

На правах рукописи



БОЛОТНИК Елизавета Витальевна

**МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ РОДА
PRUNELLA L. НА СРЕДНЕМ И ЮЖНОМ УРАЛЕ**

03.02.01 – «Ботаника»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Новосибирск – 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ботаническом саду Уральского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – Неуймин Сергей Иосифович,
кандидат биологических наук, доцент

Официальные оппоненты: Абрамова Лариса Михайловна,
доктор биологических наук, профессор,
заслуженный деятель науки Республики Башкортостан,
Южно-Уральский ботанический сад - институт –
обособленное структурное подразделение ФГБНУ
Уфимского федерального исследовательского центра
РАН, главный научный сотрудник;

Карпова Евгения Алексеевна,
кандидат биологических наук,
ФГБУН Центральный сибирский ботанический сад
СО РАН, старший научный сотрудник.

Ведущая организация: ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Защита диссертации состоится 20 ноября 2018 г. в 13.00 часов на заседании диссертационного совета Д 003.058.01 при ФГБУН Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН по адресу: 630090, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101.

Факс: (383) 330-19-86
E-mail: botgard@ngs.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУН Центрального сибирского ботанического сада СО РАН.
Сайт в Интернете: <http://www.csbg.nsc.ru>

Автореферат разослан 20 сентября 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук



Храмова Елена Петровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Расширение списка видов лекарственных растений, естественно произрастающих на территории РФ, является актуальной научной проблемой в фундаментальном и практическом аспекте (Куркин, 2004; Высочина, 2008; Маняхин и др., 2011; Алексеева, Канев, 2014). Во флоре Уральского региона имеется большое число видов, обладающих терапевтическим эффектом. Род *Prunella* L. принадлежит к семейству Lamiaceae Juss., представители которого обладают высокой биологической активностью. *Prunella vulgaris* L. – черноголовка обыкновенная широко применяется в народной медицине как противовоспалительное, антигистаминное (Fang et al., 2005), противовирусное (Љkottovb et al., 2004), противогрибковое (Георгиевский, 1990) и антиоксидантное средство (Shin et al., 2001). Лекарственные свойства *Prunella grandiflora* (L.) Scholler – черноголовки крупноцветковой мало изучены, ее экстракт проявляет антифунгальные и антибактериальные свойства (Растительные ресурсы..., 2011). В литературе имеются, в основном, сведения о биологии, экологии и лекарственных свойствах *P. vulgaris* (Рысина, 1973; Winn, 1985, 1988; Абрамова, 1996; Закамская и др., 2004; Барсукова, Черемушкина, 2014; Мяделец и др., 2014), тогда как данные о морфологических и биохимических особенностях близкородственного вида *P. grandiflora* в естественных условиях Среднего и Южного Урала не обнаружены. Исследование особенностей реализации фенотипического потенциала популяций в различных условиях произрастания является важной задачей на пути понимания механизмов адаптации и устойчивости биологических объектов. Очевидно, что без знания особенностей экологии и внутривидовой дифференциации видов, в том числе зависимости накопления биологически активных веществ от экологической приуроченности, эффективное решение проблемы невозможно.

На Среднем Урале проходит северо-восточная граница ареала вида *P. grandiflora*, в отличие от широко распространенного на данной территории вида *P. vulgaris*. В этой связи принципиальное значение имеет характер воздействия экологических факторов на вариабельность признаков в центре ареала и на пределе распространения у близкородственных видов.

Цель исследования: оценка морфологических, биохимических особенностей и анализ изменчивости *P. vulgaris* и *P. grandiflora* в зависимости от экологических условий произрастания на Среднем и Южном Урале.

Задачи исследования:

1. Выявить типичные местообитания и фитоценоотическую приуроченность *P. vulgaris* и *P. grandiflora* на Среднем и Южном Урале, провести эколого-ценотический анализ сообществ с участием изучаемых видов.

2. Изучить изменчивость морфологических признаков *P. vulgaris* и *P. grandiflora* в различных типах сообществ.

3. Изучить специфику накопления фенольных соединений в различных органах исследуемых видов.

4. Провести оценку влияния условий произрастания на морфологические и биохимические параметры у *P. vulgaris* и *P. grandiflora*.

5. Создать опытные образцы мягких лекарственных форм с экстрактами *P. vulgaris* и *P. grandiflora* и изучить особенности их ранозаживляющей активности при термическом ожоге на животных.

Научная новизна. Впервые проведены исследования изменчивости *P. vulgaris* и *P. grandiflora* в разных эколого-фитоценологических условиях Среднего и Южного Урала. Дополнены и уточнены сведения о морфологии видов, в первую очередь об изменчивости морфологических признаков растений. Получены новые данные по содержанию индивидуальных компонентов фенолкарбоновых кислот, впервые у *P. vulgaris* и *P. grandiflora* идентифицирована сиреневая кислота. Изучена динамика накопления розмариновой кислоты в надземной и подземной частях растений этих видов в различные фенофазы.

Практическая и теоретическая значимость работы. В результате проведенной работы описана амплитуда экологического пространства для двух видов рода *Prunella* на Среднем и Южном Урале. Показаны межвидовые и внутривидовые различия по морфологическим и биохимическим признакам в природных популяциях *P. vulgaris* и *P. grandiflora* в зависимости от экологических условий произрастания. Установлено, что растения *P. vulgaris* и *P. grandiflora* из природных и интродукционных уральских ценопопуляций являются перспективными источниками розмариновой кислоты. Показана целесообразность заготовки сырья этих растений на Среднем Урале. Разработаны композиции, содержащие в качестве активной субстанции 5 % сухого экстракта из растительного сырья *P. vulgaris* и *P. grandiflora*. Получен патент РФ на изобретение № 2552790 «Противоожоговая композиция».

Создана коллекция *P. vulgaris* и *P. grandiflora* на базе лаборатории интродукции травянистых растений Ботанического сада УрО РАН. Полученный материал используется для организации научного и учебного процесса на кафедре ботаники и фармакогнозии фармацевтического факультета УГМУ. Материалы могут быть использованы при преподавании студентам университетов курсов ботаники, экологии, фармакогнозии, фармакологии.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Для *P. vulgaris* характерно наличие признаковспецифичности в изменчивости морфологических признаков, уровень их вариабельности не зависит от типа сообщества. В характере изменчивости абсолютных значений признаков вегетативной и генеративной сферы *P. vulgaris* и *P. grandiflora* обнаружена видоспецифичность на фоне изученных факторов среды.

2. Качественный состав фенолкарбоновых кислот у растений *P. vulgaris* и *P. grandiflora* в разных эколого-ценологических условиях не различается, меняется их количественное соотношение. Этанольный экстракт листьев *P. vulgaris* и *P. grandiflora* обладает выраженной противовоспалительной активностью и эффективен при лечении термических ожогов.

Апробация работы. Основные результаты исследований доложены на XXIV Зимней молодежной научной школе «Перспективные направления физико-химической биологии и биотехнологии» (Москва, 2012); VIII Всероссийской научной конференции «Химия и технология растительных веществ» (Калининград, 2013); III (V) Всероссийской молодежной конференции с участием иностранных ученых (Новосибирск, 2014); Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Ботанические сады: от фундаментальных проблем до практических задач» (Екатеринбург, 2014); III (XI) Международной Ботанической конференции молодых ученых (Санкт-Петербург, 2015); XXII Всероссийской молодежной научной конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии» (Сыктывкар, 2015).

