

УДК 581.8+581.41]:582.929.4

Анатомо-морфологическое строение надземных органов *Clinopodium nepeta* в связи с эфиромасличностью

Петришина Н. Н.¹, Мягких Е. Ф.², Николенко В. В.¹, Платонова Т. В.²

¹Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского

Симферополь, Республика Крым, Россия

n-petrishina@list.ru, niki-vera@mail.ru

²Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма

Симферополь, Республика Крым, Россия

origanum.science@mail.ru, tatplat@mail.ru

В статье изложены результаты изучения анатомо-морфологических структур надземной части растений *Clinopodium nepeta* (L.) Kuntze в условиях интродукции. Исследования выполнены с целью дополнения ботанической характеристики в связи с эфиромасличностью вида и выявления его адаптивности к новым условиям выращивания. В ходе изучения установлено, что растения характеризуются наличием комплекса ксероморфных и мезоморфных признаков, обуславливающих степень приспособленности вида. Выявлен один тип железистых образований – экзогенные железистые структуры, представленные двумя формами: сидячей железкой с многоклеточной (восьмиклеточной) головкой и железистым волоском с одноклеточной (1–2 клеточной) ножкой и одноклеточной головкой. Определено количественное распределение их по органам. Установлено, что основными маслообразующими частями растения являются чашечка и лист. У изученных образцов также обнаружены кроющие 1–7-клеточные неветвящиеся трихомы.

Ключевые слова: *Clinopodium nepeta*, анатомическая структура, железистые структуры, кроющие трихомы, эфиромасличные растения.

ВВЕДЕНИЕ

Семейство Губоцветные (Lamiaceae) – одно из самых многочисленных по количеству ценных эфиромасличных растений, которые широко применяются в медицине, в пищевой, парфюмерно-косметической и ликеро-водочной промышленности. Многие из представителей данного семейства введены в культуру и выращиваются в промышленных масштабах. Однако ассортимент получаемых эфирных масел по-прежнему не обеспечивает потребностей современного производства (Паштецкий и др., 2018а, 2018б). В связи с этим весьма актуальным является всестороннее изучение перспективных представителей семейства, одним из которых является *Clinopodium nepeta* (L.) Kuntze. Ценность данного вида обусловлена наличием эфирного масла с мятно-душистым ароматом, основными компонентами которого являются пулегон, ментон или изоментон, оксиды пиперитона и пиперитенона (Baldovini et al., 2000; Božović, Ragno, 2017). В литературе имеются сведения о химическом составе эфирного масла *C. nepeta* (Baldovini et al., 2000; Božović, Ragno, 2017); данные о его противомикробных, противогрибковых, антиоксидантных, противовоспалительных, противоязвенных и инсектицидных свойствах (Božović, Ragno, 2017; Ambrico et al., 2019); способности накапливать тяжелые металлы (Huseyinova et al., 2009; Sabina et al., 2019); применении в народной медицине и кулинарии (Guarrera, Savo, 2013; Guarrera, Savo, 2016); рассмотрены вопросы систематического положения вида (Melnikov, 2016). С точки зрения анатомии и морфологии род *Clinopodium* практически не изучен, лишь для некоторых его представителей описаны особенности секреторной системы и характер распределения железистых структур по органам растений (Кустова, 2016).

