

梨品种果肉石细胞团大小对果肉质地的影响

田路明, 曹玉芬*, 高 源, 董星光

(中国农业科学院果树研究所, 农业部果树种质资源利用重点开放实验室, 辽宁兴城 125100)

摘 要: 对白梨 (*Pyrus bretschneideri* Rehd.)、砂梨 [*P. pyrifolia* (Burm.f.) Nakai]、秋子梨 (*P. ussuriensis* Maxim.)、新疆梨 (*P. sinkiangensis* Yü)、西洋梨 (*P. communis* L.) 以及种间杂交种, 共 319 个品种的石细胞团大小进行分析。结果表明: 直径大于 250 μm 的石细胞团约占供试品种总体石细胞团含量的 75% 以上; 直径小于 250 μm 的石细胞团对感官评价果肉质地的影响较小, 直径大于 250 μm 的石细胞团含量是影响果肉质地的指标。

关键词: 梨; 品种; 石细胞团; 果肉质度

中图分类号: S 661.2

文献标识码: A

文章编号: 0513-353X (2011) 07-1225-10

Effect of Stone Cells Size and Flesh Texture in Pear Cultivars

TIAN Lu-ming, CAO Yu-fen*, GAO Yuan, and DONG Xing-guang

(Research Institute of Pomology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Fruit Germplasm Resources Utilization, Ministry of Agriculture, Xingcheng, Liaoning 125100, China)

Abstract: The stone cells size of 319 pear accessions of 6 *Pyrus* L. species were analyzed, including Chinese white pear varieties (*Pyrus bretschneideri* Rehd.), sand pear varieties [*P. pyrifolia* (Burm.f.) Nakai], ussurian varieties (*P. ussuriensis* Maxim.), sinkiang varieties (*P. sinkiangensis* Yü), common pear varieties (*P. communis* L.) and *Pyrus* hybrid varieties. The results showed that more than 250 μm diameter of stone cells content accounted for about overall content of 75%; The effects of less than 250 μm diameter stone cells to sensual evaluation is smaller; More than 250 μm diameter of stone cells content is the important indexes to flesh texture.

Key words: pear; cultivar; stone cells; flesh texture

石细胞团是影响梨果肉品质的重要因素之一。关于梨果肉石细胞团的研究报道较多 (吴少华和沈德绪, 1985; 顾模 等, 1989; 牟其芸 等, 1996; 阿拉木萨和李宝江, 1999; 李晓刚 等, 2004; 曹玉芬 等, 2010), 研究结果表明不同品种、不同部位的石细胞含量存在差异, 且石细胞团直径的大小、分布、密度对果肉品质的影响显著, 而不同直径的石细胞团对果肉质度粗细评价的说法不一。目前一些梨果实经济性状的评价方法多以感官评价为主, 梨果肉质度的评价一般划分为极粗、粗、中、细、极细 5 个等级 (曹玉芬 等, 2006), 感官评价结果往往误差较大, 评价指标数量化将有利于提高性状评价的可操作性和准确性。在对梨品种果肉石细胞含量 (曹玉芬 等, 2010) 进行比较研

收稿日期: 2010-12-13; 修回日期: 2011-05-11

基金项目: 国家梨产业技术体系建设专项 (nycyt-29-2); 公益性行业 (农业) 科研专项 (nyhyzx07-026)

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: yfcaas@263.net)

究的基础上, 本研究中对梨品种果肉石细胞团大小分布与果肉质地进行对比分析, 旨在提出利用石细胞团评价梨果肉质地的评价方法, 以期为梨果肉质地评价和品质育种提供参考。

1 材料与方法

材料取自中国农业科学院果树研究所“国家果树种质兴城梨、苹果圃”, 其中白梨 (*Pyrus bretschneideri* Rehd.) 品种 118 个, 砂梨 [*P. pyrifolia* (Burm. f.) Nakai] 96 个, 秋子梨 (*P. ussuriensis* Maxim.) 44 个, 新疆梨 (*P. sinkiangensis* Yu) 12 个, 西洋梨 (*P. communis* L.) 17 个和种间杂交种 32 个, 共计 319 个品种, 树龄 30 年左右, 砧木为杜梨。

试验于 2006—2008 年进行。对每品种, 在不同株上从不同方位随机采成熟的未套袋果实 10 个; 采用重量法 (聂继云 等, 2006) 测量每百克果肉石细胞团含量, 每品种 3 次重复, 取平均值 (曹玉芬 等, 2010)。每品种混合 3 次所得干燥石细胞团, 利用不同直径的试验筛网 (150、200、250、300 和 500 μm), 从大到小进行逐级过滤, 称量不同直径区间的石细胞团质量, 计算每品种不同直径区间石细胞团含量, 统计不同品种、不同种, 石细胞团各直径区间所占的平均百分比例, 并利用石细胞团含量分布与部分品种果肉质地 (贾敬贤, 1993, 1998) 进行比较分析。

2 结果与分析

2.1 梨不同品种果肉石细胞团大小分布

供试品种石细胞团大小总体分布表明, 直径大于 250 μm 的石细胞团含量约占 75%, 其中 300 ~ 500 μm 比例最高, 只有种间杂交品种石细胞团含量在 250 ~ 300 μm 之间最多 (表 1)。秋子梨品种不但石细胞团含量多, 且石细胞团直径在 300 μm 以上的比例最高 (59.92%), 而种间杂交种梨品种的比例最低 (28.21%), 西洋梨品种 (41.02%) 次之; 石细胞团直径在 250 μm 以上, 秋子梨品种比例亦最高 (81.36%), 种间杂交梨品种的比例为最低 (57.63%), 西洋梨品种次之 (69.32%); 供试的种间杂交梨品种中 46.87% 的品种, 其直径大于 250 μm 的石细胞团含量比例小于 50%, 而秋子梨品种中 72.73% 的品种, 其直径大于 250 μm 的石细胞团含量超过 80%。通过以上分析, 可以看出种间杂交梨的石细胞团含量分布区间与其他梨存在较大差异, 大于 250 μm 的石细胞团含量总体最少, 是人为有目的选择新品种优异性状的结果, 充分说明石细胞团直径 250 μm 是评价石细胞团含量指标的重要临界点。

