ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРОВНЫХ СТРУКТУР ПЛОДОВ СЛИВЫ

Маринеску Марина

Институт генетики, физиологии и защиты растений, Кишинэу, Республика Молдова
e-mail:marina.marinescu@igfpp.md

Abstract

Using light microscopy, the micromorphology and structure of the protective skin structures of the fruits of the *Prunus domestica*, cv. President, have been investigated. The structure of crystalline wax, the number of microcracks and stomata on the surface of the fruit, as well as anatomical parameters have been studied.

Keywords: fruit quality, fruit structure, fruit surface, epicuticular wax and cuticle, microcracks and stomata, *Prunus domestica*.

Введение

Молдова, наряду с другими странами-экспортерами плодовой продукции, является одним из производителей качественных плодов сливы в Европе. Производители фруктов заинтересованы в высокоурожайных и устойчивых к морозам и болезням сортах, которые дают плоды, созревающие в определенный период, не растрескиваются под дождем и пригодны для хранения. В свою очередь, потребители ищут сливы с привлекательным внешним видом и вкусом, с косточкой, хорошо отделяющейся от мякоти, и с относительно длительным сроком хранения [1, 2, 9].

Сорта *P. domestica* различаются по многим качественным характеристикам плодов, например, по весу и размеру, твердости, цвету, вкусу и содержанию полезных для здоровья компонентов. Различия между сортами также касаются количества и формы кристаллический воск, образующий характерный налет на поверхности плодов [4] и склонность к растрескиванию, что отрицательно сказывается на сроке хранения, оценке продукта потребителями и его экономической ценности. Более того, в литературе по данному направлению исследований нет исчерпывающей и подробной информации о различиях в структуре плодов разных сортов одного вида. По этим причинам целью данного исследования было изучить микроморфологию, гистологию сорта сливы Президент с особым упором на особенности, связанные с качеством и привлекательностью плодов.

Поскольку механические свойства покровных структур плодов могут иметь положительное или отрицательное влияние на растрескивание плодов, поражение вредителями и проникновение грибковых патогенов, особое внимание было уделено характеристикам эпидермиса, кутикулы, наличию эпикутикулярных восков, количества устьиц и предрасположенности к растрескиванию. Кроме того, плоды тестируемого сорта были проанализированы на содержание фенольных соединений и флавоноидов, которые определяют полезные свойства фруктов.

Материалы и методы

Сливы сорта Президент были получены из сада Научно-практического института садоводства, виноградарства и пищевых технологий (Кишинев, Молдова), в период созревания урожая. В саду использовались традиционные методы обработки, включающие использование стандартных минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Среднего размера, одинакового цвета, целые, здоровые сливы собирали с центральной части случайно выбранных деревьев. Особое внимание уделяли сохранению воскового слоя плодов для последующего изучения особенностей его строения. Для микроскопического анализа образцы кожицы были взяты с освещенной солнцем стороны в экваториальной области каждого плода.

Временные цитологические препараты изготавливали согласно общепринятым методикам [6,7] из свежего материала непосредственно после сбора (образцы были изготовлены из пяти свежих плодов). Затем образцы окрашивали, заливали глицерином на предметном стекле и наблюдали под световым микроскопом Биолар-И.

Измерения производили с помощью окуляр-микрометра при увеличении объектива 10х и 40х. Для каждого образца на пяти участках определяли толщину кутикулы, высоту клеток эпидермиса (длину ее радиальной оси), количество слоев гиподермы, толщину слоя гиподермы, толщину периклиналильных клеточных стенок гиподермы и общую толщину кожицы. Изображения фиксировали с помощью цифровой камеры (Opticam C-B1).

Содержание фенольных веществ определяли нитрозореакцией на свежем материале [3]. Для экспресс-определения содержания фенолов использовали 5-балльную шкалу оценки интенсивности нитрозореакции предложенную Л. Колесниковой и др. (1988). Параметры основных гистологических подзон плода и размеры клеток измеряли при помощи окуляр-микрометра.

