

УДК 634.1:581.2

ББК 42.355

П-77

*Причко Татьяна Григорьевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующая ФНЦ «Садоводства», заведующая лабораторией хранения и переработки плодов и ягод Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства», г. Краснодар; e-mail: [prichko@yandex.ru](mailto:prichko@yandex.ru), тел.: 8(861)252-56-76;*

*Чалая Людмила Дмитриевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории хранения и переработки плодов и ягод Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства», г. Краснодар;*

*Смелик Татьяна Леонидовна, младший научный сотрудник лаборатории хранения и переработки плодов и ягод Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства», г. Краснодар.*

## **ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЯБЛОК НА УСТОЙЧИВОСТЬ К РАЗВИТИЮ ЗАБОЛЕВАНИЯ ГОРЬКОЙ ЯМЧАТОСТИ<sup>1</sup>**

(рецензирована)

*Представлены результаты по изучению физиологии развития горькой ямчатости с учетом анатомического строения наружного эпидермиса плодов различных сортов. Получены новые знания, связанные с особенностями анатомических изменений клеток наружного эпидермиса и гиподермы, которые в дальнейшем при изучении биохимических изменений, происходящих в плодах, позволят сделать выводы о механизме развития горькой ямчатости в плодах при хранении.*

***Ключевые слова:** плоды яблони, горькая ямчатость, анатомическое строение, кутикула, эпидермис.*

***Prichko Tatiana Grigorievna, Doctor of Agricultural Sciences, professor, chief researcher, head of FSC of "Horticulture", head of the Laboratory of storage and processing of fruits and berries of Federal State Scientific Institution "North-Caucasian Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture", Krasnodar; e-mail: [prichko@yandex.ru](mailto:prichko@yandex.ru), tel.: 8 (861) 252-56-76;***

***Chalaya Lyudmila Dmitrievna, Candidate of Technical Sciences, senior researcher of the Laboratory of storage and processing of fruits and berries of Federal State Scientific Institution "North-Caucasian Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture";***

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и региональных инвесторов (проект №13-04-96592) и выполнения задания ФАНО.

*Smelik Tatiana Leonidovna, junior researcher of the Laboratory of storage and processing of fruits and berries of Federal State Scientific Institution "North-Caucasian Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture".*

## **INFLUENCE OF FEATURES OF ANATOMICAL STRUCTURE OF APPLES ON THE RESISTANCE TO BITTER PIT DISEASE**

(Reviewed)

*The results of the study of the physiology of bitter pit taking into account the anatomical structure of the outer epidermis of fruits of different varieties have been given.*

*New data related to the peculiarities of the anatomical changes in the cells of the outer epidermis and the hypodermis have been obtained which allow drawing conclusions about the mechanism of bitter pit development in the fruit during storage.*

**Keywords:** *apple fruit, bitter pit, anatomical structure, cuticle, epidermis.*

**Горькая ямчатость** – это физиологическое заболевание плодов яблони, истинная причина которого в настоящее время полностью не выяснена. У плодов, пораженных горькой ямчатостью на кожице появляются округлые, углубленные пятна диаметром до 5мм с появлением опробковевшей мякоти, которая приобретает горький вкус. Имеется две формы болезни, при одной из которых плоды поражаются уже на дереве, а при другой – только во время хранения. Более полувека ученые стремятся понять причины этой болезни. О причинах возникновения горькой ямчатости высказывались самые различные предположения [1]. Проведенные исследования были весьма интересными и заслуживают внимания. По мнению одних авторов – причины возникновения заболевания на плодах яблони – это нарушение обмена веществ, что несомненно, связано с нарушением баланса кальция. Низкое содержание кальция в плодах вызвано слабым его поступлением при слишком высоком содержании калия в почве. Так как этот элемент откладывается в плодах лишь в течение очень короткого периода в самом начале их развития, то по мере роста плодов его концентрация непрерывно снижается. Поэтому в крупных плодах оказывается относительно меньшее содержание кальция, и поэтому они больше предрасположены к горькой ямчатости, чем мелкие плоды [2]. Решающим для появления горькой ямчатости является, не только низкое содержание кальция в плодах, но также отношение этого элемента к содержанию в плодах калия и магния. Слишком обильное удобрение азотом также может повышать опасность заболевания плодов яблони горькой ямчатостью.

