

С.М. Мотылёва
М.Н. Кузнецов

МИКРОМОРФОЛОГИЯ ЛИСТЬЕВ ТРИПЛОИДНЫХ ИММУННЫХ К ПАРШЕ СОРТОВ ЯБЛОНИ

УДК 634.11:537.533.35

Методом сканирующей электронной микроскопии изучены признаки эпидермы 18 сортов яблони. Адаксиальная поверхность с более выраженными основными клетками, чем абаксиальная, со сплошными, реже четко видными, антиклинальными стенками округленными, округленно-прямолинейными, извилистыми и волнистыми в очертании. Основные клетки нижней эпидермы слабо просматриваются из-за высокой складчатости и сплошного слоя воска. Устьица в среднем 17,2...20,6 мкм длиной, с хорошо выраженными побочными клетками.

Ключевые слова: яблоня, эпидерма, сканирующая электронная микроскопия

Motyleva S. M., Kuznetsov, M.N. **Micromorphology leaves triploid immune to scad apple-tree.** Been studied by scanning electronic microscopy signs epidermis 18 varieties apple-tree. Adaxial surface with a more pronounced basic cells than the abaxial, with solid, less clearly visible, anticlinal cell walls rounded, rounded-straight and wavy shapes. The main cells of the lower epidermis is weakly visible due to high folding and a solid layer of wax. Stomata on average 17,2...20,6 mm long, with well-pronounced adverse cells.

Key words: apple-tree, histological, scanning electron microscopy

Введение

Поверхность растений, в частности, лист – его эпидермальные структуры, постоянно испытывают влияние окружающей среды, и экологическая специализация проявляется наиболее ярко в морфоанатомических признаках листа. Проблема адаптации плодовых растений к факторам внешней среды явля-

ется одной из актуальных в современном садоводстве [9]. Поэтому изучение изменчивости морфологических признаков листа представляет большой интерес при мониторинге экосистем. Крупные исследования устойчивости кутикулы древесных растений к стрессовым воздействиям представлены в работах Кравкиной (1979), Даниловой и др. (1987), Кудрявцевой и др. (1997 б), Turunen et al. (1995). Отдельные работы посвящены изучению структуры мезофилла листьев хлебных злаков [4], особенностям анатомического строения листьев яблони в связи с условиями обитания [2]. Исследованиями Чернышева (1984), показано, что эпидермальные производные – устьичный аппарат и эпикутикулярный воск, регулируя интенсивность физиологических процессов (фотосинтез, дыхание, транспирацию), способствуют адаптивной стабилизации обмена веществами и энергией между растениями и средой. Их качественные и, особенно, количественные характеристики являются информативными показателями адаптивной направленности метаболических процессов в меняющихся условиях произрастания, определяют водоудерживающие и пропускные свойства листа в зависимости от влажности внутренней и внешней среды. Синтезирование на поверхности эпидермы мощного воскового налета снижает термический эффект и характеризует ограниченное водоснабжение надземных органов растения.

Исследования морфологических особенностей листьев триплоидных иммунных к парше сортов яблони ранее не проводилось, что и определило интерес к настоящему исследованию. Сопоставление особенностей микроскульптурной организации кутикулы и эпикутикулярного воска у листьев различных сортов яблони и выявление характера наследования особенностей поверхности представляет большой теоретический и практический интерес, так как это позволит раскрыть одну из сторон экологической адаптации сортов. При этом, использование современных физических методов значительно повышает качество исследования.

Место проведения, объекты исследований

Исследования выполнены в лаборатории агроэкологии ГНУ ВНИИСПК в 2006...2008 гг. Объектами исследования служили листья однолетних побегов триплоидных, иммунных к парше сортов – Масловское, Юбиляр и диплоидного сорта Старт; триплоидных устойчивых к парше сортов яблони – Августа, Бежин луг, Дарена, Память Семякину, Низкорослое, а также их родительских форм.

Всего изучено 18 сортов яблони (*Malus domestica Borkh*), произрастающих в опытных садовых насаждениях ГНУ ВНИИСПК. Материал рекомендован автором сортов академиком РАСХН Седовым Е.Н.

