

УДК 633.812:575.127.2

СТРУКТУРА ЖЕЛЕЗИСТОГО АППАРАТА У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *PELARGONIUM* L.

Лысякова Н.Ю., Симагина Н.О.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина,
E-mail: lno@ukr.net*

Получены данные по строению, распределению, размерам железистых структур видов, гибридов и сортов герани. Показана высокая положительная корреляция между комплексом признаков железистого аппарата и интенсивностью маслообразовательного процесса. Эти показатели могут быть использованы для оценки и отбора перспективных генотипов герани в селекции на высокую масличность.

Ключевые слова: железистые структуры, гибриды и сорта герани.

ВВЕДЕНИЕ

Обширный род *Pelargonium* L. семейства Geraniaceae включает 250 видов. Родиной пеларгонии является Капская провинция Южной Африки. В 17 веке пеларгонии были завезены в Европу, а затем в США, и были введены в культуру как декоративные и эфиромасличные растения [1, 2]. В результате активных селекционных работ были получены карликовые (h=13-20 см) и штамбовые (h=170 см) сорта с пестрыми листьями разной степени рассечения и интенсивности окраски с белыми, двухцветными, махровыми цветками. В композициях ландшафтного дизайна широко используются виды *P. graveolens*, *P. hortensis*, *P. hederifolia*, *P. odorata*, *P. endlicherianum*. В качестве эфиромасличного сырья культивируют *P. roseum* L'Herit – сложный гибрид видов *P. radula* L'Herit, *P. capitatum* L'Herit. Основными производителями гераниевого масла являются Алжир, Марокко, Франция, Испания, Тунис, Италия, Болгария, Индия, Япония, США.

Эфирное масло герани впервые было получено методом гидродистилляции из свежих листьев и стеблей в 1819 г. французским химиком Реклузом. Содержание эфирного масла в сырье варьирует от 0,09 до 0,16 и даже 0,5 % от веса сырой массы. В состав эфирного масла входят 100 компонентов, основными из которых являются цитронеллол (65-70 %) и гераниол, а также терпениол, линалоол, борнеол (терпеновые спирты), терпены (α-пинен, фелландрен), эфиры (уксусной, бутановой, валериановой, муравьиной кислот), кетоны, фенол — эвгенол. Соотношение компонентов меняется в зависимости от сорта и условий произрастания.

Эфирное масло применяют в народной медицине как тонизирующее, вяжущее, гемостатическое, антисептическое, противодиабетическое, в парфюмерно-косметической промышленности для выработки высококачественных духов, в качестве ароматизаторов табака, чая, кондитерских изделий, напитков, эссенций.

Расширение исходного материала в селекции новых видов, создание самоопыляемых линий, гибридов требует совершенствования методов отбора. Одним из путей повышения эффективности методических подходов в селекционно-генетических работах с геранью является изучение особенностей структуры железистого аппарата, изменчивости и наследования показателей, характеризующих его. Комплексное, всестороннее исследование анатомо-морфологических показателей, коррелирующих с масличностью, позволит найти подходы направленного формирования признаков, определяющих содержание эфирного масла [3-5].

В связи с этим целью наших исследований было: установление особенностей железистого аппарата, выявление закономерностей его наследования у межвидовых гибридов герани, разработка рекомендаций по подбору исходного материала для гибридизации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования служили 28 гибридов комбинации скрещивания *P. capitatum* x *P. radula* и 26 гибридов комбинации скрещивания *P. roseum* x *P. capitatum*, полученных при скрещивании видов *P. roseum* L'Herr., *P. capitatum* L'Herr., *P. radula* L'Herr.

Определение плотности и размеров железистого структур проводили на временных препаратах листьев герани (5 пара от апекса побега). Материал обесцвечивали 1% раствором КОН, окрашивали 1 % водным раствором фуксина и заключали в глицерин. Подсчет количества железистых образований проводили при помощи окулярной сеточки ($S=0,64 \text{ мм}^2$), измерение диаметра железистых образований — при помощи винтового окулярмикрометра. Морфологические и морфометрические измерения проводили на постоянных препаратах, приготовленных по общепринятой методике и окрашенных реактивом Шиффа [6, 7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анатомия вегетативных органов исследованных видов и гибридов пеларгонии однотипна. Стебель покрыт эпидермой с незначительно утолщённой наружной тангенциальной стенкой. В комплекс эпидермы входят многочисленные одно-двухклеточные кроющие и железистые трихомы [8]. Первичная кора представлена двумя рядами пластинчатой колленхимы, хлоренхимой и крахмалоносным влагалищем. Хорошо выражено склеренхимное кольцо перициклического происхождения. Центральный цилиндр представлен открытыми коллатеральными пучками. Мезофилл листа дифференцирован на столбчатый и губчатый. Жилка укреплена уголкой колленхимой и склеренхимными тяжами вдоль проводящих тканей. Цитологические исследования гибридов герани показали наличие двух типов железистых образований в эпидерме вегетативных органов: мелкие железистые трихомы с одноклеточной головкой ($d=10-25 \text{ мкм}$) и одноклеточной ножкой, крупные железистые трихомы с одноклеточной головкой ($d=50-65 \text{ мкм}$) и длинной многоклеточной ножкой. Это соответствует литературным данным по структуре железистого аппарата у других видов и гибридов герани [5]. У изученных