В определенные периоды развития плоды особенно сильно реагируют на недостаток воды образованием пятен горькой ямчатости. Погодные условия вегетационного периода (высокие температуры в период роста плодов, жара, засуха, резкие обильные осадки после засухи) также оказывают влияние на развитие горькой ямчатости на плодах, как в саду, так и при хранении. По теории Смока высказывается предположение, что горькая ямчатость является следствием борьбы плодов и листьев за воду: при недостатке влаги листья благодаря большей сосущей силе забирают воду из плодов, отчего повреждаются концы проводящих пучков в плодах [2].

На молодых деревьях, при наличии единичных крупных плодов – вероятность развития горькой ямчатости высокая. При высокой урожайности меньше вероятность развития горькой ямчатости на плодах.

На яблоках встречается еще пятнистость, но иного рода. Этой пятнистостью поражаются плоды сорта Джонатан. Она настолько специфична, что получила название «Джонатановая пятнистость». На других сортах яблок она практически не встречается. На плодах появляются пятна диаметром 3-5 мм темно-коричневого или черного цвета, не поражают мякоти и не меняют вкуса плодов. Появляются в основном на окрашенной стороне плода, чаще на плодах в потребительской зрелости, т.е. хорошо вызревших плодах. При запоздалых сроках уборки можно встретить на дереве плоды с пятнистостью на периферии кроны, при этом плоды внутри кроны, слабо окрашенные не имеют повреждений пятнистостью [3].

Горькая ямчатость также имеет сортовую специфичность и в большей степени повреждаются плоды сортов Старкримсон, Делишес, Ред Делишес, Глостер, Старкинг. Очень редки повреждения плодов Голден Делишес, Голден Би.

Исходя из такого разнообразия причин возникновения физиологического заболевания – «горькая ямчатость» и учитывая, что оно проявляется на кожице плодов нами были поставлены задачи изучить физиологию развития горькой ямчатости с учетом анатомического строения наружного эпидермиса плодов различных сортов.

Общим признаком плодов яблони является их строение, характеризующееся совокупностью определенных анатомо-морфологических признаков [4]. Наибольшее участие в формировании защитных свойств кожицы плодов принимают покровные ткани – эпидермис и кутикула, которые служат механическим барьером против различных воздействий экзогенных факторов среды. Поэтому, строение и структурных преобразования в клетках эпидермиса, гиподермы различных сортов яблок могут служить исходной информацией для диагностики устойчивости плодов к физиологическим заболеваниям [5, 6, 7].

Так, в яблоках в съемной зрелости толщина кутикулы варьирует от 15 до 30 мк. Яблоки сортов Айдаред, Джонаголд имеют наименьшую толщину кутикулы – 15-19 мк; наибольшая толщина кутикулы характерна сортам Ред Делишес – 18-20 мк Ренет Симиренко – 19-20 мк, Голден Делишес – 28-30 мк. Толщина воскового налета кутикулы зависит от сортовых особенностей и варьирует от 0,6 (Голден Делишес) до 2,6 мк (Ред Делишес) (таблица 1).

Максимальной толщиной воскового налёта отличаются яблоки сортов Ред Делишес и Старкримсон. В кутикуле яблок сорта Голден Делишес восковой налёт практически отсутствует. Кутикуловый слой тесно связан с клетками эпидермиса и структурно неоднороден. У большинства сортов он представляет равномерное покрытие (Старкримсон, Ред Делишес); у других – имеются трещины, разрывы (Голден Делишес). Распространение кутикулярного слоя между боковыми стенками эпидермальных клеток различно. У яблок сорта Айдаред, Ренет Симиренко – кутикула наружно-внутреннего типа, в основном, покрывает внешние участки оболочек эпидермиса и лишь незначительно проникает между его боковыми стенками. У яблок сорта Голден Делишес, кутикула распространена

между боковыми стенками эпидермиса на 1/3 и даже проникает на внутренние участки оболочек эпидермиса.

