

# 梨不同品种果实硬度与果胶含量的相关性研究

岳 英<sup>1</sup>, 鲁晓燕<sup>1</sup>, 刘 艳<sup>2</sup>, 杨玉琼<sup>2</sup>, 马兵钢<sup>1</sup>, 王 蕾<sup>1</sup>

(1. 石河子大学 农学院, 新疆 石河子 832000; 2. 新疆农二师农科所, 新疆 库尔勒 841000)

**摘 要:**以 8 个梨品种和 3 个品系为试材, 采用 GY-B 型果实硬度计测定果实硬度, 酸性水解乙醇沉淀法制取果胶, 咔唑比色法测定其果胶含量, 研究不同品种(品系)果实硬度与果胶含量的变化, 并分析果实硬度与果胶含量的相关性。结果表明: 梨不同品种(品系)果实硬度在 5.94~10.89 kg/cm<sup>2</sup> 之间, 果胶含量在 1.49~3.37 mg/g。果胶含量与果实硬度呈显著正相关, 相关系数为 0.713。

**关键词:**梨; 果实硬度; 果胶; 相关性

**中图分类号:**S 661.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)15-0015-03

梨为蔷薇科(Rosaceae)梨属(*Pyrus* L.)植物<sup>[1]</sup>。果实肉质脆嫩, 酸甜可口, 汁多味美, 还具有许多保健功效, 是人们最喜爱的水果之一。我国梨的栽培面积和产量均居世界第一, 梨果产业成为近年来我国水果业中主要的出口创汇产品之一。尽管育种工作者利用我国丰富的梨资源, 积极选育适应不同气候条件下栽培的优良品种和各具特色的早、中、晚熟新品种<sup>[2-4]</sup>, 但我国梨果仍存在质量比较差、品种老化、品种结构不合理等问题<sup>[5-6]</sup>。

不同国家梨出口价位指数分析表明, 中国出口梨主要为低档梨, 反映了中国梨在世界梨果市场上品质

较低, 并缺乏品牌知名度。可比净出口指数和出口梨果的价位指数联合表明, 中国梨国际竞争力的获得是以低市场销售价格获得的<sup>[7]</sup>。我国的优质果率不足 50%, 精品果率仅为 10%, 果品质量与市场需求不相适应, 这严重削弱了梨果的市场竞争力。

果实硬度是果实品质构成要素之一, 与采后贮藏特性有密切关系。果胶是影响果实硬度的主要因素之一, 存在于植物的细胞壁和细胞内层, 在适度的酸性条件下稳定, 在强酸、强碱条件下均易解聚<sup>[8]</sup>。随果实成熟度的提高, 不溶性果胶在果胶水解酶的作用下逐步水解转变为可溶性果胶, 果实硬度下降。过熟时, 进一步转变成果胶酸, 由于果胶酸不具粘性, 使果实硬度大大降低, 甚至成为软烂状态<sup>[9]</sup>。

该试验以 8 个梨品种和 3 个品系为试材, 研究不同品种及品系梨果实硬度与果胶含量的变化, 并分析果实硬度与果胶含量的相关性, 以期对梨育种过程中正确选择和选配杂交亲本提供參考。

**第一作者简介:**岳英(1984-), 女, 新疆伊犁人, 在读硕士, 研究方向为果树生理学。E-mail: yueying1202@sina.com。

**责任作者:**鲁晓燕(1970-), 女, 博士, 副教授, 现主要从事果树学教学与科研工作。E-mail: lxysz@126.com。

**基金项目:**新疆生产建设兵团博士基金资助项目(2010JC05)。

**收稿日期:**2011-04-28

## Research of Structure and Stability about Nanguo Pear Anthocyanidin

BI Qiu-ping, LIU Yan-ji

(College of Bioscience and Biotechnology, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

**Abstract:** By using HPLC-DAD-ESI-MS to analysis the structure differentia between different growth period, and analyzed its stability by acylation and auxiliary method. The results showed that Nanguo pear extracting ingredients included seven kinds of variety anthocyanins, cyanindin-3-galactoside, petunidin-3-glucoside and pelargonidin-3-glucoside in white seed period transform into cyanindin-3-acetyl galactoside, petunidin-3,5-two glucosides and pelargonidin-3,5-two glucosides in brown seed period showed the structure differences; Order of affecting Nanguo pear anthocyanins stability factors was: Tannin>Rutin>Cinnamic acid>Ferulic acid, the preferred plan was: 1.5 g/L Rutin, 0.1 g/L Tannin, 1.5 g/L Cinnamic acid and 0.5 g/L Ferulic acid, under 60℃, 10 h, anthocyanins relative content raised 77.8% as highly as control group.