2.2 石细胞团大小对果肉质地的影响

根据《梨种质资源描述规范和数据标准》, 对不同梨品种果肉进行感官评价, 所测得的石细胞团含量极低的 8 个品种, 其果肉极细; 而测得的 10 个石细胞团含量最多的秋子梨品种, 其果肉极粗 (曹玉芬 等, 2006, 2010)。梨品种果肉石细胞团含量多少与果肉质地粗细大体成正相关, 但有些品种石细胞团总量相近时, 果肉质地粗细存在差异; 石细胞团直径 150 μm 以下的, 果肉质地极细、石细胞团口感不明显; 石细胞团直径 150 ~ 250 μm 的, 果肉质地较细、石细胞团口感略有; 石细胞团直径 250 μm 以上的, 果肉质地较粗, 石细胞团口感较为明显; 如锦丰和安农 1 号, 六月雪和青皮糙, 济南小黄和象牙, 特雷沃和巴克斯, 华酥和胎黄, 蜜香和向阳红, 久脆和金花, 德昌蜂蜜和黄皮水芽变, 京白和黄面等 (贾敬贤, 1993, 1998), 其石细胞团总量相近, 在直径 150 ~ 250 μm 和 250 μm 以上两个区间石细胞团含量差异较大, 使得其果肉质地口感差异明显, 推断直径大于 250 μm 的石细胞团含量对果肉质地的影响显著。

表 1 梨 319 个品种果肉石细胞团大小分布

Table 1 Distribution of different diameter stone cells in flesh of 319 pear cultivars

/%

种类 Species	品种 Cultivars	石细胞团直径/ μm Diameter					
		> 500	300 ~ 500	250 ~ 300	200 ~ 250	150 ~ 200	< 150
砂梨	明江 Mingjiang	0	20.41	36.93	28.90	11.65	2.11
<i>P. pyrifolia</i>	清玉 Qingyu	0	8.88	17.99	32.24	33.18	7.71
	魁星麻壳 Kuixing Make	0	13.72	27.00	31.14	22.90	5.24
	安农 1 号 Annong 1	0	8.65	23.08	37.98	25.48	4.81
	惠水金盖 Huishui Jingai	0	22.51	40.94	22.92	11.33	2.30
	延边大黄 Yanbian Dahuang	0	55.51	30.94	9.29	3.05	1.21
	圆黄 Yuanhuang	0	40.25	30.51	16.95	8.05	4.24
	严州雪 Yanzhouxue	0	33.45	23.16	17.64	16.54	9.21
	大果水晶 Daguo Shuijing	0	54.40	25.47	14.15	3.46	2.52
	土佐锦 Tosanishiki	0	44.04	39.97	11.62	3.49	0.88
	迟咸丰 Chixianfeng	0	19.05	26.93	30.51	18.91	4.60
	金水 3 号 Jinshui 3	0	24.58	26.11	21.54	21.80	5.97
	吾妻锦 Wuqijin	0	29.89	34.21	23.70	9.55	2.65
	六月雪 Liuyexue	0	16.85	24.14	23.28	27.00	8.73
	江湾白梨 Jiangwan Baili	0	18.99	22.52	26.63	23.31	8.55
	金秋 Jinqiu	0	9.50	18.99	29.75	32.43	9.33
	平头青 Pingtouqing	0	8.30	16.22	23.90	34.59	16.99
	湘南 Xiangnan	0	12.52	27.92	28.63	25.31	5.62
	王冠 Wangguan	0.69	42.12	37.15	14.50	5.25	0.29
	平顶青 Pingdingqing	0.78	16.32	29.73	31.29	19.92	1.96
	黄皮宵 Huangpixiao	1.28	27.59	31.89	27.12	10.47	1.65
	大果黄花 Daguo Huanghua	1.33	25.43	28.54	23.92	15.18	5.60
	真瑜 Shinchuu	1.62	21.25	30.52	31.37	13.19	2.05
	红粉 Hongfen	1.76	35.29	33.53	19.59	8.46	1.37
	鸭蛋青 Yadanqing	1.79	33.09	38.37	20.84	5.81	0.10
	祗园 Gion	1.86	40.43	42.19	12.16	2.46	0.90
	延边大山 Yanbian Dashan	1.99	10.22	15.08	19.57	34.91	18.23
	蒲城雪 Puchengxue	2.10	34.42	36.02	18.73	7.41	1.32
	红香 Hongxiang	2.22	42.47	33.21	15.21	5.38	1.51
	苍溪雪梨 Cangxi Xueli	2.24	37.68	36.00	17.36	6.21	0.51
	江湾糖梨 Jiangwan Tangli	2.25	37.14	30.82	20.75	8.12	0.92
	红苕棒 Hongshaobang	2.41	39.52	34.57	16.26	6.02	1.22
	义乌子梨 Yiwu Zili	2.42	38.43	38.03	15.63	4.71	0.78
	细花麻壳 Xihua Make	2.76	16.32	16.51	20.89	31.87	11.65
	青皮钟 Qingpizhong	2.84	16.30	28.79	27.98	22.38	1.71
	西昌后山 Xicang Houshan	3.08	28.46	23.84	23.20	15.89	5.53
	今村秋 Jincunqiu	3.51	25.99	32.85	24.56	9.89	3.20
	早三花 Zaosanhua	3.53	32.39	38.00	18.59	5.61	1.88
	黄皮 Huangpi	3.59	69.82	18.51	5.42	1.95	0.71
	新高 Niitaka	4.08	40.76	37.74	14.12	2.22	1.08
	延边明月 Yanbian Mingyue	4.20	24.71	26.23	19.78	17.53	7.55
	棕包 Zongbao	4.38	44.15	26.18	16.50	7.52	1.27
	黄皮钟 Huangpizhong	4.44	22.41	26.20	22.59	19.26	5.10
	灌阳雪 Guanyangxue	4.61	25.64	26.32	25.44	16.01	1.98
	幸藏 Kouzou	4.85	68.72	19.75	5.02	1.23	0.43
	晚三吉 Okusanlichi	5.00	28.20	33.93	18.57	9.82	4.48
	大叶雪 Dayexue	5.10	19.69	21.94	21.22	22.24	9.81

