

网络出版日期:2017-11-17
网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1220.S.20171117.1101.020.html

‘库尔勒香梨’幼果内源激素分布差异与果实萼片脱落的关系

李长江^{1,2},李 鹏¹,井春芝³,田 嘉¹,张 渊¹,李 疆¹

(1. 新疆农业大学 林学与园艺学院,乌鲁木齐 830052;2. 金正大生态工程集团股份有限公司,山东临沭 276700;
3. 新疆巴州林业科学技术推广中心,新疆库尔勒 841000)

摘 要 以‘库尔勒香梨’‘鸭梨’‘锦丰梨’为试验材料,探究‘库尔勒香梨’幼果不同部位内源激素分布差异与果实萼片脱落之间的关系。采用酶联免疫吸附测定法(ELISA)测定幼果萼端、中部和下部的 IAA、ZR、GA₃ 和 ABA 质量分数,进行差异显著性分析。结果表明,‘库尔勒香梨’脱萼幼果、‘鸭梨’幼果与‘库尔勒香梨’宿萼幼果、‘锦丰梨’幼果萼端 IAA、ZR 质量分数不存在差异性,而幼果下部 IAA 和 ZR 质量分数存在极显著性差异,‘库尔勒香梨’脱萼幼果和宿萼幼果下部 ABA 和 GA₃ 质量分数存在极显著性差异。‘库尔勒香梨’脱萼幼果和‘鸭梨’幼果中的 IAA、GA₃ 主要分布在萼端,ZR 主要分布在中部,ABA 主要分布在萼端和下部;宿萼幼果和‘锦丰梨’幼果中的 IAA、ZR 和 GA₃ 主要分布在幼果中部,ABA 主要分布在幼果下部。在‘库尔勒香梨’萼片脱落临界期,脱宿萼幼果不同部位内源激素质量分数存在显著差异性,幼果下部 IAA、ZR 质量分数高有利于萼片宿存,幼萼片端 GA₃ 和 ABA 质量分数高可能有利于萼片脱落。

关键词 ‘库尔勒香梨’;幼果;内源激素;脱萼;宿萼

中图分类号 S661.2 **文献标志码** A **文章编号** 1004-1389(2017)11-1631-08

‘库尔勒香梨’(*Pyrus sinkiangensis* Yu. cv. ‘Kuerlexiangli’),属蔷薇科,梨属,新疆梨的一种。因其果实皮薄肉脆、清甜多汁、营养丰富、香味独特而远销国内外,年出口量 3 万 t,受到世界各地消费者的青睐^[1-3]。‘库尔勒香梨’是新疆名优特色水果之一,栽培历史悠久,其发展受到自治区政府和库尔勒市政府的大力支持,2015 年全疆香梨面积约 7 万 hm²,年总产量约 103.94 万 t,占全国梨栽培面积的 6%、产量的 8%,‘库尔勒香梨’已经成为当地及周边农民增加收入、摆脱贫困的重要经济作物^[4]。自然生长状态下‘库尔勒香梨’果实萼片存在宿存和脱落 2 种状态,与脱萼果相比,宿萼果果形不一致,石细胞偏多,果核大,可食用比例减小,香味淡,近核处偏酸,严重降低‘库尔勒香梨’的产业效益^[5]。‘库尔勒香梨’的萼片宿存与其树体激素水平、树龄、树势、光照、修剪、授粉品种和砧木等因素都有关系^[6-11],其中激素水平可调节性强,技术较为成熟,已经广泛应用在‘库尔勒香梨’的生长栽培中。

植物激素是指植物细胞接受特定环境信号诱导产生的低浓度可调节植物生理反应的活性物质^[12],在植物器官的脱落调控中有很大的作用,有的激素促进器官脱落,有的激素抑制器官脱落^[13]。阮晓等^[14]认为‘库尔勒香梨’萼端突起与内源激素的含量有关,目前普遍的方法是喷施植物生长调节剂,通过调节内源激素分布水平调控果实生长,以此提高‘库尔勒香梨’脱萼率及品质。李红芳等^[15]以砀山酥梨为试验材料,研究保花保果剂(PBO)对砀山酥梨脱萼的影响,结果表明 PBO 对砀山酥梨具有良好的脱萼效果,喷施浓度 250~300 倍稀释液效果最好。本试验以自然生长条件下的‘库尔勒香梨’‘鸭梨’‘锦丰梨’为材料,测量‘库尔勒香梨’脱宿萼幼果、‘鸭梨’幼果和‘锦丰梨’幼果不同部位发育过程中内源激素吲哚乙酸(IAA)、脱落酸(ABA)、赤霉素(GA₃)和玉米素核苷(ZR)的分布差异,并分析 4 种激素在‘库尔勒香梨’萼片脱落过程中所起的作用,为探明‘库尔勒香梨’萼片脱落机制提供基础数据,为实

