УДК 634.6+634.7:582.688.4 doi: 10.31360/2225-3068-2026-96-123-136
EDN KLHSOU

ОЦЕНКА ИЗМЕНЧИВОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЛИСТЬЕВ МУЖСКИХ И ЖЕНСКИХ РАСТЕНИЙ АКТИНИДИИ ДЕЛИКАТЕСНОЙ В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКОВ РОССИИ

Тутберидзе Ц.В., Киселва Н.С.

Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», Сочи, Россия, e-mail: tutberidse_tsiala@mail.ru, nskiselyeva_05@mail.ru

Тутберидзе Ц.В. orcid.org/0000-0002-1486-0787
Киселева Н.С. orcid.org/0000-0001-8655-6381

Различия в анатомии, морфологии листьев и черешков *Actinidia deliciosa* (киви) могут играть важную роль в определении пола. Через три месяца после распускания почек (в июне) листья киви на мужских и женских растениях, выросшие на вегетативных и генеративных побегах, имели различную площадь листьев (128,6 ±13,45 см^2 – у мужских и 104,5 ±4,02 см^2 – у женских растений) и форму. Наиболее часто встречающаяся форма листьев определялась как «folium cordatum» и «folium rotundato-cordatum». Были оценены более высокие значения общей толщины женских листьев (190 ±3,84 мкм) по сравнению с мужскими листьями (174,7 ±3,52 мкм), что привело к утолщению адаксиального эпидермиса листьев и особенно палисадной паренхимы женских листьев (136 ±2,76 мкм по сравнению с 104 ±1,61 мкм – у мужских листьев). У мужских и женских растений наблюдались гипостоматические

листья с аномоцитными устьицами. Основной тип жилкования листьев – сетчатый. Звёздчатые многоклеточные трихомы на абаксиальной стороне листа наблюдались в листьях обоих полов. В строении сосудистой системы листьев и черешков существенных различий обнаружено не было. Экспериментальные результаты показали, что соотношение длины замыкающих клеток устьиц к ширине значительно различалось у мужских и женских растений, превышая 3 – у мужских и меньше 3-х – у женских. Форма листьев и внешний вид черешков немного различались, это использовано в качестве маркера для идентификации мужских и женских растений актинидии деликатесной. Таким образом, толщина листа и морфология поверхности адаксиального эпидермиса листа, соотношение длины и ширины устьиц могут считаться важными структурными параметрами для определения пола.

Ключевые слова: *Actinidia deliciosa*, морфология листа, структурно-анатомические параметры, устьица, косвенные показатели определения пола.

Введение. Изучение листовых параметров культуры позволяет выявить механизмы адаптации растений к действию абиотических факторов окружающей среды, использовать эти показатели для анатомо-морфологической идентификации, характеризующей биологические особенности сорта, и на основе этого выделить наиболее перспективные по продуктивности и пластичности сорта [3, 7, 8, 9, 15].

Важным диагностическим признаком, связанным с фотосинтетической активностью растений, является площадь поверхности листа [2, 20, 21]. Выявлено, что у *Actinidia deliciosa* (киви) наибольшую площадь листовой поверхности имеет сорт ‘Матуа’ и при этом существенно меньшую – сорта ‘Монти’, ‘Бруно’ и ‘Томури’ [20, 21].

Кроме характерной для листа площади, индикатором диагностического порядка в ходе раскрытия и выделения специфических черт сортообразца с позиции биологии выступает изменчивость листа, при возделывании условий климатического порядка. Это обстоятельство определяет изменчивость, являющуюся морфологической. В подавляющем большинстве случаев растительные культуры, обладающие обширной экопластичностью (повышенной изменчивости присущей листу площади) могут более успешно и быстро приспосабливаться к динамичной среде, а также характеризуются более благоприятными перспективами, если процесс их выращивания протекает в тех условиях климатического плана, которые представляются лимитирующими.

В частности, персональная динамика, отражённая в виде вариативного индикатора-коэффициента, говорит о том, что степень из-

менчивости листьев растений культуры женского пола варьируется в спектре от 5,2 до 7 %. Эта величина меньше, нежели у сортообразцов мужского пола ‘Томури’ и ‘Матуа’. При этом, последний характеризуется более существенной вариативностью [20, 21].

Понимание анатомии и морфологии растения киви имеет решающее значение для идентификации саженцев киви мужского и женского пола. Саженцы киви мужского пола обычно имеют более крупные листья и образуют цветки с выступающими тычинками, в то время как саженцы киви женского пола имеют листья меньшего размера и образуют цветки с рыльцем и завязями (рис. 1-2).

