УДК 581.8 DOI: 10.14258/pbssm.2025012

# Особенности строения вегетативных органов декоративного растения *Penstemon digitalis* Nutt. ex Sims (Plantaginaceae Juss.)

# Features of the structure of the vegetative organs of an ornamental plant *Penstemon digitalis* Nutt. ex Sims (Plantaginaceae Juss.)

Дрожжина В. Н.

Drozhzhina V. N.

*Воронежский государственный педагогический университет, г. Воронеж, Россия. E-mail: o.drozhzhin@gmail.com*
*Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia*

***Реферат.*** *И*зучены особенности морфолого-анатомического строения вегетативных органов декоративного многолетника *Penstemon digitalis* Nutt. ex Sims, а также особенности размножения его самосевом в условиях центрального Черноземья. Изучение анатомических структур проводили на фиксированном материале по стандартным ботаническим методикам. Рисунки выполнены по микрофотографиям, полученным с помощью окулярной видеокамеры. Строение стебля и листа демонстрирует ксероморфную структуру данных органов. Листья дорзовентральные, гипостоматические, тип устьичного аппарата аномоцитный. Розеточные листья сужены в крылатый черешок с одним центральным проводящим пучком. Стебель имеет округлые очертания на поперечном срезе с двумя выраженными ребрами. Хорошо развита в стебле колленхима и склеренхима в виде лубяных волокон. Тип расположения проводящих тканей беспучковый. Вид показывает себя неприхотливым и устойчивым в культуре, способным к семенному размножению, возможно выращивание безрассадным способом, непосредственным посевом семян в грунт в конце осени, о чем свидетельствует большое количество самосева. Для сохранения сеянцев их необходимо выращивать отдельно, поскольку они нуждаются в обильном поливе. Возможно культивирование растения не только как декоративного, но и как перспективного для получения иридоидов, обладающих целым рядом биологических активностей.

***Ключевые слова.*** Самосев, строение листа, строение стебля, *Penstemon digitalis* Nutt. ex Sims.

***Summary.*** The features of the morphological and anatomical structure of the vegetative organs of the ornamental perennial *Penstemon digitalis* Nutt. ex Sims have been studied as well as the peculiarities of its propagation by self-sowing in the conditions of the central Black Earth Region. The study of anatomical structures was carried out on fixed material using standard botanical methods. The drawings are based on microphotographs obtained using an ocular video camera. The structure of the stem and leaf demonstrates the xeromorphic structure of these organs. The leaves are dorsoventral, hypostomatic, the type of stomatal apparatus is anomocytic. The rosette leaves are narrowed into a winged petiole with one central vascular bundle. The stem has a rounded outline in cross section with two pronounced ribs. Collenchyma and sclerenchyma are well developed in the stem in the form of bast fibers. The type of arrangement of conductive tissues is beamless. The species shows itself to be unpretentious and resistant in cultivation, capable of seed propagation; it can be grown without seedlings, by directly sowing seeds in the ground at the end of autumn, as evidenced by a large number of self-seeding. To preserve the seedlings, they must be grown separately, since they need abundant watering. It is possible to cultivate the plant not only as an ornamental plant, but also as a promising plant for the production of iridoids that have a number of biological activities.

***Key words.*** Leaf structure, *Penstemon digitalis* Nutt. ex Sims, self-seeding, stem structure.

Пенстемон – род декоративных растений, нечасто встречающихся в ландшафтном дизайне, но набирающий популярность в последнее время. В роду насчитывается около 250–270 видов, родом из Северной Америки. В культуру введены 20 видов из которых для умеренного климата можно рекомендовать порядка 10. Наиболее устойчивым для умеренного региона является *Penstemon digitalis* Nutt. ex Sims – пенстемон наперстянковый – морозоустойчивый вид, способный произрастать на кислых почвах, выдерживать умеренное затенение и кратковременное переувлажнение. Зоны выращивания по шкале морозостойкости USDA 2–8. Лучше всего произрастает на солнечных участках с хорошо

дренированной почвой с достаточным количеством органических веществ. На богатых почвах может обойтись без подкормок, но при удобрении перед цветением оно будет обильнее. При удачном выборе места может расти без особых проблем в течение 5–7 лет, затем требуется омоложение и деление разросшегося куста. Изучение интродукции вида в условиях лесостепи Предуралья позволило оценить его устойчивость и успешность интродукции на 5 баллов по 7 балльной шкале (Реут, 2017). Анализ анатомического строения органов растения позволит дать более подробную экологическую характеристику и оценить возможность выращивания в различных условиях.