收稿日期:2016-07-04 修回日期:2016-11-08
基金项目:国家林业公益性行业科研专项(201304701-1);新疆维吾尔自治区园艺学重点学科基金;国家果树瓜类改良中心新疆分中心建设项目。
第一作者:李长江,男,硕士研究生,研究方向为果树栽培技术。E-mail:1031251622@qq.com
通信作者:李 疆,男,博士生导师,主要从事果树栽培生理与种质资源的研究。E-mail:lijiangxj@163.com

际生产中提高‘库尔勒香梨’脱萼果率提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料

以‘库尔勒香梨’幼果(脱宿萼果数量比接近1∶1)、“鸭梨”幼果(脱萼率100%)和“锦丰梨”幼果(宿萼率100%)为试验材料,其中以“鸭梨”幼果和“锦丰梨”幼果为参照。试验于2015年4月进行,“库尔勒香梨”树、“鸭梨”树和“锦丰梨”树生长在新疆巴音郭楞蒙古自治州库尔勒沙依东园艺场,树龄15 a,株行距5 m×6 m,生长良好,管理水平一致。

1.2 方法

1.2.1 样品采集 在“库尔勒香梨”萼片脱落临界期时(即幼果萼片出现明显的由绿变黄时),分别摘取“库尔勒香梨”脱萼果和宿萼果、“鸭梨”幼果和“锦丰梨”幼果,每批采集10个幼果,迅速用刀分成萼端、中部和下部3部分,包裹在锡箔纸中称量记录,放入液氮中冷冻保存,带回实验室后转移至低温冰箱(−40 ℃)保存,待用。

1.2.2 样品内源激素的提取纯化 内源激素的提取参照刘天宝^[16]、马海燕^[17]的方法,并改进如下:快速准确称量0.5~1.0 g 低温冰箱(−40 ℃)保存的幼果,加入0.1 g PVPP,液氮下研磨,加入2 mL 预冷的提取液(内含体积分数80%甲醇,质量分数1%的BHT抗氧化剂;4 ℃预冷),转入10 mL 离心管,再用3 mL 提取液分3次将研钵冲洗干净,一并转入离心管中,摇匀后密封放置在4 ℃冰箱中过夜浸提12 h。取出在4 ℃下9 000 r/min 离心20 min,取上清液,剩余残渣加1 mL 提取液4 ℃下再浸提2 h,继续离心,合并上清液,弃残渣。

内源激素的纯化用 Sep-Pak C₁₈ 萃取,步骤如下:先用4 mL 体积分数100%甲醇活化C₁₈小柱,接着用4 mL 体积分数为80%甲醇平衡C₁₈小柱,然后上样并收集滤液,再依次用体积分数均为100%甲醇和乙醚分别洗柱(重复操作3次),最后将滤液过0.22 μm 微孔滤膜,过柱后的滤液用氮吹仪吹干,除去样品中的甲醇。

1.2.3 样品内源激素的测定 采用酶联免疫吸附分析法测定幼果不同部位中 IAA、ABA、GA₃ 和 ZR 4 种内源激素的质量分数,WD-7417B 型酶标仪购自北京六一仪器厂,酶联免疫试剂盒由上海酶联生物科技有限公司提供,其他化学试剂均为国产分析纯。

1.2.4 数据处理 用 Microsoft Excel 2013、SPSS 19.0 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 幼果不同部位生长素(IAA)的分布差异