Помимо этого, различия в анатомии и морфологии листьев киви и черешков листьев могут играть значительную роль в определении пола [14, 18, 21]. Так, через три месяца после распускания почек, площадь листьев, как мужских, так и женских растений киви на вегетативных и генеративных побегах, составляет 128,6 ±13,45 см^2 – у мужских растений и 104,5 ±4,02 см^2 – у женских растений. В зависимости от стадии онтогенеза и появления листьев на побегах листья имели различную форму. Форма листьев определялась как «folium cordatum» (сердцевидный лист) и «folium rotundato-cordatum»(округлый сердцевидный лист) (рис. 3) Были оценены более высокие значения общей толщины женских листьев (190 ±3,84 мкм) по сравнению с мужскими листьями (174 ±3,52 мкм), что привело к более толстому адаксиальному эпидермису листьев и особенно – к более толстой столбчатой паренхиме женских листьев (136 ±2,76 мкм по сравнению со 104 ±1,61 мкм – у мужских листьев) [1, 4, 5, 14, 18]. Типично раздвоенные листья наблюдались как у мужских, так и у женских листьев.

Рис. 1. Мужской цветок
Fig. 1. Male flower

Рис. 2. Женский цветок
Fig. 2. Female Flower

а) б)

Рис. 3. Морфология листа *Actinidia deliciosa*:
а) А – форма листа мужского растения (folium rotundato-cordatum);
В – форма листа женского растения (folium cordatum);
б) Типично раздвоенные листья наблюдаются как у мужских (А),
так и у женских (В) растений

Fig. 3. Leaf morphology of *Actinidia deliciosa*:
A – leaf shape of a male plant (folium rotundato-cordatum);
B – leaf shape of a female plant (folium cordatum);
b) Typically, forked leaves are observed in both male (A) and female (B) plants

Цель исследований: оценка анатомо-морфологических параметров листьев *Actinidia deliciosa* для косвенного определения пола растений

Объекты и методы исследований. В качестве объектов подробного анализа в контексте настоящей исследовательской работы выступили 10 сортообразцов *Actinidia deliciosa* (киви), которые включены в коллекцию генетического типа ФИЦ СНЦ РАН. Для образцов листьев отбирали по 3 растения каждого сорта. Для морфологических исследований использовали зрелые зелёные листья. Отбирали по 10 листьев каждого сорта. Срезы листьев делали из средней части листовой пластинки, после чего окрашивали раствором метиленового зелёного. Препараты анализировали при помощи светового микроскопа фирмы Karl Zeiss Axio и с использованием микроскопа Levenhuk dtx 30 с USB-кабелем (увеличение × 35 (35-кратное увеличение). Измерения в программе ImageJ (мкм). Фотографии сохранялись в Digital Viewer версии 3.1.07. Статистическую обработку полученных результатов выполняли с использованием StatSoft Statistica 10 и Пакете анализа данных MS Excel 2019. Кластерный анализ по контуру листа был проведён в системном комплексе «Эйдос» (ПО с открытым ИК: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm) и АСК-анализе.

Результаты и их обсуждение. Проведены наблюдения за внешним видом листьев *Actinidia deliciosa*. Однолетние побеги были зелёные с серо-коричневыми волосками и выступающими чечевичками, а двух-

летние – красно-коричневыми без волосков с бледно-овальными чечевичками. Листья были двусторонние с выступающими на нижней поверхности жилками (рис. 3). Пластинки были круглыми, овальными или округло-веерообразными, а основания пластинок имели неглубокую сердцевидную форму и были симметричными. Края листьев имели небольшие выступающие зубцы. Верхние поверхности листьев были тёмно-зелёными с желтовато-коричневыми ворсинками. Нижние поверхности листьев были бледно-зелёными с густыми желтоватыми эпидермальными волосками. Жилки листьев были желтовато-зелёными или бледно-зелёными с короткими коричневыми ворсинами на них.

По размеру и форме листьев у *Actinidia deliciosa* выявили некоторые различия между сортами (табл. 1).

Таблица 1. Морфометрические параметры листьев киви
Table 1. Morphometric parameters of kiwi leaves

Сорт	Биометрические параметры листа						
	Площадь, *см²*	CV, *%*	Толщина, *мкм*	CV, *%*	ИФЛ	Черешок, *см*	CV, *%*
‘Бруно’	**225,**10 ±9,80	11,56	98,76 ±0,47	1,42	**1,05**	6,93 ±0,72	**27,46**
‘Томури’	**120,86** ±5,57	**12,20**	101,81 ±0,31	0,87	**0,93**	**5,34** ±0,47	23,27
‘Хейворд’	**179,78** ±**6,71**	**10,56**	101,47 ±0,17	**0,48**	0,83	**11,69** ±0,69	16,82
‘Матуа’	**173,46** ±**18,48**	**28,18**	101,46 ±0,24	0,67	0,83	6,78 ±0,58	22,54
‘Хейворд Российский’	165,74 ±11,77	18,79	99,86 ±0,74	**1,96**	0,83	9,06 ±0,46	13,53
‘Монти’	114,20 ±6,97	17,26	98,67 ±1,03	**2,95**	0,87	5,59 ±0,58	29,19
‘Эббот’	139,60 ±9,19	17,42	100,03 ±0,18	**0,48**	**1,05**	9,34 ±0,96	**27,20**
‘Эллисон’	141,39 ±4,12	18,42	98,75 ±0,25	0,75	0,83	6,34 ±0,41	8,25
‘Монти С’	122,45 ±5,80	13,41	99,84 ±0,41	1,17	0,79	10,61 ±0,85	22,71
‘Кивальди’	**103,02** ±**6,20**	16,98	99,63 ±0,27	0,76	**1,07**	7,40 ±0,73	27,91