Цель работы – изучить анатомо-морфологические структуры надземных органов растений *Clinopodium nepeta* (L.) Kuntze в связи с эфиромасличностью.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в Предгорной зоне Крыма (с. Крымская Роза, Белогорский р-н) в 2018–2019 гг. Объект исследования – семенное потомство растений *Clinopodium nepeta* (L.) Kuntze второго года вегетации, интродуцированное на опытном участке ФГБУН «НИИСХ Крыма». Анатомо-морфологические структуры надземной части растений изучались на фиксированном (спирт : глицерин : вода в соотношении 1 : 1 : 1) и нативном материале, собранном в фазе цветения. Подготовка и описание анатомических препаратов проводились с использованием методик, отображенных в соответствующих работах (Прошина, 1960; Александров, 1966; Эзау, 1980а, 1980б; Васильев, 1988; Лотова, 2001; Барыкина, 2004; Серебрякова и др., 2006; Тимонин, 2007). Эпидермальные структуры листа *C. nepeta* описывались по временным препаратам, приготовленным по стандартным методикам (Захаревич, 1954; Анели, 1975). Анатомические особенности надземных вегетативных органов изучались на фиксированных микропрепаратах, полученных с помощью микротомы Ротмик 2-П. Количественные характеристики отдельных структурных элементов определялись в 30-ти кратной повторности. Статистическая обработка данных осуществлялась по стандартным методикам (Лакин, 1980). Исследование постоянных и временных препаратов осуществлялось с использованием микроскопа Olympus CX31RTSF. Фотографирование объектов производилось цифровой камерой Olympus (Industrial Digital Camera TOUPCAM™ U3CMOS10000KPA).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Clinopodium nepeta по основной биоморфе является поликарпической травой с симподиальным типом нарастания побегов, по экоморфе – мезоксерофит (Голубев, 1996). Растения, интродуцированные в Предгорном Крыму, достигают в высоту 21–48 см и характеризуются базитонным ветвлением с наиболее сильными боковыми ветвями в нижней части материнского побега. В результате изучения надземных органов растений *C. nepeta* были описаны следующие структурные особенности.

Стебель в поперечном сечении четырехгранный, покрыт эпидермой, имеющей утолщенные наружные и внутренние тангентальные стенки (рис. 1).

Сверху эпидерма покрыта тонким слоем кутикулы. Под эпидермой располагается первичная кора, которая образована колленхимой и хлоренхимой. В зоне между ребрами – 3–4 слоя хлоренхимы, а по ребрам – 5–6 слоев уголкового колленхимы. Внутренний слой первичной коры образован крупными паренхимными клетками крахмалоносного влагилица. Под первичной корой располагается центральный цилиндр. Проводящая система представлена флоэмой и ксилемой. По периферии флоэмы единично встречаются лубяные волокна. Сосуды ксилемы с широкими просветами, расположены правильными радиальными рядами. Сердцевина, состоящая из тонкостенных паренхимных клеток с незначительными межклетниками, имеет выраженную перимедулярную зону.

Лист покрыт однослойным эпидермисом. Основные клетки покровной ткани адаксиальной и абаксиальной сторон листа имеют вытянутую или распластанную форму с извилистыми очертаниями (рис 2). Размер основных эпидермальных клеток адаксиальной стороны по длинной оси составляет в среднем $48,51 \pm 1,66$ мкм. Количество клеток в 1 мм^2 $782,0 \pm 19,88$ шт. в среднем. Размер эпидермальных клеток абаксиальной стороны листа по длинной оси составляет в среднем $60,35 \pm 3,14$ мкм. Количество клеток в 1 мм^2 в среднем $1260,0 \pm 39,58$ шт. Плотность основных эпидермальных клеток *C. nepeta* на единицу площади листа, согласно характеристике Б. Р. Васильева (Васильев, 1988), свидетельствует об их крупноклеточности.

На поперечных срезах листа видно, что клетки основной эпидермы адаксиальной и абаксиальной сторон листа преимущественно вытянутые, наружные стенки утолщены (рис. 3). Верхняя эпидерма состоит из клеток неодинаковых размеров, наружная стенка которых покрыта тонким слоем кутикулы. Ширина клеток верхнего эпидермиса варьирует от

