

## **ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ СОЛОДКИ ГОЛОЙ (GLYCYRRHIZA GLABRA L.) В КУЛЬТУРЕ НА ЮГЕ УКРАИНЫ**

*Показаны особенности онтогенеза семенных растений солодки голой в условиях культуры на юге Украины. Приведены морфологические описания и биометрические характеристики растений на разных этапах развития — от появления всходов до перехода растений в генеративное состояние.*

Солодка голая (*Glycyrrhiza glabra* L.) — ценное лекарственное, техническое и кормовое растение, используемое более чем в 20 отраслях народного хозяйства. В течение многих веков ее корневища и корни применяют в традиционной медицине стран Востока. Она включена во все издания отечественной фармакопеи и фармакопеи многих стран мира. Медонос, перганос. Является закрепителем песков [8].

В Украине солодка голая распространена в основном в Присивашье, на побережье Азовского моря и на Арабатской стрелке [3]. В Крыму основным местом произрастания данного вида является Арабатская стрелка [2, 10]. Сплошных зарослей солодка не образует и встречается небольшими пятнами площадью от нескольких десятков до нескольких сотен квадратных метров, которые в виде узких полос расположены на авандюнах по побережью Сиваша, реже — на литоральных валах на берегу Азовского моря [5].

### **Объект и методы исследования**

По нашим наблюдениям семенное возобновление солодки голой в местах естественного обитания на юге Украины очень слабое, по этой причине детально изучить начальные этапы ее онтогенеза в природной обстановке затруднительно. В связи с этим опыт по семенному выращиванию этого ви-

да был заложен нами весной 2001 г. на интродукционном участке опытного хозяйства "Новокаховское" Никитского ботанического сада семенами собственной репродукции. Наблюдения за сеянцами проводили в течение четырех лет. Уход за всходами и вегетирующими растениями включал прополку от сорняков и вегетационные поливы по мере подсыхания почвы. Расстояние между растениями в рядке составляло 0,2—0,3 м, между рядами — 0,5 м.

Биометрические характеристики растений на разных этапах годичного цикла изучали путем периодических наблюдений с фиксацией результатов путем зарисовки и фотографирования. Подсчет количества побегов у растений проводили в конце вегетационного периода. Возрастные периоды в жизненном цикле солодки голой выделяли в соответствии с классификацией Т.А. Работнова [7] и А.А. Уранова [9].

### **Результаты и их обсуждение**

**Латентный период.** Окраска семян варьирует от серовато-зеленой до коричневой. Семена почковидной формы, 2,5—3,5 мм длиной и 2,0—2,5 мм шириной, с крупным зародышем. Оболочка семян твердая, водонепроницаемая; обеспечивает физический покой ( $A_{\phi}$  по М.Г. Николаевой с соавторами [6]), для нарушения которого необходима скарификация. Зародыш характерный для большинства бобовых и состоит из двух семядолей и корешка с изогнутым гипокоти-

лем. Замечено, что всхожесть семян повышается после того, как они проходят через пищеварительный тракт животных [4]. Наиболее успешным методом преодоления физиологического покоя и повышения всхожести семян солодки голой, как свидетельствуют данные литературы [2, 4, 11] и результаты наших опытов, является обработка их крутым кипятком.

### Виргинильный период.

Проростки. При посеве в первой декаде апреля скарифицированных семян всходы появляются на 12—15-й день. Прорастание у солодки голой начинается с появления корешка и происходит по надземному типу с выносом семядолей на поверхность за счет разрастания гипокотилия, при этом семенная оболочка остается в почве. До появления на поверхности почвы окраска семядолей бледно-зеленая. Семядольные листья округлой или округло-яйцевидной формы, мясистые; длина их составляет 3—4 мм, ширина — 2—3 мм. После выхода на поверхность почвы семядольные листья разво-

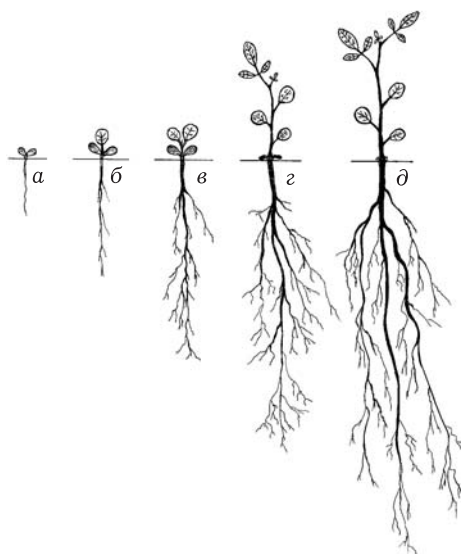


Рис. 1. Начальные этапы онтогенеза сеянцев солодки голой: а, б, в — проростки; г, д — ювенильные растения

