

© 2007 М.В. Астафьев, С.В. Саксонов*

ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РОДИОЛЫ РОЗОВОЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

Astaf'ev V.M., Saksonov S.V. ECOLOGICAL-MORPHOLOGICAL STUDY OF RHODIOLA ROSEA GROWING IN THE SAMARA AREA. Ecological features in conditions of the Samara area have been studied.

Keywords: РОДИОЛА РОЗОВАЯ, introduction, ecological features.

Астафьев В.М., Саксонов С.В. ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РОДИОЛЫ РОЗОВОЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ. Изучены экологические особенности родиолы розовой в условиях Самарской области.

Ключевые слова: родиола розовая, интродукция, экологические особенности.

Интродукция лекарственных растений в новые экологические условия ведет, как правило, к разнонаправленным изменениям накопления биологически активных лекарственных веществ.

Южно-сибирский вид *Rhodiola rosea* L. – многолетнее травянистое растение из семейства толстянковых (Crassulaceae) популярен на родине как золотой корень, очиток розовый, является эффективным адаптогеном и иммунокорректором, обладающим способностью в условиях дезадаптации смягчать отрицательное воздействие на организм человека стрессовых ситуаций, а также неблагоприятных, производственных и других факторов. Лекарственное растительное сырье данного растения популярно в народной медицине и используется в медицинской практике России в качестве тонизирующего и адаптогенного средства (Куркин, 2002; Куркин и др., 1997, 2005, и др.). При этом в последнее время выявлен целый ряд новых фармакологических свойств, а именно: антиоксидантная, ноотропная, иммуномодулирующая активность (Куркин и др., 2003).

В этой связи перспективным направлением является проведение исследований в плане расширения сырьевой базы *R. rosea* в различные эколого-климатические условия.

Rhodiola rosea в зависимости от среды обитания и воздействия экологических факторов в отличие от других видов этого рода практически сохраняет морфологические, анатомические и химические признаки, которые характеризуют ее в целом (Саратиков, 1987, 2004). Тем не менее, у *R. rosea* в значительных пределах изменяются такие признаки как кустистость, вы-

* Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти.

сота побегов, форма и количество листьев, количество цветков, мощность корневой системы и корневища. Существенные морфологические изменения проявляются также в условиях интродукции растения. Нами проанализирована возможность выращивания *R. rosea* в условиях Самарской области, приемлемые способы ее выращивания (семенное или рассадное), развитие продуктивности надземных и подземных органов, а также биологические особенности растения.

Посев растений *R. rosea* семенным и рассадным способами позволил наблюдать их развитие в течение 5 лет в различных пунктах (фитоценозах): на склон левого берега реки Волги, в Волжском районе (I фитоценоз), в дачном массиве (II фитоценоз) и на агробиологической станции Самарского государственного педагогического университета (III фитоценоз).

В результате обработке полученных данных, установлено, что стебли у *R. rosea*, произрастающей из семян и рассады – конвергентны и характеризуются следующими признаками: стебли простые, прямостоячие, несколько отклоненные или изогнутые в количестве от 6 ± 4 у семенных и 7 ± 7 у рассадных в I фитоценозе; 5 ± 3 и 6 ± 7 во II и 5 ± 3 и 6 ± 5 соответственно в III фитоценозе на пятом году произрастания.

Стебли по консистенции выполненные, по форме на поперечном срезе округлые, в диаметре 3-4 мм, иногда до 6-7 мм. Высота стеблей (см) различная в зависимости от возраста растения. У семенных растений в первый год развития высота в I фитоценозе составляла $9 \pm 2,5$, во II - $6 \pm 2,5$ и в III-ем - 7 ± 2 см. Рассадных растений в первом году не было.

Во второй год высота растений семенных составляла 9 ± 4 в I фитоценозе, 8 ± 2 во II и 8 ± 3 см в III-ем. У рассадных 9 ± 5 в I фитоценозе, 8 ± 3 в II и 8 ± 4 см в III-ем.

На третий год высота семенных растений составила в I фитоценозе 17 ± 5 ; 16 ± 4 во II-ом и 15 ± 4 см. в III-ем. У рассадных растений 25 ± 6 в I фитоценозе, 20 ± 5 в II и III - 21 ± 5 см.

В четвертом году у семенных растений 17 ± 5 в I фитоценозе, 16 ± 5 во II и 15 ± 5 см в III –ем. У рассадных растений - 25 ± 7 - I фитоценозе, 20 ± 5 во II и 21 ± 5 см в III-ем соответственно.