**Key words:** Nanguo pear; anthocyanin; HPLC-DAD-ESI-MS; stability

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以新疆农二师农科所提供的 8 个梨品种(‘香梨’、‘砀山酥梨’、‘鸭梨’、‘大鸭梨’(鸭梨的四倍体芽变)、‘大果水晶’、‘圆黄’、‘爱甘水’、‘早生黄金’)和 3 个品系‘84-1-91’(‘香梨’×‘砀山酥梨’)、‘84-4-163’(‘香梨’×‘鸭梨’)、‘84-5-58’(‘鸭梨’×‘香梨’)为试验材料。果实商品采收期选择树势相近的典型品种植株,采树冠外围中上部果实为样本。每个品种取 8~10 个果实为鉴定样本,4℃ 保存备用。

### 1.2 测定方法

果实硬度的测定:采用 GY-B 型果实硬度计测定。剥去果皮面积约 1 cm<sup>2</sup>,于果实最大横径处测定,求出每个果实的平均硬度。果胶含量的测定:酸性水解乙醇沉淀法制取果胶,咔唑比色法测定其果胶总量。试验数据采用 Excel 和 SPSS18.0 软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 梨不同品种果肉硬度的变化及差异显著性分析

由图 1 可看出,该试验中的 8 个梨品种和 3 个品系的果肉硬度在 5.94~10.89 kg/cm<sup>2</sup>,8 个梨品种中‘圆黄’的果肉硬度最高为 10.89 kg/cm<sup>2</sup>,其次是‘大果水晶’10.05 kg/cm<sup>2</sup>,‘大鸭梨’最低为 5.94 kg/cm<sup>2</sup>。3 个品系中‘84-5-58’最高为 9.70 kg/cm<sup>2</sup>,‘84-1-91’和‘84-4-163’的杂交后代果肉去皮硬度相近,分别为 8.36、8.49 kg/cm<sup>2</sup>。

果肉硬度的差异显著性分析结果见图 1,其中‘大鸭梨’与‘大果水晶’、‘圆黄’、‘香梨’、‘砀山酥梨’、‘早生黄金’、‘84-1-91’、‘84-4-163’、‘84-5-58’的果肉硬度差异显著;‘圆黄’与‘大果水晶’,‘香梨’与‘84-1-91’之间差异不显著。

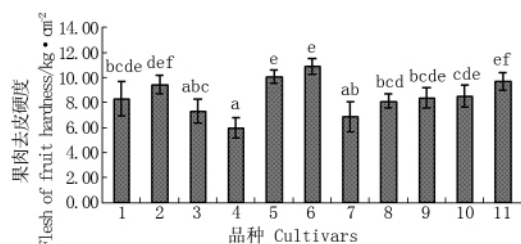


图 1 梨不同品种果肉去皮硬度的变化

Fig. 1 Changes in flesh of fruit hardness of different pear cultivars

注:1. ‘香梨’;2. ‘砀山酥梨’;3. ‘鸭梨’;4. ‘大鸭梨’;5. ‘大果水晶’;6. ‘圆黄’;7. ‘爱甘水’;8. ‘早生黄金’;9. ‘84-1-91’;10. ‘84-4-163’;11. ‘84-5-58’。不同字母代表在 0.05 水平上显著。下同。  
Note:1. ‘Xiangli’; 2. ‘Dangshansu’; 3. ‘Yali’; 4. ‘Dayali’; 5. ‘Daguoshuijing’; 6. ‘Yuanhuang’; 7. ‘Aiganshui’; 8. ‘Zaoshenghuangjin’; 9. ‘84-1-91’; 10. ‘84-4-163’; 11. ‘84-5-58’.  
The different letters means the significant level of 0.05. The same below.

### 2.2 梨不同品种果胶含量的变化及差异显著性分析

由图 2 可看出,不同品种的果胶含量在 1.49~3.37 mg/g。8 个梨品种中‘大果水晶’果胶含量最高达 3.37 mg/g,其次是‘圆黄’2.14 mg/g,‘大鸭梨’果胶含量最低 1.49 mg/g。3 个品系中果胶含量以‘84-5-58’最高为 2.99 mg/g,‘84-1-91’和‘84-4-163’的果胶含量相近,分别为 2.11、2.03 mg/g。