续表 1

种类 Species	品种 Cultivars	石细胞团直径/ μm Diameter					
		> 500	300 ~ 500	250 ~ 300	200 ~ 250	150 ~ 200	< 150
砂梨	白瓢 Baipiao	5.20	53.58	28.68	9.79	2.26	0.49
<i>P. pyrifolia</i>	延边礞子 Yanbian Gunzi	5.20	36.54	26.54	17.83	10.82	3.07
	金酥糖 Jinsutang	5.30	47.18	26.85	12.15	6.74	1.78
	宝珠 Baozhu	5.30	35.82	29.29	18.54	8.87	2.18
	博多青 Hakataao	5.45	44.54	29.09	15.15	5.30	0.47
	德昌蜂蜜 Dechang Fengmi	5.68	26.13	22.95	24.32	14.32	6.60
	粗皮酥 Cupisu	5.95	53.33	22.38	12.85	3.09	2.40
	硬雪 Yingyue	6.12	54.69	24.49	10.61	2.45	1.64
	市原早生 Ichiharawase	6.19	39.12	32.62	16.58	4.28	1.21
	早生赤 Waseaka	6.45	52.84	28.47	9.72	1.90	0.62
	雁荡雪 Yandangxue	7.10	41.58	25.61	15.05	7.80	2.86
	红梨 Hongli	7.45	57.82	20.93	8.75	3.79	1.26
	细把清水 Xiba Qingshui	8.21	41.42	27.69	13.80	7.54	1.34
	兴隆酥 Xinglongsu	8.30	61.04	23.26	5.42	1.37	0.61
	水晶 Shuijing	8.44	48.53	25.32	11.10	4.77	1.84
	广西梨 Guangxili	8.58	51.52	26.48	10.55	2.36	0.51
	半斤酥 Banjinsu	9.90	77.53	10.19	2.02	0.34	0.02
	木瓜 Mugua	10.07	64.82	18.79	4.87	1.20	0.25
	满顶雪 Mandingxue	10.83	34.83	20.27	15.32	15.17	3.58
	荷花 Hehua	11.13	38.97	28.90	15.20	5.59	0.21
	赤穗 Akaho	11.76	44.12	32.35	11.47	0.29	0.01
	国长 Kokuchou	12.37	31.01	21.01	17.62	11.18	6.81
	苍梧大沙 Cangwu Dasha	12.98	42.40	25.22	13.49	4.72	1.19
	黄盖 Huanggai	13.15	64.68	16.41	3.99	1.44	0.33
	黄蜜 Huangmi	13.25	38.65	32.64	10.24	4.60	0.62
	兴义海子 Xingyihaizi	13.31	66.75	12.69	3.13	3.93	0.19
	桑皮 Sangpi	14.50	75.98	7.00	2.00	0.50	0.02
	鹅酥 Esu	16.34	69.34	9.39	2.61	1.17	1.15
	黄梨 Huangli	16.66	34.39	24.35	14.30	8.51	1.79
	昆明麻 Kunmingma	16.82	50.95	19.28	7.54	3.41	2.00
	安徽雪 Anhuixue	16.86	72.01	10.04	0.95	0.12	0.02
	大麻梨 Damali	17.27	62.52	16.51	1.16	1.59	0.95
	灌阳 9 号 Guanyang 9	17.66	68.49	6.20	7.16	0.48	0.01
	黄皮水芽变 Huangpishui Yabian	18.78	68.34	9.74	1.74	1.04	0.36
	鹅蛋 Edan	19.44	48.98	17.17	8.34	4.52	1.55
	盐源油芝麻 Yanyuan Youzhima	19.45	47.44	15.98	10.22	5.29	1.62
	巴克斯 Bakesi	20.76	53.33	17.69	5.64	2.51	0.07
	人头 Rentou	23.22	48.47	17.69	6.98	2.83	0.81
	嵊县秋白 shengxian Qiubai	24.00	65.77	8.44	1.77	0.01	0.01
	冬大 Dongda	25.83	47.44	17.50	6.22	2.16	0.85
	小斤 Xiaojin	28.44	51.78	14.00	4.44	1.11	0.23
	甜橙子 Tianchengzi	30.93	53.40	11.28	3.01	1.26	0.12
	二宫白 Ninomiyahuri	32.85	33.14	23.43	8.28	2.14	0.16
	园香 Yuanxiang	39.64	55.17	3.84	0.78	0.13	0.44
	富源黄 Fuyuanhuang	39.98	52.62	5.06	1.55	0.73	0.06
	大麻梨 Damali	40.55	46.45	9.75	1.85	1.30	0.10
	甜酸 Tiansuan	43.01	50.13	4.24	1.23	1.09	0.30
	鲁砂 Lusha	50.70	42.25	5.35	1.55	0.14	0.01
	蜜香 Mixiang	59.21	33.68	3.68	1.84	1.58	0.01
	平均 Average	9.78	40.29	23.77	14.68	8.84	2.64