рачиваются и приобретают зеленую окраску. Они являются первыми ассимилирующими органами проростков. На 5—7-й день после появления над поверхностью почвы семядолей, корень проростков солодки голой проникает на глубину 5—7 см. К этому времени семядольные листья достигают длины 4,5—7,0 мм и ширины 4—5 мм. Повреждение семядольных листьев листогрызущими насекомыми или при прореживании приводит к задержке развития всходов.

Первый настоящий лист цельнокрайний, округлой или округло-яйцевидной формы, появляется на 7—9-й день после появления всходов. С верхней стороны поверхность листовой пластинки почти голая, нижняя сторона покрыта мелкими железками. Жилкование первого листа сетчатое, с явно выделяющейся центральной жилкой и более мелкими боковыми. Длина листовой пластинки 5—8 мм, ширина 6—8 мм. Длина черешка варьирует от 3 до 7 мм. Одновременно с его появлением начинается ветвление главного корня и образование боковых корней. Семядоли к этому времени достигают максимального развития: их длина увеличивается до 5—8 мм, а ширина — до 4—5 мм.

Второй настоящий лист становится заметным, когда первый полностью развился, — на 16—19-й день после появления всходов. По форме второй лист такой же, как первый, но отличается от него более крупными размерами. Его длина при максимальном развитии достигает 12—19 мм, ширина 11—15 мм. Длина черешка второго листа составляет 11—15 мм, а в месте его крепления появляются ланцетовидные прилистники.

К моменту появления второго листа завершается рост эпикотилия, длина которого варьирует от 5 до 10 мм. Высота проростков к началу развития второго листа достигает 15—20 мм, а главный корень проникает на глубину 12—20 см. Количество боковых корней первого порядка к этому времени может составлять 10 и более, некоторые из них начинают ветвиться.

Длина главного корня к моменту появления третьего настоящего листа может в десять раз превышать высоту надземной части и составляет 17—22 см.

Третий лист у солодки голой начинает развиваться на 22—25-й день после появления всходов, а полного развития достигает на 30—33-й день. Он имеет такую же форму, как первые два листа, но по размерам почти в два раза крупнее (рис. 1).

Четвертый лист начинает формироваться на 35—37-й день после появления всходов. У большинства сеянцев это первый сложный лист. Его верхушечный листочек крупнее боковых: его длина составляет 10—12 мм, а ширина 7—10 мм, длина боковых листочков 6—8 мм, ширина 4—6 мм. В период развития четвертого листа происходит отмирание и опадение семядольных листьев, а на их месте начинают формироваться почки возобновления (см. рис. 1 г, д). В это время растения переходят в ювенильную стадию развития. Высота надземной части сеянцев к моменту полного развития четвертого листа достигает 5—8 см, а главный корень углубляется на 22—28 см.

Пятый и шестой листья также тройчатые. Период между их появлением составляет 5—8 дней. Дальнейшее усложнение листьев начинается с седьмого листа.

Седьмой лист — это первый непарноперистосложный лист, состоящий из пяти листочков. Длина верхнего листочка составляет 17—18 мм, ширина 16—17 мм. Высота растений в этом состоянии достигает 9—15 см, а корни проникают на глубину 35—45 см. Корневая система состоит из главного корня, а также 8—10 корней первого порядка, на каждом корне первого порядка развивается от 3 до 10 корней второго порядка. Длина некоторых корней первого порядка может достигать 20 см и более, корни второго порядка в основном всасывающие. В пазухах некоторых листьев в средней части побега начинают развиваться боковые побеги первого порядка. С образованием седьмого листа и началом роста боко-

вых побегов сеянцы переходят в имматурное возрастное состояние.

Восьмой и девятый листья уже состоят из семи листочков. У последующих листьев количество листочков постепенно возрастает до 7—9 и соответственно увеличивается длина и ширина листа. К концу вегетации длина развитых листьев с 7—9 листочками может достигать 11—15 см.

