

АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ЧЕРНОГОЛОВКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PRUNELLA VULGARIS* L. (*LAMIACEAE*)) В РЕСПУБЛИКЕ ХАКАСИЯ

E.G. Lagunova, I.N. Barsukova

ANATOMICAL STRUCTURE OF VEGETATIVE ORGANS OF *PRUNELLA VULGARIS* L. (*LAMIACEAE*) IN THE REPUBLIC OF KHAKASIA

Лагунова Е.Г. – канд. биол. наук, доц. каф. ботаники и общей биологии Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан. E-mail: lglagunova@mail.ru

Барсукова И.Н. – ст. преп. каф. ботаники и общей биологии Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан. E-mail: saphronovairina@mail.ru

Lagunova E.G. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Botany and General Biology, Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan. E-mail: lglagunova@mail.ru

Barsukova I.N. – Asst., Chair of Botany and General Biology, Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan. E-mail: saphronovairina@mail.ru

Изучена анатомическая структура придаточных корней, корневищ, стеблей и листьев полиморфного вида *Prunella vulgaris* L. (*P. vulgaris*) в разных растительных сообществах Республики Хакасия. Целью исследования являлось рассмотрение анатомии особей длинно-корневищной и кистекарневой биоморф в разных онтогенетических состояниях, произрастающих в различных фитоценозах. Геоботанические описания растительных сообществ проводили по общеизвестным методикам. Для приготовления срезов отбирали по 20–25 особей в виргинильном (фаза вегетации) и зрелом генеративном (фаза цветения) онтогенетических состояниях из каждого фитоценоза. Число устьиц на сторонах листа определяли по методу Ю.Г. Молотковского. Поперечные срезы придаточных корней особей *P. vulgaris* были сделаны на разных уровнях корней, что позволило наблюдать их первичное и вторичное строение. Исследования показали, что изучаемый вид, являющийся мезофитом, имеет типичное строение корня с первичной корой и центральным цилиндром, однако у особей, произрастающих на закустаренном высокоствольном лесном лугу, в условиях с большим увлажнением, имеются черты приспособления к условиям обитания в виде хорошо развитой аэренхимы в мезодерме первичной коры. При вторичном строении корней на поверхности образуется перидерма, в центральном цилин-

дре формируются открытые коллатеральные проводящие пучки. В корневищах *P. vulgaris* в виргинильном и зрелом генеративном онтогенетических состояниях отмечены отличия анатомической структуры. В корневищах растений, находящихся в генеративном онтогенетическом состоянии, выявлено увеличение паренхимных клеток и увеличение толщины первичной коры. Эти структурные изменения связаны с усилением запасающей роли корневища при подготовке растений к зимнему покою. Сравнение анатомического строения корневищ и придаточных корней *P. vulgaris*, произрастающих в разных фитоценозах, позволило сделать вывод об идентичности их строения, что свидетельствует об устойчивости подземных органов к различным внешним условиям. Стебель особей *P. vulgaris* исследуемых онтогенетических состояний имеет типичное строение и не имеет отличий в разных условиях существования. Изучение анатомической структуры листьев свидетельствует о их значительной пластичности и зависимости от воздействия различных факторов среды, что отражается на строении мезофилла и количестве устьиц.

Ключевые слова: *Prunella vulgaris* L., жизненная форма, луговые сообщества, анатомическая структура, Хакасия.

