

СТРУКТУРА ПОДЗЕМНЫХ ОРГАНОВ *GENTIANA SCABRA* BUNGE И *G. TRIFLORA* PALL.

Сунь Янь^{1,2}, Ван Гуйцянь¹, Горобец К.В.²

¹ Хэйлунцзянский университет, г. Харбин, Китай

² Дальневосточный государственный университет, г. Владивосток

В настоящее время род *Gentiana* включает 362 вида (Ho & Liu, 2001). Из них на Дальнем Востоке России произрастает лишь 34 вида (Харкевич, 1995; Лавренов, Лавренова, 1999), в том числе *G. scabra* Bunge и *G. triflora* Pall., которые имеют высокую ценность как лекарственные растения (Хапкин и др., 1989; Минаева, 1991; и др.). В медицине издавна используются их корни и корневища при лечении лихорадки и болезней печени, а в современной медицине используют их желчегонные свойства (Лю Минюань и др., 1995). *G. scabra* и *G. triflora* довольно часто встречаются на Дальнем Востоке России, но в последние годы из-за чрезмерного освоения лесов, распахивания лугов, пастбищ и сенокосов и т. д. наблюдается тенденция к сокращению численности популяций этих видов. В Китае из-за неконтролируемого сбора *G. scabra* и *G. triflora* ещё в 80-е годы XX века эти виды были включены в Красную Книгу как растения третьего ранга, подлежащие государственной охране (Чжан Эньди и др., 2002). Однако в России эти два вида до сих пор не охраняются.

Целью данной работы являются исследование структуры подземных органов *G. scabra* и *G. triflora* и разработка методов увеличения объема подземной части этих видов.

Материалы и методика исследования

Объектом исследования являются *Gentiana scabra* и *G. triflora*. Для экспериментальных исследований растения этих видов пересаживали из дикой природы в коллекцию Ботанического сада-института ДВО РАН (БСИ). Исследования проводили в течение 2006-2008 г. на экспериментальном участке БСИ и окрестностях г. Владивостока.

Для изучения анатомического строения корней использовали традиционную методику парафинового среза. После сбора корней фиксировали их смесью спирта, уксусной кислоты и формалина (50-70% спирт - ледяная кислота - формалин в соотношении 90:5:5). После фиксации в течение 24 часов препараты сохраняли в 70% спирте, окрашивали раствором сафранина или зеленым прочным FCF, толщина срезов 8-12 мкм. Постоянные препараты заливали в глицерин-желатин.

В ходе прорастания семян пророщенный материал регулярно отбирали для анатомического исследования проростка, окрашивали карбол-фуксином (Carbol Fuchsin). Для микрофотографирования использовали фотоаппарат Leica DM LB2.

Результаты и обсуждение

Развитие корневой системы

Семена после обработки гиббереллином начинают прорастать на 4-5-ый день. Фаза семядолей проростка длится более 10 дней. В это время на границе гипокотилия и зародышевого корешка образуется кольцо с сосущими волосками (рис. 1). Подобное явление образования кольца и сосущих волосков характерно для водных растений (Panshin & De Zeeuw, 1980; Liu Mei et al., 2002). Panshin и De Zeeuw (1980) назвали эти сосущие волоски *гипокотильными волосками*.

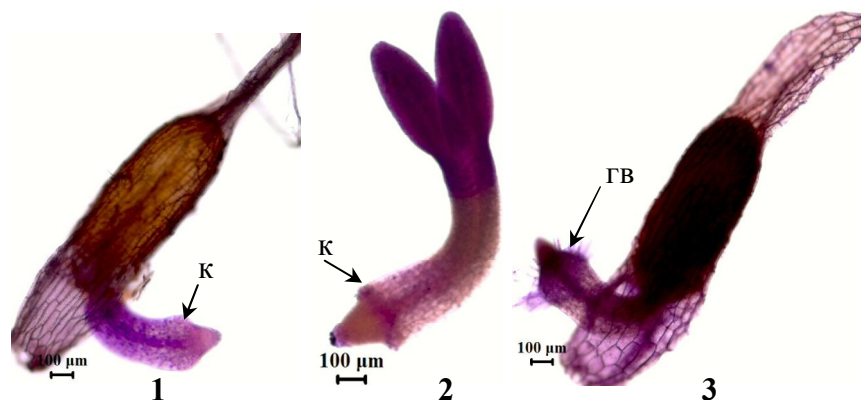


Рис. 1. Кольцо и гипокотильные волоски в процессе прорастания семян *G. scabra*
к - кольцо; гв - гипокотильные волоски.