续表 1

种类 Species	品种 Cultivars	石细胞团直径/ μm Diameter					
		> 500	300 ~ 500	250 ~ 300	200 ~ 250	150 ~ 200	< 150
白梨	济南小黄 Ji'nan Xiaohuang	0	30.00	39.69	24.24	6.06	0.01
<i>Pbretschnideri</i>	连云港黄梨 Lianyungang Huangli	0	6.50	25.70	35.60	28.60	3.60
	沙河雪 Shahehexue	0	21.48	37.44	29.39	10.43	1.26
	波梨 (昌) Boli (chang)	0	9.20	30.23	29.75	24.85	5.97
	白皮鸡腿 Baipi Jitui	0	20.52	30.00	27.79	18.00	3.69
	海城茌 Haichengchi	0	55.25	28.33	10.75	4.69	0.98
	海棠酥 Haitangsu	0	28.64	38.72	22.54	7.43	2.67
	雪花 Xuehua	0	46.87	44.79	5.55	2.08	0.71
	红皮酥 Hongpisu	0	62.05	21.63	11.70	3.19	1.43
	黄麻槎 Huangmachacha	0	20.59	40.44	28.80	7.91	2.26
	茌梨 Chili	0	53.57	32.14	8.57	5.71	0.01
	象牙 Xiangya	0	18.43	43.24	28.74	7.61	1.98
	秦酥 Qinsu	0	15.38	43.07	21.54	16.92	3.09
	大青皮 Daqingpi	0	31.94	37.92	20.78	8.31	1.05
	波梨 Poli	0	48.05	38.30	5.19	8.37	0.09
	久脆 Jiucui	0	5.96	15.90	25.99	38.35	13.8
	红香酥 Hongxiangsu	0	15.43	35.24	32.85	14.96	1.52
	香茌 Xiangchi	0	28.45	32.24	26.72	11.89	0.70
	金坠子 Jinzhuzi	0	9.80	31.56	29.80	23.18	5.66
	鹅头 Etou	0.83	51.95	27.70	12.92	5.75	0.85
	礅子梨 Gunzili	0.87	31.75	40.95	18.68	6.58	1.17
	大面 Damian	1.14	60.99	25.33	8.77	3.25	0.52
	大衍 Dayan	1.44	26.63	32.01	24.14	13.18	2.60
	栖霞大香水 Qixia Daxiangshui	1.59	27.74	28.40	21.69	16.57	4.01
	黄鸡腿 Huangjitui	1.65	37.98	31.45	18.14	8.51	2.27
	宝山酥 Baoshansu	1.86	42.53	28.53	17.94	7.73	1.41
	黄梨 Huangli	1.90	26.84	35.10	23.36	11.37	1.43
	籽梨 Zhili	2.19	40.94	33.94	17.01	5.03	0.89
	大面黄 Damianhuang	2.23	66.28	23.74	6.10	1.43	0.22
	金花 4 号 Jinhua 4	2.26	25.04	33.74	20.78	14.87	3.31
	硬枝青 Yingzhiqing	2.52	35.14	35.34	17.67	5.82	3.51
	酥木 Sumu	2.79	46.67	23.92	13.67	9.72	3.23
	金花 1 号 Jinhua 1	2.85	31.31	26.64	23.53	12.63	3.04
	洋红膏 Yanghongxiao	3.17	51.92	29.23	11.83	3.55	0.30
	秋白梨 Qiubaili	3.26	59.32	28.68	6.12	1.56	1.06
	苹果梨 Pingguoli	3.49	50.68	34.95	7.37	1.75	1.76
	鸡蛋罐 Jidanguan	3.61	45.59	34.35	10.96	4.14	1.35
	软枝青 Ruanzhiqing	3.85	44.20	25.78	15.25	9.15	1.77
	蜜梨 Mili	4.11	58.82	26.47	7.05	3.33	0.22
	砀山酥 Dangshansu	4.12	59.71	27.15	7.30	1.68	0.04
	粉红膏 Fenhongxiao	4.20	47.83	28.99	11.92	4.87	2.19
	银白 Yinbai	4.34	45.21	30.65	12.82	5.00	1.98
	石榴嘴 Shiliuzui	4.47	36.71	33.81	16.31	7.10	1.60
	金花 Jinhua	4.48	44.48	31.36	14.31	3.93	1.44
	凤县鸡腿 Fengxian Jitui	4.54	46.28	31.14	13.11	4.16	0.77
	水红膏 Shuihongxiao	4.78	54.55	27.22	9.93	3.15	0.37
	短把鸡腿 Duanba Jitui	4.92	47.46	29.84	11.26	4.92	1.60
	金川雪 Jinchuanxue	5.12	48.49	31.73	10.43	2.94	1.29
	大核白 Dahebai	5.38	60.82	21.20	8.79	2.85	0.96
	金梨 Jinli	5.40	74.17	14.81	3.37	1.39	0.86
	蜜酥 Misu	5.50	48.08	29.90	11.24	4.31	0.97
	大凹凹 Daaoao	5.53	69.15	19.26	4.07	1.04	0.95
	兰州冬果 Lanzhou Dongguo	5.75	63.33	19.57	8.13	2.65	0.57
	雪山 1 号 Xueshan 1	5.91	54.65	24.55	9.90	3.82	1.17