В весенний период сеянцы растут довольно медленно. К началу лета на них развивается от семи до девяти листьев. С наступлением лета темп роста осевого побега солодки увеличивается. Появление новых листьев происходит каждые 2—4 дня. Наиболее интенсивный рост растений первого года жизни отмечен нами с конца первой декады июня до конца июля. В указанный период происходит развитие боковых побегов, закладка почек возобновления, заглубление корневой системы. К концу второй декады августа рост в высоту постепенно прекращается.

Боковые побеги у сеянцев начинают развиваться в середине лета из пазушных почек листьев средней части стебля. В зависимости от расположения на главном стебле боковые побеги имеют от 2 до 5 листьев с 3—7 листочками. Как правило, количество листочков у листьев боковых побегов меньше, чем у листьев побега нулевого порядка.

К моменту окончания роста побега нулевого порядка корни сеянцев проникают на глубину 70—80 см. На семядольном узле заканчивается формирование первых почек возобновления и рядом с ними образуются две-три новые почки меньшего размера.

Окончание вегетации растений первого года жизни отмечено в середине второй декады октября. Отличительной особенностью их надземной части является наличие тройчатых и сложных листьев. Настоящие непарноперистосложные листья с числом листочков более семи немногочисленны и развиваются только в верхней части побегов нулевого порядка. Примерно у четверти растений побеги первого порядка отсутствуют.

Отмирание надземной массы происходит в третьей декаде октября — первой декаде ноября. Зимующая часть растений представлена развитой корневой системой, состоящей из главного корня, достигающего глубины более одного метра, и 6—12 корней первого порядка. Диаметр корней первого порядка у основания составляет 0,5—0,8 см. Наиболее крупные корни первого порядка отходят от главного корня в горизонте почвы от 10 до 35 см. Более многочисленные мелкие всасывающие корни расположены на глубине более 30 см, как на главном, так и на боковых корнях. Общее количество корней второго порядка у одного растения варьирует от двух до десяти. Развитие корневищ в первый год жизни у растений солодки голой наблюдалось только у 2—3% наиболее развитых растений. Их длина составляла 5—10 см, а толщина 0,2—0,4 см. Обычно такие корневища обладают слабой жизнеспособностью и быстро отмирают.

Почки возобновления у солодки голой первого года жизни могут быть расположены на семядольном узле, гипокотиле и базальной части надземного побега. Их диаметр колеблется от 3 мм на основании побега до 5 мм на каудексе. На базальной части побега расположение почек одиночное, а их количество может составлять от одного до трех. На семядольном узле почки закладываются сериально, начиная с мест крепления семядолей и далее вниз по гипокотилу. Семядольный узел к концу вегетации значительно разрастается, и его диаметр составляет 0,7—2,2 см. Общее количество почек возобновления на одном растении может варьировать от двух до десяти. У солодки голой очень четко выражена корневая шейка, ниже которой образуются только корни. Разросшаяся корневая шейка и семядольный узел к концу первого года вегетации погружаются в почву на 2—4 см. Это обусловлено втягивающей деятельностью главного и боковых вертикальных корней солодки, на что указывают и другие авторы [2, 4].

На второй год жизни развитие растений начинается в конце марта — в начале апреля и идентифицируется по набуханию почек возобновления. Ко второй декаде апреля почки возобновления увеличиваются почти в 2 раза. В среднем на одном растении трогаются в рост от одной до трех почек возобновления, дающих начало надземным ортотропным побегам. У большинства растений имеется два надземных побега. Эти побеги располагаются супротивно или почти супротивно и развиваются из первых двух почек возобновления, заложенных на семядольном узле. Еще одному надземному побегу может дать начало почка возобновления, расположенная в базальной части побега прошлого года. Почки, дающие начало корневищам, трогаются в рост на 25—30 дней позже почек возобновления, из которых развиваются надземные побеги, что, вероятно, связано с фотосинтетической деятельностью надземных побегов и перераспределением пластических веществ у растения. Количество корневищ на одном растении может варьировать от одного в начале вегетации до пяти—семи в конце.

Рост побега начинается с растяжения междоузлий почки. Нижние, остающиеся в земле узлы побега сближенные, они несут чешуевидные листья, в пазухах которых заложены почки возобновления следующего года. Эти почки в первый год своего существования проходят все фазы развития, которое заканчивается частичным формированием в них побега возобновления следующего года. Первые листья являются внутренними покровными элементами почки, которые выносятся за счет интеркалярного роста побега на поверхность почвы. На рис. 2 изображены листья побега возобновления с третьего по седьмой, в момент, когда высота побега составляла 10 см.

