

# ‘库尔勒香梨’花萼端不同形状果实的矿质元素和內源激素含量比较

贾晓辉<sup>1</sup>, 王文辉<sup>1,\*</sup>, 李世强<sup>2</sup>, 杜艳民<sup>1</sup>, 张 峰<sup>2</sup>, 佟 伟<sup>1</sup>, 王志华<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国农业科学院果树研究所, 辽宁兴城 125100; <sup>2</sup>新疆库尔勒市香梨研究中心, 新疆库尔勒 841000)

**摘 要:** 以库尔勒香梨 (*Pyrus sinkiangensis* Yü ‘Korla Xiangli’) 果实为材料, 研究了脱萼不突起、宿萼不突起和宿萼突起等 3 种形状以及同一形状的果柄端、胴部和花萼端等 3 个部位的矿质元素、內源激素和品质差异。结果表明, 果皮的 N、Ca、Mg、B 含量较果肉高, 而 N/Ca 和 K/Ca 则较果肉低; 宿萼突起果中, N、K、P 含量和 N/Ca 显著高于脱萼不突起果和宿萼不突起果; 花萼端 Ca 含量显著低于果柄端和胴部, 而 N 含量和 N/Ca 均显著高于果柄端和胴部。果皮的 IAA、ZR 和 ABA 含量较果肉高, 并且宿萼突起果的 IAA 含量和 (ZR + IAA + GA<sub>3</sub>)/ABA 显著高于脱萼不突起果和宿萼不突起果, ABA 含量则显著低于脱萼不突起果; 果实不同部位的各內源激素分布未发现明显变化规律。脱萼不突起果综合品质好于宿萼果, 花萼端可溶性固形物和维生素 C 含量显著高于果柄端和胴部。

**关键词:** 梨; 外形; 部位; 矿质元素; 內源激素

**中图分类号:** S 661.2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 0513-353X (2015) 04-0751-08

## The Comparison of the Mineral Elements, Endogenous Hormones in Different Shapes and Positions of ‘Korla Xiangli’ Pears

JIA Xiao-hui<sup>1</sup>, WANG Wen-hui<sup>1,\*</sup>, LI Shi-qiang<sup>2</sup>, DU Yan-min<sup>1</sup>, ZHANG Feng<sup>2</sup>, TONG Wei<sup>1</sup>, and WANG Zhi-hua<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Research Institute of Pomology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Xingcheng, Liaoning 125100, China;  
<sup>2</sup>Research Center of Korla Pear, Korla, Xinjiang 841000, China)

**Abstract:** In order to find out the differences of physiological characteristics among the shapes and positions of pear fruits, ‘Korla Xiangli’ pears were used as materials to investigate the differences of mineral elements, endogenous hormones and qualities in 3 shapes including calyx abscission and no-hump, calyx persistent and no-hump and calyx persistent and hump as well as 3 positions including stalk-end, equator and calyx-end in fruit with the identical shape. The results indicated that contents of N, Ca, Mg and B in pericarp were higher than those in flesh, N/Ca and K/Ca were lower than those in flesh. Contents of N, K and P as well as N/Ca in fruit of calyx persistent and hump were significantly higher than those in fruit of calyx abscission and no-hump and calyx persistent and no-hump in fruit with the identical shape, the content of Ca at calyx-end was significantly lower than that at stalk-end and equator while the

收稿日期: 2014-12-20; 修回日期: 2015-03-26

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项资金项目 (CARS-29-19)

\* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: wangwenhui@caas.cn; Tel: 0429-3598188)

content of N and N/Ca at calyx-end were significantly higher than those at stalk-end and equator. Moreover, contents of IAA, ZR and ABA in pericarp were higher than those in flesh. In fruit of calyx persistent and hump, the IAA content and  $(ZR + IAA + GA_3)/ABA$  were significantly higher than those in fruit of calyx abscission and no-hump and calyx persistent and no-hump, while the content of ABA was significantly lower than that in fruit of calyx abscission and no-hump; Obvious distribution change pattern of the endogenous hormones at different positions of fruit was not observed. The comprehensive quality of fruit of calyx abscission and no-hump is prior to the fruit of calyx persistent according to the comparison of quality indicators. In fruit with the identical shape, SSC and vitamin C at calyx-end were significantly higher than those at stalk-end and equator.