Зародышевый корешок ветвится и образует стержневую корневую систему. На второй год развития, в мае из верхушечной почки обычно формируется один побег, в середине июня в основании верхушечной почки возобновления развиваются 1-2 придаточных корня. Придаточные корни развиваются быстрее главного. Осенью придаточные корни по форме становятся сходными с главным корнем, и корневая система становится почти мочковатой (кистекорневое растение).

После этого в июне каждого года на корневище образуются новые корни (рис. 2), и формируется мочковатая корневая система, включающая первичный корень. По нашим данным, продолжительность жизни первичного корня у *G. scabra* составляет примерно 8 лет, а у *G. triflora* – около 5 лет.



Рис. 2. Корневая система с новыми развивающимися корнями у *Gentiana scabra*

Видоизменения корневой системы

В природных условиях в популяциях *G. scabra* и *G. triflora* произрастает множество видов, сильно переплетаясь корнями при большой плотности растений. Взрослые растения *G. scabra* входят в состав среднего или верхнего ярусов травянистых фитоценозов, а *G. triflora* – верхнего. Их корневая система развивается в среднем или нижнем подземных ярусах. В популяции с высоким видовым разнообразием растения подвергаются сильной конкуренции. При культивировании *G. scabra* и *G. triflora* исчезает конкуренция со стороны других видов, и растения горечавки заметно изменяются по форме и строению корневой системы. Возрастает количество придаточных корней, их диаметр увеличивается на 0,5-1 мм, благодаря этому культивируемые растения превосходят дикорастущие по биомассе. Кроме того, у растений в культуре на поверхности корней меньше морщин и они менее глубокие; в корневой системе молодые (возраст 1-2 года) более тонкие и светлые корни находятся по периферии, а более старые (3 и более лет) более темные и толстые – ближе к центру.

В природе у многолетних растений горечавки боковые корни образуются неравномерно, что связано с качеством грунта (наличием камней и корневых систем других растений), располагаются они с 1-3 сторон. У растений в культуре, где достаточно мягкая и однородная почва, боковые корни располагаются равномерно со всех сторон.

Распределение корневой системы

G. scabra и *G. triflora* имеют укороченные корневища, образованные годичными приростами побегов. Распределение корневой системы в почве у этих видов не одинаково: боковые корни *G. scabra* растут вглубь под углом к корневищу (рис. 3 а), а у *G. triflora* – почти горизонтально (рис. 3 б). Это связано с условиями их произрастания: *G. triflora* произрастает на заболоченных лугах со множеством кочек, плотное сплетение корней других растений, а также уменьшение содержания кислорода в глубинных заболоченных слоях почвы препятствуют распространению ее корневой системы вниз. *G. scabra* произрастает на склонах, лугах, опушках леса, где почва лучше дренирована, обеспечивается нормальное дыхание корней. Растения в таких условиях располагают корни на разной глубине, не образуя слишком плотной дернины, и корневая система *G. scabra* легко проникает вглубь почвы. Эти особенности отражают адаптацию растения к условиям окружающей среды. При культивировании *G. scabra* и *G. triflora* исчезает конкуренция со стороны других видов, и их корневая система распространяется вглубь почвы.

G. scabra - коротко-корневищное растение. Корневище длиной 0,5-5 см, диаметром 0,5-1 см. На корневище хорошо видны следы побегов. В природе на верхушке корневища обычно формируются 1-2, в то время как в культуре – 2-4 почки возобновления. Почки возобновления круглые, фиолетовые, длиной не более 1 см, и среди них развивается 2-3 более мелкие почки. Корневая система имеет около 20 корней длиной 5-25 см, 0,1-0,4 см в диаметре, бежевого цвета (иногда коричневых), волнистых из-за кольцеобразных бороздок, ломких, их запах слабый, вкус горький.