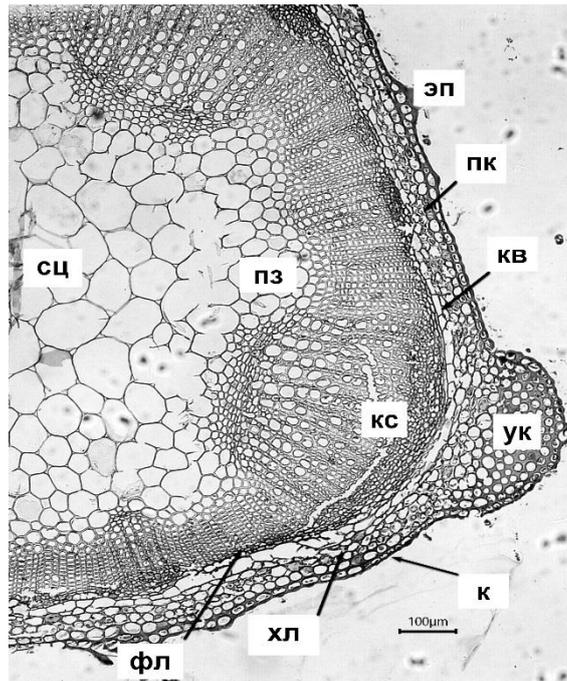


Рис. 1. Поперечный срез стебля *Clinopodium nepeta*

Обозначения: к – кутикула; кв – крахмалоносное влагалище; кс – ксилема; пк – первичная кора; пз – перимедуллярная зона; укл – уголковая колленхима; сц – сердцевина; фл – флоэма; хл – хлоренхима; эп – эпидерма.

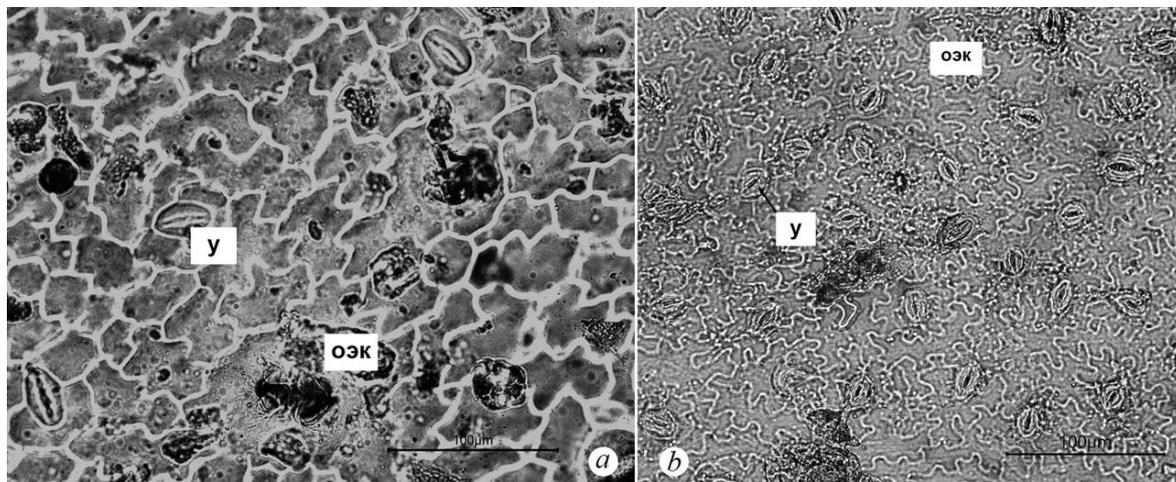


Рис. 2. Верхний (a) и нижний (b) эпидермис листа *Clinopodium nepeta*

Обозначения: оэк – основные эпидермальные клетки; у – устьица.

13,74 мкм до 49,97 мкм, а высота – от 9,73 мкм до 26,32 мкм. Нижняя эпидерма образована более мелкими клетками, также неодинакового размера, ширина и высота которых варьирует, соответственно, от 8,83 мкм до 29,53 мкм и от 5,72 мкм до 10,99 мкм.

Устьица расположены на одном уровне с поверхностью листа без побочных клеток (аномоцитный тип устьичного комплекса). Лист амфистоматический. – с абаксиальной стороны количество устьиц в среднем $157,20 \pm 4,14$ шт/мм², на адаксиальной – встречаются единично.