**Key words:** pear; fruit shape; part; mineral element; endogenous hormone

库尔勒香梨 (*Pyrus sinkiangensis* Yü 'Korla Xiangli') 果实顶腐病、粗皮果等生理性病害近年发生严重, 且多集中在花萼端, 并以宿萼突起果发病率高 (贾晓辉 等, 2010; 玉山·库尔班 等, 2012), 后来陆续发现在以库尔勒香梨为亲本的红香酥果实中上述生理病害发生也呈逐年上升趋势。上述品种果实的共同特点是花萼端存在“突起”和“宿萼”现象。在苹果苦痘病上的研究发现, 花萼端、胴部和果柄端之间比较, 无论果皮还是果肉, 均以花萼端钙含量最低, 而果实的果皮、果肉和果心比较, 则果肉钙含量最低, 花萼端和果肉是苹果果实的低钙区, 且花萼端苦痘病发生严重 (于绍夫 等, 1987)。

本研究中以库尔勒香梨果实为研究对象, 通过测定分析矿质元素、内源激素、品质等生理指标, 明确花萼端不同形状香梨果实生理特性的差异, 以期在生产上采取人为干预措施减少宿萼突起果比率, 降低粗皮果和顶腐病的发生率, 并提高果实商品性提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

果实采自新疆库尔勒市和什力克乡上和什力克村五组的库尔勒香梨果园, 树龄 11 年。该果园土质为沙壤土, 管理水平中上等。

选取 10 株有代表性树体, 于 2012 年 9 月 15 日采收。果实采收当天由新疆库尔勒香梨研究中心 (新疆库尔勒) 经 72 h 空运至中国农业科学院果树研究所 (辽宁兴城)。从中选取无病虫害、无机械伤的果实按脱萼不突起果 (图 1, A)、宿萼不突起果 (图 1, B) 和宿萼突起果 (图 1, D) 3 种花萼端形状分为 3 组, 进行相关指标的测定。前期试验结果显示, 脱萼突起果 (图 1, C) 在香梨果实中所占比例 < 1%, 故本试验中未对脱萼突起果进行研究。

果实经清洗后去除果柄、萼片, 横向等分为 4 份, 即花萼端、胴部 (中间 2 份) 和果柄端。每部分用不锈钢削皮刀分别削取约 0.50 mm 厚的果皮, 并将剩余部分沿果心线去除果心作为果肉部分, 将每一部分的果皮和果肉分别切碎后用 PHILIPS HR1364 手持式搅拌机绞碎, 样品经液氮速冻后置于 - 80 °C 低温冰箱中保存, 用于矿质元素和内源激素的测定。每种形状果实重复测定 3 次, 每次测定 30 个果实。

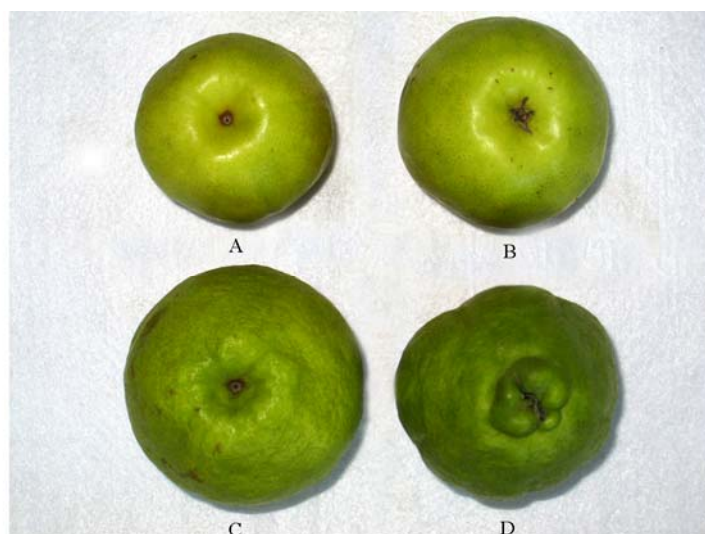


图 1 库尔勒香梨花萼端 4 种形状

A: 脱萼不突起; B: 宿萼不突起; C: 脱萼突起; D: 宿萼突起。

Fig. 1 Four different shapes of ‘Korla Xiangli’ pears

A: Calyx abscission and no-hump; B: Calyx persistent and no-hump;

C: Calyx abscission and hump; D: Calyx persistent and hump.