У сортов мужских растений относительная длина черешков была короче, чем у женских, относительная длина черешка к диаметру мужских растений была больше, чем у соответствующих женских сортов. Черешки мужских растений были длинными и тонкими. Однако, наличие изменчивости среди сортов, параметры формы листа и внешнего вида черешка не могли быть использованы в качестве маркеров для различия мужских растений от женских.

Так как одной из целей наших исследований было изучение морфологических признаков листьев киви в системе «Эйдос» по внешнему контуру листа, как для идентификации сортов по листьям, так и для косвенного определения пола растений, нами был проведён кластерный анализ и получена классическая дендрограмма (рис. 4).

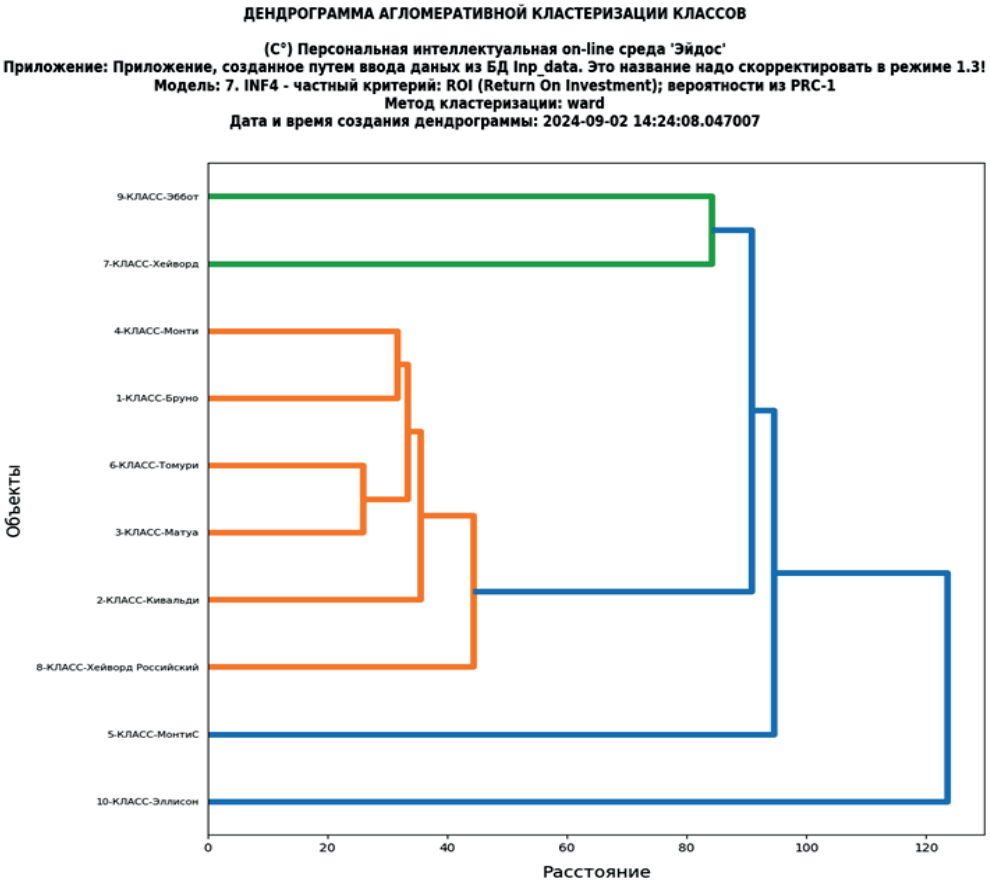


Рис. 4. Дендрограмма когнитивной классической кластеризации классов, отражающая сходство/различие сортов киви по количественным признакам контура листа

Fig. 4. Dendrogram of cognitive classical clustering of classes, reflecting the similarity/difference of kiwi cultivars according to quantitative characteristics of leaf contour

На рисунке мы видим, что все значения признаков образуют 4 чётко выраженных кластера. Хорошо видна группировка сортов киви по детерминируемым ими количественным признакам контура листа [21].