Лист *C. nepeta* тонкий бифациальный, четко дифференцирован на рыхлую и палисадную ткань. Толщина листа $195,89 \pm 10,10$ мкм. Столбчатый мезофилл представлен одним рядом клеток цилиндрической или конической формы с выраженными межклетниками. Характер развития палисадной хлоренхимы отображает коэффициент палисадности, который у *C. nepeta* составил 60%. Это является высоким показателем и свидетельствует о приспособленности растений данного вида к жизни на открытых, хорошо освещенных участках. Губчатый мезофилл образован паренхимными клетками, которые располагаются в три-четыре ряда.

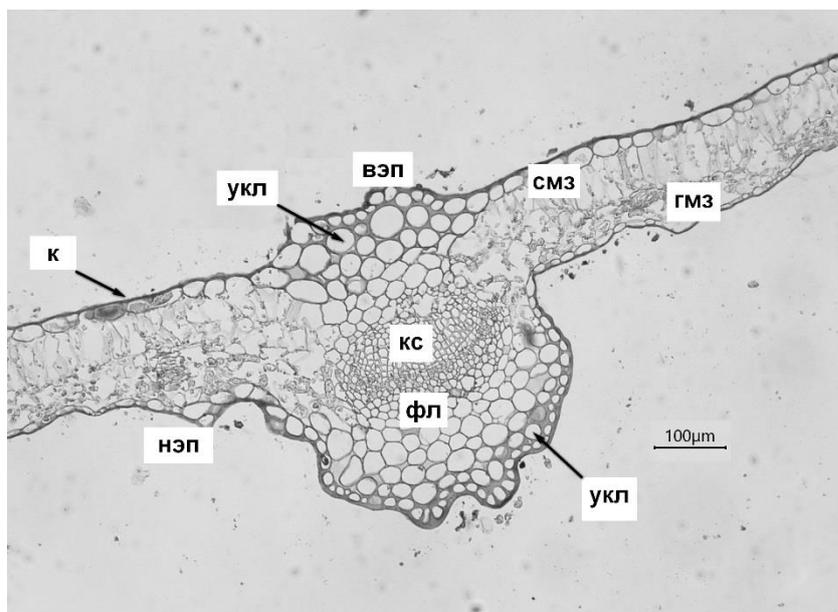


Рис. 3. Поперечный срез листа *Clinopodium nepeta*

Обозначения: вэп – верхняя эпидерма; гмз – губчатый мезофилл; к – кутикула; кк – ксилема; нэп – нижняя эпидерма; смз – столбчатый мезофилл; фл – флоэма.

Центральная жилка представлена закрытым коллатеральным пучком, который окружен многослойной паренхимной обкладкой. В субэпидермальном слое над и под жилкой располагается 2–3 ряда клеток угольной колленхимы. Боковые жилки развиты слабо, клетки их паренхимной обкладки не отличаются от ассимиляционной ткани. Со стороны флоэмы выявлены одиночные или расположенные небольшой группой склеренхимные волокна.

Черешок покрыт мелкими эпидермальными клетками округлой формы с утолщенными наружными стенками (рис. 4).

Субэпидермальная зона черешка характеризуется наличием 1–2 слоев угольной колленхимы, увеличивающейся до 3–4 рядов в углах. В поперечном сечении черешок имеет полуобъемлющую форму, в центральной части находится один-два закрытых коллатеральных пучка, выпуклой частью обращенных к абаксиальной стороне. Снаружи от флоэмы выявлены одиночно расположенные волокна. Хорошо развита основная паренхима, в которой содержится небольшое количество крахмальных зерен.

На изученных органах растений *C. nepeta* нами выявлены эпидермальные структуры, которые представлены кроющими и железистыми волосками, а также железками.

Согласно классификации терпеноидсодержащих структур (Денисова, 1989) на всех исследованных органах нами выявлен один тип железистых образований – это экзогенные железистые структуры, которые представлены двумя формами: сидячая железка с многоклеточной (восьмиклеточной) головкой (рис. 5a), железистые волоски с однорядной (1–2 клеточной) ножкой и одноклеточной головкой (рис. 5b).