Таблица 1 - Анатомическая характеристика строения наружного эпидермиса яблок

Сорт яблок	Твердость мякоти, кг/см <sup>2</sup>	Толщина, мк			Размеры межклетников, мк
		кутикулы	воскового налёта	наружного эпидермиса	
Айдаред	6,7-7,5	15-16	1,0	27-36	45-50
Голден Делишес	6,2-7,6	28-30	0,6	42-46	50-55
Джонатан	5,7-6,4	15-19	1,2	27-35	40-50
Ред Делишес	8,3-9,3	18-20	2,6	33-39	30- 40
Ренет Симиренко	8,4-9,6	19-20	1,8	35-36	35-40
Старкримсон	8,5-9,8	16-18	2,4	42-53	30-40

Вследствие проникновения кутикулы в слой эпидермиса клетки имеют различную форму. У яблок сорта Голден Делишес клетки наружного эпидермиса – треугольные с длиной основания 16-18 мк и высотой треугольника 14 мк (рис. 1). У яблок сорта Ренет Симиренко клетки гиподермы – четырехугольные, плотно уложенные друг к другу (рис. 2), у сорта Джонатан – треугольные и четырехугольные (рис. 3).

Исследования наружного эпидермиса яблок различных сортов позволили получить новые знания об особенностях анатомического строения кутикулы, ее распространения в клетки гиподермы, что в дальнейшем при изучении биохимических изменений, происходящих в плодах позволит сделать выводы о механизме развития горькой ямчатости в плодах при хранении.

