система 2 и т.д.), поскольку кверцетин имеет разное время удерживания в разных системах растворителей;
2. таблицы 3.1 (С.85) и 3.7(С. 97) корректнее было бы назвать «Состав и содержание...» и указать единицы измерения.

Отмеченные недостатки не влияют на общую высокую оценку работы.

Диссертация Храмовой Елены Петровны «Род *Pentaphylloides* Hill (*Rosaceae*) Азиатской России (фенольные соединения, элементный состав в природе и культуре, хемотаксономия)», по своей актуальности, новизне, научной и практической значимости полученных результатов является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые

научно обоснованные технологические решения, внедрение которых имеет существенное значение для развития страны в плане импортозамещения растительного лекарственного сырья и создания новых фармпрепаратов, и соответствует требованиям п.8 «Положения о порядке присуждения ученых степеней...» ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям. Автор ее, Храмова Елена Петровна заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.01 – «Ботаника» и 03.02.08 – «Экология».

Зав. лабораторией фитохимии Сиб БС ТГУ,

Доктор химических наук

(02.00.10 - Биоорганическая химия)

Старший научный сотрудник

Зибарева Лариса Николаевна

НИ ТГУ, Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Сибирский ботанический сад,
Лаборатория фитохимии

<http://www.tsu.ru>

634050, г.Томск, пр. Ленина, 36

Телефон +7(382) 529-724

E-mail: zibareva.lara@yandex.ru

07.11.2016