Материал для исследования был собран в конце вегетации, когда все структуры сформированы. Стебли и листья фиксировались в 70%-ном спирте для последующего изучения. Часть микропрепаратов была приготовлена со свежих органов, в частности, препараты эпидермы. Срезы делались бритвой от руки под бинокулярным микроскопом Levenhuk 2 ST Изучение микроструктуры производили с помощью тринокулярного микроскопа Levenhuk MED 2OT и окулярной видеокамеры Levenhuk M 35 BASE. Для исследования использовались 10 модельных растений. Схемы строения листа, черешка и стебля выполнены на основании изображений, полученных с помощью видеокамеры.

Пенстемон наперстянковый представляет собой компактный куст высотой до 1 м. Растение корневищное и со временем куст разрастается, образуя куртину из нескольких особей. Нижние листья образуют прикорневую розетку, на зиму они не отмирают, а остаются зимовать. Форма листьев ланцетная, у розеточных листьев имеется небольшой черешок, резкой границы между листовой пластинкой и черешком нет, они плавно переходят друг в друга. Средние и верхние листья сидячие. Окраска нижних листьев от зеленой до пурпурно-фиолетовой и зависит от степени освещенности участка произрастания пенстемона. Листья в розетке довольно крупные, достигающие 12 см в длину и 3 см в ширину. Длина листьев в средней части стебля уменьшается до 10 см, ширина остается примерно такой же. Листья верховой фармации в 2–3 раза короче нижних листьев, их длина составляет 5 см, а ширина 2 см. Нижние листья отличаются волнистым краем листовой пластинки. Листорасположение супротивное, на листьях хорошо выделяется главная жилка. Молодые побеги начинают развиваться, взамен отмерших, в первые весенние месяцы. На верхушке этих побегов впоследствии сформируются соцветия.

Анатомическое строение листа характеризуется ксероморфными признаками. Листовая пластика дорзовентральная. Столбчатый мезофилл представлен двумя слоями клеток, он четко выражен и в большинстве случаев немного превышает протяженность губчатого мезофилла. Коэффициент палисадности превышает единицу и равен 1,2. Губчатый мезофилл сложен 4–5 слоями округлых клеток, с небольшими межклетниками (рис. 1). Лист гипостоматический и устьица сосредоточены на нижней стороне листовой пластинки. Тип устьичного аппарата аномоцитный, устьица мелкие, многочисленные. Основные клетки эпидермы имеют таблитчатую форму, антиклинальные оболочки прямые. Главная жилка немного вдавлена с верхней стороны и значительно выступает с нижней стороны листа. Толщина в области жилки превышает в 3 раза толщину листовой пластинки в области мезофилла. Проводящий пучок главной жилки очень крупный полукруглой формы, он один, в средней части листовой пластинки пучок находится ближе к верхней стороне листа, вокруг пучка развита мощная склеренхимная обкладка из 3 слоев клеток. Паренхимная обкладка вокруг пучка представлена 15–17 слоями клеток с нижней стороны и 3–5 слоями сверху, на нижней стороне в области главной жилки наблюдается усиление за счет клеток колленхимы, их может быть 3–4 слоя, в зависимости от размеров листа (рис. 2).

Как мы отмечали, листовая пластинка постепенно переходит в подобие черешка у розеточных листьев. Средняя часть, которую можно назвать мезопециоле, имеет крылатую форму, с верхней стороны в области проводящего пучка, так же наблюдается углубление, а на нижней стороне наоборот наблюдается мощное развитие тканей. Пучок перемещается в центр черешка, и форма его несколько изменяется, края пучка загибаются на адаксиальную сторону (рис. 3). Ближе к основанию черешка в базипециоле ложбинка на верхней стороне углубляется, крылья уплощаются, а форма проводящего пучка приобретает подковообразную форму (рис. 4).