从表1可以看出,“库尔勒香梨”脱宿萼幼果、“鸭梨”幼果及“锦丰梨”幼果萼端的 IAA 质量分数间没有差异性。“库尔勒香梨”宿萼幼果中部 IAA 质量分数与“库尔勒香梨”脱萼幼果、“鸭梨”幼果、“锦丰梨”幼果中部 IAA 质量分数存在极显著性差异($P<0.01$),“库尔勒香梨”脱萼幼果中部 IAA 质量分数与“鸭梨”幼果存在显著性差异($P<0.05$),二者与“锦丰梨”幼果中部 IAA 质量分数间不存在差异性。“库尔勒香梨”脱萼幼果和“鸭梨”幼果下部 IAA 质量分数不存在差异性,“库尔勒香梨”宿萼幼果和“锦丰梨”幼果之间也不存在差异性,但是“库尔勒香梨”脱萼幼果、“鸭梨”幼果与香梨宿萼幼果、“锦丰梨”幼果下部的 IAA 质量分数存在极显著性差异($P<0.01$)。表1还显示,“库尔勒香梨”宿萼幼果和“锦丰梨”幼果中

表 1 ‘库尔勒香梨’‘鸭梨’‘锦丰梨’幼果不同部位生长素(IAA)质量分数与质量分数比

Table 1 The mass fraction and mass fraction ratio of auxin (IAA) in different parts of

Korla fragrant pear, Yali pear and Jinfeng pear							ng/g
类别 Sort		幼果萼端 Top of fruitlet	幼果中部 Middle of fruitlet	幼果下部 Lower of fruitlet	萼端/幼果 Top/ Fruitlet	中部/幼果 Middle/ Fruitlet	下部/幼果 Lower/ Fruitlet
宿萼	Calyx existence	7.85±0.65 aA	12.11±0.55 aA	9.88±0.42 aA	0.263	0.406	0.331
脱萼	Calyx shedding	9.32±0.29 aA	7.00±0.49 cB	6.62±0.17 bB	0.406	0.305	0.289
鸭梨	Yali pear	8.61±0.59 aA	6.14±0.54 bB	6.22±0.43 bB	0.411	0.293	0.297
锦丰梨	Jinfeng pear	8.06±0.15 aA	8.35±0.43 bcB	9.13±0.33 aA	0.315	0.327	0.357

注:数据为“平均数±标准误”,同列数据后小写字母表示0.05水平上的差异显著性,大写字母表示0.01水平上的差异显著性。下同。
Note: The data in the table are “mean±SE”. Different lowercases letters in the same column indicate significant differences($P<0.05$), and different capital letters indicate significant differences($P<0.01$). The same below.

IAA 质量分数偏高,‘库尔勒香梨’宿萼幼果和‘锦丰梨’幼果中部的 IAA 质量分数占整个果实 IAA 的质量分数较高,‘库尔勒香梨’脱萼幼果和‘鸭梨’幼果中 IAA 主要集中在幼果萼端,而‘库尔勒香梨’宿萼幼果和‘锦丰梨’幼果中的 IAA 主要分布于幼果的中下部位。

2.2 幼果不同部位玉米素(ZR)的分布差异

由表 2 可知,‘库尔勒香梨’脱宿萼幼果、‘鸭梨’幼果及‘锦丰梨’幼果萼端的 ZR 质量分数间没有显著性差异,与 IAA 的结果相同。‘库尔勒香梨’宿萼幼果中部的 ZR 质量分数与‘库尔勒香梨’脱萼幼果、‘鸭梨’幼果之间存在极显著性差异,且质量分数最高,后两者之间没有差异性。‘库尔勒香梨’脱萼幼果、‘鸭梨’幼果下部的 ZR

质量分数与‘库尔勒香梨’宿萼幼果、‘锦丰梨’幼果间存在极显著性差异,‘库尔勒香梨’脱萼幼果与‘鸭梨’幼果 ZR 质量分数间没有显著性差异,‘库尔勒香梨’宿萼幼果与‘锦丰梨’幼果 ZR 质量分数同样不存在显著性差异。‘库尔勒香梨’脱宿萼幼果、‘鸭梨’幼果和‘锦丰梨’幼果中上部 ZR 质量分数比较接近,而‘库尔勒香梨’宿萼幼果和‘锦丰梨’幼果下部的 ZR 质量分数比‘库尔勒香梨’脱萼幼果和‘鸭梨’幼果下部 ZR 质量分数高。‘库尔勒香梨’脱萼幼果和‘鸭梨’幼果 ZR 主要分布于中上部,而‘库尔勒香梨’宿萼幼果和‘锦丰梨’幼果中的 ZR 主要集中分布在中部,幼果萼端和下部 ZR 质量分数相近。