Результаты и обсуждение

Президент - старый английский сорт сливы домашней (*Prunus domestica*) позднего срока созревания.

Плоды сливы Президент крупной величины (средняя масса 45-50 г, максимальная 60-70 г), округлой формы, с округлой верхушкой и углублением в основании, ямка широкая, по глубине - средняя. Кожица средней толщины (115-120 μm), с малозаметным мелким брюшным швом, восковым налетом покрыта в средней степени. Покровная окраска плодов сплошная бордовая, с черно-синим тоном. Подкожные точки белые, малочисленные, хорошо заметные. Косточки среднего размера, яйцевидной формы, отделяемость от мякоти хорошая. Мякоть окрашена в желто-зеленый или желтый цвет, окраска полости одноцветная с мякотью, на вкус — нежная, сочная, кисловато-сладкая. Плоды хорошо перевозятся и хранятся, особенно если собраны за несколько дней до полного созревания.

На поверхности плодов сливы были обнаружены крошечные микроморщинки и небольшие волнообразные образования. Изогнутые слои воска образовывали разнонаправленные линии, или концентрировались вокруг устьиц. Поверхность плода была покрыта эпикутикулярным восковым слоем, состоящим из множества плотно расположенных кристаллических микрогранул. У сорта Президент эпикутикулярное восковое покрытие было однородным, но микрогранулы воска располагались более плотно в месте соприкосновения со стенками эпидермальных клеток. Микрогранулы воска также были видны внутри устьиц и на поверхности устьичных клеток. Поверхность плодов сливы характеризуется различным числом устьиц, отличающихся размерами, степенью раскрытия и заполнения пор кристаллическим воском в зависимости от положения плода в кроне дерева и ориентации к солнечному освещению.

Устьица обычно располагаются группами по два или три. По сравнению с ранее изученным сортом Стенлей у сорта Президент таких групп было относительно меньше [4, 5]. Кроме того, наблюдали более мелкие чем у Стенлея микротрещины, как правило они либо были продолжением длинной оси пары замыкающих клеток устьиц. Чаще всего микротрещины были относительно неглубокими и покрывали исключительно слой эпикутикулярных восков, однако, в районе устьиц, микротрещины достигли более глубоких слоев кутикулы.

У сорта Президент, характеризующегося достаточно крупными плодами, микротрещины были ограничены почти исключительно областью вокруг устьиц, тогда как у сорта Стенлей микротрещины были сравнительно более многочисленными и покрывали поверхность плода за устьицами. Важная роль в модулировании проницаемости кутикулы устьиц была также подчеркнута в работах некоторых исследователей [8, 9].

Микроскопические наблюдения показали, что околоплодник у исследованного сорта состоит из эпидермиса, покрытого кутикулой и воском, многослойной гиподермы, многослойной основной паренхимы и эндокарпия, включающего в себя одиночные склереиды. Кутикула, наблюдаемая под микроскопом на исследуемых поперечных срезах, образовывала яркий слой различной толщины на поверхности эпидермиса (при окрашивании Суданом III дает оранжево-красный цвет). По сравнению с сортом Стенлей кутикула у плодов сорта Президент была значительно толще и на некоторых участках проникала между эпидермальными клетками и заполняла внутриклеточные пространства.

В кутикуле выделяли два слоя: более темный слой кутикулы, прилегающий к клеточной стенке, и более толстый и светлый внешний слой, образующий собственно кутикулу. На некоторых участках поверхности кутикулы был виден внешний пограничный слой эпикутикулярных восков, характе-

ризирующийся прерывистостью относительно собственно кутикулы. У плодов сорта Президент весь слой кутикулы имел аморфную структуру.

Эпидермис исследованных плодов в основном однослойный (редко встречаются двухслойные участки) и состоит из клеток разных размеров и высоты (22-28 μm), в отличие от однородных эпидермальных клеток у сорта Стенлей.