Личный вклад автора. В основу диссертации положены полевые исследования соискателя в течение 2011 – 2014 гг. на территории Среднего и Южного Урала.

Диссертантом проведен сбор материала, отбор образцов для морфологического и биохимического исследования. Автор лично выполнил морфометрические измерения растений и эколого-фитоценотический анализ сообществ, участвовал в проведении биохимического исследования. Автором проведена математико-статистическая обработка экспериментальных материалов, а также интерпретация и обобщение полученных результатов. Все основные результаты диссертации принадлежат автору.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, из них 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и 1 патент РФ на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 190 страницах машинописного текста и состоит из введения, 6 глав, заключения, приложения, списка литературы, включающего 297 источников, в том числе 71 на иностранных языках. Текст диссертации иллюстрирован 19 таблицами и 38 рисунками.

Работа выполнена при финансовой поддержке Молодежного Гранта УрО РАН № 11-4-НП-344, № 14-4-ИП-63 и программы интеграционных и фундаментальных исследований: проект № 12-И-4-2023 “Анализ морфологической и биохимической изменчивости новых видов лекарственных растений в связи с проблемой изучения их адаптивного потенциала” (г. Сыктывкар), проект № 12-С-4-1028 “Адаптационные механизмы в природных и интродукционных популяциях растений Сибири и Урала” (г. Новосибирск).

ГЛАВА 1. АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ В ПОПУЛЯЦИЯХ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА *PRUNELLA VULGARIS* L. И *PRUNELLA GRANDIFLORA* L.

Глава содержит указания на работы отечественных и зарубежных авторов, посвященные изучению морфологической и биохимической изменчивости растений (Розанова, 1930; Синская, 1963; Мамаев, 1968; Menadue, 1990; Kawecki, 2008; Храмова, Высочина, 2010). Подробно проанализированы работы по разным формам изменчивости (Филипченко, 1934; Майр, 1947; Мамаев, 1968; Скворцов, 1986) и рассматриваются вопросы биохимической изменчивости *P. vulgaris* и *P. grandiflora* в систематическом, медицинском и хозяйственных аспектах (Dmitruk et al., 1987; Растительные ресурсы..., 1991; Pharmacopoeia of..., 2000; Psotova et al., 2003; Cai et al., 2004; Cahin et al., 2011 и др.). По литературным данным определена актуальность проблемы изучения изменчивости видов рода *Prunella* на основании комплексного подхода: морфологическом и биохимическом уровне.

ГЛАВА 2. РАЙОН, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе экспедиционных исследований в период с 2010 по 2014 года на территории Среднего и Южного Урала было изучено 13 ценопопуляций *P. vulgaris* и 7 ценопопуляций *P. grandiflora* (Рисунок 1). Исследования проводили на территории, расположенной между 54 и 57 ° с.ш., 57 и 63° в.д. в различных ботанико-географических районах.

Для эколого – ценотического анализа в каждом из местообитаний согласно общепринятой методике сбора и гербаризации материала производили отбор особей (Вакар, 1964). На месте сбора закладывали площадки размером 10x10 м² для описания местообитания (Миркин, Розенберг, 1978). Все выполненные описания сводили в общую таблицу для сортировки по типам сообществ. В результате выполнения

иерархического агломеративного кластерного анализа по методу связывания Уорда (Ward, 1963) на основе рассчитанных вторичных матриц построили дендрограмму с использованием коэффициента Сокала/Снита No 4 (Sokal, Sneath, 1963).



Рисунок 1 –
Местонахождение
исследованных
ценопопуляций
☼ *P. grandiflora*,
● *P. vulgaris*
масштаб 1 : 3 500 000

Экологические условия произрастания видов рода *Prunella* определяли с помощью шкал Цыганова (1983) на основе сводного списка видов фитоценозов. На профильных участках произрастания видов рода *Prunella* оценены следующие экологические факторы: влажность почвы (Hd), содержание в почве доступного азота (Nt), кислотность почвы (Rc), трофность почвы (Tr) и затененность местообитания (Lc). Оценка экологических факторов вычислялась в баллах по общепринятой методике (Зубкова и др., 2008; Широких, 2009).

Для морфологического анализа в каждой точке сбора проводили отбор растений *P. vulgaris* и *P. grandiflora* в фенофазе цветения. Собранные растения из вышеуказанных ценопопуляций гербаризировали. Всего было исследовано 685 растений *P. vulgaris* и 317 растений *P. grandiflora*, на которых изучали признаки вегетативной и генеративной сферы. С каждого растения отбирали 2 листа, расположенные супротивно в средней части стебля. Таким образом, было изучено 2000 листьев: 1370 листьев *P. vulgaris* и 634 листа *P. grandiflora*.

На каждом побеге измеряли его общую высоту (H, см), диаметр стебля (D_{st}, см), общее число узлов (N_{uzlov}), общее число листьев на побеге (N_l), а также длину (Dl_{socv}, см) и ширину (Sh_{socv}, см) соцветия. Для характеристики формы соцветия использовали отношение длины к ширине (Dl_{socv}/Sh_{socv}). Листья *P. vulgaris* и *P. grandiflora* сканировали, после чего изображения импортировали в программу Simagis (SiamsMesoPlant), с помощью которой измеряли следующие параметры: общую площадь листа (S, кв. см), периметр листа (P, см), длину и наибольшую ширину листа (Dl_L, Sh_L, см), фактор формы (Ff), среднюю высоту зубчиков (Sr_{h_zub}, см), среднюю ширину основания зубчиков (Sr_{sh_zub}, см), суммарную длину жилок (Summa_G, см), общую длину жилок в расчете на 1 кв. см (Dl_G). Измерения параметров ширины черешка (Sh_{ch}, мм) и ширины основной жилки (Sh_G, мм) проводили в программе Corel Draw X3. Вычисляли отношение длины

листа к ширине листа (DL_L/Sh_L), а также отношение ширины листа к ширине черешка (Sh_L/Sh_ch), умноженное на десять для удобства визуализации данных.

Для анализа изменчивости морфологических признаков был использован коэффициент вариации, который оценивали по шкале уровней изменчивости, предложенной С.А. Мамаевым (1985).

Качественный состав фенолкарбоновых кислот *P. vulgaris* и *P. grandiflora* определяли в листьях из разных эколого-ценотических условий, собранных во время массового цветения в 2011 г. Сравнительный анализ содержания суммы фенольных соединений и розмариновой кислоты у *P. vulgaris* и *P. grandiflora* проводили в листьях, собранных в природе и в условиях интродукции в фазу цветения в 2011 г. Изучение динамики накопления розмариновой кислоты в подземных и надземных органах *P. vulgaris* и *P. grandiflora* проводили в естественных условиях произрастания в различные фенофазы в 2012 г. Содержание розмариновой кислоты в листьях, собранных во всех исследуемых ценопопуляциях *P. vulgaris* и *P. grandiflora*, определяли в период с 2011 по 2014 год. Листья собирали со среднего яруса растений. Анализировали среднюю пробу из каждой ценопопуляции, состоящую из 30-40 растений в естественных условиях произрастания, 15-20 – в условиях интродукции. Образцы в условиях интродукции собирали на второй год жизни.