表 2 ‘库尔勒香梨’‘鸭梨’‘锦丰梨’幼果不同部位玉米素(ZR)质量分数与质量分数比

Table 2 The mass fraction and mass fraction ratio of zeatin riboside (ZR) in different parts of Korla fragrant pear, Yali pear and Jinfeng pear		ng/g					
类别 Sort		幼果萼端 Top of fruitlet	幼果中部 Middle of fruitlet	幼果下部 Lower of fruitlet	萼端/幼果 Top/ Fruitlet	中部/幼果 Middle/ Fruitlet	下部/幼果 Lower/ Fruitlet
宿萼	Calyx existence	1.14±0.02 aA	2.13±0.19 aA	1.36±0.53 aA	0.244	0.465	0.291
脱萼	Calyx shedding	1.20±0.12 aA	1.17±0.12 bB	0.84±0.86 bB	0.374	0.363	0.262
鸭梨	Yali pear	1.22±0.12 aA	1.30±0.33 bB	0.94±0.06 bB	0.352	0.377	0.271
锦丰梨	Jinfeng pear	1.30±0.14 aA	1.81±0.14 bB	1.37±0.82 aA	0.291	0.404	0.305

2.3 幼果不同部位赤霉素(GA₃)的分布差异

由表 3 可知,‘库尔勒香梨’脱萼幼果、‘鸭梨’幼果萼端的 GA₃ 质量分数与‘库尔勒香梨’宿萼幼果、‘锦丰梨’幼果萼端 GA₃ 质量分数存在极显著性的差异,且‘库尔勒香梨’脱萼幼果和‘鸭梨’幼果的 GA₃ 质量分数均高于‘库尔勒香梨’宿萼幼果和‘锦丰梨’幼果,说明‘库尔勒香梨’幼果萼端高浓度的 GA₃ 有利于萼片脱落。‘锦丰梨’幼果中部的 GA₃ 质量分数最低,且与‘库尔勒香梨’宿萼幼果、‘库尔勒香梨’脱萼幼果、‘鸭梨’幼果之

间存在极显著性差异,‘库尔勒香梨’宿萼幼果与‘库尔勒香梨’脱萼幼果中部 GA₃ 质量分数存在显著性差异。‘库尔勒香梨’脱萼幼果和‘鸭梨’幼果下部 GA₃ 质量分数没有差异性,但是与‘库尔勒香梨’宿萼幼果、‘锦丰梨’幼果下部 GA₃ 质量分数存在显著性差异。‘库尔勒香梨’脱萼幼果和‘鸭梨’幼果中的 GA₃ 质量分数较高,且主要分布于幼果萼端和中部,而‘库尔勒香梨’宿萼幼果和‘锦丰梨’幼果中的 GA₃ 主要分布于幼果中部。

表 3 ‘库尔勒香梨’‘鸭梨’‘锦丰梨’幼果不同部位赤霉素(GA₃)质量分数与质量分数比

Table 3 The mass fraction and mass fraction ratio of gibberellin (GA ₃) in different parts of Korla fragrant pear, Yali pear and Jinfeng pear		ng/g					
类别 Sort		幼果萼端 Top of fruitlet	幼果中部 Middle of fruitlet	幼果下部 Lower of fruitlet	萼端/幼果 Top/ Fruitlet	中部/幼果 Middle/ Fruitlet	下部/幼果 Lower/ Fruitlet
宿萼	Calyx existence	83.02±6.92 bB	116.327±11.22 bA	56.921±9.57 bAB	0.324	0.454	0.222
脱萼	Calyx shedding	144.31±8.68 aA	170.503±12.73 aA	95.057±13.48 aA	0.352	0.416	0.232
鸭梨	Yali pear	166.30±17.59 aA	132.649±4.18 abA	103.240±0.93 aA	0.413	0.330	0.257
锦丰梨	Jinfeng pear	47.68±7.41 bB	68.939±2.28 cB	43.084±9.67 cB	0.299	0.432	0.270