Первый кластер (показан зелёным цветом на рис. 4) включает преимущественно 2 сорта женских растений, ‘Хейворд’ и ‘Эббот’,

имеющие наименьшее сходство. Второй, самый многочисленный – включает в себя подгруппу с сортами ‘Монти’ и ‘Бруно’ с 11%-ной схожестью параметров контура лист с небольшой площадью листа, подгруппу мужских сортов ‘Матуа’ и ‘Томури’, несхожесть которых с женскими сортами составляет 13–17 %.

У ‘Матуа’ самая большая вариабельность площади листовой поверхности, схожесть с ‘Хейвордом Российским’ составляет 28 %, у ‘Томури’ – значительно меньше. ‘Кивальди’ и ‘Хейворд’ также входящие в этот кластер, имеют большую вариацию листовых параметров. Отдельно стоят сорта ‘Монти С’ и ‘Эллисон’. Таким образом, полученные данные подтверждают, что изменчивость листьев женских растений значительно ниже, чем у мужских.

Таким образом, по контурам листьев при помощи автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализа), как интеллектуальной измерительной технологии, можно провести идентификацию различных сортов представителей *Actinadia deliciosa* (киви). Применение когнитивной агломеративной кластеризации позволило разделить изучаемые генотипы киви коллекции ФИЦ СНЦ РАН на 4 основных кластера, включающие более мелкие группы. Данный анализ подтверждает полиплоидную структуру растений, позволяет выявить значительный полиморфизм между различными генотипами. Модели конкретных листьев с применением теории информации представляют собой количество информации в элементах их контуров о том, что эти листья принадлежат определённым сортам.

Мужские листья *Actinadia deliciosa* (киви) обладают большей общей площадью листа (128,5 ±13,45 см^2) по сравнению с женскими листьями (104,5 ±4,02). Общая толщина листьев у мужских особей была ниже (174 ±3,52 мкм), чем у женских (190 ±3,84 мкм).

Верхний эпидермис листа состоял из одного слоя клеток, толщина его составляла 18,5 ±0,31 мкм – у мужских листьев и 19,25 ±0,42 мкм – у женских листьев. Даже без измерений толщины кутикулы очевидно, что кутикула у женских листьев была толще, чем у мужских, из-за дополнительного слоя воска на женских листьях, который усиливает эффект блеска на поверхности листа. Более толстый кутикулярный слой у женских листьев, различное содержание воска, а также форма и морфология поверхности адаксиальных и абаксиальных клеток эпидермиса, соответственно, были различными в женских и мужских листьях [1, 4, 5, 13, 16, 18, 19].

Внутри мезофилла можно выделить 1 или 2 слоя столбчатой паренхимы и непрерывный слой губчатой паренхимы (рис. 4) в зависимости от стадий онтогенеза. Столбчатая паренхима состояла из 1–2 слоев плотно расположенных клеток. Губчатая паренхима расположена

неравномерно. Нижний эпидермис состоял из 1–5 слоев рыхло расположенных клеток. Жилки листа были расположены по губчатой паренхиме и выступали наружу. Анатомические различия между мужскими и женскими растениями весьма незначительны.

Под микроскопом срезов листовых пластинок были видны верхний эпидермис, столбчатая и губчатая паренхима и нижний эпидермис (рис. 5)

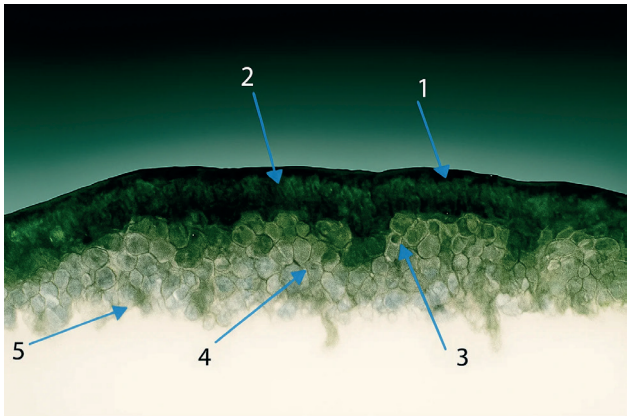


Рис. 5. Структура листа *Actinidia deliciosa* сорта ‘Хейворд’ (увеличение × 40). Адаксиальная сторона листа: 1 – верхний слой эпидермы; 2 – столбчатые клетки мезофилла; 3 – слой губчатой паренхимы; 4 – нижний слой эпидермальных клеток; 5 – волоски (трихомы)

Fig. 5. Leaf structure of *Actinidia deliciosa* cultivar ‘Hayward’ (magnification × 40): Adaxial side of the leaf: 1 – upper layer of the epidermis; 2 – columnar mesophyll cells; 3 – layer of spongy parenchyma; 4 – lower layer of epidermal cells; 5 – hairs (trichomes)

Такая структура мезофилла, по-видимому, является типичным дорзовентральным типом строения листа, наблюдаемым как у мужских, так и у женских растений – мезофилл дифференцирован на палисадный и губчатый. Оценочные значения толщины столбчатой паренхимы составили 104 ±1,51 мкм – у мужских листьев и 136 ±2,76 мкм – у женских листьев, что составляет 75 % всего мезофилла листа. Наблюдаемые особенности листьев указывает на ксероморфный характер как мужских, так и женских листьев. В тангенциальных срезах листьев наблюдалось значительное количество хлоропластов, расположенных более маргинально, внутри клеток столбчатой паренхимы, в то время как хлоропласты в клетках губчатой паренхимы занимали более центральное расположение [16–18].