Первые три листа надземной части побега возобновления чешуйчатые, без зачатков листовых пластин. На верхушке третьего листа (см. рис. 2, а) появляются ассимилирующие зеленые округлые листочки

размером 1—2 мм. У четвертого листа размер зачатка листа — 2—4 мм (см. рис. 2, б). По форме эти листья больше напоминают чешуйчатые: у них также развита чешуевидная нижняя часть (от одной трети до половины длины окружности стебля в месте прикрепления этого листа). На следующих двух узлах побега развиваются сложные листья с 7—9 листочками (см. рис. 2, в, г). Длина этих листьев при полном развитии достигает 5—7 см, но размеры листочков немного меньше, чем у последующих листьев. В основании первых сложных листьев имеются ланцетовидные прилистники. На седьмом и восьмом узлах могут развиваться листья с меньшим количеством листочков, чем на предыдущих (см. рис. 2, д). У них также отмечены крупные прилистники и основания черешков, что является свидетельством заложения этих элементов побега в почке возобновления как переходных элементов от чешуй к настоящим листьям. При полном развитии длина листьев на седьмом-восьмом узлах может достигать 10 см, а длина и ширина листочков соответствуют параметрам взрослых растений. Начиная с девятого узла, количество листочков одного листа постепенно увеличивается.

У 60% растений солодки голой второго года жизни начинают формироваться плагиотропные корневища (отбеги). Их количество зависит от степени развития отдельно взятых растений. У большинства сеянцев количество корневищ на второй год развития колеблется от 1 до 4, а диаметр — от 3 до 5—7 мм. У некоторых слабых растений корневища не образуются и на втором году жизни.

У двулетних растений корневища не ветвятся. Их длина составляет от 4 до 17 см. Почки на корневищах закладываются в пазухах спирально расположенных чешуевидных листьев. Количество почек на одном корневище двулетнего растения в конце вегетации варьирует от 4 до 12. В базальной части отбегов междоузлия короче,

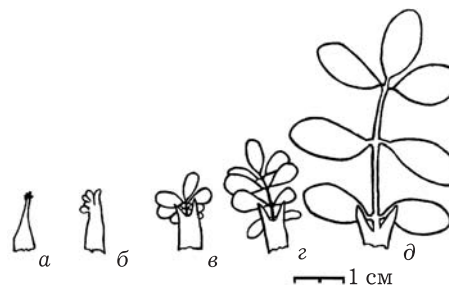


Рис. 2. Листья с 3—7-го узла на побеге возобновления у семенного растения солодки голой второго года жизни (объяснения в тексте)

чем в их средней части. У основания некоторых почек корневища могут формироваться недолговечные всасывающие корни, а на некоторых узлах — стержневые глубоко проникающие корни, которые впоследствии становятся скелетными корнями парциального куста или клона. Каудекс растения к этому времени достигает в диаметре 20—25 мм, а вертикальные корни проникают на глубину более 1,5 м.

На втором году жизни, начиная с 9—10-го листа, количество листочков в листе солодки голой составляет 11—17. На листьях центральных побегов листочки крупнее, чем у растений первого года жизни и немного крупнее листочков боковых побегов. После развития 12—15 листьев начинается формирование побегов первого порядка. В основном они закладываются в пазухах седьмого—девятого и вышерасположенных листьев. На побегах первого порядка количество листьев может варьировать от 7—12 на нижних побегах до 1—2 на самых верхних. Побеги второго порядка у растений на втором году жизни нами не отмечены.

Большинство растений солодки голой к концу второго года жизни находятся в иматурном возрастном состоянии, которое характеризуется наличием у особей вегетативных органов, характерных для взрослых растений. Высота надземной части к концу вегетации составляет в среднем 0,7—0,9 м, а у отдельных экземпляров превыша-

ет 1 м. Зимующая часть двулетних растений имеет более десяти почек возобновления, расположенных на каудексе, подземных частях побегов и корневищах. Корневища растений второго года развития не выходят на дневную поверхность, а их длина не превышает 0,5 м.

На третий год жизни около 15—25% растений солодки голой семенного происхождения зацветают и образуют плоды. Переход из имматурного возрастного состояния в молодое генеративное идентифицируется началом фазы бутонизации.