## 1.2 指标测定

N 含量采用凯氏法测定, 所选仪器为福斯公司的 Kjelttec2300 自动定氮仪, 方法参见 GB/T 5009.3-2010。P、K、Ca、Mg、B 等采用岛津公司 ICPE-9000 等离子发射光谱仪测定, 方法参见 NY/T 1653-2008。样品容量为 30 个果实。

赤霉素 ( $GA_3$ )、脱落酸 (ABA)、生长素 (IAA) 和玉米素核苷 (ZR) 含量采用间接酶联免疫吸附法 (何钟佩, 1993) 测定, ELISA 试剂盒由中国农业大学提供。样品容量为 30 个果实。

可溶性固形物含量 (Soluble solids content, %) 用日本 ATAGO 公司的 PR-101 $\alpha$  折光仪测定; 维生素 C ( $mg \cdot kg^{-1} FW$ ) 采用 2,6 - 二氯酚酚滴定法, 用瑞士万通 808 智能电位滴定仪测定; 可滴定酸含量 (Titratable acid content, TA) 采用酸碱滴定法, 用瑞士万通 808 智能电位滴定仪测定; 果实硬度 ( $kg \cdot cm^{-2}$ ) 用 GS-15 水果质地分析仪测定。样品容量为 30 个果实。

果形指数 = 果实纵径/横径; 单果质量 (g) 用电子天平称量 (Shanghai sun ACS-3000A, 上海旭日衡器有限公司)。样品容量为 100 个果实。

## 1.3 数据分析

采用 Microsoft Office Excel 2007 和 SPSS 13.0 软件进行统计分析, 邓肯氏新复极差法检验差异显著性。

# 2 结果与分析

## 2.1 库尔勒香梨花萼端不同形状果实的矿质元素比较

由表 1 可以看出, 在果皮中, 宿萼突起果实的 N、Ca、K、Mg、P 含量以及 N/Ca、N/(Mg + Ca)

均显著高于脱萼不突起和宿萼不突起的果实,而后两者之间上述指标差异不显著;不同部位果皮中, N 含量花萼端 > 果柄端 > 胴部,且花萼端 N、K、P 含量以及 N/Ca、N/(Mg + Ca)、K/Ca 均显著高于果柄端和胴部,而花萼端 Ca 含量则显著低于果柄端和胴部 ( $P < 0.05$ )。

表 1 香梨果实花萼端不同形状及不同果实部位果皮矿质元素含量比较  
Table 1 Comparison of mineral element among different parts of different shapes in fruit's pericarps

形状 Shape	部位 Part	N/ (mg · g <sup>-1</sup> )	Ca/ (mg · g <sup>-1</sup> )	K/%	Mg/ (mg · g <sup>-1</sup> )	P/ (mg · g <sup>-1</sup> )	B/ (ng · g <sup>-1</sup> )	N/Ca	N/(Mg + Ca)	K/Ca
脱萼不突起 Calyx abscission and no-hump	果柄端 Stalk-end	1.181 cd	0.206 e	0.146 cd	0.164 d	0.130 e	4.951 b	5.733 d	3.192 d	7.087 cd
	胴部 Equator	1.151 d	0.203 e	0.137 e	0.157 e	0.119 f	4.761 d	5.670 de	3.197 d	6.749 d
	花萼端 Calyx-end	1.230 bcd	0.173 g	0.149 bc	0.161 d	0.140 c	5.133 a	7.110 a	3.683 c	8.613 a
宿萼不突起 Calyx persistent and no-hump	果柄端 Stalk-end	1.109 d	0.201 e	0.149 bc	0.166 cd	0.135 d	4.356 e	5.517 e	3.022 e	7.413 c
	胴部 Equator	1.079 d	0.224 b	0.142 de	0.163 d	0.120 f	4.337 e	4.817 g	2.788 f	6.339 e
	花萼端 Calyx-end	1.161 cd	0.195 f	0.150 bc	0.168 cd	0.142 c	4.134 f	5.954 c	3.198 d	7.692 b
宿萼突起 Calyx persistent and hump	果柄端 Stalk-end	1.441 ab	0.221 bc	0.150 bc	0.176 b	0.147 b	4.901 c	6.520 b	3.630 b	6.787 d
	胴部 Equator	1.390 abc	0.257 a	0.153 b	0.183 a	0.147 b	4.972 b	5.409 f	3.159 d	5.953 f
	花萼端 Calyx-end	1.529 a	0.214 d	0.159 a	0.182 a	0.161 a	4.738 d	7.145 a	3.861 a	7.430 c

注: 同列不同小写字母表示经邓肯氏新复极差检验, 差异达显著水平 ( $P < 0.05$ )。下同。

Note: Values followed by the different letters in the same column are significantly different according to Duncan's multiple range test at the 5% level. The same below.