Мотылёва С.М., к.с.-х.н.; Кузнецов М.Н., д.с.-х.н. – ГНУ ВНИИ селекции плодовых культур Россельхозакадемии (г. Орёл)

Таблица 1 – Особенности кутикулярно-эпидермального строения адаксиальной поверхности листьев яблони (Х 2006...2008гг)

Сорт	Признак										Характер воскового слоя			
	Число клеток на 1 мм ²	Периметр основных клеток (мкм)	Отношение длины основных клеток к ширине, (мкм)	Форма основных клеток			Антиклинальные клеточные стенки		Складчатость кутикулы		равномерный	кообразный	с пластинчатыми или сочкватыми образованиями	
				нерегулярно	овальные	полгональные	прямые	прямые или слабо изогнутые	извилистые	мелкая складчатость				крупная складчатость
<i>Летние и поздние-летние триплоидные иммунные к парие сорта и их родительские формы</i>														
Масловское (Редфри × Папировка 4х)	1114,6±3,0	94,7±12,4	1,16±0,6	+						+				
Папировка 4х	1331,3±4,0	108,1±11,2	1,96±0,5	+						+			+	
Юбилар (814 – свободное опыление)	1176,5±3,0	111,7±6,4	1,24±0,4	+						+			+	
Сеянец 814	1145,5±4,0	116,5±12,4	2,12±0,5	+						+				
<i>Летние и поздние-летние триплоидные устойчивые к парие сорта и их родительские формы</i>														
Августа (Орлик × Папировка 4х)	1021,7±2,0	88,4±13,4	1,7±0,8	+						+			+	
Орлик	992,8±4,0	112,6±10,2	1,5±1,2	+						+			+	
Дарена (средняя уст.) (Мелба × Папировка 4х)	1671,8±5,0	79,2±0,8	1,2±0,8	+						+			+	
Мелба	1578,9±2,0	103,11±2,8	1,8±0,7	+						+			+	
<i>Зимние устойчивые к парие сорта и их родительские формы</i>														
Бежин луг (Северный синап × Уэлси 4х)	1021,7±4,0	79,28±1,4	1,2±0,6	+						+			+	
Северный синап	1331,3±2,0	78,3±6,4	1,1±0,6	+						+			+	
Уэлси 4х	1331,3±2,2	122,6±3,2	1,3±0,8	+						+			+	
Память Семякину (Уэлси × 11-24-28)	1176,4±3,8	86,3±4,4	2,1±0,6	+						+			+	
Уэлси	1393,2±4,1	85,4±2,2	1,8±0,8	+						+			+	
11-24-28 (стоптаный триплоид)	1826,6±5,2	86,9±5,4	1,2±0,6	+						+			+	
Низкорослое (средняя уст.) (Скрыжапель х Пепин шафранный)	835,9±3,2	124,5±2,2	1,4±0,8	+						+			+	
Пепин шафранный	1145,5±5,0	110,4±3,6	1,2±0,6	+						+			+	
<i>Диплоидный зимний иммунный к парие сорт</i>														
Старт (814 × Мекинтош 4х)	1764,7±4,0	86,14±2,4	1,4±0,6	+						+			+	
Мекинтош 4х	1517,1±3,0	75,6±3,2	1,38±0,4	+						+			+	