Наблюдения верхней поверхности листа показали немногочисленные разбросанные трихомы, редко разветвленные. Нижняя поверхность листа была покрыта толстыми трихомами и ворсинками. Количество ветвей на трихоме составляло от 3–19 (рис. 6).

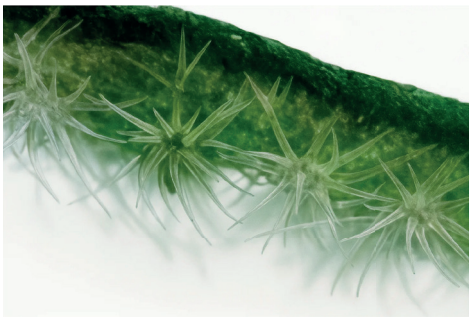


Рис. 6. Многоклеточные звёздчатые трихомы на абаксиальной стороне листа сорта ‘Матуа’ (мужское растение)

Fig. 6. Multicellular star-shaped trichomes on the abaxial side of the ‘Matua’ leaf (male plant)

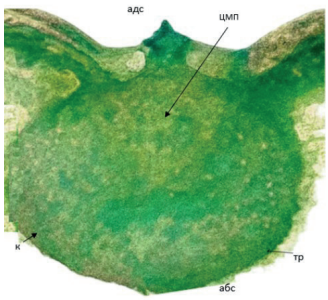
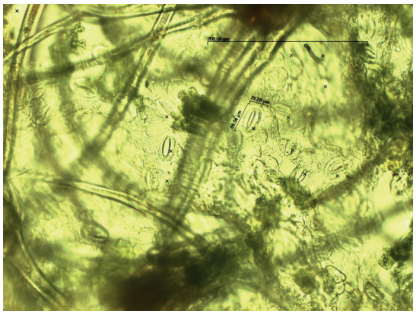
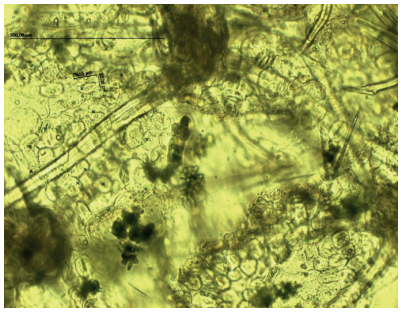


Рис. 7. Поперечный срез черешка листа *Actinidia deliciosa* мужского сорта ‘Томури’: **адс** – адаксиальная сторона, **абс** – абаксиальная сторона, **цмп** –центральный медианный пучок, **к** –кутикула, **тр** – трихомы

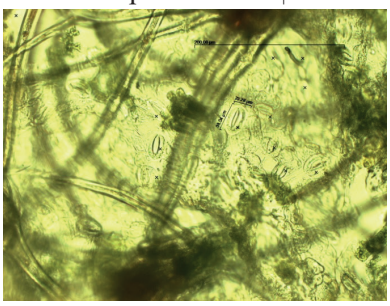
Fig. 7. Cross section of a leaf petiole of *Actinidia deliciosa* male cutivar ‘Tomuri’: **ads** – adaxial side, **abs** – abaxial side, **cmp** –central median bundle, **k –** cuticle, **tr –**trichomes



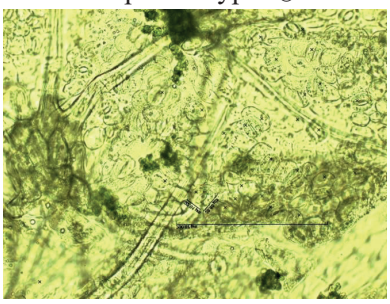
Сорт ‘Монти’ ♀



Сорт ‘Томури’ ♂



Сорт ‘Хейворд’ ♀



Сорт ‘Эллисон’ ♀

Рис. 8. Нижняя поверхность листа *Actinidia deliciosa* с устьицами
Fig. 8. Lower surface of an *Actinidia deliciosa* leaf with stomata

Наблюдалась незначительная разница между разными сортами, мужскими и женскими растениями.