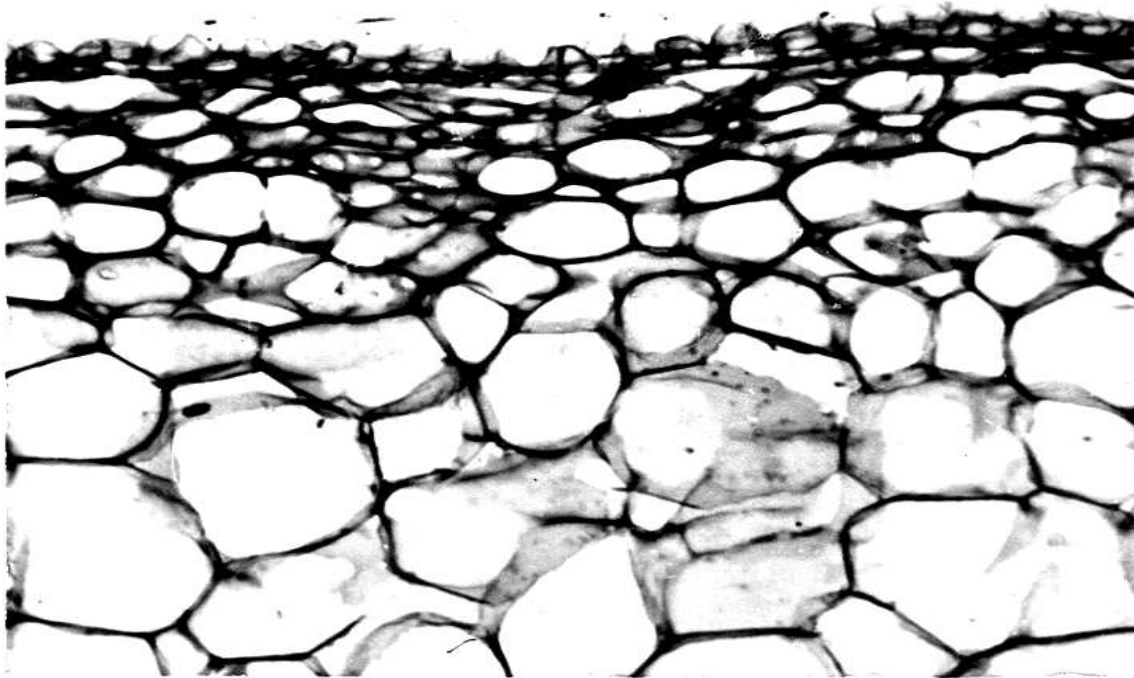
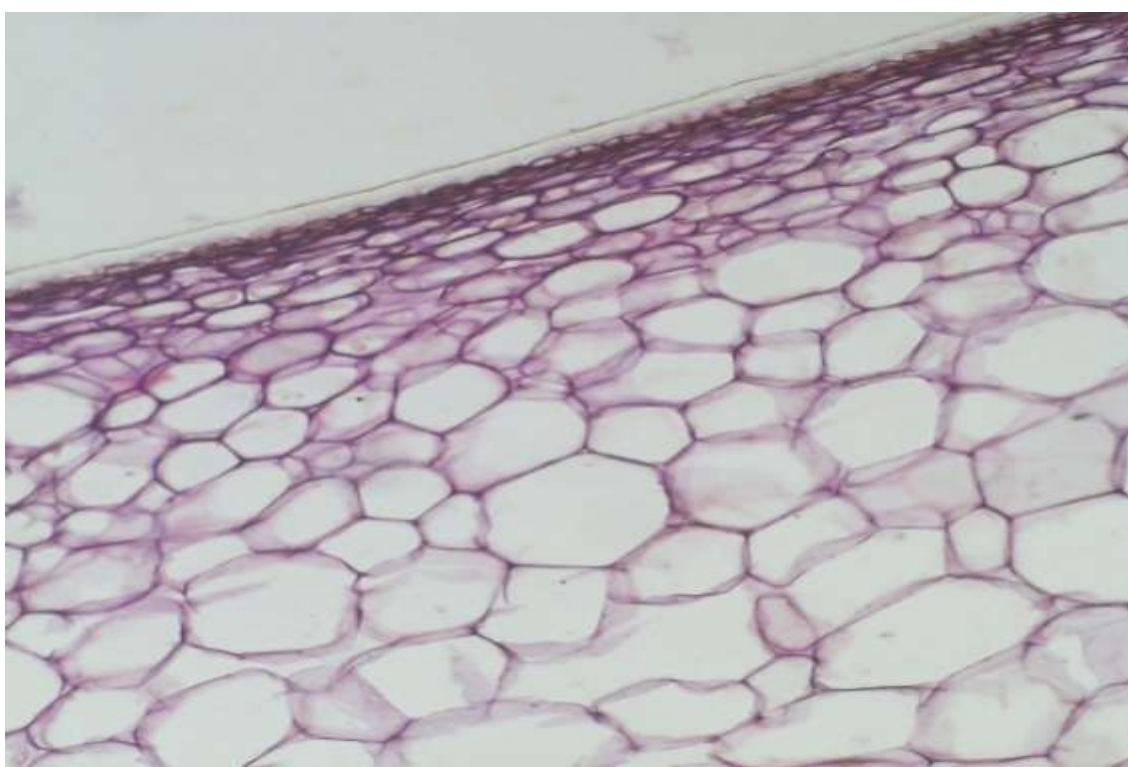


Рисунок 1. Особенности анатомического строения наружного эпидермиса яблок, сорт Голден Делишес



*Рисунок 2.* Особенности анатомического строения наружного эпидермиса яблок, сорт Ренет Симиренко