нами гибридов плотность железистых образований на единицу поверхности листа была различной. Гибриды, полученные от скрещивания *P.capitatum* x *P.radula* отличались более высокой плотностью секреторных структур, чем гибриды в комбинации скрещивания *P.roseum* x *P.radula* (табл. 1). Наиболее продуктивным по содержанию эфирного масла среди родительских форм является вид *P.radula*.

Таблица 1.
Характеристика железистого аппарата у видов и гибридов герани ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Виды и гибриды	Содержание эфирного масла, %	Плотность железистых волосков, шт/мм ²		Суммарное количество жел.волосков, шт	Суммарный объем железистых волосков
		крупных	мелких		
Виды					
<i>P.radula</i>	0,697	37,8 ± 0,2	25,5 ± 0,5	63,3 ± 0,2	61,20 ± 0,2
<i>P.capitatum</i>	0,052	11,2 ± 0,2	11,8 ± 0,3	23,0 ± 0,1	11,76 ± 0,3
<i>P.roseum</i>	0,331	22,8 ± 0,1	24,5 ± 0,5	47,3 ± 0,4	28,05 ± 0,5
Гибриды P ₁ :					
<i>P.capitatum</i> x <i>P.radula</i>	0,355	20,1 ± 0,9	26,8 ± 0,8	46,9 ± 1,5	48,21 ± 1,2
<i>P.roseum</i> x <i>P.radula</i>	0,392	18,4 ± 0,7	18,8 ± 1,2	37,2 ± 0,9	32,60 ± 0,7

Установлена положительная коррелятивная связь между содержанием эфирного масла в растении и суммарным количеством и объемом железистых структур ($r=0,85$). Слабее связь проявляется относительно масляности и количества крупных ($r=0,58$) и мелких железистых волосков ($r=0,26$).

Изучение особенностей изменчивости и наследования основных показателей структуры железистого аппарата проводилось с целью направленного формирования продуктивности эфирного масла на основе генетических закономерностей.

Родительские формы гибрида *P.capitatum* x *P.radula* существенно (в 10 раз) отличаются по содержанию эфирного масла и в 2,1-2,7 раза по плотности железистых волосков разных размерных групп. У гибридов из комбинации *P.capitatum* x *P.radula* плотность крупных ($C_v=58,4$ %), мелких ($C_v=32,7$ %) железистых волосков, их суммарное количество ($C_v=40,6$ %) и суммарный объем ($C_v=42,5$ %) варьируют в широких пределах (табл. 2). При изучении характера наследования морфолого-анатомических показателей структуры железистого аппарата у гибридов этой комбинации скрещивания большая часть гибридов (63,8 %) проявила промежуточный тип наследования. Промежуточный характер наследования наблюдался также относительно суммарного количества и объема

СТРУКТУРА ЖЕЛЕЗИСТОГО АППАРАТА У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

железистых образований на поверхности листа (63,3 %). Наличие гетерозиса было отмечено по количеству мелких железистых волосков у незначительного числа гибридов (3,0 %). Особенностью наследования показателей железистого аппарата у гибридов в комбинации *P.capitatum* x *P.radula* является депрессия по всем основным показателям структуры железистого аппарата.

Таблица 2.
Наследование плотности железистых волосков и суммарного объема железистых образований у гибридов *P.capitatum* x *P.radula*

Тип наследования	Основные показатели структуры железистого аппарата			
	Плотность крупных железистых волосков	Плотность мелких железистых волосков	Суммарное количество железистых образований	Суммарный объем железистых образований
Гетерозис, %	0	3,0	0	0
На уровне лучшего родителя, %	4,2	4,0	0	0
Промежуточный, %	63,8	66,7	63,3	65,7
Депрессия, %	32,0	26,3	36,7	38,4

Родительские формы другого гибрида *P.roseum* x *P.radula* отличались друг от друга по морфологическим показателям, определяющим масличность, не столь значительно (табл. 1) По содержанию эфирного масла отцовская форма *P.radula* превышает материнскую *P.roseum* примерно в 2 раза. У гибридов, полученных от скрещивания этих форм пределы варьирования плотности железистого аппарата на единице площади и суммарного объема железистых образований достаточно широки. Наиболее высок коэффициент вариации суммарного объема железистых образований (65,1 %).