续表 1

种类 Species	品种 Cultivars	石细胞团直径/ μm Diameter					
		> 500	300 ~ 500	250 ~ 300	200 ~ 250	150 ~ 200	< 150
白梨	独里红 Duli hong	5.95	52.62	25.65	11.49	2.97	1.32
<i>P.bretschneideri</i>	紫酥 Zisu	5.97	43.58	30.29	13.28	5.37	1.51
	金梨 Jinli	6.10	80.86	10.48	1.89	0.47	0.20
	鸭老 Yalao	6.36	43.54	31.72	12.36	5.27	0.75
	红枝母秧 Hongzhimuyang	6.45	57.09	23.87	8.87	3.55	0.17
	晋酥 Jinsu	6.46	25.61	28.73	21.60	9.57	8.03
	博山池 Boshanchi	6.49	24.24	31.17	22.07	12.55	3.48
	夏梨 Xiali	6.54	78.29	13.18	1.55	0.31	0.13
	早梨 Zaoli	6.69	41.14	28.53	14.61	7.26	1.77
	泗阳青梨 Siyang Qingli	6.75	66.89	17.56	6.75	2.03	0.02
	青皮蜂蜜 Qingpi Fengmi	6.77	50.48	27.66	9.43	4.35	1.31
	安宁早 Anningzao	6.87	54.32	27.54	8.36	2.21	0.70
	怀来大鸭梨 Huailai Dayali	7.18	45.38	23.84	12.82	7.43	3.35
	猪嘴 Zhuzui	7.76	55.82	22.98	7.91	4.03	1.50
	青龙甜 Qinglongtian	7.81	43.44	31.87	11.72	4.84	0.32
	绥中谢花甜 Suizhong Xiehuation	8.05	62.16	18.23	8.88	1.95	0.73
	洋白小 Yangbaixiao	8.06	47.45	24.42	12.97	6.00	1.10
	崇化大梨 Chonghua Dali	8.53	67.68	15.85	6.09	1.83	0.02
	白枝母秧 Baizhimuyang	9.05	52.24	26.47	9.75	2.32	0.17
	鹅梨 Eli	9.61	69.21	15.47	3.45	2.19	0.07
	天生伏 Tianshengfu	9.62	34.53	29.24	17.73	6.60	2.28
	平顶脆 Pingdingcui	10.45	51.05	21.58	10.71	5.09	1.12
	油红宵 Youhongxiao	10.87	55.00	21.63	9.13	2.50	0.87
	栖霞小香水 Qixia Xiaoxiangshui	11.26	41.36	26.21	12.72	6.60	1.85
	小花 Xiaohua	11.97	67.44	14.65	2.67	2.21	1.06
	圆把 Yuanba	12.45	66.87	15.82	2.79	0.82	1.25
	鸭梨 Yali	13.02	37.90	26.51	14.42	6.28	1.87
	少皮孔鸭梨 Shaopi Kongyali	13.24	43.47	25.02	13.15	4.38	0.74
	汉源白梨 Hanyuan Baili	13.33	51.11	22.44	9.11	3.11	0.90
	大水核 Dashuihe	13.66	34.91	23.10	17.36	5.90	5.07
	佛见喜 Fojianxi	14.05	51.35	21.89	9.32	3.11	0.28
	槎子 Chazi	14.86	51.46	20.91	8.69	2.64	1.44
	海城慈 Haichengci	16.40	68.67	11.28	2.39	0.74	0.52
	金柱子 Jinzhuzi	16.43	50.84	20.50	8.00	3.23	1.00
	砀山马蹄黄 Dangshan Matihuang	16.56	42.33	18.20	11.45	10.02	1.44
	香椿 Xiangchun	17.77	55.83	21.39	3.89	1.11	0.01
	德胜香 Deshengxiang	17.79	58.89	9.20	9.20	4.90	0.02
	软把 Ruanba	18.57	49.28	20.28	6.71	3.71	1.45
	红麻槎 Hongmacha	19.08	64.18	13.20	1.57	1.96	0.01
	金锤子 Jinchuizi	19.67	48.16	20.42	8.52	2.17	1.06
	酥木 Sumu	19.79	69.96	7.51	2.22	0.51	0.01
	甜鸭 Tianya	19.95	47.18	19.95	8.21	4.46	0.25
	红波 Hongbo	20.45	47.73	19.09	8.18	4.43	0.12
	冰糖 Bingtang	20.98	57.22	15.53	3.09	2.63	0.55
	龙灯早 Longdengzao	21.58	59.59	15.37	2.32	0.75	0.39
	大核头白 Dahetoubai	23.40	68.91	5.37	1.56	0.71	0.05
	胎黄 Taihuang	26.01	60.40	9.95	2.94	0.61	0.09
	金把白 Jinbabai	26.30	52.43	13.78	4.62	2.18	0.69
	锦丰 Jinfeng	26.45	52.11	14.02	5.29	1.85	0.28
	贡川 Gongchuan	26.70	55.34	12.61	3.56	1.56	0.23
	鹅黄 Ehuang	27.77	46.51	14.92	4.76	4.76	1.28
	青皮糙 Qingpicao	27.82	47.65	17.08	4.96	2.34	0.15
	水香 Shuixiang	28.16	63.76	6.11	1.50	0.23	0.24
	馨香 Xinxiang	28.22	52.56	13.32	3.20	1.78	0.92

续表 1

种类 Species	品种 Cultivars	石细胞团直径/ μm Diameter					
		> 500	300 ~ 500	250 ~ 300	200 ~ 250	150 ~ 200	< 150
白梨 <i>P. bretschneideri</i>	伏梨 (昌) Fuli (chang)	28.36	63.60	6.39	1.15	0.49	0.01
	酥梅 Sumei	28.67	64.64	4.64	0.90	0.78	0.37
	六瓣 Liuban	31.72	57.21	7.37	2.46	0.82	0.42
	懋功 Maogong	31.95	62.05	5.00	0.89	0.09	0.02
	石门水冬瓜 Shimenshuidonggua	34.44	63.19	2.00	0.21	0.14	0.02
	无籽黄 Wuzhihuang	37.08	42.67	13.22	5.04	1.89	0.10
	大冬果 Dadongguo	40.31	50.47	6.47	1.55	0.87	0.33
	泾川 Jingchuan	41.90	52.20	2.07	1.90	1.90	0.03
	伏梨 Fuli	54.00	43.41	1.03	1.50	0.05	0.01
	芝麻酥 Zhimasu	67.67	22.55	7.91	1.62	0.23	0.02
	平均 Average	10.98	47.29	23.51	11.36	5.49	1.37
西洋梨 <i>P. communis</i>	车头 Chetou	0	36.95	38.11	18.18	5.51	1.25
	康佛伦斯 Conference	0	51.33	33.00	9.00	4.66	2.01
	巴梨 Bartlett	0	46.00	30.00	13.33	8.00	2.67
	玛丽娅 Saint Maria	0	50.94	30.77	12.50	5.77	0.02
	身不知 Mishirazu	0	15.43	33.54	30.39	17.79	2.85
	十月 Shiyue	0	17.43	45.26	26.38	9.64	1.29
	特雷沃 Trevoux	0	25.62	30.61	27.45	13.64	2.68
	哈代 Beurre hardy	0	24.95	29.00	25.94	17.56	2.55
	捷 61-1 Craska	0	9.14	22.33	34.41	29.13	4.99
	康特 Le Counte	3.56	63.04	22.75	7.65	2.18	0.82
	波 1 Salishury	3.84	69.04	17.51	6.33	2.65	0.63
	巴布特 Babute	4.07	26.86	26.43	26.17	14.08	2.39
	地里拜瑞 Dilibairui	4.22	52.33	25.14	11.68	6.21	0.42
	高丽慈 Gaolici	4.53	28.35	29.94	22.86	12.26	2.06
	洋梨 2 Yangli 2	4.87	35.85	25.92	18.54	12.25	2.57
	波 12 Jalowcowko	8.30	36.15	23.31	19.77	9.67	2.80
	波 19 Phileson	17.16	57.42	17.49	5.44	2.39	0.10
	平均 Average	2.97	38.05	28.30	18.59	10.20	1.89
新疆梨 <i>P. sinkiangensis</i>	兰州长把 Lanzhou Changba	0.91	28.99	32.19	26.21	10.55	1.15
	花长把 Huachangba	1.09	52.76	26.96	14.06	4.79	0.34
	武威猪头 Wuwei Zhutou	1.89	41.46	33.61	16.46	5.81	0.77
	早熟句句 Zaoshujuju	2.31	22.97	23.45	21.75	21.68	7.84
	新疆黄梨 Xinjiang Huangli	2.96	35.45	23.80	20.60	14.67	2.52
	武威冰珠 Wuwei Bingzhu	3.70	27.87	28.25	19.89	16.33	3.96
	长把 Changba	4.14	38.75	31.52	17.55	6.81	1.23
	色尔克甫 Seerkefu	5.39	39.54	29.77	17.18	7.30	0.82
	黄麻梨 Huangmali	9.03	43.92	20.00	12.72	9.85	4.48
	武威猪头 Wuwei Zhutou	10.04	45.27	29.24	10.98	4.02	0.45
	乃西木特 Naiximute	16.32	68.30	10.92	3.27	0.98	0.21
	库尔勒香梨 Kuerle Xiangli	16.78	53.37	21.37	7.03	1.15	0.30
	平均 Average	6.21	41.55	25.92	15.64	8.66	2.02
秋子梨 <i>P. ussuriensis</i>	黄面 Huangmian	0	23.31	29.43	27.56	15.33	4.37
	谢花甜 Xiehuatian	0.75	18.24	29.39	31.55	16.15	3.92
	鞍山 1 号 Anshan 1	1.34	32.80	38.27	19.11	7.41	1.07
	秋子 Qiuzi	1.60	46.69	32.57	15.57	3.34	0.23
	自生 13 Zisheng 13	2.02	21.78	21.96	21.78	22.20	10.26
	软儿 Ruaner	2.21	63.65	23.15	7.98	2.65	0.36
	花盖 Huagai	2.54	62.76	21.70	8.08	3.83	1.09
	青面 Qingmian	3.28	39.03	33.14	16.93	6.58	1.04
	鸭广 Yaguang	3.41	68.70	19.31	6.29	2.02	0.27