2.4 幼果不同部位脱落酸(ABA)的分布差异

从表 4 可以看出,‘库尔勒香梨’宿萼幼果、‘锦丰梨’幼果萼端的 ABA 质量分数较低,且差异较小,与‘库尔勒香梨’脱萼幼果和‘鸭梨’幼果萼端的 ABA 质量分数存在极显著性差异。‘鸭梨’幼果中部 ABA 质量分数与‘库尔勒香梨’脱萼、‘锦丰梨’幼果中部的 ABA 质量分数存在显著性差异,与‘库尔勒香梨’宿萼幼果中部 ABA 质量分数存在极显著性差异,‘鸭梨’幼果下部的 ABA 质量分数与‘库尔勒香梨’脱宿萼、‘锦丰梨’的下部 ABA 质量分数存在极显著性差异。‘库尔勒香梨’脱萼幼果和‘鸭梨’幼果萼端的 ABA 质量分数较高,且‘库尔勒香梨’脱萼幼果和‘鸭梨’幼果中的 ABA 主要集中于幼果萼端,说明幼

果萼端高质量分数的 ABA 有利于萼片的脱落。‘库尔勒香梨’宿萼幼果和‘锦丰梨’幼果中的 ABA 主要集中于幼果中下部,同样也说明幼果萼端的 ABA 积累有利于萼片的脱落。

2.5 幼果不同部位内源激素质量分数的方差分析

对‘库尔勒香梨’脱宿萼幼果、‘鸭梨’幼果、‘锦丰梨’幼果不同部位 4 种内源激素的质量分数进行方差分析,结果如表 5 所示:幼果萼端 GA₃ 和 ABA 质量分数存在极显著性差异;幼果中部的内源激素均存在显著性差异,其中 IAA、GA₃ 存在极显著性差异;幼果下部 4 种激素也都存在显著性差异,IAA 质量分数存在极显著性差异。

表 4 ‘库尔勒香梨’‘鸭梨’‘锦丰梨’幼果不同部位脱落酸(ABA)质量分数与质量分数比

		Table 4 The mass fraction and mass fraction ratio of abscisic acid (ABA) in different parts of Korla fragrant pear, Yali pear and Jinfeng pear					ng/g
类别	Sort	幼果萼端 Top of fruitlet	幼果中部 Middle of fruitlet	幼果下部 Lower of fruitlet	萼端/幼果 Top/ Fruitlet	中部/幼果 Middle/ Fruitlet	下部/幼果 Lower/ Fruitlet
宿萼	Calyx existence	27.81±4.06 cB	30.55±4.54 bB	55.68±11.61 bB	0.244	0.268	0.488
脱萼	Calyx shedding	84.58±9.84 aA	37.58±3.43 bAB	56.88±4.25 bB	0.472	0.210	0.318
鸭梨	Yali pear	109.80±12.00 aA	61.89±7.33 aA	65.09±3.06 bA	0.464	0.261	0.275
锦丰梨	Jinfeng pear	31.59±3.21 cB	40.03±4.79 bAB	45.45±2.04 bB	0.270	0.342	0.388

3 讨论

‘库尔勒香梨’果实品质受萼片脱落和宿存影响明显,脱萼果(母梨)品质明显比宿萼果(公梨)高,市场价格也高于宿萼果。萼片脱落宿存主要是由品种特性决定的^[18],但是栽培条件、授粉条件、砧木类型、树龄大小、修剪程度对萼片的脱落也有不同程度的影响^[19]。本试验以自然生长状态下的‘库尔勒香梨’‘鸭梨’‘锦丰梨’为材料,以‘库尔勒香梨’幼果萼片脱落临界期为采样时间点,分别测定幼果萼端、中部和下部的内源激素分布,并进行差异显著性分析,结果发现 3 个材料幼果萼端的 IAA、ZR 质量分数间没有差异性,但幼果中、下部 IAA、ZR 质量分数存在极显著性差异,而且在‘库尔勒香梨’萼片脱落临界期,其宿萼幼果和‘锦丰梨’幼果 IAA 和 ZR 主要分布在幼果的中、下部,说明‘库尔勒香梨’萼片脱落期间高质量分数的 IAA、ZR 有利于萼片宿存,这与牛建新等^[20]在梨果萼脱落宿存过程中幼果内源激素变化动态的研究结果相近。许多研究表明,IAA 能够延迟或抑制离层的形成,从而延迟或抑制器