由表 2 可以看出, 在果肉中, 宿萼突起的 N、K、P 含量和 N/Ca、N/(Mg + Ca) 均显著高于脱萼不突起和宿萼不突起; 花萼端 Mg 含量以及 N/Ca 显著高于果柄端和胴部, 而 Ca 含量显著低于果柄端和胴部 ( $P < 0.05$ )。

由于表 1 和表 2 可以看出, 果皮中的 N、Ca、Mg、B 含量较果肉高, 而 N/Ca 和 K/Ca 则低于果肉。

表 2 香梨果实花萼端不同形状及不同果实部位果肉矿质元素含量比较  
Table 2 Comparison of mineral element among different parts of different shapes in fruit's fleshs

形状 Shape	部位 Part	N/ (mg · g <sup>-1</sup> )	Ca/ (mg · g <sup>-1</sup> )	K/%	Mg/ (mg · g <sup>-1</sup> )	P/ (mg · g <sup>-1</sup> )	B/ (ng · g <sup>-1</sup> )	N/Ca	N/(Mg + Ca)	K/Ca
脱萼不突起 Calyx abscission and no-hump	果柄端 Stalk-end	0.386 d	0.028 ab	0.136 b	0.078 d	0.090 d	3.179 ab	14.036 d	3.676 c	49.455 c
	胴部 Equator	0.350 e	0.027 b	0.137 b	0.084 cd	0.108 cd	3.381 a	12.821 e	3.142 ef	50.183 c
	花萼端 Calyx-end	0.417 c	0.024 cd	0.135 b	0.096 ab	0.112 c	3.295 a	17.160 b	3.463 d	55.556 ab
宿萼不突起 Calyx persistent and no-hump	果柄端 Stalk-end	0.394 d	0.025 c	0.138 b	0.085 c	0.123 b	2.927 bc	15.760 c	3.569 cd	55.200 ab
	胴部 Equator	0.396 cd	0.029 a	0.137 b	0.094 b	0.116 bc	2.421 d	13.608 d	3.230 e	47.079 d
	花萼端 Calyx-end	0.392 d	0.022 d	0.127 c	0.110 a	0.100 d	2.590 c	17.578 b	3.079 f	56.951 a
宿萼突起 Calyx persistent and hump	果柄端 Stalk-end	0.543 a	0.027 b	0.152 a	0.077 d	0.143 a	2.957 bc	19.890 a	5.191 a	55.678 a
	胴部 Equator	0.539 a	0.028 ab	0.150 a	0.086 c	0.144 a	3.100 ab	19.113 a	4.716 b	53.191 b
	花萼端 Calyx-end	0.511 b	0.026 c	0.136 b	0.092 b	0.125 b	3.087 b	19.961 a	4.356 bc	53.125 b

2.2 库尔勒香梨花萼端不同形状果实的内源激素比较

由表 3 可以看出, 果皮中 IAA 含量由高到低依次为宿萼突起 > 宿萼不突起 > 脱萼不突起, 且宿萼突起的 GA<sub>3</sub>、IAA 和 ZR 含量以及 (ZR + IAA + GA<sub>3</sub>) / ABA 显著高于脱萼不突起和宿萼不突起果, 而宿萼突起的 ABA 含量显著低于脱萼不突起; 不同部位果皮中各内源激素变化未发现明显规律。

表 3 香梨果实花萼端不同形状及不同果实部位果皮内源激素含量比较  
Table 3 Comparison of endogenous hormones among different parts of different shapes in fruit's pericarps

形状 Shape	部位 Part	GA <sub>3</sub> / (ng · g <sup>-1</sup> FW)	IAA/ (ng · g <sup>-1</sup> FW)	ZR/ (ng · g <sup>-1</sup> FW)	ABA/ (ng · g <sup>-1</sup> FW)	(ZR + IAA + GA <sub>3</sub> ) / ABA
脱萼不突起	果柄端 Stalk-end	8.529 cd	85.065 f	16.257 f	153.120 a	0.717 c
Calyx abscission and no-hump	胴部 Equator	7.804 e	81.028 h	15.143 g	146.193 b	0.711 c
	花萼端 Calyx-end	8.538 cd	82.607 gh	16.773 ef	154.417 a	0.699 c
宿萼不突起	果柄端 Stalk-end	7.971 e	105.775 d	17.454 d	138.027 d	0.951 b
Calyx persistent and no-hump	胴部 Equator	8.478 d	113.364 c	17.127 de	150.794 a	0.922 b
	花萼端 Calyx-end	7.768 e	102.125 e	18.353 c	143.609 bc	0.893 b
宿萼突起	果柄端 Stalk-end	8.749 c	120.530 b	21.312 b	141.532 cd	1.064 a
Calyx persistent and hump	胴部 Equator	9.131 b	119.689 b	22.306 a	146.164 b	1.034 a
	花萼端 Calyx-end	9.597 a	127.960 a	21.097 b	140.484 cd	1.129 a