Развитие побега из почки возобновления происходит также быстро, как и на втором году вегетации. Количество основных побегов на одном растении варьирует от 2 до 4, а листочков в одном листе у разных растений — от 17 до 21, на боковых побегах — от 7 до 19.

Вступление растений в фазу бутонизации происходит в начале июня. Соцветия закладываются в пазухах листьев наиболее мощного главного побега и двух-трех второстепенных побегов. На наименее развитых осевых побегах, образовавшихся из почек возобновления, соцветия не закладываются или они малочисленны и слабо развиты. Порядок цветения акропетальный как в соцветии, так и на побеге. У растений, вступивших в репродуктивную фа-

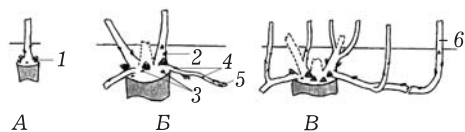


Рис. 3. Схема развития каудекса и расположения почек возобновления семенных растений солодки первого (А), второго (Б) и третьего (В) года жизни. Пунктиром обозначены отмершие части стеблей: 1 — крупная почка возобновления на семядольном узле; 2 — почки возобновления на подземной части побегов; 3 — мелкие (спящие) почки каудекса; 4 — боковые почки корневища; 5 — терминальная почка корневища; 6 — надземный побег, образовавшийся в результате выхода терминальной почки на поверхность

зу, количество листьев, развивающихся на побеге возобновления, составляет от 25 до 65. При этом к началу фазы бутонизации происходит опадение нижних листьев до 7—13-го узла, что, вероятно, связано с их затенением верхними разветвленными и облиственными частями побегов. В пазухах опавших листьев заложены почки, которые иногда дают начало боковым побегам первого порядка. Эти почки имеют диаметр 1—2 мм и состоят из 2—3 кроющих чешуй и апекса. При скашивании надземной массы замещающие побеги из них не образуются, а отрастание отавы происходит из почек базальной части побега. Высота главного побега при максимальном развитии может превышать 2 м, а второстепенных побегов — 1,5 м. Часто на растении развиваются 1—3 равноценных побега, из которых выделить главный не представляется возможным. В большинстве случаев такие побеги развиваются из почек возобновления, заложенных на базальных частях побегов прошлого года (рис. 3).

На третий год жизни семенных растений некоторые корневища уже выходят на дневную поверхность и дают начало парциальным кустам. Образование надземных побегов может происходить как из пазушных, так и из терминальных почек корневищ. Надземные побеги из боковых почек имеют меньший размер, чем побеги, развившиеся из терминальных почек, и часто отмирают в течение вегетационного периода. На корневище в месте образования надземного побега формируются стержневые глубокопроникающие корни, которые в первый год развития достигают глубины 70—90 см. При образовании надземного побега из терминальной почки корневища всегда образуется парциальный куст. Как правило, такие кусты уже в год образования могут переходить в генеративное состояние и развивать мощную корневую систему, состоящую из нескольких практически равноценных корней. Корни парциальных кустов также способны к ветвлению и на

них образуются боковые корни как первого, так и второго порядков.

К концу третьего года жизни диаметр главного корня в каудальной части растений достигает 30—50 мм, а на глубине 10 см — 20—30 мм, длина корневищ составляет более 1,5 м.

Для трехлетних растений солодки голой характерно наличие большого количества мелких почек возобновления, закладывающихся как у оснований корневищ на каудексе, так и в основании надземных побегов. По нашим наблюдениям, продолжительность жизни почек, заложенных в основании корневищ, ограничена. В большинстве случаев, если они не развиваются в побеговые структуры, то через три года отмирают. Почки, заложенные на базальных частях надземных побегов, если не происходит их весеннее пробуждение, отмирают в течение следующего вегетационного периода.

Вегетационный период четырехлетних растений солодки голой длится с начала апреля до середины октября. Практически все растения четвертого года жизни находятся в молодом генеративном состоянии. На одном растении в среднем развивается от 4 до 9 надземных побегов, высота которых к концу вегетации достигает 150—220 см. В этот же год большинство растений образуют парциальные кусты, связанные с материнским растением коммуникационными корневищами, которые существуют более двух лет.

На пятый год растения переходят в зрелое генеративное состояние, для которого характерно наличие у материнской особи 5—10 надземных побегов, 7—12 корневищ с развитыми на них парциальными кустами, которые, в свою очередь, являются вторичными центрами вегетативного размножения.