Сушку растений осуществляли в хорошо проветриваемых помещениях. Высушенное сырье измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями 1 мм. Анализ проб проводили в трех биологических повторностях. Навеску 0.1 г экстрагировали 10 мл 96% метанола в круглодонной колбе при нагревании с обратным холодильником на водяной бане в течение 1 часа. После охлаждения экстракт фильтровали. Содержание фенольных соединений в экстрактах растений определяли с помощью реактива Фолина-Чокальтеу (Tsao et al., 2005). Оптическую плотность всех образцов измеряли при 765 нм на фотоэлектрическом фотометре КФК-3. Результаты выражали как эквивалент галловой кислоты в граммах на 100 грамм сухого веса. При определении фенолкарбоновых кислот использовали хроматографическую систему производства «Knauer» (Германия): насос Smartline 1000, детектор UV-VIS Smartline 2500, инжектор 20 мкл, колонка MicrosorbTM – 100 AC 18, 7 мкм (250Ч4 мм) (Varian, США). Использовали растворители марки «чда» производства ОАО «Реактив», Россия. Для ВЭЖХ применяли стандарты кофейной, сиреневой, *n*-кумаровой, феруловой и розмариновой кислот «Sigma-Aldrich» (Германия).

Условия разделения фенолкарбоновых кислот: элюент состоял из воды дистиллированной – ацетонитрила – фосфорной кислоты (85:15:0,05), скорость элюирования 0,7 мл/мин. Детектировали при 256 нм.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с помощью программы Microsoft Excel 2003 и статистических методов в стандартном пакете Statistica 6.0.

ГЛАВА 3. ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СООБЩЕСТВ С УЧАСТИЕМ ВИДОВ *PRUNELLA VULGARIS* L. И *PRUNELLA GRANDIFLORA* L.

Исследованы эколого-ценотические характеристики видов рода *Prunella*, произрастающих на Среднем и Южном Урале. Проанализировано 7 фитоценозов с *P. grandiflora* и 13 фитоценозов с *P. vulgaris*. Кластерный анализ показал разделение

сообществ с участием *P. grandiflora* на три типа, а с участием *P. vulgaris* - на четыре. *P. grandiflora* встречается на лесных лугах с единичными деревьями *Betula pendula*, а также в сомкнутых березовых (*Betula pendula*) лесах. Наиболее характерными для произрастания *P. grandiflora* на Среднем и Южном Урале являются разреженные (*Betula pendula*) березовые леса, граничащие с луговыми опушечными сообществами. Наибольшее проективное покрытие *P. grandiflora* отмечено в луговых сообществах, наименьшее – в березовых лесах.

P. vulgaris встречается в березовых (*Betula pubescens*) лесах, а также на лугах, которые характеризуются включением единичных деревьев *Betula pendula*, *Betula pubescens*, *Sorbus aucuparia* и *Populus tremula*. Обилие вида в данных сообществах составляет 7-8%. Высокое обилие *P. vulgaris* отмечено в сосновых и елово-сосновых (*Pinus sylvestris*) лесах (7-12 %). Одно из описанных местообитаний *P. vulgaris* – елово-лиственничная лесопосадка с примесью *Sorbus aucuparia* и *Padus avium*. Наибольшее проективное покрытие *P. vulgaris* отмечено в сосновых и елово-сосновых (*Pinus sylvestris*) лесах, наименьшее – в елово-лиственничной лесопосадке.

С использованием шкал Д.Н. Цыганова (1983) мы определили положение *P. vulgaris*, охарактеризованного серией описаний (Рисунок 2а).

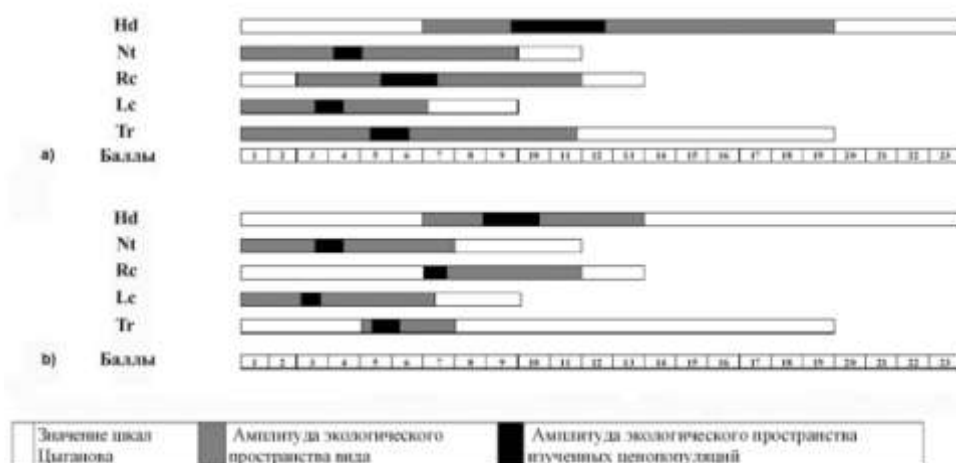


Рисунок 2 – Характеристика экологической амплитуды *P. vulgaris* (а) и *P. grandiflora* (б) по шкалам Д.Н. Цыганова (1983)

Примечание – расшифровка аббревиатуры приведена в главе 2

В исследуемых фитоценозах вид приурочен к местам полуоткрытым или светло-лесным (от 2,6 до 4,3) с увлажнением от сублесолугового до влажно-лесолугового (от 9,9 до 12,8), по шкале трофности произрастает на небогатых или довольно богатых почвах (от 5,4 до 6,6), очень бедных и бедных азотом (от 4,2 до 5,1), имеющих кислую и слабокислую среду (рН от 5,8 до 6,7)

В исследованных районах *P. grandiflora* (Рисунок 2б) приурочена к местам полуоткрытых пространств и светлых лесов (от 2,9 до 3,6 баллов) с увлажнением от влажно-степного до сухолесолугового (от 9,0 до 10,8 баллов), произрастает на почвах очень бедных и бедных азотом (от 3,7 до 4,5 баллов), небогатых (от 5,4 до 6,3 баллов), имеющих кислую и слабокислую среду (баллы от 6,0 до 6,7).

Полученные нами данные для видов *P. vulgaris* и *P. grandiflora* по экологическим шкалам позволяют сравнить с ранее установленными Д.Н. Цыгановым (1983) для Европейской части России и Урала (Рисунок 2). Изученные виды в пределах Среднего и Южного Урала характеризуются сравнительно узким

диапазоном экологического пространства по рассмотренным экологическим шкалам. Практически по всем факторам амплитуда экологического пространства исследуемых видов рода *Prunella* на охваченной территории занимает срединную часть в амплитуде экологического пространства вида и не выходит за пределы диапазона экологического ареала видов по шкалам Д.Н. Цыганова (1983). Исключение составляет фактор кислотности почвы в сообществах с участием *P. grandiflora*. На северо-восточной границе ареала *P. grandiflora* может произрастать в более кислых почвах (6-6,7 баллов), чем в ранее указанных по шкалам Д.Н. Цыганова (7-11). Таким образом, изучение на пределе распространения позволило уточнить сведения по экологическому ареалу вида.

По совокупности почвенных условий вид *P. vulgaris* наиболее полно реализует свои возможности по отношению к фактору увлажнения почв и менее – по богатству азота в почве. *P. grandiflora* по совокупности почвенных условий наиболее полно реализует свои возможности по отношению к фактору увлажнения почв и менее – по кислотности.

P. vulgaris на Среднем и Южном Урале произрастает в местообитаниях от хорошо затененных до слабо освещенных, на почвах с достаточным увлажнением и содержанием азота. Тем временем, как *P. grandiflora* предпочитает более сухие и освещенные местообитания, с менее богатыми почвами и пониженным содержанием азота.