Anatomical structure of adventitious roots, rhizomes, stems and leaves of flexible species of *Prunella vulgaris* L. (*P. vulgaris*) in different plant association of the Republic of Khakasia was studied. The objective of the research was consideration of the anatomy of individuals' long-rooted and racemose-rooted biormorphs in different ontogenetic states growing in various phytocoenosis. The geobotanical descriptions of plant association were carried out by common methods. For preparation the slices were selected from 20–25 individuals in virginile (a vegetation phase) and in the mature generative (a flowering phase) the ontogenetic states from each phytocoenosis. The number of stomato on the sides of a leave determined according to the method of J.G. Molotkovsky. Transversal sections of adventitious roots of individuals of *P. vulgaris* were made at different levels of roots that allowed observing their primary and coronal structure. The researches showed that the studied species which was a mesophyte had a typical structure of a root with primary cortex and the central cylinder, however the individuals growing on bushy high-grass forest meadow in the conditions with more moisture, had lines of adaptation to habitat conditions in the form of well-developed aerenchyma in mesoderm of the primary cortex. At coronal structure of roots on a surface the periderm was formed, in the central cylinder being formed open collateral conductive bundles. In rhizomes of *P. vulgaris* in virginile and mature generative the ontogenetic states differences of anatomical structure were noted. In the rhizomes of the plants which were in a generative ontogenetic state increase the parenchymal cells and increase thickness of the primary cortex was revealed. These structural changes were connected, most likely, with strengthening of the stocking rhizome role by preparation of plants for winter dormancy. The comparison of anatomical structure of rhizomes and the adventitious roots of *P. vulgaris* grown in different plant association, had led to the conclusion about the identity of their structure, which indicated the stability of underground organs to various external conditions. The stem individuals of *P. vulgaris* studied ontogenetic states had a typical structure and no differences in various conditions of the existence. The studying of anatomical structure of leaves testified to their considerable plasticity and dependence on the influence of various environ-

mental factors that affected the structure of the mesophyll and the number of stomato.

Keywords: *Prunella vulgaris* L., life-form, meadow communities, anatomic structure, Khakasia.

Введение. Существующая много лет проблема сохранения биологического разнообразия лекарственных растений требует новых подходов к своему решению. В связи с этим особый интерес приобретают совместные популяционные и анатомические исследования, которые достаточно надежно позволяют оценивать взаимоотношения лекарственных растений с окружающей средой, а также прогнозировать состояние их ценопопуляций.

Цель исследования: изучение анатомической структуры вегетативных органов *Prunella vulgaris* L. длиннокорневищной и кистекорневой жизненных форм в разных онтогенетических состояниях, произрастающих в различных фитоценозах.

Объект и методы исследования. Проведенная работа посвящена многолетнему травянистому поликарпическому растению с симподиально нарастающим корневищем – *P. vulgaris* [1]. Вид отнесен к группе потенциальных лекарственных растений [2]. Траву используют в гомеопатии и народной медицине многих стран в качестве противовирусного, антибактериального, антиоксидантного и противоракового средства [3–5].

P. vulgaris имеет циркумбореальный ареал [6]. На территории Хакасии все ее местонахождения приурочены к открытым, умеренно увлажненным фитоценозам в составе суходольных настоящих и лесных лугов лесного пояса. Часто встречается в несформированных сообществах. Установлено, что изучаемый вид отличается полиморфностью. Так, на исследуемой местности он способен образовывать длиннокорневищную и кистекорневую жизненные формы [1]. Первая из них наиболее распространена, она формируется на тяжелых (суглинистых) почвах. Вторая биоморфа – на песчаном субстрате.

Различные экологические условия в местах произрастания *P. vulgaris* могут оказывать значительное влияние не только на формирование габитуса особей, но и на анатомическую струк-

туру их вегетативных органов. В связи с этим изучение анатомических особенностей в строении вегетативных органов у особей разных жизненных форм в виргинильном и зрелом генеративном онтогенетических состояниях особенно актуально.