由表 4 可以看出, 果肉中 IAA 含量由高到低依次为宿萼突起 > 宿萼不突起 > 脱萼不突起, 且宿萼突起的 IAA 含量以及 (ZR + IAA + GA<sub>3</sub>) / ABA 显著高于脱萼不突起和宿萼不突起, 而宿萼突起的 ABA 含量显著低于脱萼不突起; 不同部位果肉中各内源激素变化未发现明显规律。

由于表 3 和表 4 可以看出, 果皮的 IAA、ZR 和 ABA 含量较果肉高。

表 4 香梨果实花萼端不同形状及不同果实部位果肉内源激素含量比较  
Table 4 Comparison of endogenous hormones among different parts of different shapes in fruit's flesh

形状 Shape	部位 Part	GA <sub>3</sub> / (ng · g <sup>-1</sup> FW)	IAA/ (ng · g <sup>-1</sup> FW)	ZR/ (ng · g <sup>-1</sup> FW)	ABA/ (ng · g <sup>-1</sup> FW)	(ZR + IAA + GA <sub>3</sub> ) / ABA
脱萼不突起	果柄端 Stalk-end	9.824 b	45.638 e	12.216 abc	82.469 b	0.821 c
Calyx abscission and no-hump	胴部 Equator	10.451 a	42.963 f	12.047 bc	85.138 a	0.769 d
	花萼端 Calyx-end	9.936 b	42.829 f	12.318 ab	84.549 ab	0.770 d
宿萼不突起	果柄端 Stalk-end	7.337 d	68.490 d	12.088 bc	63.879 cd	1.376 b
Calyx persistent and no-hump	胴部 Equator	7.252 d	70.031 d	12.087 bc	65.425 c	1.366 b
	花萼端 Calyx-end	7.854 c	72.780 c	12.315 ab	62.617 d	1.484 b
宿萼突起	果柄端 Stalk-end	7.750 c	88.896 b	12.116 abc	63.914 cd	1.702 a
Calyx persistent and hump	胴部 Equator	7.858 c	89.149 b	12.417 a	63.976 cd	1.710 a
	花萼端 Calyx-end	7.791 c	96.000 a	11.937 c	65.201 cd	1.775 a

2.3 库尔勒香梨花萼端不同形状果实品质指标比较

由表 5 和表 6 可以看出, 脱萼不突起的花萼端、胴部和果柄端 SSC 高于宿萼不突起和宿萼突起相应部位, 而 TA、维生素 C、硬度、单果质量和果形指数则宿萼突起显著高于脱萼不突起和宿萼不突起, 而宿萼不突起与脱萼不突起间差异不显著; 不同部位 SSC 由高到低依次为花萼端 > 胴部 > 果柄端, TA 由高到低依次为胴部 > 果柄端 > 花萼端, 维生素 C 由高到低依次为花萼端 > 果柄端 > 胴部, 且花萼端 SSC 和维生素 C 显著高于果柄端和胴部 (P < 0.05)。

表 5 香梨不同外形果实不同部位品质指标比较  
Table 5 Comparison of quality indicators among different parts of different shapes in fruits

形状 Shape	不同部位 Part	可溶性固形物/% SSC	可滴定酸/ (mg · g <sup>-1</sup> ) TA	维生素 C/ (mg · kg <sup>-1</sup> FW) Vitamin C
脱萼不突起 Calyx abscission and no-hump	果柄端 Stalk-end	13.89 abc	0.357 f	40.40 c
	胴部 Equator	14.04 ab	0.387 e	35.83 e
	花萼端 Calyx-end	14.31 a	0.340 f	42.33 ab
宿萼不突起 Calyx persistent and no-hump	果柄端 Stalk-end	13.02 d	0.420 cd	36.17 e
	胴部 Equator	13.44 cd	0.427 cd	31.01 g
	花萼端 Calyx-end	13.83 abc	0.400 de	38.29 d
宿萼突起 Calyx persistent and hump	果柄端 Stalk-end	13.41 d	0.457 b	42.02 b
	胴部 Equator	13.69 bc	0.517 a	34.04 f
	花萼端 Calyx-end	14.20 a	0.430 c	42.75 a

表 6 不同果形香梨其他果实指标比较  
Table 6 Comparison of other physiological indicators in different shapes and parts fruits

形状 Shape	单果质量/g Single fruit weight	果形指数 Fruit shape index	硬度/ (kg · cm <sup>-2</sup> ) Firmness
脱萼 Calyx abscission	137.85 b	1.10 b	4.180 a
宿萼不突起 Calyx persistent and no-hump	136.17 b	1.11 b	3.984 b
宿萼突起 Calyx persistent and hump	169.98 a	1.22 a	4.254 a