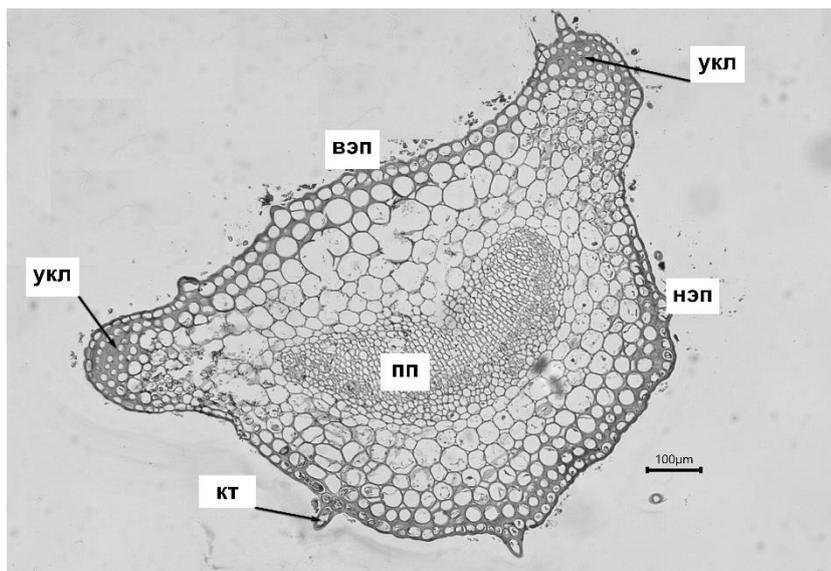


Рис. 4. Поперечный срез черешка *Clinopodium nepeta*

Обозначения: вэп – верхняя эпидерма; кп – крючковый трихом; нэп – нижняя эпидерма; пп – проводящий пучок; укп – уголковая колленхима.

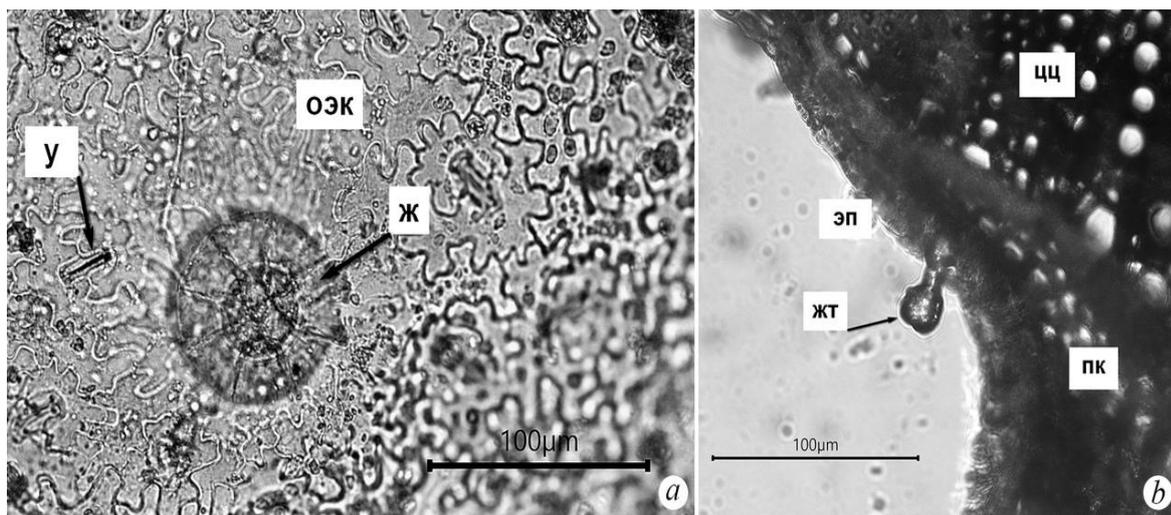


Рис. 5. Экзогенные железистые структуры *Clinopodium nepeta*

а – сидячая железка с многоклеточной головкой на нижней эпидермисе листа; б – железистый трихом на стебле. Обозначения: ж – сидячая железка с многоклеточной головкой; жт – железистый трихом; озк – основные эпидермальные клетки; пк – первичная кора; у – устьица; эп – эпидерма.