Геоботанические описания растительных сообществ с участием исследуемого вида проводили по общепринятой методике [7, 8]. Исследования осуществляли на суходольных настоящих и лесных лугах. Особи длиннокорневищной жизненной формы вида изучены на закустаренном высокотравном (*Spiraea chamaedrifolia* L., *Dactylis glomerata* L., *Milium effusum* L., *Aconitum septentrionale* Koelle) лесном и ежовом (*Dactylis glomerata*, *Prunella vulgaris*, *Agrostis gigantea* Roth, *Helictotrichon pubescens* (Huds.) Pilg.) настоящем лугах, кистекопной – на злаково-хвощевом (*Equisetum sylvaticum* L., *Milium effusum*, *Poa pratensis* L.) лесном и злаково-разнотравном (*Amaria repens* (L.) C. Presl, *Fragaria vesca* L., *Festuca pratensis* Huds., *Prunella vulgaris*) настоящем лугах.

Для изучения анатомической структуры органов из каждого местообитания случайно отбирали по 20–25 особей в фазе вегетации (виргинильное онтогенетическое состояние) и цветения (зрелое генеративное онтогенетическое состояние). Для приготовления временных препаратов делали тонкие срезы различных частей растения: корневищ, придаточных корней, стеблей и листьев. Срезы были выполнены от руки при помощи лезвия и при помощи ротационного микротомы ССИ-Cut SRM 200. После среза материал помещали на предметное стекло в каплю воды, окрашивали флюороглюцином и соляной кислотой, накрывали покровным стеклом. Таким образом определяли наличие одревесневших клеточных стенок, содержащих лигнин. Изучение анатомических срезов осуществляли при помощи микроскопа Микромед 1 (увеличение 10 × 10; 10 × 40).

Определение количества устьиц на 1 мм² нижней и верхней стороны листа проводили согласно методу Ю.Г. Молотковского [9]. Устьица подсчитывали при помощи окулярного микрометра МОВ-1-15 × № 730952 ГОСТ 7865-56 в 10 разных участках препарата в пяти повторностях для каждого онтогенетического состояния.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате сравнения анатомического строения особей *P. vulgaris* разных жизненных форм различий не выявлено, поэтому данные приведены для наиболее часто встречающейся в Хакасии длиннокорневищной биоморфы вида.

Корень и стебель – осевые органы растения. Одна из основных общих функций их заключается в проведении воды и растворенных в ней органических и минеральных веществ по растению. В связи с этим в корне и стебле особенно развиты проводящая и механическая системы. Для отложения запасных продуктов в этих органах весьма хорошо развита система паренхимы [9, 10].

Придаточные корни особей *P. vulgaris* в виргинильном и зрелом генеративном онтогенетических состояниях, изъятые из почвы в июне-июле, имеют вторичное строение. Поперечные срезы сделаны на разных уровнях корней, что позволяет наблюдать их первичное и вторичное строение. Придаточные корни на поперечном срезе имеют округлые очертания. Строение корней типично, в них хорошо развиты первичная кора и центральный цилиндр. Снаружи корень покрыт одним слоем клеток – эпиблемой, под которой располагается первичная кора. Экзодерма – наружный слой коры. Она образована 2 слоями клеток многогранной формы. В корне хорошо развита мезодерма, состоящая из нескольких рядов клеток округлой формы. У особей *P. vulgaris*, произрастающих на закустаренном высокотравном лесном лугу, в условиях с большим увлажнением клетки мезодермы располагаются достаточно рыхло, что свидетельствует о наличии аэренхимы. По мнению О.А. Макаровой, развитие аэренхимы свидетельствует об адаптации растения к влажной среде [11].

Внутренний слой коры представлен эндодермой. В центральном цилиндре хорошо развиты проводящие ткани. Ксилема на поперечных срезах имеет вид радиальных рядов клеток, тянущихся в направлении к перициклу. К периферии стелы направлены тяжи флоэмы, которые чередуются с лучами ксилемы. По типу строения центральный цилиндр можно отнести к полиархному [12].

При вторичном строении корней, на границе между первичной корой и центральным цилиндром отмечена перидерма, которая состоит из

нескольких слоев мелких плоских клеток с толстыми клеточными стенками. Она образуется в результате деятельности феллогена, находящегося в перицикле. Клетки феллогена делятся тангентально, откладывая наружу пробку. Клетки коры, отрезанные пробкой от внутренних живых тканей, отмирают. Она растрескивается и со временем сбрасывается.