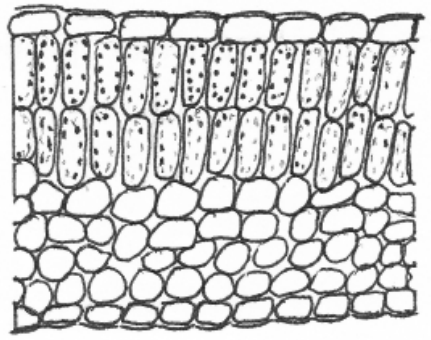

Рис. 1. Мезофилл листа *Penstemon digitalis.*

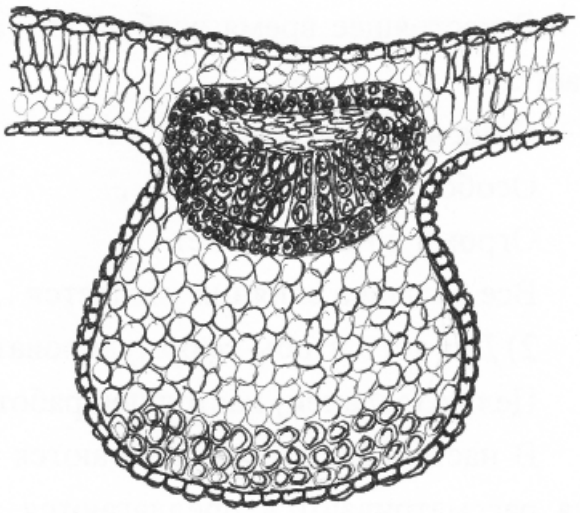

Рис. 2. Главная жилка листа *Penstemon digitalis*.

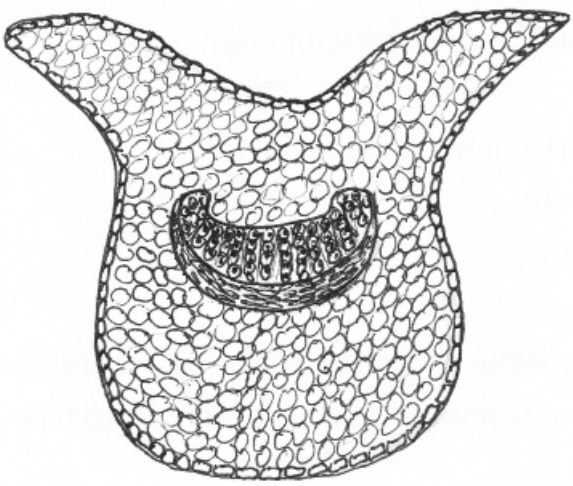

Рис. 3. Мезопециоле *Penstemon digitalis*.

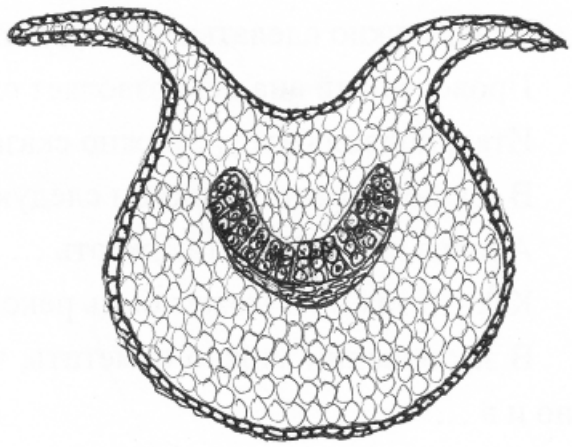

Рис. 4. Базипециоле *Penstemon digitalis*.