续表 1

种类 Species	品种 Cultivars	石细胞团直径/ μm Diameter					
		> 500	300 ~ 500	250 ~ 300	200 ~ 250	150 ~ 200	< 150
秋子梨 <i>P. ussuriensis</i>	延边龙井 Yanbian Longjing	3.61	20.00	35.95	26.17	12.13	2.14
	小香水 Xiaoxiangshui	3.63	19.14	25.00	26.95	20.63	4.65
	尖把 Jianba	3.92	30.51	30.34	19.29	11.47	4.47
	自生 17 Zisheng 17	4.46	30.53	26.47	15.21	18.91	4.42
	白香水 Baixiangshui	4.71	20.18	25.91	21.19	20.17	7.84
	大香水 Daxiangshui	4.73	47.72	31.71	10.44	4.73	0.67
	面酸 Miansuan	4.94	65.87	16.82	7.95	3.40	1.02
	直把子 Zhibazi	4.97	50.82	24.49	12.85	5.47	1.40
	兴城谢花甜 Xingcheng Xiehuatian	4.99	60.14	23.19	8.35	2.62	0.71
	热秋子 Reqiuzi	5.73	53.05	23.15	12.32	4.84	0.91
	青山 Qingshan	5.80	70.60	14.54	5.37	2.59	1.10
	红八里香 Hongbalixiang	6.11	74.19	15.06	3.38	0.98	0.28
	官红宵 Guanhongxiao	6.56	63.65	18.76	7.41	2.92	0.70
	八里香 Balixiang	6.64	52.71	23.09	10.77	4.45	2.34
	羊奶香 Yangnaixiang	6.89	64.13	22.93	4.31	0.86	0.88
	白花罐 Baihuaguan	7.03	76.47	12.74	2.79	0.60	0.37
	南果 Nanguo	8.31	37.70	29.73	13.98	9.20	1.08
	山梨 16 Shanli 16	8.61	61.26	16.76	7.98	3.72	1.67
	小核白 Xiaohebai	9.15	44.98	25.99	13.41	5.27	1.20
	辉山白 Huishanbai	9.26	56.38	21.39	9.32	2.55	1.10
	早蜜 Zaomi	9.35	49.61	24.75	11.31	3.90	1.08
	六月鲜 Liuyuexian	9.64	49.82	28.21	9.46	2.68	0.19
	黄金对麻 Huangjinduima	9.72	76.22	9.44	3.00	1.16	0.46
	南果 3 号 Nanguo 3	11.54	51.06	20.02	10.59	5.51	1.28
	安梨 Anli	12.54	49.31	24.48	9.24	3.34	1.09
	红糖梨 1 Hongtangli 1	12.98	75.70	1.11	5.77	3.17	1.27
	满园香 Manyuanxiang	13.98	50.79	19.47	10.17	4.56	1.03
	麦梨 Maili	14.59	62.08	16.11	4.71	1.29	1.22
	青糖 Qingtang	15.19	67.49	11.03	4.44	1.37	0.48
	砂糖梨 Shatangli	15.51	41.79	22.00	12.21	6.58	1.91
	伏五香 Fuwuxiang	25.65	60.26	11.13	2.14	0.62	0.20
	甜秋子 Tianqiuzi	29.39	43.53	18.79	5.00	3.19	0.10
	京白 Jingbai	33.15	47.15	12.95	4.55	1.55	0.65
	热梨 Reli	33.82	57.35	7.24	1.35	0.22	0.02
	扫帚苗子 Shaozhou Miaozi	49.01	44.00	3.79	1.46	1.16	0.58
	平均 Average	9.85	50.07	21.44	11.13	5.85	1.66
种间杂种 <i>P. hybrid</i>	杭青 Hangqing	0	6.55	31.66	42.11	17.33	2.35
	武巴 Wuba	0	20.25	23.75	24.66	24.67	6.67
	早酥 Zaosu	0	56.14	24.56	8.77	10.52	0.01
	新杭 Xinhang	0	23.78	30.73	27.32	14.39	3.78
	向阳红 Xiangyanghong	0	16.53	26.64	31.56	19.94	5.33
	绿云 Lüyun	0	54.50	28.32	12.23	3.86	1.09
	西子绿 Xizilu	0	17.72	28.77	33.33	18.03	2.15
	早白 Zaobai	0	24.25	39.23	26.47	9.06	0.99
	青松 Qingsong	0	10.57	25.09	30.11	27.95	6.28
	青魁 Qingkui	0	21.78	27.14	35.35	15.00	0.73
	华酥 Huasu	0	15.71	29.14	32.43	18.28	4.44
	雪青 Xueqing	0	21.42	35.28	28.29	12.71	2.30
	红秀 1 号 Hongxiu 1	0	18.59	27.69	25.37	22.64	5.71
	雪峰 Xuefeng	0	1.88	20.00	34.71	36.98	6.43
	清香 Qingxiang	0	8.35	17.87	37.17	31.12	5.49
	雪英 Xueying	0	7.94	18.59	25.27	36.46	11.74
	早酥香 Zaosuxiang	0	30.51	42.37	22.03	5.08	0.01