В генеративном возрастном состоянии семенные растения солодки голой могут находиться до конца жизни. По литературным данным, продолжительность жизни солодки голой в естественных условиях может достигать 60 лет [1].

## Выводы

В онтогенезе солодки голой нами выделены следующие возрастные состояния: проростки, ювенильное, имматурное, виргинильное и генеративное.

Отличительной особенностью проростков является наличие семядолей и простых листьев с цельной листовой пластинкой. Длительность этапа проростков в условиях Херсонской области составляет 35—40 дней. Переход в ювенильное состояние идентифицируется по усложнению строения листа.

Для ювенильных растений характерно наличие одного осевого побега, простых листьев и появление сложных листьев с 3—5 листочками. На этом этапе развития сеянцев солодки происходит отмирание семядольных листьев. Продолжительность ювенильного этапа в развитии сеянцев солодки голой в условиях культуры составляет около 12—14 дней.

Переход в имматурное состояние происходит в первый год жизни в середине июня, характеризуется образованием пазушных побегов первого порядка и дальнейшим усложнением структуры листа. В этой фазе 30% растений находятся до конца первого года вегетации, а остальные — до двух лет. В конце виргинильного периода некоторые растения способны к вегетативному размножению.

В репродуктивную фазу 15—25% растений переходит на третий год вегетации, а остальные — на четвертый. Большинство растений в этой фазе образуют парциальные кусты — клоны, часть из которых сразу переходит в репродуктивную фазу.

1. Гладышев А.И. Находка уникального экземпляра корня *Glycyrrhiza glabra* L. в пойме Амударьи // Раст. ресурсы. — 1991. — 27, вып. 1. — С. 75—78.

2. Голубев В.Н. К эколого-фитоценологической характеристике солодки голой (*Glycyrrhiza glabra* L.) в Крыму // Бюл. Никит. ботан. сада. — 1992. — Вып. 75. — С. 10—16.

3. Ивашин Д.С., Катина З.Ф., Рыбачук И.З. и др. Лекарственные растения Украины. — К.: Урожай, 1975. — 360 с.

4. Кербабаев Б.Б., Гладышев А.И., Кельджаев П.Ш., Геюшова Т.М. Культура солодки в Туркменистане. — Ашхабад: Ылым, 1989. — 192 с.

5. Крайнюк Е.С. Солодка голая в Крыму. Заповедники Крыма // Биоразнообразие на приоритетных территориях: 5 лет после Гурзуфа: Материалы II науч. конф. (Симферополь, 25—26 апреля 2002 г.). — С. 136—139.

6. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. — Л.: Наука, 1985. — 348 с.

7. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. — М., 1950. — С. 7—204.

8. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. — Л.: Наука, 1987. — 326 с.

9. Уранов А.А. Возрастной спектр фитопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. — 1975. — № 2. — С. 7—35.

10. Чернова Н.М. Дикорастущие кормовые травы Крыма. — К., 1957. — 148 с.

11. Чумак П.Я., Лебеда Г.Ф. Новый метод "скарификації" насіння солодки голої // Четверта міжнар. конф. з мед. ботаніки: Тези доп. — К., 1997. — С. 365—366.

Рекомендовал к печати  
В.И. Мельник

В.Г. Захаренко

Нікітський ботанічний сад —  
Національний науковий центр УААН,  
Україна, АР Крим, м. Ялта

ОНТОГЕНЕТИЧНІ СТАНИ СОЛОДЦЮ  
ГОЛОГО (*GLYCYRRHIZA GLABRA* L.)  
В КУЛЬТУРІ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Показано особливості онтогенезу насінневих рослин солодцю голого в умовах культури на півдні України. Наведено морфологічні описи і біометричні характеристики рослин на різних етапах розвитку — від появи сходів до переходу рослин у генеративний стан.

V.G. Zakharenko

Nikita Botanical Garden — National Scientific  
Centre, Ukrainian Academy of Agrarian Sciences,  
Ukraine, Crimea, Yalta

ONTHOGENETIC CONDITIONS  
OF *GLYCYRRHIZA GLABRA* L.  
IN CULTURE ON THE SOUTH OF THE UKRAINE

The peculiarities of ontogenesis of seeds plants for *Glycyrrhiza glabra* L. in culture on the South of the Ukraine have been shown. The morphological descriptions and biometrical characteristics of seed plants on different development stage — from the shoots up to the transition of plant in generative condition — have been given.