В отличие от гибридов комбинации скрещивания *P.capitatum* x *P.radula* наблюдается значительное количество гибридов, превышающих родительские формы по плотности железистых образований и суммарному объему. От 7 до 11 % гибридов по этим показателям находится на уровне лучшего родителя (табл. 3). Гетерозис по количеству крупных железистых волосков проявляется у 4,7 % гибридов, по суммарному количеству железистых образований и их объему у 12,6 % и 11,0 % соответственно. По количеству мелких железистых волосков эффект гетерозиса проявляется у 38,3 % гибридов. Примечательно, что в данной гибридной комбинации промежуточный тип наследования представлен небольшим количеством гибридов.

Депрессия выражена более ярко, чем у предыдущих форм по всем показателям, характеризующим структуру железистого аппарата и составляет 66,2 % гибридов

относительно плотности крупных железистых волосков, 50,2 % – относительно мелких, 54,8 % – суммарного количества и 62,0 % суммарного объема (табл. 3).

Таблица 3.
Наследование плотности железистых волосков и суммарного объема железистых образований у гибридов *P.roseum* x *P.radula*

Тип наследования	Основные показатели структуры железистого аппарата			
	Плотность крупных железистых волосков	Плотность мелких железистых волосков	Суммарное количество железистых образований	Суммарный объем железистых образований
Гетерозис, %	4,7	38,3	12,6	11,0
На уровне лучшего родителя, %	6,7	11,5	6,7	7,7
Промежуточный, %	23,4	0,0	25,9	20,3
Депрессия, %	66,2	50,2	54,8	62,0

Анализируя особенности наследования структуры железистого аппарата гибридами, полученными при скрещивании видов *P.capitatum*, *P.radula*, *P.roseum* можно предположить, что при скрещивании родительских форм, контрастных по показателям структуры железистого аппарата и по масличности, гибриды характеризуются в основном промежуточным характером наследования признаков. В случае скрещивания родительских форм, близких по плотности железистых структур и по их объему, у гибридов проявляется депрессия по этим признакам.

Анатомо-морфологические закономерности развития железистых образований изучены у многих высших растений. Как показали исследования, одной из наиболее характерных особенностей железистых образований является их ранняя дифференцировка. Аналогичные данные были получены при изучении онтогенеза железистых волосков у герани.

Волоски, формируясь на ранних этапах развития органа, сохраняются в течение всей жизни растений. На постоянных препаратах отмечена ранняя дифференцировка железистых структур у гибридов *P.capitatum* x *P.radula*, *P.roseum* x *P.radula*. Одновременно с дифференциацией листовой пластинки начинается митотическое деление инициальной клетки. После нескольких митотических делений образуется железистый волосок, состоящий из базальной клетки, 1-3-х клеточной ножки и апикальной секреторной клетки — головки, которая имеет округлую форму. Начало функционирования волосков связано с появлением субкутикулярной полости, в которой накапливается эфирное масло.

В настоящее время известно, что синтез и выделение секрета в железистых клетках затрагивают почти все клеточные структуры. Морфологическими критериями, отражающими особенности функционирования этих клеток, являются состояние и размеры их ядерного аппарата. Морфометрические исследования ядерного аппарата показали, что для всех изученных форм — Аист, Крунк 13, *P.roseum* объем ядер сформировавшихся секреторных клеток в 2 раза превышает объем ядер эпидермальных клеток (табл. 4).

Таблица 4.
Цитологическая характеристика функциональной активности секреторных клеток ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Виды и сорта	Содержание эфирного масла, %	Объем ядер клеток ($1 \cdot 10^3 \text{ мкм}^3$)	
		Секреторные клетки	Эпидермальные клетки
<i>P.roseum</i>	0,331	$0,575 \pm 0,02$	$0,324 \pm 0,02$
Аист	0,667	$0,620 \pm 0,03$	$0,333 \pm 0,05$
Крунк 13	0,683	$0,627 \pm 0,03$	$0,328 \pm 0,03$

Сравнивая объемы ядер секреторных клеток, нами было отмечено, что сорта Аист и Крунк 13, отличающиеся более высоким содержанием эфирного масла соответственно имеют и больший объем ядер секреторных клеток, чем менее маслянистый вид *P.roseum*.