Точно так же гиподермальные клетки образовывали слой различной толщины и часто были удлинёнными и сильно уплощёнными в результате увеличения объема плода во время роста. Первые 3 ряда гиподермы состояли из идентичных узких, удлинённых, плотно соединённых клеток, без межклетников, а с 4 по 6 ряд наблюдались межклетники различных размеров. Гиподерма и подзона клеток основной паренхимы визуальнo четко разграничены. Соединение клеток в гиподерме прочное, упаковка плотная, тангентальная ориентация. Толщина слоя гиподермы варьирует в пределах 85-90 μm . Вакуоли эпидермальных и гиподермальных клеток в плодах всех проанализированных сортов содержали антоцианы, часто в виде больших сферических глобул. Наблюдаемые формирования также могут быть комплексами антоцианов с флавоноидами или дубильными веществами, встречающимися в виде трех морфологических типов отложений: неопределённого типа, полусферического типа и сферического типа.

Содержание фенолов, локализованных главным образом в вакуолях клеток, достаточно высокое и оценивается в 4 балла как в гиподерме, так и в подзоне округлых и удлинённо-цилиндрических клеток, что несколько ниже чем у сорта Стенлей.

Выводы

В результате анатомо-цитологического анализа выявлено, что характеристики всех изученных показателей (восковой слой, кутикула, эпидермис, гиподерма, микротрещины, содержание фенольных веществ) свидетельствуют о достаточном потенциале лежкости плодов позднеспелого сорта Президент и его перспективности для длительного (120 дней) хранения в регулируемых газовых средах и с применением технологии обработки газообразным ингибитором образования этилена Фитомаг. Небольшое число микротрещин и устьиц с порами малого диаметра, а также более толстая кутикула на поверхности плодов Президент способствуют уменьшению транспирации плодов и сохранению их потребительских качеств.

Исследования проведены в рамках проекта Государственной Программы 20.80009.5107.18 «Целенаправленное формирование иммунной системы и качества плодов поздних сортов сливы, предназначенных для длительного хранения», финансируемой Национальным Агентством по Исследованиям и Развитию Республики Молдова.

Литература

1. ДУБРОВСКАЯ, О.Ю. Биохимический состав плодов сортов и форм сливы и выделение лучших генотипов для селекционного использования и переработки. *Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Мичуринск-научоград РФ, 2015*, 23 с.
2. ЕРЕМИН, Г.В., СЛИВА, РУССКАЯ. В: *Садоводство и виноградарство. 2002*, № 6, с. 20-22.
3. КОЛЕСНИКОВА, Л.С., БЕЛОУС, Т.К., МАТИЕНКО, Б.Т. *Анатомо-цитологические особенности плодов некоторых сортов сливы. Известия АН МССР. Сер. биол. и хим. наук, 1988*, № 2, с. 7-9.
4. МАРИНЕСКУ, М. Анатомические особенности строения плодов сливы поздних сортов. *Conferința științifică națională cu participare internațională „Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective”, (ediția a 4-a), 26-27 iunie 2020, Bălți*, p.78-82. ISBN 978-9975-3382-6-4.
5. МАРИНЕСКУ, М. Потенциальная лежкость плодов сливы поздних сортов. *Conferința științifică națională cu participare internațională „Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective”, (ediția a 5-a), 29-30 iunie 2021, Bălți*, p.74-77. ISBN 978-9975-62-432-9.
6. ПРОЗИНА, М.Н. Ботаническая микротехника. Москва: Высшая школа, 1962. 206 с.
7. ФУРСТ, Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. Москва: Наука, 1979. 155 с.
8. KNOCH, M., PESCHEL, S. Deposition and strain of the cuticle of developing European plum fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 2007, 132, p. 597-602.
9. KONARSKA, A. Characteristics of Fruit (*Prunus domestica* L.) Skin: Structure and Antioxidant Content, *International Journal of Food Properties*, 2015. 18:11, p. 2487-2499. DOI: 10.1080/10942912.2014.984041.