对 8 个梨品种和 3 个杂交后代果实果胶含量进行差异显著性分析(图 2),‘大果水晶’与‘香梨’、‘鸭梨’、‘大鸭梨’、‘爱甘水’、‘84-4-163’的果胶含量差异显著;‘香梨’、‘鸭梨’、‘爱甘水’、‘84-4-163’果胶含量之间无显著差异,‘砀山酥梨’、‘圆黄’、‘早生黄金’、‘84-1-91’果胶含量之间差异不显著。

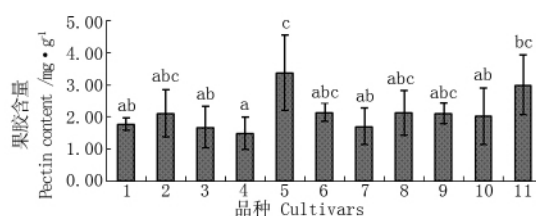


图 2 梨不同品种果胶含量的变化

Fig. 2 Changes in pectin content of different pear cultivars

### 2.3 梨果胶含量与果肉去皮硬度的相关性分析

用 SPSS 18.0 软件对梨果胶含量与果实硬度的相关系数进行分析。如表 1 所示,梨果胶含量与果实去皮硬度之间存在一定相关性,相关系数为 0.713,在 0.05 水平上呈显著正相关。

表 1 梨果胶含量与果肉去皮硬度间的相关系数

Table 1 The correlation coefficient of pectin content and firmness of pear

| 项目 Item                      | 果胶含量 Pectin content | 果肉硬度 Flesh of fruit hardness |
|------------------------------|---------------------|------------------------------|
| 果胶含量 Pectin content          | 1                   | 0.713 *                      |
| 果肉硬度 Flesh of fruit hardness | 0.713 *             | 1                            |

注: \* 表示在 0.05 的水平上显著。

Note: \* means the significant level of 0.05.

## 3 讨论与结论

### 3.1 梨不同品种(品系)果实硬度和果胶含量的变化

果胶是影响果实硬度的主要因素之一,魏宝东<sup>[10]</sup>的研究表明,番茄果肉硬度与不溶性果胶呈极显著正相关,与可溶性果胶呈极显著负相关。马之胜等<sup>[11]</sup>对桃果实果胶与果实硬度关系的研究发现,桃果实原果胶含量与果实带皮硬度之间存在显著的正相关性,果实可溶性果胶含量与果实带皮硬度之间呈极显著负相关,桃总果胶含量与果实带皮硬度之间无显著相关关系。陆胜民等<sup>[12]</sup>发现青梅果的果胶含量是影响其硬度的因素之一。该研究结果表明,供试的 8 个梨品种和 3 个品系的果实果胶总量与果实去皮硬度呈显著正相关,但马之胜等<sup>[11]</sup>对桃的研究表明,桃总果胶含量

与果实硬度之间无显著相关关系。这种差异可能是树种的类型不同,或者是由于供试样品在测定期间没有充分成熟,原果胶没有大量的转变为可溶性果胶,原果胶含量对果实硬度的影响占主导地位,只有少量的可溶性果胶存在所致。不同溶解性果胶(水溶性果胶、酸溶性果胶、碱溶性果胶和盐溶性果胶)分别对果实硬度的影响效果需要进一步的试验证明。

陆胜民等<sup>[12]</sup>报道,梅果的硬度主要是由多聚半乳糖醛酸酶(PG)、纤维素酶(Cx)、乙烯释放量、失重率、POD、可滴定酸、螯合剂可溶果胶(CSP)和 4N KOH 可溶组分等 8 个指标所决定。刘超超等<sup>[13]</sup>对苹果的研究发现,PG、Cx、果胶甲酯酶(PE)、淀粉酶(Amylase)活性和乙烯释放量与果实硬度存在一定的相关性。供试的 8 个梨品种和 3 个品系的果肉硬度最高的是‘圆黄’,其次是‘大果水晶’,‘大鸭梨’最低,但果胶含量最高的为‘大果水晶’,其次是‘圆黄’,‘大鸭梨’最低。各品种(品系)果实硬度和果胶含量的差异显著性分析结果也不一致,如:‘香梨’、‘鸭梨’和‘砀山酥梨’的果实硬度存在显著性差异,但果胶含量差异不显著。该研究结果表明,果胶是影响果实硬度的因素之一,果实硬度同时还受其它很多因素的影响。其它因素对梨果实硬度的影响还需进一步的研究。