На пятом году высота семенных растений составляла в I фитоценозе 22 ± 6 , во II 21 ± 5 и 20 ± 5 см в III-ем. У рассадных растений 27 ± 5 - I фитоценозе, 25 ± 5 в – II и 24 ± 6 см в III-ем.

Обобщая вышеизложенные данные можно отметить, что высота стеблей *R. rosea* доминировала в фитоценозе I (Волжский район) в сравнении с фитоценозами II и III. Наибольшее количество стеблей развивалось также у растений, произрастающих в I фитоценозе.

Листья у *R. rosea* очередные, мясистые, зеленые (особенно у растений, произрастающих в I фитоценозе) или сизовато-зеленые, сидячие, косо вверх направленные. По форме листья обратно-яйцевидные в нижней формации стебля, эллиптические и до ланцетных и продолговатых в верхней формации стебля. Нижние листья более мелкие (до 5 мм) чешуевидные, чем средние и верхние. Край листа в нижней формации стебля прак-

тически ровный, а в средней и верхней формации края листьев зубчатые, верхушка листа заостренная. Длина листовой пластинки в среднем до 30 мм и шириной до 15-18 мм. Число листьев по годам роста и развития растения различное.

Так у семенных растений в первый год жизни в среднем 7 ± 3 по всем видам фитоценозов. Во второй год у семенных растений в I и во II фитоценозах 10 ± 3 , в III-ем - 9 ± 2 . У рассадных растений в I фитоценозе 10 ± 6 , во II - 9 ± 4 ; в III - 9 ± 3 см.

На третьем году: у семенных растений в I фитоценозе 13 ± 6 , во II-м - 12 ± 5 , в III-м - 12 ± 4 соответственно. У рассадных растений в I фитоценозе 14 ± 7 , во II - 12 ± 6 и в III - 12 ± 4 соответственно.

В четвертом году. У семенных растений в I фитоценозе 14 ± 6 , II - 13 ± 5 , в III - 13 ± 5 соответственно. У рассадных растений в I фитоценозе 14 ± 8 , II - 13 ± 6 и в III - 13 ± 5 соответственно.

Пятый год. У семенных растений: I фитоценозе 22 ± 6 , во II - 21 ± 6 и в III - 20 ± 5 соответственно. У рассадных растений в I фитоценозе 22 ± 7 , во II - 21 ± 6 и в III - 21 ± 5 соответственно.

В целом можно заметить, что число листьев у семенных и рассадных растений *R. rosea* приблизительно одинаково и варьирует максимально от 22 до 29 шт. Но тем не менее в фитоценозе I (Волжский район) количество листьев на одном растении также преобладает, чем на растениях, произрастающих во II и III фитоценозах (примерно на 3-4 листа меньше). К тому же длина и ширина листовых пластинок у *R. rosea* в I фитоценозе также больше, примерно на 4 мм и 2 мм соответственно.

Параллельно с развитием надземной части у родиолы розовой формируется корневая система и корневище. Главный корень ветвиться за счет корней второго и третьего порядка. Корневая система имеет стержнекорневую форму. Длина корневой системы достигает 2-5 см. Корни проникают в трещины, разломы, содержащие скопления мелкозема.

Корневище у *R. rosea* имеет развитые придаточные корни, число которых достигает 12-17 шт., а длина их достигает 18-20 см. корневая система *R. rosea* представляет собой совокупность крупного корневища с отходящими придаточными корнями дихотомического ветвления. В процессе жизнедеятельности корневище ежегодно нарастает от 2 до 5 см, в зависимости от экологических факторов, располагается вблизи и параллельно поверхности почвы. Наибольшего развития корневище достигает на 4-5 году, причем наибольший рост наблюдается в I (Волжский район) и II фитоценозах (левый берег реки Волги). Толщина корневища 1,5 см, редко – 2,5 см. Поверхность корневища в междоузлиях – гладкая, а в узлах - бугристая из-за множества почек возобновления и остатков следов отмерших растений, особенно на 4 и 5 году роста. Свежевыкопанное корневище серовато-темно-бежевого цвета, на отдельных участках с золотисто-бронзовым оттенком. На изломе корневище желто-розового цвета, а после высушивания – красновато-коричневого. Вкус горьковато-вяжущий, запах напоминает запах свежесрезанной розы.

Генеративный период *R. rosea* наступает как у семенных, так и рассадных особей на третьем году жизни и очень в незначительном количестве. На четвертом-пятом году вегетации количество генеративных побегов увеличивается до 70-80%.