Листья *A. deliciosa* (киви) имели сетчатое жилкование в качестве основного типа. Сосудистая система часто сопровождалась идиобластами. Такие идеобласты, содержащие предположительно кристаллы оксалата кальция, были расположены главным образом в расширениях пучковой оболочки внутри листа. Мы сосредоточились на строении сосудистой системы в листьях и черешках листьев.

Черешок листа *A. deliciosa* округлой формы, проводящая система – пучкового, радиального типа. Проводящий пучок открытый коллатеральный. Поперечные сечения черешков листьев как мужских, так и женских растений, включают три сосудистых пучка, расположенных в основном центральном кольце и двух меньших боковых кольцах (рис. 7). Центральный медианный пучок имеет полулунную форму. Эпидерма представлена прямыми и слабоизвилистыми, плотно сомкнутыми клетками, густо опушена многочисленными многоклеточными трихомами. Аналогичное структурное расположение наблюдалось в главной жилке листа.

Как мужские, так и женские листья были гипостоматическими. Устьица относятся к аномоцитному типу и их защитные клетки, по-видимому, окружены семью вспомогательными клетками (рис. 8). Плотность устьиц составила 500 ±2,97 на мм^2 – в мужских листьях и 520 ±4,03 – в женских. Длина устьиц, полученная из длины защитных клеток, составила 24,75 ±0,37 – у мужских и 25,13 ±0,42 – у женских листьев [4, 18].

Абаксиальная сторона листа, а также эпидермис, черешок листьев покрыты многочисленными трихомами. Такие же железистые звёздчатые трихомы имеют многоклеточные стебли, которые контролируют изменение микроклимата во всём устьице.

Каждое устьице на нижней поверхности листа было окружено двумя замыкающими клетками почковидной формы. Измерение замыкающих клеток показало, что внешний вид замыкающих клеток тесно связан с половыми различиями. Соотношение длины замыкающих клеток к их ширине было больше 3 у мужских сортов и меньше 3 у женских (табл. 2). Таким образом, соотношение длины замыкающих клеток к ширине можно использовать в качестве надежного маркера для различия мужских сеянцев от женских растений.

Таблица 2. Длина и ширина замыкающих клеток устьиц (мкм)

Table 2. Length and width of stomatal guard cells (μm)

Сорт	Длина, *мкм*	Ширина, *мкм*	Соотношение длина/ширина
‘Хейворд’♀	33,06	23,68	1,39
‘Эллисон’ ♀	26,88	22,01	1,22
‘Монти’ ♀	35,04	23,78	1,47
‘Томури’♂	29,55	9,38	3,15
‘Матуа’ ♂	28,90	9,20	3,17
$НСР_{05}$	0,53	0,53	0,53

Примечание: $F_{факт} > F_{табл}$

Таблица 3. Наблюдаемые анатомические особенности листьев *Actinidia deliciosa* (киви)

Table 3. Observed anatomical features of *Actinidia deliciosa* (kiwi) leaves

Характеристики	M + m
Средняя площадь листа, *см*^{2}	128,60 ±13,45 мужские растения 104,54 ±4,02 женские растения
Толщина листьев, *мкм*	174 ±3,52 мужские 190 ±3,84 женские
Верхний эпидермис, *мкм*	18,51 ±0,31 мужские 19,25 ±0,423 женские
Столбчатая паренхима, *мкм*	104 ±1,61 мужские 136 ±2,76 женские
Плотность устьиц, *мм*^{2}	471,5 ±12,1 мужские 383,4 ±1,7 женские
Длина устьиц, *мкм*	24,75 ±0,37 мужские 25,13 ±0,42 женские
Другие	1. Гипостоматический лист 2. Аномоцитные устьица 3. Трихомы на абаксиальной поверхности эпидермиса 4. Сердцевидная как наиболее распространённая форма листа 5. Сетчатое жилкование

Выводы. На основании этого исследования, относительная длина черешка мужского растения короче, чем у женского. Отношение длины черешка к его толщине у женских растений меньше, чем у мужского. Мужские черешки были относительно длиннее и тоньше. Толщина листа и кутикулы вместе с морфологией поверхности адаксиального эпидермиса могут служить структурными маркерами, полезными при определении пола. Общая структурная тенденция подтверждает, что женские листья обладают более высокой фотосинтетической активностью. В структуре сосудистой системы листьев и черешков не было обнаружено существенных различий между мужскими и женскими растениями. Поскольку внешний вид листьев растений киви является количественным признаком, легко подверженным влиянию питательных, экологических и физиологических факторов, отличить мужские растения от женских по внешнему виду листьев сложно. Исследование показало, что соотношение длины и ширины замыкающих клеток достоверно различает мужские и женские растения киви. Таким образом, отношение длины и ширины замыкающих клеток может быть использовано для эффективного различия мужских и женских растений как у сеянцев, так и у взрослых растений.