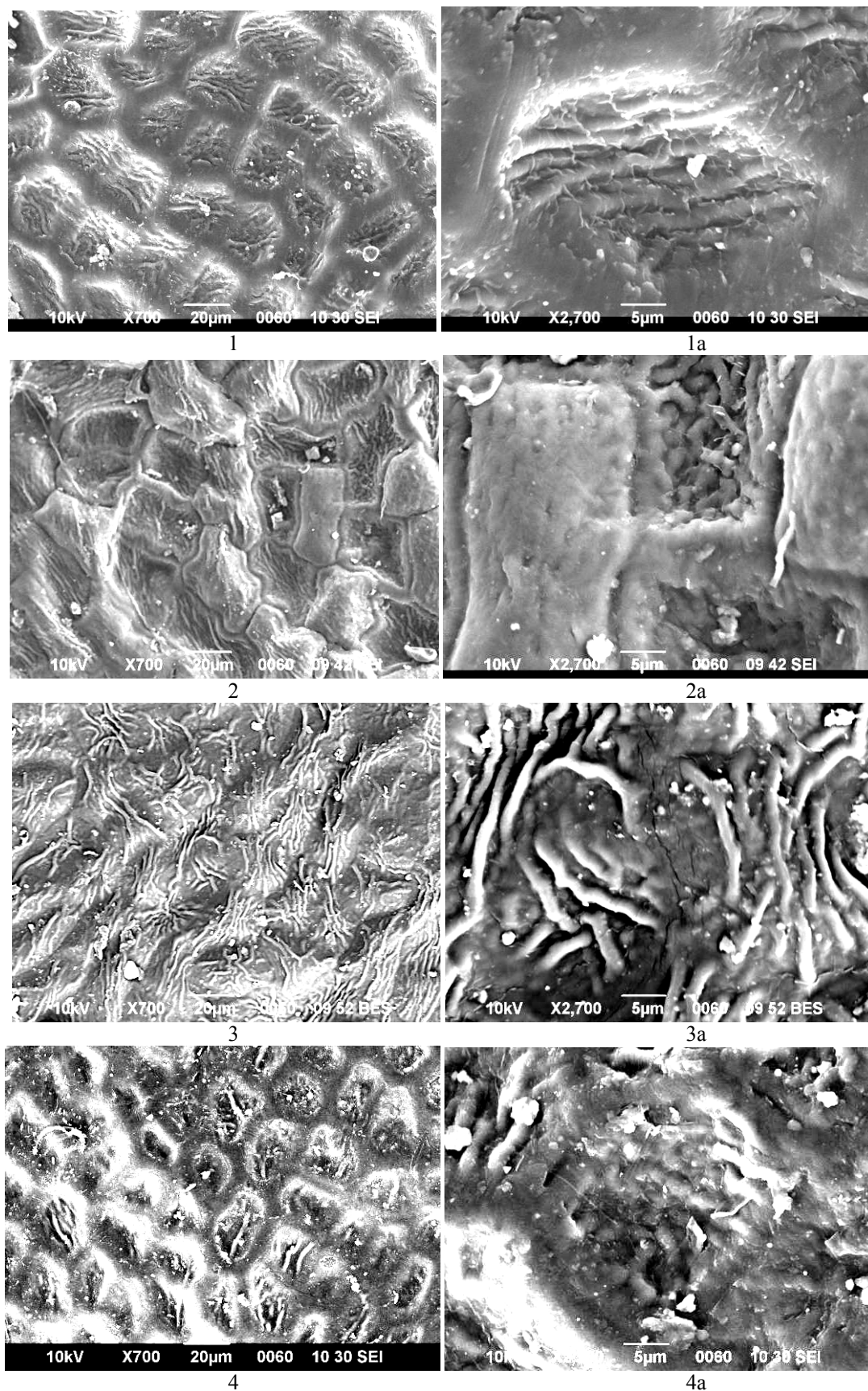


Рисунок 1 – Разнообразие микроструктуры верхней эпидермы триплоидных и иммунных к парше сортов яблони: 1, 1а – Масловское; 2, 2а – Августа; 3, 3а – Бежин луг; 4, 4а – Старт