官的脱落。而陈捷^[21]在生长调节剂对砀山酥梨幼果内源激素的影响研究中发现,高浓度的 ZR 有利于果实萼片的脱落。贾兵^[22]在研究生长调节剂对砀山酥梨果实萼片脱落与宿存的影响机制中发现,喷施外源激素 PBO、PPP333 能够显著降低宿萼果中 IAA 质量分数,诱发萼片脱落,提高脱萼率,高质量分数的 IAA 有利于萼片宿存,这也与阮晓等^[14]在‘库尔勒香梨’的研究结果相近。陈捷^[21]在生长调节剂对‘砀山酥梨’研究中同时还发现,脱萼果 IAA 的质量分数几乎全部低于宿萼果,说明低质量分数的 IAA 促进‘砀山酥梨’果实萼片脱落。GA₃ 是抑制幼果萼片脱落的主要激素,但是试验发现,‘库尔勒香梨’幼果和‘鸭梨’幼果中的 GA₃ 质量分数相对较高,且‘库尔勒香梨’脱萼幼果和‘鸭梨’幼果中的 GA₃ 质量分数与‘库尔勒香梨’宿萼幼果和‘锦丰梨’幼果中存在显著性差异,说明‘库尔勒香梨’幼果中高质量分数的 GA₃ 可能有利于萼片的脱落,而刘妮等^[23]认为高水平的 GA₃ 是导致果实萼片宿存的关键所在,需要进一步深入研究。‘库尔勒香梨’脱萼和‘鸭梨’幼果的 ABA 主要分布于幼果萼端,说明

‘库尔勒香梨’幼果萼端高质量分数的 ABA 有利于果实萼片脱落,刘妮等^[23]在‘砀山酥梨’幼果萼片的脱落研究中发现同样结果,‘砀山酥梨’幼果

果顶高质量分数的 ABA 有利于果实萼片脱落,反之有利于萼片宿存。

表 5 幼果不同部位内源激素质量分数的方差分析

Table 5 The variance analysis of endogenous hormone mass fraction in different parts of fruitlet

类别 Sort		变异来源 Source of variation	平方和 Sum of squares	自由度 Degree of freedom	均差 Mean square	F 值 F value	P 值 P value
幼果萼端 Top of fruitlet	IAA	组间 Between groups	3.902	3	1.301	1.968	0.197 0
		组内 Within group	5.286	8	0.661		
		总变异 Total	9.188	11			
	ZR	组间 Between groups	0.039	3	0.013	0.352	0.789 0
		组内 Within group	0.299	8	0.037		
		总变异 Total	0.338	11			
	GA ₃	组间 Between groups	2 6875.454	3	8 958.485	21.666	<0.01
		组内 Within group	2 924.059	8	365.507		
		总变异 Total	29 799.513	11			
幼果中部 Middle of fruitlet	ABA	组间 Between groups	6 703.194	3	2 234.398	20.410	<0.01
		组内 Within group	875.787	8	109.473		
		总变异 Total	7 578.981	11			
	IAA	组间 Between groups	62.396	3	20.799	27.163	0.000 2
		组内 Within group	6.126	8	0.766		
		总变异 Total	68.522	11			
	ZR	组间 Between groups	1.938	3	0.646	11.870	0.003
		组内 Within group	0.435	8	0.054		
		总变异 Total	2.373	11			
	GA ₃	组间 Between groups	15 940.441	3	5 313.480	9.229	<0.01
		组内 Within group	1 961.964	8	245.246		
		总变异 Total	17 902.405	11			
	ABA	组间 Between groups	1 647.315	3	549.105	6.717	0.014
		组内 Within group	654.000	8	81.750		
		总变异 Total	2 301.314	11			
幼果下部 Lower of fruitlet	IAA	组间 Between groups	29.609	3	9.870	26.250	<0.01
		组内 Within group	3.008	8	0.376		
		总变异 Total	32.617	11			
	ZR	组间 Between groups	0.686	3	0.229	14.654	0.013
		组内 Within group	0.125	8	0.016		
		总变异 Total	0.810	11			
	GA ₃	组间 Between groups	7 633.640	3	2 544.547	20.410	0.006
		组内 Within group	2 205.634	8	275.704		
		总变异 Total	9 839.274	11			
	ABA	组间 Between groups	7 579.480	3	2 526.493	11.184	0.003
		组内 Within group	1 807.294	8	225.912		
		总变异 Total	9 386.773	11			