G. triflora - коротко-корневищное растение. Корневище длиной 0,8-4 см, диаметром 0,5-1,5 см. На верхушке корневища обычно развиваются 2-3 почки возобновления, а в культуре – 3-5.

Почки возобновления пурпурно-красные, длина их не более 1 см, между ними формируются 4–8 мелких почек. Корневая система имеет около 15 корней длиной 5–20 см, 0,3–0,7 см в диаметре, желто-белых (иногда кремовых), с заметными кольцеобразными бороздками. Регенерация корней



Рис. 3. Корни *Gentiana scabra* (а) и *G. triflora* (б)

Корни *G. triflora* и *G. scabra* имеют сильную регенерационную способность. Осенью в 2006 г. нами проводился опыт по возобновлению вторичных корней (рис. 4.). Результаты показали, что после обрезки придаточных корней на срезе могут образовываться 3–8 придаточных корней. Через год эти придаточные корни по форме становятся похожими на материнские корни. Следует отметить, что регенерационная способность у молодых корней выше, чем у более старых. Осенью можно обрезать большую часть корней на расстоянии до 1–2 см от корневища, и использовать их в качестве лекарственного сырья.



Рис. 4. Способность к восстановлению корней у *Gentiana scabra*
 а - корневище с остатками корней; б - растения с вторичными корнями

Эти придаточные корни, вероятно, образуются за счет деятельности камбия (Сюе Юй и др., 2005). Корневище с оставшимися частями корней можно ещё раз пересадить в почву и

обильно поливать до зимы. На следующий год на нем образуется множество новых корней, что имеет большое значение для производства и заготовки лекарственного сырья.

Заключение

1) При прорастании семян на границе гипокотыля и зародышевого корешка образуется кольцо с сосущими волосками. С развитием первичного корня гипокотыльные волоски отмирают. Такая особенность формирования кольца с сосущими волосками у проростков характерна для водных растений. Это указывает на сходство начальных этапов онтогенеза горечавок и водных растений.

2) На первом году жизни проросток образует главный корень. На второй год растение формирует мочковатую корневую систему. Первичный корень может сохраняться 5-8 лет. Новые придаточные корни появляются в третьей декаде июня, они образуются у основания почек возобновления.

3) Корни горечавок характеризуются высокой регенерационной способностью, что имеет большую практическую ценность для получения большого объема подземной массы, используемой как лекарственное сырье.

ЛИТЕРАТУРА

Лавренов В.К., Лавренова Г.В. Полная энциклопедия лекарственных растений. СПб.: Издательский Дом Нева: ОЛМА-ПРЕСС, 1999. Т. 1. 736 с.

Лю Минюань, Ван Дун, Ду Сяовэй. Биологическое изучение *Gentiana manshurica* Kitag. // Фитобиология корневого лекарственного сырья. Пекин: Сельскохозяйственное научно-техническое издательство Китая, 1995. С. 52-69. (на кит. яз.)

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

Чжан Энди, Чжэн Ханьчэнь. Охрана исчезающих лекарственных живых и растений КНР. Шанхэй: Изд-во Второго военно-медицинского университета, 2002. С. 28. (на кит. яз.)

Хапкин И.С., Федотовских И.Л., Польшцева Л.В. и др. К фармакологии препаратов горечавки крупнолистной // Новые лекарственные препараты из растений Сибири и Дальнего Востока. Томск, 1989. Т. 2. С. 183-184.

Харкевич С.С. Горечавковые – *Gentianaceae* // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб.: Наука, 1995. Т. 7. С. 253-279.

Ho T N & Liu S W. A worldwide monograph of *Gentiana*. Beijing: Science press, 2001. 694 p.

Liu Mei, Wang Chen, Liu. Mingyuan Study on the organic development sequence of *Alisma orientale* Jus. in early stage of ontogeny // Bulletin of botanical research. 2002. Vol. 22, № 2. P. 173-176

Panshin A.J., De Zeeuw C. Textbook of wood technology. NewYook, 1980. 722 p.