Таким образом, состояние ядерного аппарата характеризует повышенную функциональную активность секреторных клеток по сравнению с эпидермальными. Объем ядер может служить косвенным показателем интенсивного маслообразовательного процесса и быть одним из критериев для отбора высокопродуктивных форм в селекции герани.

ВЫВОДЫ

1. Железистый аппарат изученных форм герани представлен 2 типами трихом: с одноклеточной головкой и одно- и многоклеточной ножкой, диаметр крупных волосков 50-65 мкм, мелких 25-30 мкм.
2. Выявлена положительная коррелятивная зависимость между уровнем накопления эфирного масла в растении и суммарным объемом железистых структур ($r=0,85$) и количеством крупных железистых волосков ($r=0,58$).
3. Наследование железистого аппарата у гибридов, полученных от скрещивания форм, контрастных по плотности железистых образований, происходит по промежуточному типу.
4. При скрещивании родительских форм, близких по плотности железистых образований, наблюдается депрессия по этим признакам.

5. Между морфологией ядерного аппарата секреторных клеток железистых волосков герани и функциональной активностью этих структур существует закономерная связь. Увеличение объема ядра в секреторных клетках является косвенным показателем реализации генетической информации, связанной с синтезом эфирного масла.

Список литературы

1. Алиян М.Б. Формирование урожая эфирного масла и его качества у перспективных сортов герани в условиях Араратской долины Армянской ССР: автореферат дисс. на соискание уч. степени канд. сельскохозяйств. наук / М.Б. Алиян. - Симферополь, 1983. - 25с.
2. Андон Т.М. Локализация кумариновых соединений в секреторных вместилищах *Ruta graveolens* L. / Т.М. Андон, Г.А. Денисова // Растительные ресурсы. - 1994. - Т. 10. - №4. - С. 528-540.
3. Зауралов О.А. Изменение содержания эфирного масла и числа эфиромасличных железок у растений сем. губоцветных из различных географических зон / О.А. Зауралов // Растительные ресурсы. - 1978. - Т. 14. - №3. - С. 412-418.
4. Погорельская А.Н. Отбор высокопродуктивных генотипов шалфея мускатного с использованием микроморфологических особенностей железистого аппарата чашечки цветка / А.Н. Погорельская, Л.М. Теплицкая // Цитология и генетика. - 1985. - Т. 19. - №5. - С. 128-131.
5. Лысякова Н.Ю. Особенности наследования структуры железистого аппарата у межвидовых гибридов герани / Н.Ю. Лысякова, В.Н. Оганесян, М.Г. Бобовская // Осн. направления науч. исследований по интенсификации эфиромасличного производства. - Ч. 1. - Симферополь, 1985. - С. 34-35.
6. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / Паушева З.П. - М.: Колос, 1980. - 304с.
7. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии / Плохинский Н.А. - М.: Моск. ун-та, 1978. - 261с.
8. Денисова Г.А. Распределение в растительном мире терпеноидсодержащих вместилищ / Г.А. Денисова // Ботанический журнал. - 1996. - Т. 61. - №11. - С. 1489-1506.

Лысякова Н.Ю. Структура залізного апарату у представників роду *Pelargonium* L. / Н.Ю. Лысякова, Н.О. Симагина // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. - 2010. - Т. 23 (62). - № 1. - С. 58-64.

Отримані дані по будові, розподілу, розмірам залізистих структур видів, гібридів і сортів герані. Показана висока позитивна кореляція між комплексом ознак залізистого апарату і інтенсивністю маслоутворюючого процесу. Ці показники можуть бути використані для оцінки і відбору перспективних генотипів герані в селекції на високу масличність.

Ключові слова: залізисті структури, гібриди і сорти герані.

Lysyakova N.Yu. Structure of glandular apparatus at representatives of genus *Pelargonium* L. / N.Yu. Lysyakova, N.O. Simagina // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. - Series: Biology, chemistry. - 2010. - V.23 (62). - № 1. - P. 58-64.

The structure, distributing, sizes of glandular structures of species, hybrids and sorts of geranium were revealed. The high cross-correlation between the complex of signs of glandular apparatus and intensity of oil-developing process was shown. These indexes can be used for an estimation and selection of perspective genotypes of geranium in high oily selection.

Keywords: glandular structures, hybrids and sorts of geranium.

Поступила в редакцію 04.03.2010 г.