Сопоставление анатомических особенностей, наблюдаемых у придаточных корней *P. vulgaris* в различных фитоценозах, позволило сделать вывод о приспособлениях к более влажным условиям обитания в виде хорошо развитой аэренхимы в мезодерме первичной коры.

Корневища *P. vulgaris* покрыты снаружи перидермой, под которой располагается первичная кора. Здесь особенно хорошо представлена запасующая паренхима. Исследования показали, что 50 % объема корневища занимает запасующая ткань, которая накапливает не только питательные вещества, но и биологически активные вещества.

Проводящие пучки у всех исследуемых особей располагаются по периферии центрального цилиндра, в середине которого находятся паренхимные клетки (сердцевина). Проводящие пучки открытые коллатеральные. Кроме 4 основных пучков, содержащих флоэму и ксилему, формируется несколько дополнительных пучков. Межпучковая паренхима склерифицирована, в результате чего образуется сплошное кольцо из склеренхимы по периферии центрального цилиндра. *P. vulgaris* – мезофитный вид, но в своей работе О.А. Макарова отмечает, что в структуре корневища прослеживаются черты ксероморфизма, которые проявляются в строении проводящих пучков. Автор также отмечает широкое развитие одревесневшей паренхимы в центральном цилиндре [11].

Сердцевина развита хорошо, представлена множеством паренхимных клеток. Однако у растений кистекорневой жизненной формы в генеративном состоянии отмечено разрушение клеток сердцевинны.

Сравнение строения корневищ у особей в виргинильном и зрелом генеративном онтогенетических состояниях показало изменения анатомической структуры. В корневищах растений, находящихся в генеративном онтогенетическом

состоянии, выявлено увеличение паренхимных клеток и некоторое увеличение толщины первичной коры. Эти структурные изменения связаны, по всей видимости, с усилением запасующей роли корневища при подготовке растений к зимнему покою.

Сопоставление анатомии наблюдаемых корневищ из разных растительных сообществ позволило сделать вывод об идентичности их строения, что еще раз подтверждает значительную их устойчивость к изменяющимся внешним воздействиям [13].

Стебель особей *P. vulgaris* исследуемых онтогенетических состояний имеет типичное строение и не имеет отличий в разных условиях существования. Снаружи он покрыт эпидермой, под которой хорошо выражена первичная кора. В центральном цилиндре отмечены открытые коллатеральные проводящие пучки. Межпучковая паренхима склерифицирована, в результате чего образуется сплошное кольцо из склеренхимы по периферии центрального цилиндра. Сердцевина хорошо выражена, сформирована множеством паренхимных клеток. Снаружи стебель покрыт многоклеточными кроющими волосками.

Поверхность листа *P. vulgaris* покрыта эпидермой. На верхней эпидерме отмечены многоклеточные кроющие волоски. Клетки эпидермы имеют извилистую форму, причем клетки верхней эпидермы отличаются меньшей мозаичностью и несколько большими размерами, чем клетки нижней эпидермы.

Мезофилл в листьях дифференцирован на столбчатую и губчатую ткань.

Исследования показали, что структура листьев пластична и зависит от воздействия различных факторов среды на растение. В анатомическом строении листьев особей *P. vulgaris*, изученных на ежовом настоящем лугу, отмечены более мелкие клетки эпидермы и столбчатый мезофилл, образованный очень узкими клетками, что отличает их от особей, обитающих на закустаренном высокотравном лесном лугу. Это подтверждает высказывание К. Эзау [12] о том, что при уменьшении количества влаги и увеличении количества солнечного света анатомические элементы листа становятся меньше, число их на единицу поверхности больше, а сомкнутость между собой выше.