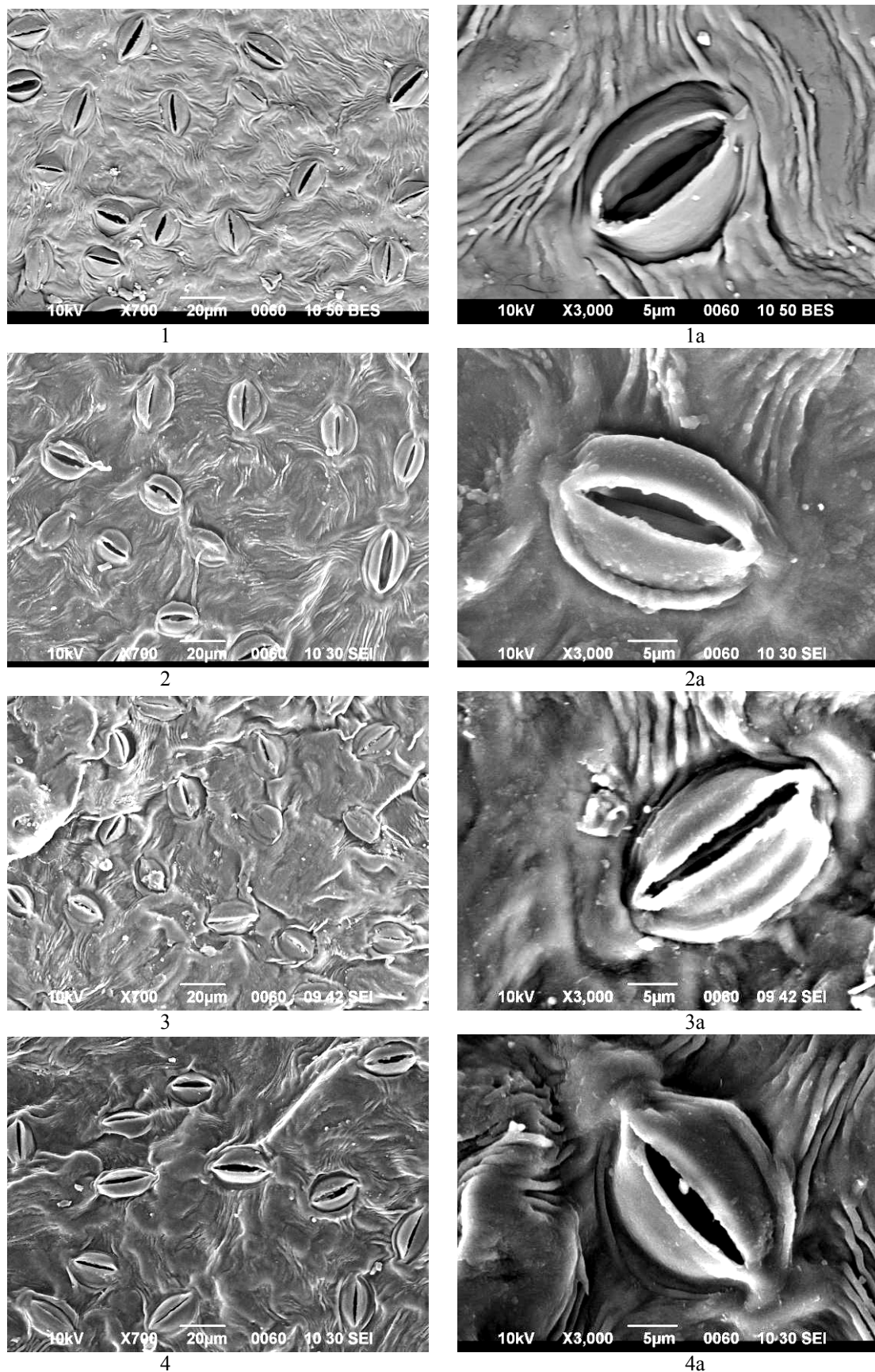


Рисунок 2 – Разнообразие микроструктуры нижней эпидермы триплоидных иммунных к парше сортов яблони: 1, 1а – Память Семакину; 2, 2а – Юбиляр; 3, 3а – Августа; 4, 4а – Масловское