ГЛАВА 4. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ *PRUNELLA VULGARIS* L. И *PRUNELLA GRANDIFLORA* L. НА СРЕДНЕМ И ЮЖНОМ УРАЛЕ

4.1. Межвидовые морфологические различия

Надземная часть генеративных особей *P. vulgaris* достигает высоты от 8,80 до 44,20 см. Вегетативные побеги несут от 3 до 13 листьев, узлов отмечено от 3 до 7, диаметр стебля в основании составляет 0,07-0,29 см. Листорасположение супротивное, средние и нижние листья черешковые, верхние – короткочерешковые или сидячие. Ширина черешка среднего листа составляет 0,36-1,25 мм. Листья простые, светло-зеленые: длина листовых пластинок среднего листа варьирует от 1,46 до 5,48 см, а ширина от 0,74 до 3,18 см. Среднее значение площади листа равно $4,47 \pm 0,13$ кв. см, периметра – $10,79 \pm 0,15$ см. Жилкование перистопетлевидное, ширина главной жилки в основании составляет от 0,20 до 0,90 мм. Показатели зубчиков листа: высота зубчиков меняется от 0,02 до 0,18 см, ширина основания зубчика – 0,16 до 0,68 см. Верхушечное колосовидное соцветие *P. vulgaris* может иметь как квадратную, так и вытянутую форму. Длина соцветия составляет от 0,6 до 4,30 см, ширина – от 0,60 до 2,30 см.

Надземная часть генеративных особей *P. grandiflora* достигает высоты от 16 до 57,5 см. Вегетативные побеги несут от 5 до 14 листьев, отмечено узлов 3-8, диаметр стебля в основании составляет от 0,1 до 0,28 см. Ширина черешка среднего листа составляет 0,60-2,51 мм. Листья простые, от светло-зеленых до темно-зеленых: длина листовых пластинок среднего листа варьирует от 1,87 до 8,83 см, а ширина - 0,61 до 3,97 см. Среднее значение площади листа равно $7,91 \pm 0,25$ кв. см, периметра – $15,52 \pm 0,27$ см. Жилкование перистопетлевидное, ширина главной жилки в ее основании составляет от 0,40 до 1,28 мм. Показатели зубчиков: высота зубчиков

меняется от 0,01 до 0,12 см, ширина основания зубчика 0,20 до 0,75 см. Соцветие *P. grandiflora* – головчатый колос, длина которого составляет от 0,90 до 4,80 см, ширина – от 0,60 до 2,30 см.

Итак, по сравнению с *P. vulgaris* растения *P. grandiflora* имеют более высокие побеги, более крупные листья и, соответственно, большую суммарную длину жилок на листе. У *P. grandiflora* также можно отметить более крупное и квадратное соцветие. Вид *P. grandiflora* является наиболее декоративным по количественным показателям побега и листа.

4.2. Закономерности изменчивости морфологических признаков листовой пластинки

Анализ изменчивости признаков листа *P. vulgaris* показал, что большинство признаков распределяется на трех уровнях изменчивости: низком, среднем и высоком (Таблица 1). Минимальные значения коэффициента вариации выявлены для периметра, отношения длины к ширине листа. Средние значения отмечены для длины и ширины листа, фактора формы, средней ширины основания зубчика, отношения ширины листа к ширине черешка.

Таблица 1 – Экологическая изменчивость признаков листа, побега и соцветия *P. vulgaris*

Тип сообщества/ изменчивость	Низкая 8-12	Средняя 13-20	Высокая 21-40
Березовые леса	P, DL_L / Sh_L, N_uzlov	Ff, DL_L, Sh_L, Sr_sh_zub, DL_G, Sh_L/Sh_ch, N_l, Sh_socv	S, Sr_h_zub, Summa_G, Sh_ch, Sh_G, H, D_st, Dl_socv, Dl_socv / Sh_socv
Луговые сообщества	P	Ff, DL_L, Sh_L, Sr_sh_zub, DL_L / Sh_L, Sh_L/Sh_ch, N_uzlov, N_l, D_st, Sh_socv	S, Sr_h_zub, Summa_G, Dl_G, Sh_ch, Sh_G, H, Dl_socv, Dl_socv/Sh_socv
Сосновые леса		P, Ff, DL_L, Sh_L, Sr_sh_zub, DL_L/Sh_L, Sh_L/Sh_ch, N_uzlov, N_l	S, Sr_h_zub, Summa_G, Dl_G, Sh_ch, Sh_G, H, Dl_socv, D_st, Dl_socv/Sh_socv, Sh_socv

Примечание – расшифровка аббревиатуры приведена в главе 2

Наиболее изменчивыми во всех изученных типах сообществ являются площадь листа, ширина черешка, средняя высота зубчика и показатели жилок (суммарная длина жилок на листе, ширина основной жилки и длина жилок на 1 кв. см). В разных условиях произрастания морфологические признаки варьируют сходным образом: независимо от типа сообщества произрастания *P. vulgaris* 10 признаков из 13 имеют одинаковый уровень изменчивости. По средним значениям коэффициентов вариации *P. vulgaris* наиболее изменчивыми являются листья растений из сосновых лесов, наименее – из луговых сообществ.

Анализ средних значений коэффициентов вариации признаков листа *P. grandiflora* показал, что изученные морфологические признаки распределяются на четырех уровнях изменчивости: низком, среднем, высоком и очень высоком (Таблица 2). Единичные признаки относятся к категории с низким (отношение длины

к ширине листа) и очень высоким (площадь) уровнем изменчивости. У *P. grandiflora* в сомкнутых (9 из 13 признаков) и в разреженных (10 из 13 признаков) березовых лесах коэффициент вариации по большинству признаков листа соответствует среднему уровню изменчивости, в луговых сообществах (9 из 13 признаков) – высокому уровню изменчивости.

Таблица 2– Экологическая изменчивость признаков листа, побега и соцветия
P. grandiflora

Тип сообщества/ изменчивость	Низкая 8-12	Средняя 13-20	Высокая 21-40	Очень высокая >40
Сомкнутые березовые леса	DL_L/Sh_L	P, Ff, DL_L, Sh_L, Sr_sh_zub, DL_G, Sh_ch, Sh_G, Sh_L/Sh_ch, N_uzlov, N_l, D_st, Sh_socv	S, Sr_h_zub, Summa_G, H, Dl_socv, Dl_socv/Sh_socv	
Луговые сообщества	N_uzlov, D_st, Dl_socv, Sh_socv, Dl_socv/Sh_socv	Sr_sh_zub, Sh_G, DL_L/Sh_L, H, N_l	P, Ff, DL_L, Sh_L, Sr_h_zub, Summa_G, Dl_G, Sh_ch, Sh_L/Sh_ch	S
Разреженные березовые леса	N_uzlov, N_l	Ff, Sr_sh_zub, Sh_ch, Sh_G, P, Sh_L, DL_L, DL_L/Sh_L, Dl_G, H, D_st, Dl_socv, Dl_socv/Sh_socv, Sh_socv, Sh_L/Sh_ch	S, Sr_h_zub, Summa_G	

Примечание – расшифровка аббревиатуры приведена в главе 2

Итак, на границе распространения вида в луговых сообществах *P. grandiflora* проявляет средний, высокий и очень высокий уровень изменчивости признаков листа, в отличие от растений из березовых лесов. Для них отмечен низкий, средний и высокий уровень изменчивости, в том числе один низковариабельный признак – отношение длины листа к его ширине.