Железистые структуры характеризуются отличающимися размерными параметрами, так диаметр головки сидячей железки составляет в среднем $63,07 \pm 3,01$ мкм, а одноклеточной головки трихома с однорядной 1–2-клеточной ножкой – $14,84 \pm 1,41$ мкм.

Распределение железистых структур по органам растений неравномерно. Наибольшая их плотность на 1 мм^2 обнаружена на ребрах и в межреберьях чашечки – $43,33 \pm 2,49$ штук, а также на листьях – $32,64 \pm 0,62$ штук. На стебле выявлено в среднем $18,50 \pm 1,05$ штук железистых образований. Из чего следует, что чашечка цветка и лист являются основными маслообразующими органами.

Стебель, лист, чашечка и венчик опушены простыми 1–6-клеточными неветвящимися крючковыми трихомами, единично встречаются 7-клеточные (рис. 6). Одноклеточные волоски

длиной в среднем $55,33 \pm 3,56$ мкм, как правило, конической формы и встречаются на всех органах растений, а 2–7 клеточные распределены по органам неравномерно и имеют длину $208,72 \pm 16,10$ мкм в среднем. Стебель и нижняя часть листа опушены преимущественно многоклеточными трихомами, а чашечка и венчик – 1–3-клеточными, 4–5-клеточные волоски встречаются единично на зубцах чашечки.