Среди клеток эпидермы расположены устьица. Они были обнаружены как на верхней, так и на нижней стороне листа. Больше количество устьиц находится на нижней стороне листа. Устьичный аппарат диацитного типа.

От условий произрастания особей сильно зависят число и размеры устьиц. Был произведен подсчет количества устьиц на 1 мм² нижней и верхней листовой поверхности. Число и распределение устьиц варьирует в зависимости от экологии. Так, число устьиц на листьях растений, произрастающих на полном свете и при недостатке влаги, возрастает. Например, среднее число устьиц на листьях особей, произрастающих на злаково-разнотравном настоящем лугу – 87 шт., на лесном лугу – 72 шт.

Заключение. Таким образом, анатомическая структура вегетативных органов особей *P. vulgaris* разных жизненных форм сходна. У особей в виргинильном и зрелом генеративном онтогенетических состояниях структурные изменения отмечены только в строении корневищ, что выражается в увеличении паренхимных клеток и толщины первичной коры в генеративном онтогенетическом состоянии.

В целом сопоставление анатомического строения подземных органов и стеблей в различных условиях обитания позволяет сделать вывод об идентичности их строения, что подтверждает значительную их устойчивость к внешнему воздействию. Значительным изменениям под воздействием факторов среды подвержена только анатомическая структура листьев.

Литература

1. Барсукова И.Н. Онтогенез и жизненная форма *Prunella vulgaris* (Lamiaceae) в Республике Хакасия // Растительные ресурсы. – 2014. – Т. 50, вып. 3. – С. 347–359.
2. Лекарственные растения Хакасии / С.В. Водолазова, Ю.В. Саранчина, А.В. Ларионов [и др.]; под ред. С.В. Водолазовой; Хакас. гос. ун-т им. Н.Ф. Катанова. – Абакан, 2011. – 164 с.
3. Шретер А.И. Лекарственная флора советского Дальнего Востока. – М.: Медицина, 1975. – 327 с.

4. Liu Y. Progress in studying of a chemical composition and biological activity of *Prunella vulgaris* L. // J. Shenyang Pharm. Univ. – 2003. – Vol. 20, № 1. – P. 55–59.
5. Болотник Е.В. Морфологическая изменчивость и содержание фенольных соединений у *Prunella vulgaris* и *P. grandiflora* (Lamiaceae) на Среднем Урале // Растительные ресурсы. – 2013. – Т. 49, вып. 2. – С. 153–163.
6. Борисова А.Г. Черноголовка – *Prunella* L. // Флора СССР. – М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1954. – Т. XX. – С. 494–498.
7. Корчагин А.А. Внутривидовой (популяционный) состав растительных сообществ и методы его изучения // Полевая геоботаника. – М.; Л.: Наука, 1964. – С. 39–62.
8. Куликова Г.Г. Основные геоботанические методы изучения растительности. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 152 с.
9. Викторов Д.П. Практикум по физиологии растений. – 2-е изд. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1991. – 160 с.
10. Александров В.Г. Анатомия растений. – М.: Высш. шк., 1966. – 432 с.
11. Макарова О.А. Анатомическая изменчивость корневищ в связи с влажностью почвы (на примере некоторых представителей семейства *Labiatae* Juss.): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Воронеж, 1987. – 16 с.
12. Эзау К. Анатомия семенных растений. – М.: Мир. – Т. 1–2. – 1980. – 558 с.
13. Таршис Л.Г. Морфолого-анатомические особенности подземных органов некоторых видов цветковых растений в связи с их адаптацией к экологическим условиям // Экология. – 2005. – № 2. – С. 97–105.

Literatura

1. Barsukova I.N. Ontogenez i zhiznennaja forma *Prunella vulgaris* (Lamiaceae) v Respublike Hakasija // Rastitel'nye resursy. – 2014. – Т. 50, вып. 3. – С. 347–359.
2. Lekarstvennyye rastenija Hakasii / S.V. Vodolazova, Ju.V. Saranchina, A.V. Lari-onov [i dr.]; pod red. S.V. Vodolazovoj; Hakas. gos. un-t im. N.F. Katanova. – Abakan, 2011. – 164 s.