В разных типах сообществ у видов рода *Prunella* параметры листьев отличаются по среднему значению. Наиболее развитые вегетативные органы имеют растения *P. vulgaris* и *P. grandiflora* в лесных сообществах. Листовые пластинки у них крупные, а также выше величины суммарной длины жилок на листе, фактор формы, отношения ширины листа к ширине черешка и средней ширины основания зубчика по сравнению с растениями, взятыми из других местообитаний. Обнаружена тенденция к сокращению размерных признаков листа в луговых сообществах произрастания *Prunella*, справедливая для обоих видов. У *P. grandiflora* в составе луговых сообществ средние значения площади листа, периметра листа, длины и ширины листа в два раза ниже, чем в березовых лесах.

В результате проведенного дискриминантного анализа показана дифференциация видов *P. vulgaris* и *P. grandiflora* по совокупности морфологических признаков листа в разных типах сообществ. В разных условиях произрастания морфологические признаки листа у вида *P. vulgaris* варьируют сходным образом, в отличие от *P. grandiflora*, у которой отмечена низкая признакоспецифичность по

уровням изменчивости. Для *P. vulgaris* и *P. grandiflora* найдены консервативные признаки, которые могут быть использованы в качестве маркерных для задач диагностики изученных видов в вегетативном состоянии, а также сравнения географически удаленных ценопопуляций: периметр листа и отношение длины листа к его ширине.

4.3. Закономерности изменчивости морфологических признаков побега и соцветия

Аналогично анализу варьирования морфологических признаков листа у видов рода *Prunella* была произведена оценка характера изменчивости побега и соцветия по 7 признакам. Анализ средних значений коэффициентов вариации признаков побега и соцветия *P. vulgaris* показал, что они распределяются на трех уровнях изменчивости: низком, среднем и высоком (Таблица 1). Минимальные значения коэффициента вариации выявлены для признака количество узлов. Значения коэффициента вариации со средним уровнем изменчивости отмечены для признака количество листьев и ширина соцветия. Наиболее изменчивыми во всех изученных типах сообществ являются высота растения, длина соцветия и отношение длины соцветия к ширине. Независимо от типа сообщества произрастания *P. vulgaris* 4 признака из 7 имеют одинаковый уровень изменчивости: количество листьев, высота растения, длина соцветия, отношение длины к ширине соцветия. По большинству средних значений коэффициента вариации в ценопопуляции максимальная вариативность побега и соцветия *P. vulgaris* отмечена в сосновых лесах, минимальная – в луговых сообществах.

У *P. grandiflora* в луговых сообществах по большинству признаков побега и соцветия коэффициенты вариации соответствуют низкому уровню изменчивости, в сомкнутых березовых лесах – среднему и высокому уровню изменчивости, в разреженных березовых лесах – низкому и среднему (Таблица 2). У *P. grandiflora* в луговых сообществах коэффициент вариации по большинству признаков побега и соцветия (5 из 7 признаков) соответствует низкому уровню изменчивости, в березовых лесах – среднему уровню изменчивости. В луговых сообществах *P. grandiflora* проявляет низкий уровень изменчивости признаков побега и соцветия, в отличие от растений из березовых лесов. Для них отмечен низкий, средний и высокий уровень изменчивости признаков. Средние значения коэффициента вариации по признакам побега и соцветия *P. grandiflora* в березовых лесах произрастания в 1,5 – 2 раза выше, чем в луговых сообществах.

В разных типах сообществ у видов рода *Prunella* рассмотренные признаки, как правило, различаются по абсолютным средним значениям. В ходе исследований было установлено, что у *P. vulgaris* максимальная высота побега, длина и ширина соцветия – в березовых лесах. Если сравнивать ценопопуляции *P. vulgaris* из сосновых лесов и в луговых сообществах по данным показателям, то средние значения выше у растений в сосновых лесах. Вместе с тем, у *P. vulgaris* не зависят от типа сообщества счетные признаки число узлов и число листьев, а также индексный показатель отношение длины соцветия к ширине и мерный признак диаметр стебля.

Аналогично *P. vulgaris*, у *P. grandiflora* счетные признаки побега и соцветия также слабо зависят от типа сообщества. В луговых сообществах растения *P. grandiflora* при меньшей средней высоте побега имеют более высокое среднее значение диаметра стебля. Для них характерны более длинные и широкие соцветия по

сравнению с особями *P. grandiflora* в березовых лесах. Все линейные показатели параметров соцветия и побега у *P. grandiflora* из разреженных березовых лесов демонстрируют более низкие значения по сравнению с растениями из других сообществ.

Для выявления взаимосвязи морфологических признаков с экологическими факторами проведены расчеты методом главных компонент и регрессионный анализ данных. Результаты позволили выявить экологические факторы, определяющие размерность метрических признаков у *P. vulgaris* и *P. grandiflora*. Для *P. vulgaris* показана связь морфометрических параметров с факторами освещенности, влажности и уровнем трофности почвы. Чем выше влажность и ниже уровень трофности почвы, больше затененность, тем выше следующие признаки: площадь, периметр, длина и ширина листа, отношение длины листа к его ширине, фактор формы, суммарная длина жилок на листе. Для *P. grandiflora* показано влияние факторов кислотности почвы и доступности азота на морфометрические параметры. Чем ниже кислотность почв и меньше в них содержание азота, тем выше следующие морфологические признаки: площадь, периметр, фактор формы листа, длина и ширина листа, отношение длины листа к его ширине, суммарная длина жилок на листе, средняя высота зубчика, средняя ширина основания зубчика, длина соцветия.

Таким образом, изучение изменчивости *P. vulgaris* на территории Среднего и Южного Урала показало, что в разных условиях произрастания морфологические признаки у вида *P. vulgaris* варьируют сходным образом. В характере изменчивости отмечена признакоспецифичность – независимо от типа сообщества 14 из 20 морфологических признаков листа, соцветия и побега имеют одинаковый уровень изменчивости. Большинство морфологических признаков *P. grandiflora* варьирует в зависимости от типа сообщества.

ГЛАВА 5. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ *PRUNELLA VULGARIS* L. И *PRUNELLA GRANDIFLORA* L.

5.1. Состав и характер распределения фенолкарбоновых кислот в листьях

Качественный состав фенольных соединений в листьях растений *P. vulgaris* и *P. grandiflora* исследовали методом обращено-фазовой ВЭЖХ. Растения собраны на территории Среднего Урала в 2011 году в период цветения в разных эколого - ценоотических условиях. При хроматографировании экстрактов листьев *P. vulgaris* и *P. grandiflora* установлено 5 пиков, соответствующих фенолкарбоновым кислотам, которые идентифицированы на основании сравнения значений времени удерживания (tR) веществ-свидетелей на хроматограмме: кофейная, сиреневая, *n*-кумаровая, феруловая и розмариновая (Рисунок 3).

По качественному составу фенольных соединений у двух видов различий не обнаружено. Сиреневая кислота в листьях *P. vulgaris*, *P. grandiflora* была идентифицирована впервые.