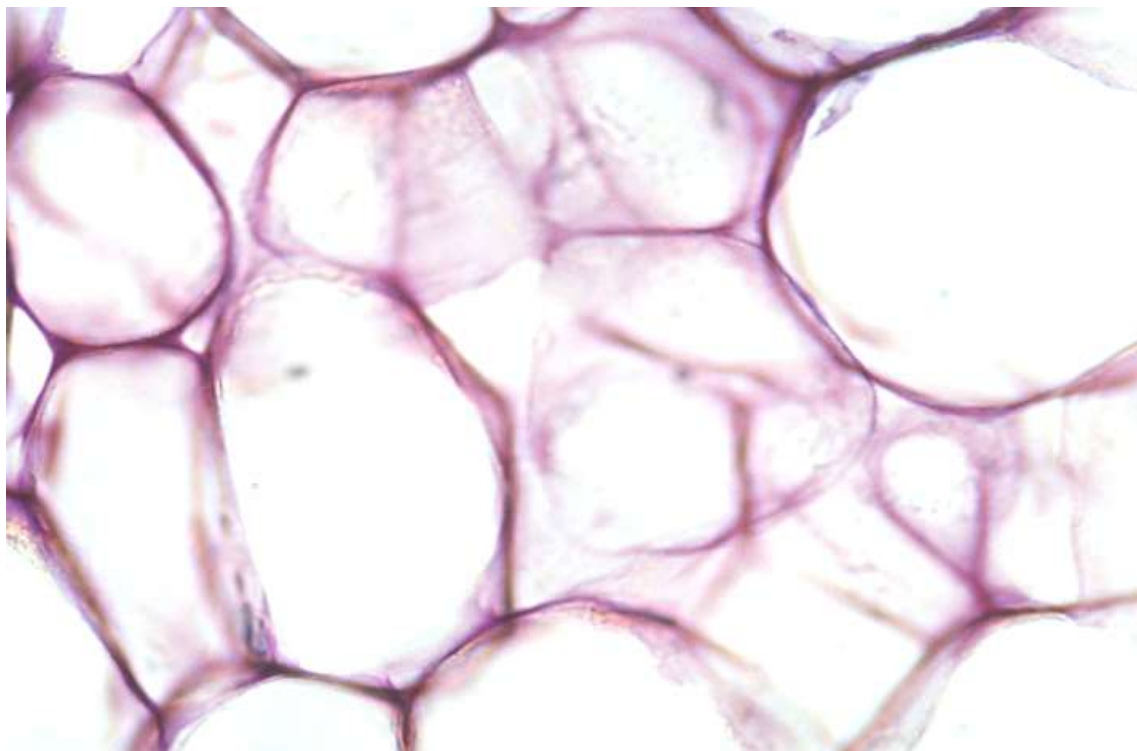


*Рисунок 3.* Особенности анатомического строения наружного эпидермиса яблок, сорт Джонатан

Установлено, что гиподерма, представляющая первую подзону основной паренхимы, представлена в основном у всех сортов 2-3 рядами клеток различной толщины и структуры. Это тангенциально-удлиненные клетки, плотно прилегающие друг к другу. Размеры клеток 40-90 мк в

длину и 12-35 мк в ширину. У одних сортов (Ред Делишес) клетки гиподермы образуют плотную колленхиму, с малыми межклетниками (30-35 мк) и утолщенными контурами клеток, которые представлены пектиновыми веществами, (что наглядно видно при окраске срезов метиленовой синью); у других (Джонатан, Голден Делишес) – межклетники достигают 40-55 мк, что создает менее плотную структуру.

Основную массу плода составляет паренхима, состоящая из объемных, неоднородно сформированных клеток, между которыми находятся межклетники (30-50 мк). Наружные клетки паренхимы у отдельных сортов сильно вытянуты (рис. 4), у других – близки к округлой или овальной форме (рис. 5).



*Рисунок 4.* Клетки основной паренхимы яблок, сорт Ред Делишес

Размеры клеток II и III подзон основной паренхимы варьируют в пределах 150-520 мк и увеличиваются к центру плода. Размеры клеток основной паренхимы обусловлены сортом яблок и размером плода. Округлые и овальные клетки IV подзоны мезокарпа отличаются малыми размерами (120-230 мк) и очень плотной упаковкой, практически без межклетников (таблица 2).