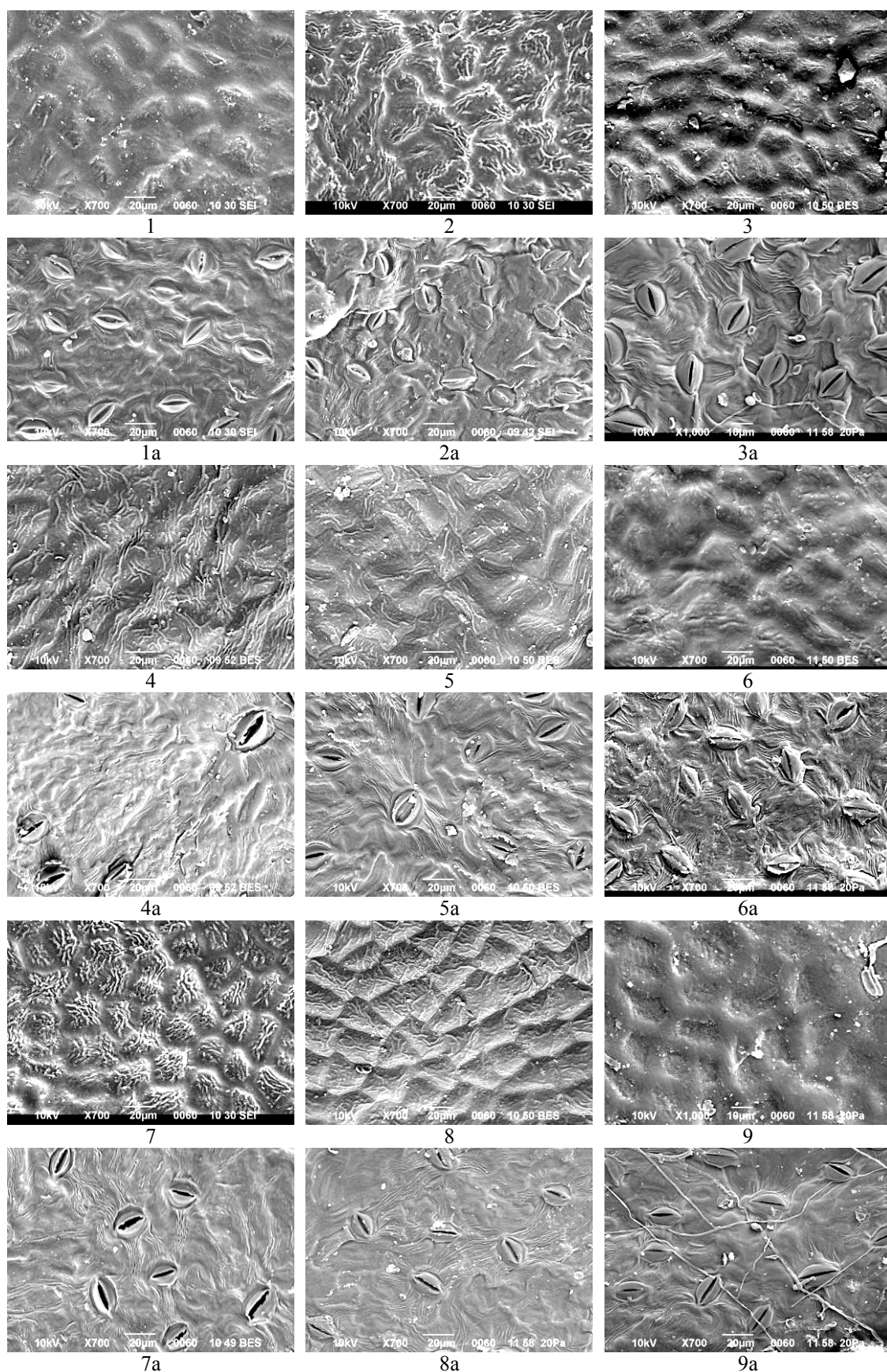


Рисунок 3 – Сравнение микроструктуры верхней и нижней эпидермы сортов яблони: 1, 1а – Старт (814 × Мекинтош4х) ; 2, 2а – 814; 3, 3а – Мекинтош4х; 4, 4а – Бежин луг (Северный синап × Уэлси 4х), 5, 5а – Синап северный; 6, 6а – Уэлси 4х; 7, 7а – Дарена (Мелба × Папировка 4х); 8, 8а – Мелба 2х; 9, 9а – Папировка 4х.

Методика исследования

Полностью сформированные листья (в конце июля – середине августа) отбирали по периметру кроны на высоте 2...2,5 м из средней части однолетнего побега.

Исследовали участок листовой пластинки, расположенный между краем листа и центральной жилкой. Кусочки листа размером 5 × 5 мм вырезали из средней трети листовой пластинки и наклеивали на специальную подложку, помещенную на объектный столик сканирующего электронного микроскопа JEOL 6390. Эпидерму изучали на обеих сторонах листа.

Сравнительно-морфологическое изучение эпидермальных клеток и устьичного аппарата проводили в режиме низкого вакуума ($P = 60$ Па) на увеличениях 700 и 2700 – при исследовании адаксиальной поверхности листа, и 700 и 3000 – при исследовании абаксиальной поверхности. Измерения количества и периметра клеток, размера устьиц проводились в 100-кратной повторности (не менее чем в 10 полях микроскопа) с подсчетом средней величины.

При описании использована терминология, принятая в работах Барановой (1985) и Мирославова (1974).

Результаты исследований

Микроскульптура поверхности листа показывает степень специализации вида, позволяет судить о его происхождении, оценить адаптивные возможности.

На основании морфологических типов классификации устьичных комплексов устьица яблони отнесены к аномоцитному типу. Устьица расположены на нижней стороне листа (гипостоматический лист).

Клетки верхней эпидермы в основном неправильно-четырёхугольной или овальной формы, удлинённые, с прямыми или слабо изогнутыми антиклинальными стенками. Число клеток верхнего эпидермиса иммунных к парше сортов в основном составляет 1021,7...1331,3 на мм². Крупными клетками характеризуется сорт Низкорослое (835,9) и мелкие сорта Дарена и Старт – 1671,8 и 1764,7 на мм² соответственно, таблица 1. Контуров клеток слабо или едва видны из-за плотного слоя кутикулярного воска, имеющего в основном складчатую форму, рисунок 1. Для всех иммунных к парше сортов характерен равномерный восковой слой и крупная складчатость адаксиальной стороны листа.