Для анализа межпопуляционных различий были взяты *P. grandiflora* и *P. vulgaris* в луговых и лесных сообществах. Содержание фенолкарбоновых кислот в листьях растений *P. grandiflora* в луговом сообществе составляет 66,4 мг/г, в березовом лесу – 46,8 мг/г; у *P. vulgaris* - 35,6 мг/г и 21,9 мг/г соответственно. Таким образом, сравнительный анализ показал, что листья растений *P. grandiflora* и *P. vulgaris* из луговых сообществ содержали фенолкарбоновых кислот больше, чем из лесных

сообществ. Диапазон содержания феруловой кислоты у *P. grandiflora* шире и значения выше (от 1,62 до 8,26 мг/г), чем у *P. vulgaris* (от 0,41 до 0,44 мг/г). Сиреневой кислоты накапливается у *P. grandiflora* 1,21-6,59 мг/г, а у *P. vulgaris* – 2,33-2,81 мг/г, кофейной кислоты – 1,13-1,60 мг/г и 0,40-0,64 мг/г, соответственно. Диапазон содержания п-кумаровой кислоты составляет у *P. grandiflora* от 0,82 до 3,82 мг/г, у *P. vulgaris* – от 0,60 до 0,83 мг/г. Как показали результаты исследований в листьях *P. grandiflora* содержание большинства фенолкарбоновых кислот было выше, чем у *P. vulgaris*.

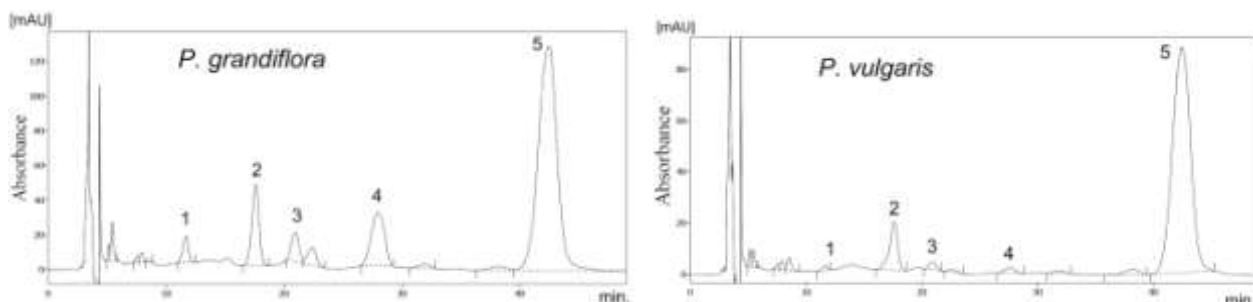


Рисунок 3 – Хроматограмма метанольного экстракта листьев *P. grandiflora*, *P. vulgaris*
По оси абсцисс – время удерживания, tR, мин; по оси ординат – оптическая плотность, е.о.п.; 1 –кофейная, 2 – сиреневая, 3 – п-кумаровая, 4 – феруловая, 5 – розмариновая к-ты

Во всех изученных сообществах у обоих видов доминирует розмариновая кислота: у *P. grandiflora* она составляет 70-89 % от суммы фенолкарбоновых кислот, у *P. vulgaris* – 82-88 %. В листьях *P. grandiflora* отмечено до 12,5 % от суммы феруловой кислоты, до 9,9 % – сиреневой кислоты, до 5,8 % – п-кумаровой кислоты, до 2,8 % – кофейной кислоты. В *P. vulgaris* отмечено до 10,7 % сиреневой кислоты от суммы кислот, остальные исследуемые вещества не превышали 3,8 %.

Характер распределения компонентов в процентном соотношении от суммы фенолкарбоновых кислот различается не только по видам *Prunella*, но и по местообитаниям. У *P. grandiflora* независимо от условий произрастания доминируют розмариновая и феруловая кислоты. Процентное соотношение кофейной, п-кумаровой и сиреневой кислот меняется у *P. grandiflora* в разных эколого-ценотических условиях. У *P. vulgaris* доминируют сиреневая и розмариновая кислоты, процентное соотношение остальных кислот меняется в зависимости от биогеоценоза.

5.2. Сравнительный анализ содержания фенольных соединений и розмариновой кислоты в листьях

Сравнительное исследование содержания розмариновой кислоты проводили в листьях *P. vulgaris* (13 местообитаний) и *P. grandiflora* (7 местообитаний) в период 2011 - 2014 гг. В 2011 году у *P. vulgaris* и *P. grandiflora*, произрастающих в Турции, отмечены сходные диапазоны значений содержания розмариновой кислоты: от 1,19 до 38,28 мг/г – в *P. vulgaris*, от 0,70 до 36,45 мг/г – в *P. grandiflora* (Sahin et al., 2011). Согласно полученным нами данным, в 2011 году содержание розмариновой кислоты в *P. grandiflora* на северной границе ее ареала выше, чем в южных местообитаниях: от 41,77 до 52,39 мг/г. Диапазон содержания розмариновой кислоты в листьях *P. grandiflora* выше, чем у *P. vulgaris* (от 17,88 до 31,17 мг/г).

Содержание розмариновой кислоты определяли в ценопопуляциях *P. grandiflora* (Александровские сопки, Мокрая и Свердловское) и *P. vulgaris* (Нижний Иргинск) в 2011 – 2012 гг. В 2012 г. диапазон содержания розмариновой кислоты в листьях *P. grandiflora* также выше, чем у *P. vulgaris*: у *P. grandiflora* составляет от 27,20 до 64,1 мг/г, а у *P. vulgaris* – от 30,37 до 33,72 мг/г. У *P. grandiflora* в Александровских сопках значения содержания розмариновой кислоты в 2012 году выше (64,1 мг/г), чем в 2011 году (52,39 мг/г). В местообитаниях Мокрая и Свердловское содержание розмариновой кислоты остается таким же высоким. У *P. vulgaris* в точке Нижний Иргинск накапливается исследуемого вещества в два раза больше (30,37 мг/г) в 2012 г., чем в 2011 году (17,88 мг/г). Таким образом, характер накопления розмариновой кислоты в листьях *P. grandiflora* и *P. vulgaris* по двум годам аналогичен, что, вероятно, связано с более теплым и влажным вегетационным сезоном в 2012 году.

В 2013 году у *P. grandiflora* была обследована одна ценопопуляция из пос. Еныпаево, для которой получили значение содержания розмариновой кислоты: 33,06 мг/г. Для *P. vulgaris* диапазон накопления розмариновой кислоты составил от 7,3 до 22,68 мг/г.

Алексеева Л.И и Канев В.А. изучали содержание розмариновой кислоты в различных органах *P. vulgaris* из Республики Коми (Алексеева, Канев, 2014), то есть из региона, расположенного севернее мест произрастания изученных нами растений. Отмечено более низкое содержание розмариновой кислоты в растениях *P. vulgaris* (от 0,99 до 8,42 мг/г) по сравнению с нашими данными (от 9,42 до 26,97 мг/г).

При изучении содержания фенольных соединений в растениях *P. grandiflora* и *P. vulgaris* в естественных условиях произрастания и в условиях интродукции было показано, что у *P. grandiflora* накапливается от 61,90 до 80,00 мг/г, у *P. vulgaris* – от 34,56 до 75,19 мг/г. У растений *P. grandiflora*, интродуцированных в Ботаническом саду УрО РАН, содержание фенольных соединений выше (76,2 мг/г), чем в растениях, собранных в естественных условиях произрастания (71,5 мг/г, Александровские сопки). У интродуцированных растений *P. vulgaris* (Нижний Иргинск) этот показатель почти в три раза выше, чем у растений из природы.

Содержание розмариновой кислоты в *P. grandiflora* (41,77- 53,00 мг/г) выше, чем в *P. vulgaris* (17,88 - 48,18 мг/г). В условиях интродукции содержание розмариновой кислоты у *P. grandiflora* остается на том же уровне – 53,0 мг/г, а у *P. vulgaris* – увеличивается в 2,5 раза.