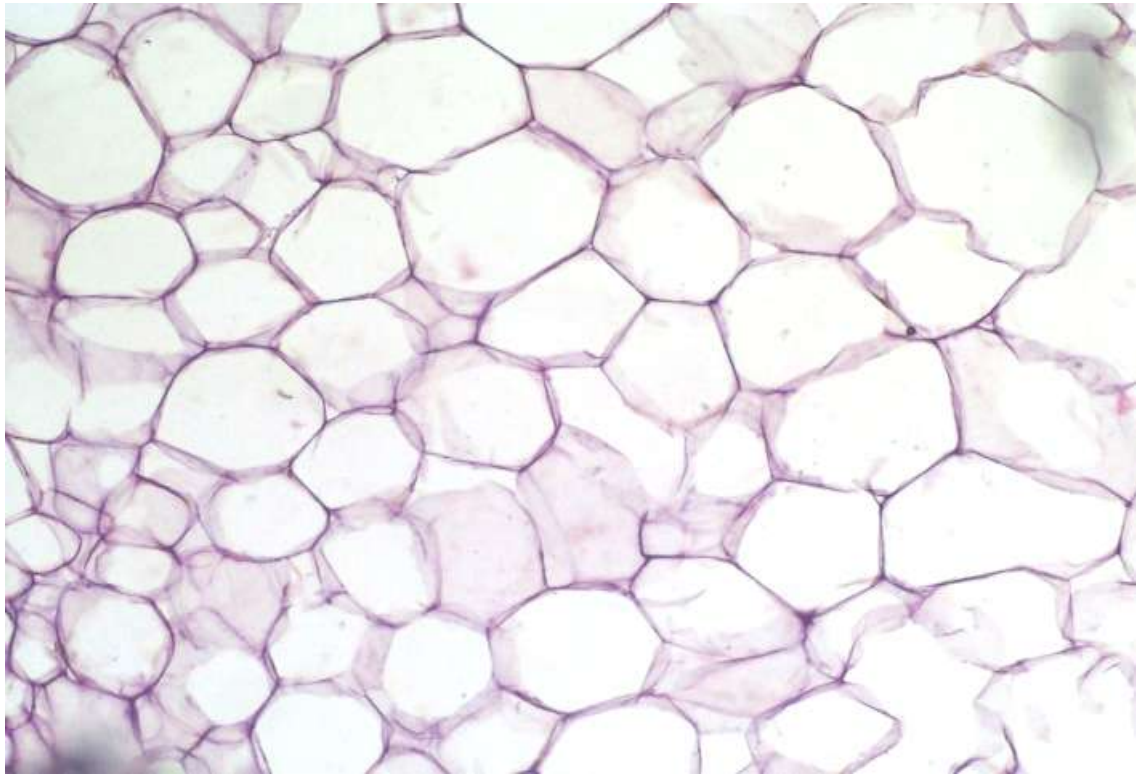


Рисунок 5. Клетки основной паренхимы яблок, сорт Джонатан

Таблица 2 - Особенности строения околоплодника яблок различных сортов

Наименование сорта	Характеристика основной паренхимы					
	I подзона (гиподерма)		II подзона (округлые клетки)		III подзона (удлиненные клетки)	IV подзона (округлые клетки)
	количество рядов, шт.	размеры клеток, мк	количество рядов, шт.	размеры клеток, мк	размеры клеток, мк	размеры клеток, мк
Айдаред	2-3	<u>44-60</u> 12-20	50-60	200-250	<u>240-260</u> 120-140	120-150
Голден Делишес	2-3	<u>48-54</u> 24-26	-	300-350	<u>500-520</u> 180-220	120-150
Джонатан	3-4	<u>40-50</u> 12-16	48-50	250-280	<u>300-350</u> 140-170	130-200
Ред Делишес	3-4	<u>70-75</u> 15-20	40-50	150-180	<u>280-30</u> 130-200	200-230
Ренет Симиренко	3-4	<u>50-80</u> 15-16	58-60	210-230	<u>300-330</u> 100-130	100-150
Старкримсон	3-4	<u>40-50</u> 28-35	42-50	150-170	<u>270-310</u> 130-150	150-170

Таким образом, полученные данные об особенностях строения кутикулы, ее проникновения в гиподермальный слой, особенностях строения клеток гиподермы, позволили сделать вывод, что сорта

яблочек имеющие максимальную толщину кутикулы (22-32 мк), плотно уложенные клетки гиподермы с большим восковым налетом (до 2,0 мк) в большей степени подвержены развитию горькой ямчатости.