3 讨论

果实中 Ca 含量与生理性病害的发生有直接关系（全月澳和周厚基，1982；王文辉 等，2005）。本结果表明，香梨果实花萼端为低 Ca、高 N、高 N/Ca 区，以宿萼突起的 N、Ca、K、P、N/Ca、N/（Mg + Ca）最高。希尔等（1984）将苹果果柄端、果心、种子和果皮作为高钙区，而花萼端定义为低钙区，本研究与之一致。不易移动的钙通过维管束进行长距离运输（全月澳和周厚基，1982），而花萼端属于运输最远端，也进一步解释了此部位 Ca 含量最低的原因。贾晓辉等（2010）在对香梨顶腐病研究过程中发现，香梨病果中钾含量高于健康果，Marin 和 Cano（1992）在芒果上的研究结果也表明，低浓度钙促进钾素的吸收。当钙浓度下降到临界水平时，钾取代钙后，会增加膜的渗透性，导致果实迅速衰老（黄显淦 等，2000）。已有研究表明，库尔勒香梨粗皮果的形成与果实 N 含量及 N/Ca 高有关（李疆 等，2008；贾晓辉 等，2014）。因此，综合认为，香梨近年发生的粗皮果、顶腐病等生理病害可能与突起宿萼果中 N、K 含量以及 N/Ca、N/（Mg + Ca）较高有关，而花萼端低 Ca、高 N/Ca 可能是导致顶腐病发生在花萼端的重要因素。

GA<sub>3</sub>、IAA、ZR 和 ABA 是与果实生长发育密切相关的激素。阮晓等（2000）研究认为，香梨果实中，ABA 具有引起始熟的作用，且 IAA 与 GA<sub>3</sub> 表现出相反的变化规律。张微和杨正潭（1988）通过对巴黎成熟期间乙烯与脱落酸含量的变化研究发现，ABA 首先刺激了乙烯的生物合成，间接调节成熟。邵月霞等（2007）研究发现，香梨施用外源激素类物质多效唑可有效增加脱萼果率，减少突顶果（即本文中所述宿萼突起果）。牛建新和何子顺（2009）研究认为，植物内源激素 IAA、ABA、GA<sub>3</sub> 和 ZR 协同参与了梨果萼脱落宿存过程的调控，幼果中 IAA、ZR 含量高，果萼中 IAA、GA<sub>3</sub>、ZR 含量高，ABA 含量低以及 IAA、GA<sub>3</sub>、ZR 含量与幼果中的含量比值大，ABA 含量与幼果中含量比值小等均利于果萼宿存。而与单一内源激素相比，其间的相互平衡及协同作用对于植物性状的形成显得更为重要（艾沙江·买买提 等，2013；孙聪伟 等，2013）。本研究的结果表明，花萼端

不同形状香梨果实间内源激素存在显著差异, 宿萼突起的 IAA 含量显著高于脱萼不突起、而 ABA 含量则显著低于脱萼不突起, 同时花萼端不同形状果实的  $(ZR + IAA + GA_3) / ABA$  差异显著。

果实中矿质营养与内源激素是互相影响、协同作用的。氮素可通过影响苹果果实的激素水平调控果实的生长动态(彭福田 等, 2003)。赵平等(2005)研究认为, 烤烟叶片 N、K 含量与其 CTK 及 CTK/ABA 值呈极显著正相关关系, 与 ABA 呈极显著负相关关系。刘剑锋等(2005)研究认为, 梨果肉与种子中钙的积累应该是多种激素共同作用的结果。本研究中发现有香梨果实中 N 高则 IAA 和  $(ZR + IAA + GA_3) / ABA$  高、ABA 低的趋势。

果实发育进程的变化导致了有关品质指标的变化(陈金印和陈明, 2003)。本研究品质指标比较结果表明, 脱萼不突起果综合品质好于宿萼果, 这与玉山·库尔班等(2012)的研究结果一致。本研究中发现, 香梨果实中花萼端、胴部和果柄端品质指标也呈规律性分布, 花萼端高糖低酸的品质特性与此部位病害发生关系尚需研究, 同时香梨果实品质与矿质营养、内源激素间的关系尚不明确, 也有待于进一步研究。