В *P. grandiflora* установлено более высокое содержание розмариновой кислоты, чем у *P. vulgaris* на Среднем и Южном Урале. По нашим результатам в условиях интродукции *P. grandiflora* и *P. vulgaris* содержание розмариновой кислоты и фенольных соединений остается таким же высоким, как в естественных условиях произрастания или увеличивается. Виды *P. grandiflora* и *P. vulgaris* перспективны в качестве возможной замены некоторых официальных видов, менее адаптированных к климатическим условиям Среднего Урала.

5.3. Динамика накопления розмариновой кислоты в органах *Prunella vulgaris* L. и *Prunella grandiflora* L.

Исследование динамики накопления розмариновой кислоты проводили в различных органах *P. vulgaris* и *P. grandiflora* в естественных условиях произрастания на Среднем и Южном Урале в 2012 году. Для *P. grandiflora* отмечено максимальное накопление розмариновой кислоты в листьях и корнях в период цветения (Рисунок 4).

Динамика содержания розмариновой кислоты в стеблях *P. grandiflora* носит более консервативный характер, то есть мало изменяется в период вегетации, цветения и плодоношения. В репродуктивных органах максимальная концентрация розмариновой кислоты отмечена в соцветиях в фазу цветения, в фазу плодоношения ее содержание значительно снижается. В листьях содержание розмариновой кислоты повышается от вегетации к цветению, в фазу плодоношения количество ее снижается почти до прежнего уровня. Установлено, что наиболее предпочтительной для сбора является фаза цветения, так как накапливается максимальное количество розмариновой кислоты во всей надземной части растения.

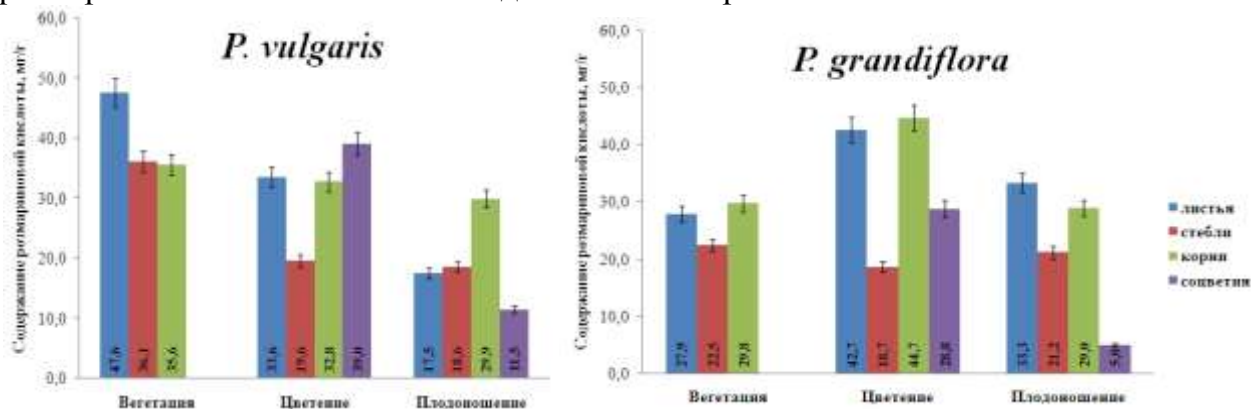


Рисунок 4 – Содержание розмариновой кислоты в органах *P. grandiflora*, *P. vulgaris* в различные фенофазы (мг/г)

Как показали результаты исследований, для *P. vulgaris* характерно максимальное накопление розмариновой в листьях в период вегетации и в соцветиях в фазе цветения (Рисунок 4). В стеблях максимальная концентрация розмариновой кислоты отмечена в фазу вегетации. В фазу цветения в стеблях содержание розмариновой кислоты снижается почти в два раза. Во время цветения и плодоношения концентрации ее в стеблях одинаковы. Для листьев и стеблей характерно снижение концентрации от вегетации к плодоношению. В соцветиях максимальные концентрации розмариновой кислоты отмечены в цветение, в фазу плодоношения ее содержание значительно снижается. Высокие концентрации розмариновой кислоты обнаружены в фазу вегетации: в листьях, стеблях и корнях *P. vulgaris* накапливается максимальные концентрации розмариновой кислоты за сезон. Для получения розмариновой кислоты у *P. vulgaris* также можно использовать фазу цветения.

Таким образом, для заготовки растений *P. vulgaris* с высоким содержанием розмариновой кислоты можно рекомендовать сбор в фазу вегетации и цветения, а у *P. grandiflora* – в фазу цветения. Рекомендуем использовать надземную и подземную часть растений *P. vulgaris*, *P. grandiflora*, так как в корнях отмечена высокая концентрация розмариновой кислоты.

ГЛАВА 6. ВОЗМОЖНОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ *PRUNELLA VULGARIS* L. И *PRUNELLA GRANDIFLORA* L.

Автором предложены композиции для местного применения, обладающие противовоспалительным, ранозаживляющим и противоожоговым действиями при отсутствии острой и хронической токсичности, местного раздражающего действия,

сенсibiliзирующих свойств на основе вазелин-ланолина, или карбопола, или гидрогеля, содержащие в качестве активной субстанции 5 % сухого экстракта из растительного сырья чернойголовки крупноцветковой и чернойголовки обыкновенной с содержанием 60% розмариновой кислоты. Отмечена безопасность применения композиций и более активное заживление термических ожогов в опытных группах животных в среднем на 3-7 суток по отношению к контролю.

ВЫВОДЫ

1. На территории Среднего и Южного Урала *P. vulgaris* встречается в сосновых, елово-сосновых, березовых лесах, на лугах и в искусственных елово-лиственничных лесопосадках; *P. grandiflora* – в березовых лесах, реже на лугах. *P. vulgaris* приурочена к местам полуоткрытым или светло-лесным с увлажнением от сублесолугового до влажно-лесолугового с небогатыми или довольно богатыми почвами. *P. grandiflora* произрастает на полуоткрытых пространствах и в светлых лесах с увлажнением от влажно-степного до сухолесолугового с небогатыми почвами. Оба вида встречаются на очень бедных и бедных азотом, имеющих слабокислую и кислую среду почвах. По фактору кислотности почвы амплитуда экологического пространства ценопопуляций *P. grandiflora* на исследованной территории выходит за пределы диапазонов экологического ареала по шкалам Д.Н. Цыганова (1983).

2. Уровень изменчивости большинства количественных признаков надземной части *P. vulgaris* не зависит от типа сообщества, при этом средние значения коэффициентов вариации выше в сосновых лесах, чем на лугах. У *P. grandiflora* большинство морфометрических признаков варьирует в разных органах и зависит от типа сообщества: в луговых сообществах отмечена максимальная вариабельность признаков листа и минимальная изменчивость признаков побега и соцветия. В березовых лесах отмечена обратная закономерность.

3. Количественные характеристики морфологических признаков листа *P. vulgaris* и *P. grandiflora* зависят от экологических условий произрастания и отличаются в разных типах сообществ. Установлена связь большинства изученных морфологических признаков растений *P. vulgaris* с освещенностью, влажностью и уровнем трофности почвы, а *P. grandiflora* – с кислотностью и уровнем доступного азота в почве.