续表 1

种类 Species	品种 Cultivars	石细胞团直径/ μm Diameter					
		> 500	300 ~ 500	250 ~ 300	200 ~ 250	150 ~ 200	< 150
<i>P. hybrid</i>	种间杂种 苹香 Pingxiang	0	7.14	39.69	25.41	21.12	6.64
	华金 Huajin	0.23	20.08	29.07	29.30	17.90	3.42
	新雅 Xinya	1.23	20.02	24.81	31.82	20.14	1.98
	柠檬黄 Ningmenghuang	1.40	26.19	36.55	23.39	10.71	1.76
	秋香 Qiuxiang	1.45	21.62	28.08	24.71	17.46	6.68
	武巴 Wuba	1.95	20.47	24.95	24.58	21.63	6.42
	矮香 Aixiang	1.95	52.45	33.69	8.93	2.57	0.41
	桔蜜 Jumi	2.30	39.77	34.02	14.48	5.86	3.57
	兴城 1 号 Xingcheng 1	3.33	40.38	31.02	18.21	6.65	0.41
	黄晶 Huangjing	3.97	53.05	29.08	10.12	2.88	0.90
	贵妃 Guifei	4.13	35.86	30.89	17.72	9.21	2.19
	冬蜜 Dongmi	4.70	19.85	28.88	27.09	16.04	3.44
	龙香 Longxiang	7.95	51.52	29.42	8.64	1.91	0.56
	早香 2 号 Zaoxiang 2	9.53	46.63	28.49	10.11	3.95	1.29
	锦香 Jinxiang	12.76	34.75	36.12	11.74	4.30	0.33
	平均 Average	1.77	26.44	29.42	23.86	15.20	3.31
总计 Total		8.94	42.77	24.24	14.13	7.89	2.03

3 讨论

梨石细胞团在果肉中的分布不均，越接近果核石细胞团直径越大（顾模 等 1989；阿拉木萨和李宝江，1999；Tao et al., 2009, Cai et al., 2010）。顾模等（1989）利用显微镜观察 72 个梨品种的果肉解剖结构，并计算石细胞团直径，认为梨果肉石细胞团大小分布多在 151 ~ 200 μm ，100 ~ 150 μm 、201 ~ 250 μm 的较少，251 ~ 300 μm 的更少，301 ~ 500 μm 的极少；并发现梨果肉石细胞团的大小与其栽培进化程度关系密切，石细胞团愈大，其栽培品种愈接近原始类型。阿拉木萨和李宝江（1999）利用显微镜观察了 43 个品种的石细胞团发育过程发现，梨果实不同部位石细胞团大小和密度不同，接近果心处石细胞团直径最大，平均直径为 290.49 μm ，近果皮处石细胞团直径次之，平均为 173.12 μm ，中层果肉石细胞团直径最小，平均为 163.56 μm 。李晓刚等（2004）采用 0.75 μm 、0.5 μm 和 0.25 μm 孔径的试验筛测定了 70 个梨品种果肉的石细胞含量分布，发现直径为 250 ~ 500 μm 的石细胞含量最多，直径为 500 ~ 750 μm 的其次，直径大于 750 μm 的石细胞可以忽略。Tao等（2009）利用电子显微镜观测了金盖酥梨和幸水梨的石细胞团，可清晰地看出石细胞团是由许多单个石细胞形成的石细胞簇；大于 0.05 mm^2 的石细胞团在果肉不同部位分布不同，金盖酥梨果核处的分布占总量的 49.21%，而幸水梨只有 26.67%，金盖酥梨果肉外围的分布占总量的 23.17%，而幸水梨只有 14.14%。Cai等（2010）利用显微镜观测了砀山酥梨石细胞团的发育，花后 55 ~ 67 d，大部分石细胞团发育达到高峰，直径范围为 256.5 ~ 320.3 μm ；花后 67 ~ 135 d，石细胞团直径范围为 267.1 ~ 320.3 μm 。本研究结果表明，砀山酥梨石细胞团含量直径大于 500 μm 的占 4.12%，直径 300 ~ 500 μm 之间的占 59.71%，直径 250 ~ 300 μm 之间的占 27.15%，直径大于 250 μm 以上的占总量的约 91%，与Cai等（2010）的研究结果接近。本研究与李晓刚等（2004）的研究中均是采用不同直径试验筛测量石细胞团含量分布，测量方法比较直观且结果比较接近。

梨果实石细胞团含量、直径大小对果肉质地的影响显著，但是评价存在一定差异。顾模等（1989）认为，梨果实品质是由石细胞团的大小和密度二者综合决定的，150 μm 以下直径的石细胞团的影响可以忽略。阿拉木萨和李宝江（1999）研究发现，在各系统的品种间，石细胞团的大小和密度对品质的影响非常明显，平均石细胞团直径小于 190 μm ，密度较低，其肉质细。李晓刚等（2004）发现，