4 结 论

‘库尔勒香梨’萼片脱落与内源激素 IAA、ZR、GA₃ 和 ABA 的分布密切相关,在‘库尔勒香梨’幼果萼片脱落临界期,‘库尔勒香梨’脱萼幼果中内源激素的分布存在显著性差异。‘库尔勒香梨’幼果中下部高质量分数的 IAA、ZR 有利于库尔勒萼片的宿存,幼果萼端 GA₃ 的积累可能有利于果实萼片脱落,‘库尔勒香梨’脱萼幼果中 ABA 质量分数明显高于宿萼幼果,且主要集中在幼果萼端,说明‘库尔勒香梨’幼果萼端高质量分数的 ABA 有利于萼片脱落。

参考文献 Reference:

- [1] 陈计峦,周 珊,王 强,等.新疆‘库尔勒香梨’的香气成分分析[J]. 食品科技,2007(6):95-98,103.
CHEN J L,ZHOU SH,WANG Q,*et al.* Analysis of aroma components of Xinjiang kuerle fragrant pear[J]. *Food Science and Technology*,2007(6):95-98,103(in Chinese with English abstract).
- [2] 田 嘉,曾 斌,罗淑萍,等.‘库尔勒香梨’PsPL 基因的克隆与表达分析[J]. 果树学报,2015,32(6):1012-1019.
TIAN J,ZENG B,LUO SH P,*et al.* Cloning and expression analysis of PsPL gene in ‘Korla fragrant pear’ (*Pyrus sinkiangensis* Yu) [J]. *Journal of Fruit Science*,2015,32(6):1012-1019(in Chinese with English abstract).
- [3] 高启明,李 疆,李 阳.‘库尔勒香梨’研究进展[J]. 经济林研究,2005,23(1):79-82.
GAO Q M,LI J,LI Y. Literature review of researches on ‘Kuerle sweet pear’[J]. *Nonwood Forest Research*,2005,23(1):79-82(in Chinese with English abstract).
- [4] 何子顺,牛建新,邵月霞.‘库尔勒香梨’果实萼片脱落与宿存研究概述[J]. 中国果菜,2006(2):10-11.
HE Z SH,NIU J X,SHAO Y X. General review of study on the calyx leaving from fruit and persistent calyx of Kuerle pear[J]. *China Fruit Vegetable*,2006(2):10-11(in Chinese with English abstract).
- [5] 任莹莹.影响‘库尔勒香梨’果实品质的相关因子及提高果实品质的措施研究[D]. 乌鲁木齐:新疆农业大学,2007:2-3.
REN Y Y. Studies on influencing related factors of fruit quality and measures of improving fruit quality in Korla fragrant pear[D]. Urumqi: Xinjiang Agricultural University,2007:2-3(in Chinese with English abstract).
- [6] OZGA J A,REINECKE D M. Hormonal interactions in fruit development[J]. *Journal of Plant Growth Regulation*,2003,22(1):73-78.
- [7] KLATHLEEN M B,ANTON M P,ANTHONY D S. Anatomy of ethylene-induced petal abscission in *Pelargonium* × *Hortorum*[J]. *Annals of Botany*,1993,71(6):559-566.
- [8] 宋 清,岳长安,吴宪峰,等. 砀山酥梨不脱萼果多的原因初探[J]. 落叶果树,2004(2):41-42.
SONG Q,YUE CH A,WU X F,*et al.* Preliminary exploring the reason of Dangshansu pear calyx doing not falling off more[J]. *Deciduous Fruits*,2004(2):41-42(in Chinese with English abstract).
- [9] 于新刚,孙 蕾.几个日韩砂梨品种果实脱萼技术[J]. 山西果树,2007(6):17-18.
YU X G,SUN L. The technology of some Japanese and Korean sand pear calyx shedding[J]. *Shanxi Fruits*,2007(6):17-18(in Chinese with English abstract).
- [10] 马建江,宋 文.巴州‘库尔勒香梨’生产中存在的主要问题及解决办法[J]. 山西果树,1996(4):7-9.
MA J J,SONG W. The main problems existing in Bazhou Korla fragrant pear production and solutions[J]. *Shanxi Fruits*,1996(4):7-9(in Chinese with English abstract).
- [11] 李兵伟,朱立武,叶振风.授粉品种对砀山酥梨坐果及果实萼片宿存的影响[J]. 中国农学通报,2009,25(2):164-167.
LI B W,ZHU L W,YE ZH F. Effect of pollinator on fruit set and sepal persistence in Dangshansu pear[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*,2009,25(2):164-167(in Chinese with English abstract).
- [12] 王丽萍,李志刚,谭乐和,等.植物内源激素研究进展[J]. 安徽农业科学,2011,39(4):1912-1914.
WANG L P,LI ZH G,TAN L H,*et al.* Research progress on plant endogenous hormones[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*,2011,39(4):1912-1914(in Chinese with English abstract).
- [13] 姜彦辰.梨萼片脱落与宿存果实内源激素及品质的差异研究[D]. 南京:南京农业大学,2011:7.
JIANG Y CH. Research of differences of endogenous hormones and quality in calyx persistent or fall off fruit[D]. Nanjing:Nanjing Agricultural University,2011:7(in Chinese with English abstract).
- [14] 阮 晓,王 强,周疆明,等.香梨的果表突起和落果裂果与果实中内源激素之间的关系[J]. 植物生理学通讯,2001,37(4):220-221.
RUAN X,WANG Q,ZHOU J M,*et al.* The relationship between endogenous hormone of fragrant pear fruit and calyx-end tubercle,abscission of fruit and schizocarpic fruit[J]. *Plant Physiology Journal*,2001,37(4):220-221(in Chinese with English abstract).
- [15] 李红芳,张宏建.砀山酥梨 PBO 脱萼试验[J]. 河北林果研究,2012,27(4):430-431.
LI H F,ZHANG H J. The test of calyx dropped off by using PBO on Dangshan pear[J]. *Hebei Journal of Forestry and Orchard Research*,2012,27(4):430-431(in Chinese with English abstract).
- [16] 刘天宝.不同叶序植物内源细胞分裂素和生长素差异分析[D]. 合肥:安徽农业大学,2010:14-15.
LIU T B. Variance analysis of endogenous cytokinin and