Публикация подготовлена в рамках реализации государственного задания ФИЦ СНЦ РАН FGRW-2024-0003, № госрегистрации 124022000093-1

Список литературы / References

1. Гавриленко И.Г., Новожилова Е.В. Анатомическое строение черешка листа, стебля и семени *Aconitum coreanum* (Ranunculaceae), Turczaninowia. 2017; 20(1) : 75-79. [Gavrilenko I.G., Novozhilova E.V. Anatomical structure of the leaf petiole, stem and seed of *Aconitum coreanum* (Ranunculaceae), Turczaninowia. 2017; 20(1) : 75-79. (In Rus)].
2. Клемешова К.В., Белоус О.Г. Сортовая диагностика функционального состояния Актинидии сладкой. Основные абиотические стрессоры, диагностические показатели и методика диагностики. Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2013, 54 с. [Klemeshova K.V., Belous O.G. Varietal diagnostics of the functional state of Actinidia sweet. Main abiotic stressors, diagnostic indicators and diagnostic methods. Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2013, 54 p. (In Rus)]. ISBN: 978-3-659-44008-3.
3. Козак Н.В., Имамкулова З.А., Куликов И.М. и др. Редкие ягодные культуры: морфология, биохимия, экология. М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2020, 72 с. [Kozak N.V., Imamkulova Z.A., Kulikov I.M., et al. Rare berry crops: morphology, biochemistry, ecology. M.: FGBNU VSTISP, 2020, 72 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-00140-427-9.
4. Крахмалева И.Л., Молканова О.И., Виноградова Ю.К. Изменение микрометрических признаков устьичного аппарата видов рода актинидия (*Actinidia arguta*, *A. kolomikta*, *A. polygama*) при культивировании *in vitro* и адаптации *ex vitro*, Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2024; 1(73) : 123-136. [Krakhmaleva I.L., Molkanova O.I., Vinogradova Yu.K. Variability in micrometric features of the stomatal apparatus of Actinidia species (*Actinidia arguta*, *A. kolomikta*, *A. polygama*)

during *in vitro* cultivation and *ex vitro* adaptation. Vestnik of Tver State University. Series: Biology and Ecology. 2024; 1(73) : 123-136. (In Rus)]. DOI: 10.26456/vtbio349.
5. Крахмалева И.Л., Молканова О.И. Особенности регенерации и анатомического строения листовой пластинки *Actinidia polygama* при культивировании *in vitro*, Нов. бюл. ГБС. 2025; 1(1-2) : 48-64. [Krakhmaleva I.L., Molkanova O.I. Regeneration features and leaf anatomical struc- ture of *Actinidia polygama* under *in vitro* conditions, New Bull. MBG. 2025; 1(1-2) : 48-64. (In Rus)]. DOI: 10.35102/cbg.2025.40.28.004.
6. Покиньчереда А.М., Крючкова В.А. Сопряжённость некоторых морфологических признаков сортов актинидии, Бюллетень Главного ботанического сада. 2019; 2(205) : 27-31. [Pokinchereda A.M., Kryuchkova V.A. Correlations of morphological characters of species of Actinidia, Bulletin of the Main Botanical Garden. 2019; 2(205) : 27-31. (In Rus)]. DOI: 10.25791/BBGRAN.02.2019.731.
7. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ред. Е.Н. Седов и др. Орёл: Изд-во Всерос. НИИ селекции плодовых культур, 1995, 502 с. [The program and methodology of breeding fruit, berry and nut crops / ed. by E.N. Sedov et al. Orel: Publishing House of All Russia. Research Institute of Fruit Crop Breeding (In Rus)]. ISBN: 5-900705-03-X.
8. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 г. / ред. Е.А. Егоров. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013, 202 с. [Program of the North Caucasus Center for the selection of fruit, flower and ornamental crops and grapes for the period until 2030 / ed. E.A. Egorov. Krasnodar: SKZNIISiV, 2013, 202 p. (In Rus)]. ISBN: 9-72598272-09-62.
9. Руководство по проведению испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Актинидия (Actinidia L.). URL: https://gossortrf.ru/publication/metodiki-ispytaniy-na-oos.php. Ссылка активна на 13.02.2026 [Guidelines for conducting tests for distinctness, uniformity and stability. Actinidia (Actinidia L.). URL: https://gossortrf.ru/publication/metodiki-ispytaniy-na-oos.php. Access date: 13.02.2026 (In Rus)].
10. Iliescu L.M., Stănică F. (2022). Actinidia species under microscope, Acta Hortic. 2022; 1332 : 71-78 DOI: 10.17660/ActaHortic.2022.1332.10/
11. Latocha P., Debersaques F., Hale I. Actinidia arguta (Kiwiberry): Botany, Production, Genetics, Nutritional Value, and Postharvest Handling, Horticultural Reviews. 2021; 48 : 37-151. DOI: 10.1002/9781119750802.ch2.
12. Levchyk N., Skrypchenko N., Dziuba O., et al. Features of morphogenesis of Actinidia arguta leaf tissues at microclonal propagation, Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. 2022; 12(1) : e4667. DOI: 10.55251/jmbfs.4667.
13. Liu X., Chen H., Sun T., et al. Variation in woody leaf anatomical traits along the altitudinal gradient in Taibai Mountain, China, Global Ecology and Conservation. 2021; 26 : e01523. DOI: 10.1016/j.gecco.2021.e01523.
14. Liu W., Yang M., Liang H. Observations on leaf morphology of male and female Actinidia chinensis plants, Journal of Applied Horticulture. 2012; 14(01) : 25-28. DOI: 10.37855/jah.2012.v14i01.04.
15. Ma J.T., Li D.W., Liu J.K., et al. Advances in Research on Chemical Constituents and Their Biological Activities of the Genus Actinidia, Natural Products and Bioprospecting. 2021; 11(5) : 573-609. DOI:10.1007/s13659-021-00319-8.
16. Motyleva S., Kozak N., Kulikov I., et al. The Peculiarities of Actinidia Species Leaves Micromorphology. In: Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality. 2017; 1 : 342-346. DOI: 10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.342-346
17. Motyleva S., Vlasova E., Kozak Net al. Morphological and anatomical characterization of *Actinidia kolomikta* (Rupr. & Maxim.) Maxim. (C3) and *Amaranthus tricolor* L. (C4) leaves, Agronomy Research. 2022; 20(2) : 341-356.
18. Olah R., Masarovičová E., Samaj J., et al. Anatomical and morphological parameters of leaves and leaf petioles of Actinidia deliciosa, Biologia Plantarum. 1997; 39(2) : 271-280. DOI: 10.1023/A:1000361408183.