Стебли прямостоячие, довольно жесткие, на поперечном срезе округлые, имеется два небольших ребра друг напротив друга. Ребра образованы за счет разрастания и выпячивания тканей первичной коры, на них развиваются короткие, толстые, немногочисленные трихомы. Стебель покрыт эпидермой с довольно мощно развитой кутикулой, поверхность кутикулы имеет складчатый характер. Форма эпидермальных клеток приближается к прямоугольной, среди них встречаются одиночные устьица. Под эпидермой располагается один слой клеток колленхимы. Коровая паренхима представлена 6–7 слоями клеток, они содержат большое количество хлоропластов. Центральный проводящий цилиндр представлен сплошными кольцами вторичных проводящих тканей и мощной сердцевиной. Флоэма по протяженности в два раза меньше чем ксилема. Во флоэме наблюдаются мощно развитые лубяные волокна, они образуют сплошное кольцо, которое, несомненно, придает определенную жесткость стеблю, волокна расположены в 2–3 слоя клеток. В массиве ксилемы прослеживается 2 типа проводящих элементов. Основная масса элементов узко просветная, мелкая, с толстыми оболочками, вероятнее всего, это вторичные элементы. Ближе к сердцевине располагаются широко просветные и более тонкостенные сосуды, они сгруппированы по несколько штук и могут частично вдаваться в сердцевину. Скорее всего, это свидетельствует о пучковом строении проводящих тканей на момент развития первичной структуры стебля. Протяженность ксилемы примерно такая же как у первичной коры и флоэмы вместе взятых. Сердцевина занимает практически половину объема стебля в нижней и средней частях, в верхней части стебля доля сердцевины уменьшается, в нижней части стебля с возрастом наблюдается частичное разрушение сердцевины с образованием сначала крупных межклетников, а затем и полости (рис. 5).

Цветки пенстемона некрупные, длина венчика около 2 см, диаметр 1 см, окраска розоватая снаружи и белая изнутри, тычинок 5, они хорошо заметны, пятая тычинка превращена в стаминодий. Свое название род предположительно получил именно благодаря наличию пяти тычинок в цветке. Цветки собраны в довольно крупные метельчатые соцветия до 12 см в длину, количество цветков в соцветии от 20 до 40 шт. Цветение наблюдается в июне–июле и может быть достаточно продолжительным в благоприятных условиях. Опыление осуществляется пчелами. Плод коробочка, длина ко-

робочки около 1,5 см, на верхушке имеется длинный носик, равный 1/3 длины коробочки. На поперечном срезе коробочки видно, что она двугнездная паракарпная, форма округлая, несколько выпуклая по бокам в местах срастания плодолистиков. Вскрывается коробочка створками, в местах вскрытия находятся тяжи склеренхимы. Семена мелкие, неправильной, гранистой формы. По граням имеются небольшие крыловидные выросты, поверхность семени ячеистая, цвет светло-коричневый или оранжево-коричневый. Рубчик светло-желтый (Демьяненко, Макогон, 2021). В условиях Донецкого ботанического сада отмечают высокую семенную продуктивность на 1 побег, как потенциальную, так и реальную она равна 3211 и 2871 шт. соответственно. Количество цветков на побеге среднее, если сравнивать с другими видами данного рода и составляет 43 шт., большинство цветков образует плоды около 37 шт., т.е. процент плодоцветения 86 %. Семена очень мелкие и в 1 коробочке образуется до 77 шт. семян, масса 1 тыс. семян 0,26 г. Энергия прорастания и всхожесть изучаемого вида так же достаточно высокие они составляют соответственно 60 и 89 % (Макагон и др., 2018).

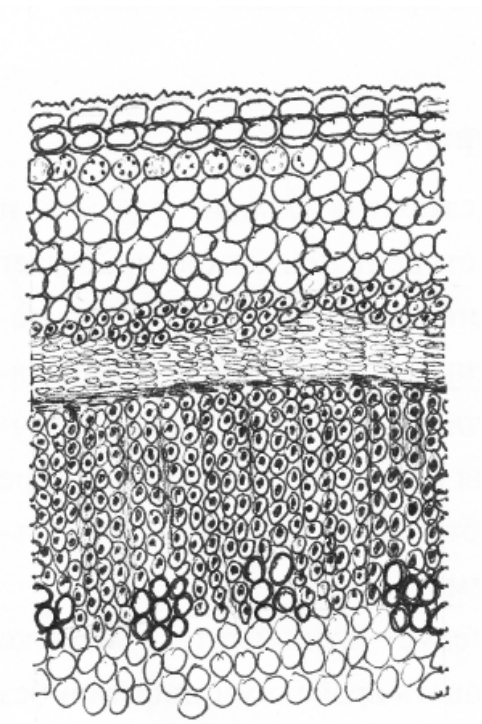

Рис. 5. Стебель *Penstemon digitalis*.