直径为 250 ~ 500 μm 的石细胞所占比例最高,在不同肉质梨品种间差异最为显著,直径大于 500 μm 的石细胞在肉质中等、细、极细的梨品种果肉中含量差异不显著。Tao 等 (2009) 认为,金盖梨和幸水梨的石细胞团含量、大小和分布存在差异,是其果肉质地的主要因素。Cai 等 (2010) 认为,砀山酥梨发育过程中,果肉石细胞团在不同时期,其含量、大小和分布存在差异,对果肉质地的影响显著。本研究结果表明,石细胞团的大小和密度与果肉质地的密切相关,有的品种石细胞含量较多,但是其直径较小,果肉质地的比较细,而有的品种石细胞含量相对较少,但是其直径较大,果肉质地的较粗;结合典型品种果肉质地和石细胞团大小分析认为,每百克果肉石细胞团 (直径大于 250 μm) 含量是影响果肉质地的指标。其次要考虑不同直径的石细胞团的比例和分布。根据《梨种质资源描述规范和数据标准》(曹玉芬 等, 2006) 对果肉石细胞含量多少的分级标准和参考品种,初步提出利用石细胞团评价梨果肉质地的方法: 每百克果肉石细胞团 (直径 > 250 μm) 含量 (n) $\leq 0.04 \text{ g}$, 果肉质地的极细; $0.04 \text{ g} < n \leq 0.12 \text{ g}$, 果肉质地的细; $0.12 \text{ g} < n \leq 0.3 \text{ g}$, 果肉质地的中; $0.3 \text{ g} < n \leq 0.8 \text{ g}$, 果肉质地的粗; $n > 0.8 \text{ g}$, 果肉质地的极粗。

References

- Ala Mu-sa, Li Bao-jiang. 1999. Development, distribution of grit in pear fruit and its effects on edible qualities. *Northern Fruits*, (4): 4 - 6. (in Chinese)
阿拉木萨, 李宝江. 1999. 梨果实石细胞团的发育、分布及其对果实品质的影响. *北方果树*, (4): 4 - 6.
- Cai Yong-ping, Li Guo-qing, Nie Jing-quan, Lin Yi, Nie Fan, Zhang Jin-yun, Xu Yi-liu. 2010. Study of the structure and biosynthetic pathway of lignin in stone cells of pear. *Scientia Horticulturae*, 125: 374 - 379.
- Cao Yu-fen, Liu Feng-zhi, Hu Hong-ju, Zhang Bing-bing. 2006. Descriptors and data standard for pear (*Pyrus* spp.). Beijing: Chinese Agricultural Publishing House. (in Chinese)
曹玉芬, 刘凤之, 胡红菊, 张冰冰. 2006. 梨种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社.
- Cao Yu-fen, Tian Lu-ming, Li Liu-lin, Gao Yuan. 2010. Comparison studies on the stone cell content in flesh of pear cultivars. *Acta Horticulturae Sinica*, 37 (8): 1220 - 1226. (in Chinese)
曹玉芬, 田路明, 李六林, 高 源. 2010. 梨品种果肉石细胞含量比较研究. *园艺学报*, 37 (8): 1220 - 1226.
- Gu Mo, Lin Feng-qi, Zhang Bing-bing. 1989. Anatomic studies on flesh structure of pear cultivar. *China Fruits*, (4): 32 - 34. (in Chinese)
顾 模, 林凤起, 张冰冰. 1989. 梨果肉结构的解剖研究. *中国果树*, (4): 32 - 34.
- Jia Jing-xian. 1993. Catalog I of fruit germplasm resources. Beijing: Chinese Agriculture Press. (in Chinese)
贾敬贤. 1993. 果树种质资源目录 (I). 北京: 中国农业出版社.
- Jia Jing-xian. 1998. Catalog II of fruit germplasm resources. Beijing: Chinese Agriculture Press. (in Chinese)
贾敬贤. 1998. 果树种质资源目录 (II). 北京: 中国农业出版社.
- Li Xiao-gang, Sheng Bao-long, Lin Jing, Yan Zhi-mei, Yang Qing-song, Chang You-hong. 2004. Study on contents of stone cell in pulp of different pear species. *Jiangsu Agricultural Sciences*, (4): 65 - 67. (in Chinese)
李晓刚, 盛宝龙, 蔺 经, 颜志梅, 杨青松, 常有宏. 2004. 梨不同品种果肉石细胞含量研究. *江苏农业科学*, (4): 65 - 67.
- Mou Qi-yun, Li Wen-xiang, Zhang Hua-yun, Wang Shan-guang, Sun Ping. 1996. An improved method for quantification of stone cell and stone cell quantity in relation to quality of pear fruit. *Deciduous Fruits*, (1): 7 - 9. (in Chinese)
牟其芸, 李文香, 张华云, 王善广, 孙 萍. 1996. 梨果实中石细胞含量测定及与果实品质相关性的研究. *落叶果树*, (1): 7 - 9.
- Nie Ji-yun, Li Jing, Yang Zhen-feng, Zhang Hong-jun, Li Ming-qiang. 2006. Study on the conditions for measuring stone cell content in pear flesh by freezing method. *Journal of Fruit Science*, 23 (1): 133 - 135. (in Chinese)
聂继云, 李 静, 杨振锋, 张红军, 李明强. 2006. 冷冻法测定梨的石细胞含量. *果树科学*, 23 (1): 133 - 135.
- Tao S T, Khanizadeh S, Zhang H, Zhang S L. 2009. Anatomy, ultra structure and lignin distribution of stone cell in two *Pyrus* species. *Plant Science*, (176): 413 - 419.
- Wu Shao-hua, Shen De-xu. 1985. Analysis method of stone cell content in pear pulp. *China Fruits*, (3): 50 - 51. (in Chinese)
吴少华, 沈德绪. 1985. 梨果肉石细胞含量的分析方法. *中国果树*, (3): 50 - 51.