3. *Shreter A.I.* Lekarstvennaja flora sovetskogo Dal'nego Vostoka. – M.: Medicina, 1975. – 327 s.
4. *Liu Y.* Progress in studying of a chemical composition and biological activity of *Prunella vulgaris* L. // *J. Shenyang Pharm. Univ.* – 2003. – Vol. 20, № 1. – P. 55–59.
5. *Bolotnik E.V.* Morfologicheskaja izmenchivost' i sodержanie fenol'nyh soedinenij u *Prunella vulgaris* i *P. grandiflora* (Lamiaceae) na Srednem Urale // *Rastitel'nye resursy.* – 2013. – Т. 49, вып. 2. – S. 153–163.
6. *Borisova A.G.* Chernogolovka – *Prunella* L. // *Flora SSSR.* – M.; L.: Izd-vo Akademii nauk SSSR, 1954. – Т. XX. – S. 494–498.
7. *Korchagin A.A.* Vnutrividovoj (populjacionnyj) sostav rastitel'nyh soobshhestv i metody ego izuchenija // *Polevaja geobotanika.* – M.; L.: Nauka, 1964. – S. 39–62.
8. *Kulikova G.G.* Osnovnye geobotanicheskie metody izuchenija rastitel'nosti. – M.: Izd-vo MGU, 2006. – 152 s.
9. *Viktorov D.P.* Praktikum po fiziologii rastenij. – 2-e izd. – Voronezh: Izd-vo VGU, 1991. – 160 s.
10. *Aleksandrov V.G.* Anatomija rastenij. – M.: Vyssh. shk., 1966. – 432 s.
11. *Makarova O.A.* Anatomicheskaja izmenchivost' kornevishh v svjazi s vlazhnost'ju pochvy (na primere nekotoryh predstavitelej semejstva Labiatae Juss.): avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Voronezh, 1987. – 16 s.
12. *Jezau K.* Anatomija semennyh rastenij. – M.: Mir. – Т. 1–2. – 1980. – 558 s.
13. *Tarshis L.G.* Morfologo-anatomicheskie osobennosti podzemnyh organov nekotoryh vidov cvetkovykh rastenij v svjazi s ih adaptaciej k jekologicheskim uslovijam // *Jekologija.* – 2005. – № 2. – S. 97–105.



УДК 631.524.01:631.524.82:582.475.4

Е.А. Пинаевская

**РОСТ РАЗНЫХ ФОРМ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)
НА БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ**

Е.А. Pinaevskaya

**GROWTH OF DIFFERENT FORMS OF *PINUS SYLVESTRIS* L. ON MARSHY SOILS
OF THE NORHERN TAIGA**

Пинаевская Е.А. – асп., мл. науч. сотр. лаб. экологии популяций и сообществ Института биогеографии и генетических ресурсов Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики РАН, г. Архангельск. E-mail: aviatorov8@mail.ru

Pinaevskaya E.A. – Post-Graduate Student, Junior Staff Scientist, Lab. of Ecology of Populations and Communities, Institute of Biogeography and Genetic Resources, Federal Research Center of Complex Studying, Arctic Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk. E-mail: aviatorov8@mail.ru

Изучение формового разнообразия сосны обыкновенной позволяет исследовать проблемы наследственности и изменчивости в микроэволюционных процессах этого лесобразующего вида. Целью данной работы является изучение роста разных форм сосны в условиях постоянного избыточного увлажнения

почв северной тайги (низовье Северной Двины). Проведена сравнительная оценка морфометрических показателей и изучена изменчивость радиального прироста разных форм сосны обыкновенной. Установлено, что «болотная» форма значительно уступает в росте «обычной» сосне по основным морфо-