## References

- Chen Jin-yin, Chen Ming. 2003. Advances in research on the ripening and senescing of fruit in relation to plant hormones. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 25 (4): 537 - 543. (in Chinese)
- 陈金印, 陈 明. 2003. 果实后熟衰老与植物激素的关系研究进展. *江西农业大学学报*, 25 (4): 537 - 543.
- He Zhong-pei. 1993. Experimental guidance of chemical control for crops. Beijing: Beijing Agricultural University Press: 60 - 68. (in Chinese)
- 何钟佩. 1993. 农作物化学控制实验指导. 北京: 北京农业大学出版社: 60 - 68.
- Hill B C. 1984. Some questions about fruit tree mineral nutrition//The fruit trees N and mineral nutrition literature collection. Tai'an: Shandong Agricultural University: 42 - 44. (in Chinese)
- 希 尔 B C. 1984. 有关果树矿质营养的几个问题//果树 N 素及矿质营养文献选集. 泰安: 山东农业大学: 42 - 44.
- Huang Xian-gan, Wang Qin, Zhao Tian-cai. 2000. The effects of Kalium in high quality fruit-producing. *Journal of Fruit Science*, 17 (4): 309 - 313. (in Chinese)
- 黄显淦, 王 勤, 赵天才. 2000. 钾素在我国果树优质增产中的作用. *果树科学*, 17 (4): 309 - 313.
- Jia Xiao-hui, Wang Wen-hui, Li Shi-qiang, Shen Chun-miao, Jiang Yun-bin, He Zi-shun, Xia Yu-jing. 2010. Causes of occurrence of the calyx-end black spot on Korla Fragrant pear. *Journal of Fruit Science*, 27 (4): 556 - 560. (in Chinese)
- 贾晓辉, 王文辉, 李世强, 申春苗, 姜云斌, 何子顺, 夏玉静. 2010. 库尔勒香梨萼端黑斑病发生原因初探. *果树学报*, 27 (4): 556 - 560.
- Jia Xiao-hui, Wang Wen-hui, Li Shi-qiang, Du Yan-min, Zhang Feng, Tong Wei, Wang Zhi-hua. 2014. Preliminary analysis of the cause of the coarse skin on Korla Xiangli. *China South Fruits*, (2): 92 - 94. (in Chinese)
- 贾晓辉, 王文辉, 李世强, 杜艳民, 张 峰, 佟 伟, 王志华. 2014. 库尔勒香梨粗果皮发生原因初步分析. *中国南方果树*, (2): 92 - 94.
- Li Jiang, Ren Ying-ying, Qin Wei-ming, Kui Dan, Guo Qiu-zhi. 2008. The primary study on rough fruit of Korla Fragrant pear. *Journal of Tafim University*, 20 (3): 8 - 10. (in Chinese)
- 李 疆, 任莹莹, 覃为铭, 魁 丹, 郭秋智. 2008. 库尔勒香梨粗皮果的初步研究. *塔里木大学学报*, 20 (3): 8 - 10.
- Liu Jian-feng, Cheng Yun-qing, Peng Shu-ang. 2005. Relationship between calcium content change and endogenous hormones in flesh and seeds of pear. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 11 (2): 269 - 272. (in Chinese)
- 刘剑锋, 程云清, 彭抒昂. 2005. 梨果肉与种子中钙与内源激素含量变化关系研究. *植物营养与肥料学报*, 11 (2): 269 - 272.
- Maimaiti Aishajiang, Yang Qing, Wang Jing-jing, Liu Guo-jie. 2013. Effects of cutting back, banch-bending and bud-notching treatments on endogenous hormones in the buds of Fuji apple. *Acta Horticulturae Sinica*, 40 (8): 1437 - 1444. (in Chinese)
- 艾沙江·买买提, 杨 清, 王晶晶, 刘国杰. 2013. 短截、拉枝、刻芽对苹果枝条不同部位芽激素含量的影响. *园艺学报*, 40 (8):