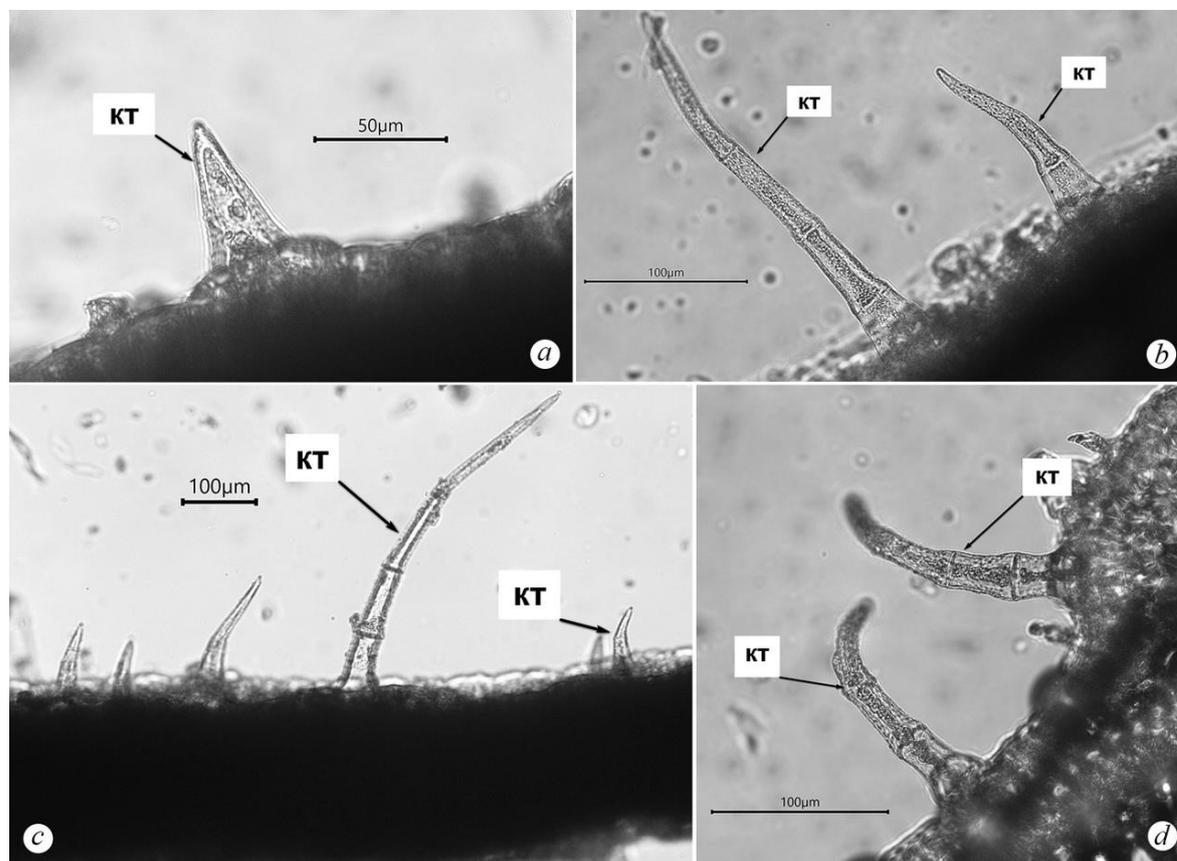


Рис. 6. Кроющие трихомы на поверхности вегетативных органов *Clinopodium nepeta* a, b, c – лист; d – стебель. Обозначения: кт – кроющие трихомы.

Таким образом, изучение анатомо-морфологических структур надземных органов растений *C. nepeta* показало, что для растений данного вида характерно наличие ксероморфных (утолщенные наружные стенки эпидермы, высокий показатель коэффициента палисадности, развитая кутикула, наличие опушения, локализация эфирного масла) и мезоморфных признаков (бифациальность в строении мезофилла; развитая система межклетников в листе; обкладка мелких пучков слабо выражена; имеется незначительное количество механических элементов; устьица расположены с нижней стороны эпидермиса). Изучение морфологии надземной части растений позволило установить характер опушения, который определяется наличием простых кроющих трихом и железистых структур. Отмечена их топография по органам растений и выявлено, что основными маслообразующими органами являются чашечка цветка и лист.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлен комплекс ксероморфных и мезоморфных признаков, подтверждающих принадлежность *Clinopodium nepeta* к экологической группе мезоксерофитов, характеризующихся высокой степенью адаптации к новым условиям выращивания.

Выявлены различные типы эпидермальных структур: 1–7-клеточные неветвящиеся кроющие волоски и экзогенные железистые структуры, представленные двумя формами (сидячая железка с восьмиклеточной головкой, железистый трихом с однорядной (1–2-клеточной) ножкой и одноклеточной головкой).

Определена топография и плотность экзогенных железистых структур, наибольшее количество которых характерно для чашечки и листа.

Работа выполнена в рамках реализации проекта ПИТ «Разработка сетевой образовательной программы по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, направленности 03.02.08 Экология» Программы развития ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