Клетки нижней эпидермы просматриваются слабо или не просматриваются из-за слоя воска и равномерной или крупной складчатости, которая наиболее выражена у иммунных сортов (Юбиляр, Бежин луг, Память Семакину, Низкорослое, Старт, Масловское, Августа). Устьица аномоцитного типа, в основном удлинённые, с хорошо выраженными побочными эпидермальными клетками, которые также покрыты слоем воска и плотно прикрывают устьичную щель, рисунок 2 (на увеличении 3000 это хорошо просматривается). Наибольшее количество устьиц обнаружено у сортов Августа, Память Семакину и Старт – 464,4 402,5 и 588,2 на мм², остальные триплоидные сорта имеют от 247,7 до 371,6 устьиц на мм². Длина устьиц в среднем в полтора раза превышает ширину, таблица 2.

При сопоставлении параметров верхней и нижней эпидермы листа триплоидных сортов и их родительских форм прослеживается большое сходство, что косвенно указывает на их родство (рисунок 3).

Выводы

Результаты ультраструктурных исследований верхней и нижней эпидермы листьев триплоидных иммунных к парше сортов яблони дополняют их морфологические характеристики, а представленный материал свидетельствует о сортовых различиях эпидермальных структур листа и о наследовании признаков строения эпидермы. Это может учитываться при паспортизации и идентификации сортов, установлении генетического родства, решении вопросов систематики.

Литература

1. Баранова М.А. Классификация морфологических типов устьиц / М.Ф. Баранова // Ботанический журнал. – 1985. – Т.70. – №12. – С.1585-1595.
2. Баханова М.В. Особенности анатомического строения и содержания хлорофилла в листьях перспективных сортов яблони в связи с условиями обитания / М. В. Баханова // Электронный журнал «Исследовано в России». – 2005/02. – С.224-233.
3. Данилова М.Ф., Ультраструктура устьиц и поверхности листа *Populus deltoides* (Salicaceae) при воздействии SO₂ / М.Ф. Данилова, И.М. Кравкина, Р.Е. Крэнг, Д. Печак // Ботанический журнал. – 1987. – Т.72. – №9. – С.1187-1192.
4. Зверева Г.К. Особенности структуры мезофилла листьев хлебных злаков / Г.К. Зверева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – №3 (65). – С.62-67.
5. Кравкина И.М. Ультраструктура и формирование кутикулы листа некоторых представителей семейства Fabaceae, произрастающих в различных экологических условиях: автореф. дис... канд. биол. наук. – Л., 1979. – 28с.
6. Кудрявцева Т.В. Влияние выбросов комбината «Североникель» на анатомическое строение листьев *Vaccinium vitis-idaea* / Т.В. Кудрявцева, Е.Д. Балаганская, А.Т. Беляевский // Тр. междунар. конф. по анатомии и морфологии. – СПб., 1997. – С. 276.
7. Мирославов Е.А. Структура растений Заполярья / Е.А. Мирославов, Е.В. Вознесенская, Н.К. Котева // Ботанич. журнал. – 1998. – Т. 83. – №11. – С.74-82.
8. Мирославов Е.А., Структура и функция эпидермиса листа покрытосеменных растений / Е.А. Мирославов. – Л., 1974. – 120 с.
9. Седов Е.Н. Результаты селекции иммунных к парше триплоидных сортов яблони / Е.Н. Седов [и др.] // Вестник ВОГиС. – 2009. – Т.13. – № 4. – С.785-792.
10. Чернышев В.Д. Принципы адаптации живых организмов (экологический аспект) / В.Д. Чернышев – ГТС. Владивосток. – 1996. – С. 278-350.
11. Reed D.W. Light intensity and temperature effects on epicuticular wax morphology and internal cuticle ultrastructure of Carnation and Brassica sprouts leaf cuticles / D.W. Reed, H.B. Tukey // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1982. – Vol. 107. – N.3. – P.417-420.
12. Turunen M. Acid-rain-induced changes in cuticles and Ca distribution in Scots pine and Norway spruce / M. Turunen, S. Huttunen, J. Back, J. Lamppu // Can. J. Forest Res. – 1995. – Vol.25. – N.8. – P.1313-1325.