### 3.2 不同品系及其亲本果实硬度和果胶含量的变化

3 个品系中‘84-5-58’(‘鸭梨’×‘香梨’)的果实硬度最高为 9.70 kg/cm<sup>2</sup>,‘84-1-91’(‘香梨’×‘砀山酥梨’)和‘84-4-163’(‘香梨’×‘鸭梨’)果肉去皮硬度相近,分别为 8.36、8.49 kg/cm<sup>2</sup>。‘香梨’、‘砀山酥梨’和‘鸭梨’的果实硬度分别为 8.32、9.44、7.30 kg/cm<sup>2</sup>。初步推测,以‘香梨’和‘砀山酥梨’为亲本的后代果实硬度趋于亲本之间;以‘香梨’和‘鸭梨’为亲本的后代果实硬度均高于亲本,‘鸭梨’为母本、‘香梨’为父本时

果实硬度明显高于鸭梨为父本、香梨为母本的后代。

果胶含量以‘84-5-58’(‘鸭梨’×‘香梨’)最高为 2.99 mg/g,‘84-1-91’(‘香梨’×‘砀山酥梨’)和‘84-4-163’(‘香梨’×‘鸭梨’)的果胶含量相近,分别为 2.11 mg/g 和 2.03 mg/g。‘香梨’、‘砀山酥梨’和‘鸭梨’的果胶含量分别为 1.77、2.11、1.68 mg/g。该结果表明,3 个品系的果胶含量均大于(或等于)其亲本,尤其以‘鸭梨’为母本、‘香梨’为父本的果胶含量最高。果胶含量在杂交后代中可能有超亲遗传现象。

### 参考文献

- [1] 张玉星. 果树栽培学各论(北方本)[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2003.
- [2] 王宇霖. 加快品种更新步伐、构建优势梨果产业带[J]. 果树学报, 2003,20(1):1-3.
- [3] 姜卫兵,高光林,俞开锦,等. 近十年来我国梨品种资源的创新与展望[J]. 果树学报,2002,19(5):314-320.
- [4] 李秀根,杨健. 入世后我国梨果业的发展对策与科技趋向[J]. 山西果树,2003(5):35.
- [5] 王伟冬,王文辉,杨振锋,等. 世界梨产业形势及加入世界贸易组织后我国梨发展对策[J]. 南方果树,2003,32(1):55-58.
- [6] 王景彦,李莹. 我国梨产销现状[J]. 北方果树,1997(4):3-4.
- [7] 王新卫,刘金义,孙兴民,等. 中国梨生产、贸易与国际竞争力分析[J]. 中国农学通报,2010(21):202-206.
- [8] 王金英,马中国,宗灿华. 果胶的提取与应用[J]. 中国林副特产, 2000(2):17.
- [9] 王维民. 果胶及胶分解酶对果蔬组织软化的影响[J]. 山东轻工业学院学报,1993(3):37-38.
- [10] 魏宝东,姜炳义,冯辉. 番茄果实货架期硬度变化及其影响因素的研究[J]. 食品科学,2005,26(3):249-252.
- [11] 马之胜,王越辉,贾云云,等. 桃果实果胶、可溶性糖、可滴定酸含量和果实大小与果实硬度关系的研究[J]. 江西农业学报,2008,20(10):45-46.
- [12] 陆胜民,席琦芳,张耀洲. 青梅果采收软化过程中理化指标间关系的研究[J]. 浙江万里学院学报,2001,14(2):41-45.
- [13] 刘超超,魏景利,徐玉亭,等. 苹果 3 个早熟品种果实发育后期硬度及其相关生理指标的初步研究[J]. 园艺学报,2011,38(1):133-138.

## Study on Correlation Between Firmness and Pectin Content of Different Pear Cultivars

YUE Ying<sup>1</sup>, LU Xiao-yan<sup>1</sup>, LIU Yan<sup>2</sup>, YANG Yu-qiong<sup>2</sup>, MA Bing-gang<sup>1</sup>, WANG Lei<sup>1</sup>

(1. College of Agriculture, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000; 2. Institute of Agriculture Research, Agriculture Second Division, Xinjiang Production and Construction Corps, Kuerle, Xinjiang 841000)

**Abstract:** Eight pear cultivars and three strains were used as test materials. The flesh of fruit hardness was measured by GY-B fruit hardness tester. Pectin was extracted by method of acid-solution and alcohol precipitation. Its content was measured by colorimetry of carbazole. The correlation between firmness and pectin content of different pear cultivars(strains) was investigated. The results indicated that the fruit hardness of different pear cultivars(strains) ranged from 5.94 kg/cm<sup>2</sup> to 10.89 kg/cm<sup>2</sup>. The content of pectin ranged from 1.49 mg/g to 3.37 mg/g. The fruit hardness and content of pectin showed a positive correlation and the correlation coefficient was 0.713.

**Key words:** pear; firmness; pectin; correlation