Список литературы

- Александров В. Г. Анатомия растений. – М.: Высшая школа, 1966. – 431 с.
- Анели Н. А. Атлас эпидермы листа. – Тбилиси: Мецниереба, 1975. – 110 с.
- Барыкина Р. П., Веселова Т. Д., Девятов А. Г. и др. Справочник по ботанической микротехнике. – М.: МГУ, 2004. – 331 с.
- Васильев Б. Р. Строение листа древесных растений различных климатических зон. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1988. – 208 с.
- Голубев В. Н. Биологическая флора Крыма. – Ялта: НБС-ННЦ, 1996. – 125 с.
- Захаревич С. Ф. К методике описания эпидермы листа // Вестник Ленинградского университета. Серия 3: Биология. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1954. – № 4. – С. 64–75.
- Кустова О. К. Особенности секреторной системы интродуцированных видов рода *Calamintha* Lam. // Материалы I Международной научной конференции: Донецкие чтения 2016. Образование, наука и вызовы современности. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. – С. 122–124.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
- Лотова Л. И. Морфология и анатомия высших растений. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 528 с.
- Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В., Мишнев А. В. Эфиромасличная отрасль Крыма. Вчера, сегодня, завтра. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018а. – 244 с.
- Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В., Мишнев А. В., Назаренко Л. Г. Эфиромасличная отрасль Крыма. Вчера, сегодня, завтра. 2-е издание, дополненное. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018б. – 320 с.
- Прозина М. Н. Ботаническая микротехника. – М.: Высшая школа, 1960. – 206 с.
- Серебрякова Т. И., Воронин Н. С., Еленевский А. Г. и др. Ботаника с основами фитоценологии. Анатомия и морфология растений. – М.: Академкнига, 2006. – 543 с.
- Тимонин А. К. Ботаника. В четырех томах. Том 3. Высшие растения. – М.: Академия, 2007. – 352 с.
- Эзау К. Анатомия семенных растений. Книга 1. – М.: Мир, 1980а. – 284 с.
- Эзау К. Анатомия семенных растений. Книга 2. – М.: Мир, 1980б. – 627 с.
- Ambrico, A., Trupo, M., Martino, M. et al. Essential oil of *Calamintha nepeta* (L.) Savi subsp. *nepeta* is a potential control agent for some postharvest fruit diseases // Organic Agriculture. – 2019. – Vol. 9. – P. 1–14.
- Baldovini N., Ristorcelli D., Tomi F., Casanova J. Intraspecific variability of the essential oil of *Calamintha nepeta* from Corsica (France) // Flavour Fragrance Journal, 2000. – Vol. 15. – P. 50–54.
- Guarrera P. M., Savo V. Wild food plants used in traditional vegetable mixtures in Italy // Journal of Ethnopharmacology. – 2016. – T. 185. – С. 202–234.
- Guarrera P. M., Savo V. Received health properties of wild and cultivated food plants in local and popular traditions of Italy a review // Journal of Ethnopharmacology. – 2013. – T. 146, N 3. – С. 659–680.
- Huseyinova R., Kutbay H. G., Horuz A., Kirmanoğlu C., Bilgin A., Kiliç D. Sulphur and some heavy metal contents in foliage of *Corylus avellana* and some roadside native plants in Ordu province, Turkey // Ekoloji. – 2009. – Vol. 19, N 70. – P. 10–16.
- Melnikov D. G. Taxonomic and nomenclatural notes on *Clinopodium* L. and *Ziziphora* L. (Lamiaceae) // Новости систематики высших растений. – 2016. – Т. 47. – С. 103–107.
- Mijat Božović, Rino Ragno *Calamintha nepeta* (L.) Savi and its Main Essential Oil Constituent Pulegone: Biological Activities and Chemistry / Molecules. – 2017. – Vol. 22, N 2. – С. 290.
- Rossini-Oliva Sabina, Erika S. Santos, Maria Manuela Abreu. Accumulation of Mn and Fe in aromatic plant species from the abandoned Rosalgar Mine and their potential risk to human health // Applied Geochemistry. – 2019. – Vol. 104. – P. 42–50.

Petrishina N. N., Myagkikh E. F., Nikolenko V. V., Platonova T. V. Anatomico-morphological structure of the above-ground parts of *Clinopodium nepeta* (L.) Kuntze regarding to its essential-oil quality // Ekosistemy. 2019. Iss. 20. P. 229–236.

The article presents the results of the study of the anatomical and morphological structures of the above-ground parts of *Clinopodium nepeta* (L.) Kuntze under conditions of introduction. The research was performed to complement the botanical characteristics of this plant because of the species essential-oil quality and to identify its adaptability to new growing conditions. Plants were characterized by the complex of xeromorphic and mesomorphic characteristics, which determine the degree the capacity of this species for adaptation. All studied plants are characterized by the presence of one type of glandular formations – exogenous glandular structures represented by two forms: sedentary gland covering trichomes with a multicellular (eight-cell) head; glandular hair with a single-row (1–2 cell) leg and a unicellular head. Their quantitative distribution by organs was determined. We were able to conclude that the calyx and leaf are the main oil-forming parts of the plant. Covering 1–7-cell non-branching trichomes were also found in the studied samples.

Key words: *Clinopodium nepeta*, anatomical structures, glandular structures, covering trichomes, aromatic plants.

Поступила в редакцию 25.10.19