- 1437 - 1444.
- Marin M A, Cano M P. 1992. Patterns of peroxidase in ripening mango fruit. *Food Sci*, 57 (3): 690 - 692.
- National Technical Committee on Food Industry of Standardization Administration of China. 2010. GB 5009.5-2010 Determination of protein in foods. Beijing: Standards Press of China: 1 - 3. (in Chinese)
- 全国食品工业标准化技术委员会. 2010. GB 5009.5-2010 食品中蛋白质的测定. 北京: 标准出版社: 1 - 3.
- Niu Jian-xin, He Zi-shun. 2009. Dynamic changes of phytohormone content in pear calyx and young fruit during calyx growth and development. *Journal of Fruit Science*, 26 (4): 431 - 434. (in Chinese)
- 牛建新, 何子顺. 2009. 梨果萼脱落宿存过程中果萼幼果内源激素的变化动态. *果树学报*, 26 (4): 431 - 434.
- Peng Fu-tian, Jiang Yuan-mao, Gu Man-ru, Shu Huai-rui. 2003. Effect of nitrogen on apple fruit hormone changing trends and development. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 9 (2): 208 - 213. (in Chinese)
- 彭福田, 姜远茂, 顾曼如, 束怀瑞. 2003. 氮素对苹果果实内源激素变化动态与发育进程的影响. *植物营养与肥科学报*, 9 (2): 208 - 213.
- Ruan Xiao, Wang Qiang, Zhou Jiang-ming, Zheng Chun-xia. 2000. Changes in content or release rate of 4 kinds of plant hormones in relation to the development, ripening and senescence of fragrant pear fruit. *Acta Phytophysiological Sinica*, 26 (5): 402 - 406. (in Chinese)
- 阮晓, 王强, 周江明, 郑春霞. 2000. 香梨果实成熟衰老过程中4种内源激素的变化. *植物生理学报*, 26 (5): 402 - 406.
- Shao Yue-xia, Niu Jian-xin, He Zi-shun. 2007. The influencing factors of abscission and persistent of Korla Fragrant pear fruit. *Northwest Horticulture*, (4): 38 - 40. (in Chinese)
- 邵月霞, 牛建新, 何子顺. 2007. 影响库尔勒香梨果实脱萼宿萼因素研究. *西北园艺*, (4): 38 - 40.
- Sun Cong-wei, Feng Jian-zhong, Ge Shun-feng, Jiang Yuan-mao. 2013. Effect of pruning length on dynamic changes of endogenous hormones in apple tree. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 19 (6): 1459 - 1463. (in Chinese)
- 孙聪伟, 冯建忠, 葛顺峰, 姜远茂. 2013. 不同短截处理对苹果树体内源激素含量的影响. *植物营养与肥科学报*, 19 (6): 1459 - 1463.
- Supervision and Testing Center for Vegetable Quality, Ministry of Agriculture of China (Beijing), Institute of Quality Standards and Testing Technology for the Chinese Academy of Agricultural Sciences. 2008. NY/T 1653-2008 Determination for mineral elements in vegetables, fruits and derives products by ICP-AES method. Beijing: China Agriculture Press: 1 - 3. (in Chinese)
- 农业部蔬菜品质监督检验测试中心(北京), 中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所. 2008. NY/T 1653-2008 蔬菜、水果及制品中矿质元素的测定——电感耦合等离子体发射光谱法. 北京: 中国农业出版社: 1 - 3.
- Tong Yue-ao, Zhou Hou-ji. 1982. Diagnosis method of fruit nutrition. Beijing: Agriculture Press: 9 - 14. (in Chinese)
- 仝月澳, 周厚基. 1982. 果树营养诊断法. 北京: 农业出版社: 9 - 14.
- Wang Wen-hui, Li Zhen-ru, Wang Zhi-hua, Tong Wei, Qi Li-ping. 2005. Study on the relationship between the black spot disease of bagged Huangguan pear fruit and the fruit calcium content and senescence. *Journal of Fruit Science*, 22 (6): 658 - 661. (in Chinese)
- 王文辉, 李振茹, 王志华, 佟伟, 齐丽萍. 2005. 套袋黄冠梨黑点病与钙素营养和果实衰老的关系. *果树学报*, 22 (6): 658 - 661.
- Yu Shao-fu. 1987. Study on the nitrogen and calcium nutrition of apple bitter pit disease. *Yantai Fruits*, (1): 11 - 18. (in Chinese)
- 于绍夫. 1987. 苹果的氮钙营养与苦痘病相关性的研究. *烟台果树*, (1): 11 - 18.
- Yusan Kurban, Qiman Yunus, Li Jiang, Qin Wei-ming. 2012. Comparison of fruit quality of normal and rough bark pear in persistent calyx and dropping calyx of Korla Fragrant pear. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 49 (6): 1028 - 1034. (in Chinese)
- 玉山·库尔班, 齐曼·尤努斯, 李疆, 覃伟铭. 2012. 库尔勒香梨脱萼、宿萼正常果和粗皮果的品质比较. *新疆农业科学*, 49 (6): 1028 - 1034.
- Zhang Wei, Yang Zheng-tan. 1988. Changes of the rate of ethylene production and the levels of ABA in 'Bartlett' pears during maturation. *Acta Botanica Sinica*, 30 (4): 453 - 456. (in Chinese)
- 张微, 杨正潭. 1988. 巴梨成熟期间乙烯与脱落酸含量的变化. *植物学报*, 30 (4): 453 - 456.
- Zhao Ping, Lin Ke-hui, Zheng Yi. 2005. Effect of N and K nutrition on chlorophyll content and endogenous hormones in the process of tobacco senescence. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 11 (3): 379 - 384. (in Chinese)
- 赵平, 林克惠, 郑毅. 2005. 氮钾营养对烟叶衰老过程中内源激素与叶绿素含量的影响. *植物营养与肥科学报*, 11 (3): 379 - 384.