Семена созревают осенью, а весной возможно появление самосева в непосредственной близости от материнского растения. Для сохранения декоративных качеств растения и во избежании сорничания вида, отцветшие соцветия удаляют. Самосев появляется обычно после снежных зим, которые обеспечивают достаточное количество влаги прорастающим семенам рано весной. Всхожесть семян увеличивается в 2 раза до 86 % при наличии периода покоя (Егорова и др., 2014).

Нами отмечено, что развитие сеянцев начинается в марте-апреле, после таяния снега и в мае молодые растения имеют уже 2–3 пары сформировавшихся листьев. Появляются всходы при посеве на рассаду через 2–3 недели при температуре 15–20 °С на свету. Отдельные всходы могут появляться на протяжении 1–4 месяцев. Развитие молодых растений довольно долгое и в генеративное состояние они вступают на второй год, тогда же наблюдается формирование розетки зимующих листьев. Взрослые кусты не нуждаются в укрытии на зиму, а вот молодые растения лучше замульчировать, так как нередко случаются малоснежные зимы в центральном Черноземье. Способность давать самосев может облегчить размножение растения минуя стадию выращивания рассады, однако, пересадить сеянцы на отдельную грядку и обеспечить достаточный полив летом и укрытие на зиму стоит для сохранения молодых экземпляров.

В озеленении пенстемон может выступать в качестве солитера на небольшой лужайке или газоне, хорошо смотрится в различных цветниках, таких как рабатки, миксбордеры, альпийские горки, возможно создание рядовых посадок из пенстемона. Может сочетаться с большинством растений, используемых в цветниках пейзажного стиля. Растения используются в качестве срезочного материала и выполняют чаще всего роль наполнителя, благодаря некрупным нежным цветкам, к недостаткам можно отнести недолговечность пенстемона в срезке.

В настоящее время большой интерес проявлен к химическому составу растений данного рода. Наиболее полно изучены иридоиды исследуемого рода. Эти соединения обладают рядом биологических активностей: антимикробной, противовоспалительной, гепатопротекторной, нейропротекторной и антидиабетической. Достоверно известно о присутствии иридоидов 10-изовалерил-дигидропенстемида, аукубина и изовалерата в *P. campanulatus* (Cav.) Willd., *P. gentianoides* (HBK) Poiret, Lindl. Don., *P. digitalis* Nutt ex Sims. Имеются данные о присутствии экдистероидов в *P. venustus* (Franzyk et al., 1998).

Таким образом, особенности биологии и морфолого-анатомического строения, а также результаты интродукции растения в ряде областей позволяют считать вид устойчивым и перспективным для применения в ландшафтном дизайне, а также, с целью исследования его на содержание биологически активных веществ.

**ЛИТЕРАТУРА**

***Демьяненко Т. В., Макогон И. В.*** Морфологическая характеристика семян видов рода *Penstemon* Schmidel в интродукции // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки, 2021. – № 4. – С. 83–91.

***Егорова О. А., Степанова М. В., Марченкова Е. С.*** Темпы развития *Penstemon digitalis* Nutt. при интродукции в ботаническом саду Саратовского государственного университета // Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета, 2014. – № 12. – С. 106–108.

***Макагон И. В., Пирко И. Ф., Дикая А. А.*** Семенная продуктивность видов рода *Penstemon* Schmidel в Донецком ботаническом саду // Промышленная ботаника, 2018. – Вып. 18, № 4. – С. 50–53.

***Реут А. А.*** Интродукция некоторых представителей рода *Penstemon* Schmidel. в республике Башкортостан // Актуальные научные исследования в современном мире, 2017. – № 11–4 (31) – С. 40–43.

***Franzyk H., Rosendal Jensen S., Sternitz F. R.*** Iridoid glucosides from *Penstemon secundiflorus* and *P. grandiflorus*: revised structure of 10-hydroxy-8-epihastatoside // Phytochemistry, 1998. – Vol. 49, № 7. – P. 2025–2030.