4. Методами ВЭЖХ в метанольных экстрактах листьев *P. vulgaris* и *P. grandiflora* обнаружены фенолкарбоновые кислоты: розмариновая, сиреневая, феруловая, *n*-кумаровая и кофейная. По качественному составу фенолкарбоновых кислот различий у двух видов *Prunella* не обнаружено. Сиреневая кислота была идентифицирована впервые. Установлено, что у *P. grandiflora* независимо от условий произрастания доминируют среди фенолкарбоновых кислот розмариновая (70-89 %) и феруловая кислоты (3,5-12,5 %), у *P. vulgaris* – розмариновая (82-88 %) и сиреневая (7,9-10,7 %). Соотношение остальных фенолкарбоновых кислот меняется в зависимости от условий произрастания. Выявлено, что вне зависимости от года содержание розмариновой кислоты выше у *P. grandiflora*, чем у *P. vulgaris*.

5. В условиях интродукции содержание фенольных соединений и розмариновой кислоты в листьях *P. grandiflora* остается таким же высоким, как в естественных условиях произрастания, а у *P. vulgaris* – увеличивается в 2,5-3 раза.

6. Исследование динамики накопления розмариновой кислоты в органах растений по фенофазам показало, что для получения высокопродуктивного

лекарственного сырья сбор надземной и подземной массы *P. vulgaris* следует проводить в фазы вегетации и цветения, а *P. grandiflora* – в фазу цветения. .

7. Фитокомпозиции на основе этанольных экстрактов из листьев *P. vulgaris* и *P. grandiflora* обладают выраженным противовоспалительным, ранозаживляющим, противоожоговым действием и могут быть рекомендованы для разработки узконаправленного лекарственного средства.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. **Болотник, Е.В.** Содержание веществ фенольной природы рода *Prunella* L. и рода *Silybum* L. в условиях интродукции на Среднем Урале / Е.В. Болотник, Е.А. Кошелева, А.А. Ермошин // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 7 – С. 22-24.

2. **Болотник, Е.В.** Морфологическая изменчивость и содержание фенольных соединений *Prunella vulgaris* и *Prunella grandiflora* (Lamiaceae) на Среднем Урале/ Е.В. Болотник, Л.И. Алексеева, С.И. Неуймин // Растительные ресурсы. - 2013. – Вып. 2. - С. 153-163.

3. Алексеева, Л.И. Розмариновая кислота и антиоксидантная активность *Prunella grandiflora* и *Prunella vulgaris* (Lamiaceae) / Л.И. Алексеева, **Е.В. Болотник** // Растительный мир Азиатской России. -. 2013. - № 1 (11).- С. 121–125.

В других изданиях:

4. **Болотник, Е.В.** Род *Prunella* L.: перспективный источник биологически активных соединений фенольной природы / Е.В. Болотник // Тезисы докладов и стендовых сообщений XXIV Зимней молодежной научной школы «Перспективные направления физико-химической биологии и биотехнологии». (7-9 февраля 2012 г.) – Москва, 2012. – С.81.

5. **Болотник, Е.В.** Основные принципы выделения диагностических признаков на примере видовых представителей семейств Lamiaceae и Asteraceae в условиях интродукции в Ботаническом саду УрО РАН / Е.В. Болотник, Е.А. Кошелева // Биология, химия, физика: вопросы и тенденции развития: материалы международной заочной научно-практической конференции. (01 февраля 2012 г.) – Новосибирск: Изд. «ЭКОР-книга», 2012. – С. 22-27.

6. Алексеева, Л.И. Розмариновая кислота и антиоксидантная активность *Prunella grandiflora* L. и *Prunella vulgaris* L. / Л.И. Алексеева, **Е.В. Болотник** // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: материалы V Всероссийской конференции с международным участием. 24-26 апреля 2012 г. – Барнаул: Изд-во Алт. Ун-та, 2012. – С. 198 - 199.

7. **Болотник, Е.В.** Изучение межвидовой изменчивости близкородственных видов рода *Prunella* L. в фазу вегетации в условиях интродукции в Ботаническом саду УрО РАН / Е.В. Болотник // Мамаевские чтения: сборник материалов региональной научной конференции, посвященной 75-летию Ботанического сада УрО РАН и памяти члена-корреспондента РАН С.А. Мамаева (Екатеринбург 12-14 августа 2011 г.). – Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2012. - С. 15-19.

8. **Болотник, Е.В.** Внутривидовая изменчивость видов рода *Prunella* L. (Lamiaceae Lindl.) / Е.В. Болотник, Л.И. Алексеева, С.И. Неуймин // Актуальные проблемы экологии : материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. (Гродно, 24 – 26 окт. 2012 г.). – 2012. – С. 139-141.

9. Алексеева, Л.И. Динамика содержания розмариновой кислоты *Prunella vulgaris* L. и *Prunella grandiflora* L. / Л.И. Алексеева, **Е.В. Болотник**// Химия и технология растительных веществ: материалы VIII Всероссийской научной конференции. 7-10 октября 2013 г. – Сыктывкар-Калининград: Изд-во Балтийского федерального университета им. И. Канта, 2013. – С. 25.

10. **Болотник, Е.В.** Ранозаживляющая активность фитокомпозиций на основе экстракта *Prunella* L. при лечении термических ожогов / Е.В. Болотник, Л.И. Алексеева, Л.П. Ларионов // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: материалы VI Всероссийской конференции с международным участием. 22-24 апреля 2014 г. – Барнаул: Изд-во Алт. Ун-та, 2014. – С. 184 - 186.

11. **Болотник, Е.В.** Морфологические и биохимические характеристики вида *Prunella grandiflora* L. и их взаимосвязь на северной границе ареала / Е.В. Болотник // Перспективы развития и проблемы современной ботаники: Материалы III (V) Всероссийской молодежной конференции с участием иностранных ученых (10–14 ноября 2014 г., г. Новосибирск) – Новосибирск: Изд-во «Академиздат», 2014. – С. 130 – 131.

12. **Болотник, Е.В.** Содержание розмариновой кислоты в связи с изменчивостью морфологических параметров листьев у видов рода *Prunella* / Е.В. Болотник // Ботанические сады: от фундаментальных проблем до практических задач: сборник статей участников Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Ботанические сады: от фундаментальных проблем до практических задач» (7-10 октября 2014 г.) – Екатеринбург, 2014 г. – С. 9 -11.

13. **Болотник, Е.В.** Эколого-ценотическая характеристика сообществ с участием видов рода *Prunella* L. / Е.В. Болотник // Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Современная биология: актуальные вопросы» (Россия, г. Санкт-Петербург, 16-17.10.2015) – С. 23-25.

14. **Болотник, Е.В.** Морфо - биологические особенности видов рода *Prunella* L. на Среднем и Южном Урале/ Е.В. Болотник // Тезисы докладов III (XI) Международной Ботанической конференции молодых ученых в Санкт-Петербурге 4-9 октября 2015 года. – Спб.: БИН РАН, 2015. - С. 56-57.

15. **Болотник, Е.В.** Разработка фитокомпозиции с ранозаживляющей активностью на основе экстрактов рода *Prunella* L. / Е.В. Болотник // Материалы докладов XXII Всероссийской молодежной научной конференции “Актуальные проблемы биологии и экологии” (Коми НЦ УрО РАН). – Сыктывкар, 2015. - С. 204 – 208.

Патенты:

16. **Болотник, Е.В.** Патент 2552790 С1 Российская Федерация, МПК А61К36/53, А61Р17/02. Противоожоговая композиция / Болотник Е.В., Алексеева Л.И., Ларионов Л.П., Гаврилов А.С.; заявитель и патентообладатель ФГБУН Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, ФГБУН Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук – №2014100947/15; заявл. 13.01.14; опубл. 10.06.15

Подписано в печать г. Объем 1.0 п.л. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательско-полиграфический центр УрФУ.

620083 г. Екатеринбург, ул. Тургенева, 4