19. Raeva Bogoslovskaya E., Vinogradova Y., Molkanova O., et al. Anatomical Structures of Saskatoon Berry (Amelanchier Medik.) Leaves Under Different Cultivation Conditions, Bangladesh Journal of Plant Taxonomy. 2023; 30(2) : 185-193. DOI: 10.3329/bjpt.v30i2.70495.
20. Tutberidze T.V., Belous O.G. Structural-functional organization of a leaf of kinds of kiwi in the conditions of humid subtropics of Russia, European Journal of Natural History, 2014, 1 : 17-20.
21. Tutberidze Ts., Kiseleva N., Besedina T. The use of automated system-cognitive analysis (ASC-analysis) and the intelligent system “Aidos” for identifying genotypes *Actinidia deliciosa* (kiwi) on the outer contour of the leaf, BIO Web of Conferences. 2024; 139(2) : 02003. DOI: 10.1051/bioconf/202413902003.

EVALUATION OF THE MORPHOLOGICAL STRUCTURE VARIABILITY IN MALE AND FEMALE *ACTINIDIA DELICIOSA* PLANTS LEAVES WITHIN THE CONDITIONS OF THE RUSSIAN HUMID SUBTROPICS

Tutberidze T.V., Kiseleva N.S.

Federal Research Centre
the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, Russia, e-mail: tutberidse_tsiala@mail.ru, nskiselyeva_05@mail.ru

Differences in the anatomy, morphology of leaves and petioles of *Actinidia deliciosa* (kiwi) can play an important role in determining sex. Three months after budding (in June), kiwi leaves on male and female plants, grown on vegetative and generative shoots, had different leaf areas (128.6 ±13.45 cm2 in male and 104.5 ±4.02 cm2 in female plants) and shapes. The most common leaf shape was defined as "folium cordatum" and "folium rotundato-cordatum". Higher values of the total thickness of female leaves (190 ±3.84 microns) compared with male leaves (174.7 ±3.52 microns) were estimated, which led to thickening of the adaxial epidermis of the leaves and especially the palisade parenchyma of female leaves (136 ±2.76 microns compared with 104 ±1.61 microns in male leaves). Hypostomatic leaves with anomocytic stomata were observed in male and female plants. The main type of leaf venation is reticulated. Stellate multicellular trichomes on the abaxial side of the leaf were observed in leaves of both sexes. No significant differences were found in the structure of the vascular system of leaves and petioles. Experimental results showed that the ratio of the length of the terminal stomatal cells to the width was significantly different in male and female plants, exceeding 3 in male and less than 3 in female. The shape of the leaves and the appearance of the petioles were slightly different. It was used as a marker for identifying male and female kiwifruit plants. Thus, the thickness of the leaf and the morphology of the surface of the adaxial epidermis of the leaf, the ratio of the length and width of the stomata can be considered important structural parameters for sex determination.

Key words: *Actinidia deliciosa*, leaf morphology, structural and anatomical parameters, stomata, indirect indicators of sex determination.