Молодое генеративное состояние характеризуется появлением репродуктивных побегов, которые имеют развитые вегетативные органы. Так, листья на побегах имеют три формации: низовые – чешуевидные, срединные – зеленые, фотосинтезирующие, простые цельные без прилистников и черешков. Форма листовой пластинки от ланцетовидной до продолговатой. Верхние листья – мелкие, фотосинтезирующие, расположенные в основании соцветий.

Соцветие *R. rosea* и у семенной и у рассадной во всех трех фитоценозах практически имеют одинаковое строение, за исключением фитоценоза I (Волжского района). Соцветие *R. rosea* с прицветным листом при основании, цимодное, многоцветковое (от 12-38 шт.), щитковидное. Цветки четырехчленные (единичные случаи - пятичленные) однополые, двудомные. Редко встречаются особи с обоеполыми цветами в соцветии. Пестичные (женские) цветы имеют косо-вверхнаправленные лепестки от 3-4 мм длиной желто-зеленого цвета. Гинецей состоит из 3-6 плодолистиков длиной до 6 мм. Подпестичные чешуйки линейно-продолговатые, на верхушке выемчатые. У тычиночных (мужских) цветов лепестки венчика отклонены, длиной до 5 мм, желтые ли бледно-зеленоватые, линейной или продолговатой формы. Чашелистики зеленые, мелкие 2-2,5 мм длиной. Цветоножки у цветков длиннее лепестков венчика и равны 3-6 мм, иногда до 8 мм. Плод апокарпный многолистовка, состоит чаще из 2-4 листовок, редко – 6; длина листовок до 8 мм. Листовки двухслойные, вначале они зеленые, а потом в верхней части за счет наличия каротиноидов приобретают краснобурый цвет при незначительном похолодании. Нижний слой листовок плотный, жесткий, кожистый.

Семена очень мелкие, легкие. Под микроскопом можно определить форму – обратно-яйцевидные, удлинено яйцевидные, продолговатые и ланцетные, продольно-ребристые. Цвет слабо коричневый, иногда до темно бурого, в зависимости от температуры. Очень жесткие.

Микроскопический анализ строения надземной и подземной частей вегетативных органов имеет следующую структуру тканей. **Стебель.** Покровная ткань – эпидермис с устьицами, расположенными беспорядочно. Клетки эпидермиса плотно сомкнуты, трихом и железок не образуют. Клетки коры первичной представлены: эктодерма состоит из плотно расположенных клеток в 1-2 ряда, выполняющих в основном защитную и фотосинтезирующую функции; мезодерма имеет клетки фотосинтезирующей и запасующей паренхимной ткани; эндодермальный слой клеток слабо выражен. Сосудисто-проводящий цилиндр стебля состоит из проводящих тканей флоэмы и ксилемы, расположенных по радиусу камбия в виде открытых коллатеральных проводящих пучков. Клетки средцевидных лучей расположены между сосудисто-проводящими пучками, образованными

межпучковым камбием. Сердцевина выстлана клетками запасующей паренхимы, которые расположены рыхло, с большим количеством межклетников. **Листья.** Листовая пластинка дорзовентрального типа. Листья сочные. Клетки верхнего эпидермиса плоские, плотно сомкнутые между собой, наружные стенки клеток утолщены. Под верхним эпидермисом расположены два слоя клеток палисадной хлорофиллоносной паренхимы. Далее следуют крупные, тонкостенные клетки рыхлой хлорофиллоносной паренхимы с большим количеством межклетников. Поэтому листья *R. rosea* рыхлые и сочные. Сосудисто-проводящие пучки в листьях встречаются в небольшом количестве. По структуре они закрытые, ксилема расположена ближе к верхнему эпидермису, а флоэма к нижнему, в отличие от сосудисто-проводящих пучков стебля. Флоэма и ксилема защищены слоем клеток склеренхимы. Нижний эпидермис листа состоит из клеток более мелких, плотно сомкнутых и образующих устьица, которые расположены неравномерно. Трихом и железок нет. **Корень.** Корневая система стержневого типа, но в ней преобладают развитые придаточные корни, которые отходят от узлов корневища. И главный и придаточные корни имеют боковые корни первого, второго иногда третьего порядка в зависимости от длительности вегетации *R. rosea*.