Результаты исследования анатомических особенностей строения клеток 1 подзоны основной паренхимы показали, что при наличии прямоугольных, плотно уложенных друг к другу клеток также проявляется большая склонность к развитию горькой ямчатости, что связано с тем, что при дыхании плодов образуется углекислый газ, который накапливается в кутикуле и при больших концентрациях вызывает омертвление клеток, приводящее к образованию черных точек, ухудшающих товарный вид плодов.

Проведенный товарный анализ плодов, после шести месяцев хранения, подтвердил результаты исследований анатомического строения плодов яблони, о том, что сорта яблочек имеющие максимальную толщину кутикулы и плотно уложенные клетки гиподермы с большим восковым налетом, более подвержены развитию горькой ямчатости.

Так, у яблочек сортов Ред Делишес и Старкримсон, плоды с горькой ямчатостью составили 5-6 %, у сорта Ренет Симиренко – 3 %, а у сортов Айдаред и Голден Делишес – плодов с данным заболеванием не обнаружено.

#### ***Литература:***

1. Дженсен У. Ботаническая гистохимия. М.: Мир, 1965. 377 с.
2. Причко Т.Г. Сорта яблочек с высокой биологически обусловленной лежкостью // Научные основы устойчивого садоводства в России. Мичуринск, 1999. С. 219-221.
3. Причко Т.Г. Анатомическая структура яблочек различных помологических сортов // Вестник РАСХН. 1996. №2. С. 52-53.
4. Причко Т.Г. Биохимические и технологические аспекты хранения и переработки плодов яблони. Краснодар: Просвещение-юг, 2002. 173 с.
5. Причко Т.Г., Власов В.Г. Методика подготовки к микроскопированию срезов плодов и изучение их анатомического строения // Методика опытного дела и методические рекомендации СКЗНИИСИВ. Краснодар, 2002. С. 176-189.
6. Ротару Г.И. Анатомические особенности зрелых плодов некоторых сортов яблони, груши айвы, районированных в Молдавии // Анатомия и ультраструктура плодов. Кишинев, 1966. С. 26-41.
7. Салькова Е.Г., Морозова Н.П. Кутикула яблочек и её роль в защите плодов от болезней // Биохимия иммунитета и покоя растений. М., 1969. С. 143-151.

#### ***References:***

1. Jensen U. *Botanical histochemistry*. M.: Mir, 1965. 377 p.
2. Prichko T.G. *Apple varieties with high biologically determined keeping quality // Scientific bases of sustainable gardening in Russia. Michurinsk, 1999. P. 219-221.*
3. Prichko T.G. *The anatomical structure of apples of different pomological varieties // Bulletin of RAAS. 1996. №2. P. 52-53.*
4. Prichko T.G. *Biochemical and technological aspects of the storage and processing of apple fruit. Krasnodar: Education-South, 2002. 173 p.*



5. Prichko T.G., Vlasov V.G. *Method of preparation of slices of fruit for microscoping and the study of their anatomical structure // Methods of experimental work and the method of recommendations. NCZSRIHV. Krasnodar, 2002. P. 176-189.*

6. Rotaru G.I. *Anatomical features of ripe fruits of some varieties of apple, pear and quince zoned in Moldova // Anatomy and ultrastructure of fruit. Chisinau, 1966. P. 26-41.*

7. Salkova E.G., Morozova N.P. *The cuticle of apple and its role in protecting the fruit from disease // Biochemistry of immunity and rest of plants. M.,1969. P. 143-151.*