Покровная ткань корня *R. rosea* – перидерма (или корка). Клеток коры первичной нет. В сосудисто-проводящем цилиндре по радиусу расположены клетки камбия, от которого к периферии корня образуются клетки флоэмы, достигающей покровной ткани в виде узких лучей, среди которых имеются клетки запасующей паренхимы. В центре корня имеются сосуды ксилемы первичной. Камбий к центру корня образует клетки ксилемы в виде лучей, расположенных строго радиально и пронизанных сердцевидными лучами. Сосуды ксилемы корня имеют спиральные и кольчатые утолщения. Таким образом, корень *R. rosea* на поперечном срезе имеет микроскопическое строение, представленное двумя блоками тканей: покровной и клетками центрального цилиндра (сосудистого). У **корневищ** *R. rosea*, произрастающей во всех трех фитоценозах, хорошо выражены следующие блоки тканей: покровные, клетки коры первичной и клетки центрального цилиндра с сердцевинной. На третий, четвертый и пятый год вегетации закладывается перидерма переходящая постепенно в корку (ретикум). Клетки пробки крупные, овальной формы, представлены запасующей паренхимой с расположенными в них простыми крахмальными зернами. Кора первичная развита хорошо. Экзодерма состоит из одного-двух рядов клеток механической ткани. Мезодерма представлена клетками запасующей паренхимы. Эндодерма имеет два слоя клеток с утолщениями. В сосудисто-проводящем цилиндре корневища встречается на молодых один слой камбия, а на четырех и пяти летних два слоя камбия, расположенных на расстоянии один от другого около 0,7-1 см. Причем наружный слой камбия расположен ближе к корке и имеет непрерывное положение по радиусу корня. По этому слою камбия симметрично расположены открытые коллатеральные сосудисто-проводящие пучки. Внутренний слой камбия

имеет только пучковое расположение и соответственно образует сосудисто-проводящие пучки открытого коллатерального типа, но расположены не симметрично. Флоэма в сосудисто-проводящих пучках имеет треугольное расположение, вершиной к перидерме корневища, а основанием широким к камбию. Между участками флоэмы расположены крупные клетки запасяющей паренхимы. Ксилема в основном состоит из сосудов с кольчатыми и спиральными утолщениями, расположенными плотно. В некоторых сосудисто-проводящих пучках встречается обратное расположение проводящих тканей по отношению к камбию, а именно ксилема над камбием, а флоэма под камбием. Это, видимо, связано с изменением ветвления корневища и зависит, вероятно, от структуры почвы.

Сердцевина корневища *R. rosea* состоит из крупных клеток запасяющей паренхимы, заполненных крупными крахмальными зёрнами. Следует заметить, что корневище *R. rosea*, произрастающей в отмеченных фитоценозах не имеет высокой степени ветвистости и расположены они параллельно поверхности почвы. По структуре тканей в корневищах много развито клеток запасяющей паренхимы как в клетках коры первичной, так и в клетках сердцевины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Культивирование родиолы розовой наиболее благоприятно протекает на гумусных почвах (Волжский район), где корневища имеют многочисленные придаточные корни, масса которых превышает массу всех подземных органов растений, выращиваемых на других фитоценозах.

По совокупности растениеводческих факторов наиболее оптимальным способом выращивания родиолы розовой можно считать рассадный. Согласно агрорекомендациям рассадный способ позволяет на пятом-шестом годах выращивания получать сырьё, отвечающее необходимым требованиям и фактически не уступающее сырьё дикорастущих растений по содержанию действующих веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Куркин В.А. Фенилпропаноиды растений – перспективный источник препаратов. // В.А. Куркин, Г.Г. Запесочная, Е.В. Авдеева и др. // Человек и лекарство: Тез. докл. IX Росс. нац. конгресс, М., 2002. С. 646. - **Куркин В.А., Запесочная Г.Г., Авдеева Е.В., Первушкин С.В., Егоров В.А.** Проблемы создания препаратов на основе корневищ родиолы розовой // Самарский медицинский архив. – 1997. – № 5. – С. 43-47. - **Куркин В.А., Запесочная Г.Г., Авдеева Е.В. и др.** Фенилпропаноиды как самостоятельный класс биологически активных соединений. Самара, 2005.

Саратиков А.С. Родиола розовая – ценное лекарственное растение: Золотой корень / А.С. Саратиков, Е.А. Краснов // Томск: Изд-во Том. ун-та, 1987. – 254 с. - **Саратиков А.С.** Родиола розовая (золотой корень) / А.С. Саратиков, Е.А. Краснов // Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. – 292 с.

Поступила в редакцию
12 декабря 2006 г.