auxia in different phyllotaxis plants[D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2010: 14-15 (in Chinese with English abstract).

[17] 马海燕. 葡萄生长过程中内源激素含量变化的研究[D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2007: 24-25.

MA H Y. Changes of endogenous hormones in grapevine during its development[D]. Yangling Shaanxi: Northwest A&F University, 2007: 24-25 (in Chinese with English abstract).

[18] 徐庆岫, 盖新强. ‘库尔勒香梨’突顶果的发生原因及防治[J]. 新疆农业科学, 1988(3): 23-25.

XU Q X, GAI X Q. Causes and prevention of Korla fragrant pear fruit top processes[J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 1988(3): 23-25 (in Chinese).

[19] 邵月霞. ‘库尔勒香梨’萼片脱落及果实发育变化研究[D]. 新疆石河子: 石河子大学, 2007: 22.

SHAO Y X. Studies on changes of abscission calyx of fragrant pear and the development of fruit of Kuerle fragrant pear[D]. Shihezi Xinjiang: Shihezi University, 2007: 22 (in Chinese with English abstract).

[20] 牛建新, 何子顺. 梨果萼脱落宿存过程中果萼幼果内源激素的变化动态[J]. 果树学报, 2009, 26(4): 431-434.

NIU J X, HE Z SH. Dynamic changes of phytohormone content in pear calyx and young fruit during calyx growth and development[J]. *Journal of Fruit Science*, 2009, 26(4): 431-434 (in Chinese with English abstract).

[21] 陈捷. 生长调节剂对砀山酥梨幼果内源激素和果实品质及萼片发育的影响[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2007: 30.

CHEN J. Effects of growth regulant on development of calyx and dynamic change of endogenous hormone and fruit quality in Chinese pear ‘Dangshansuli’[D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2007: 30 (in Chinese with English abstract).

[22] 贾兵. 生长调节剂对‘砀山酥梨’果实萼片脱落与宿存的影响机制研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2012: 69-70.

JIA B. A study on the effect mechanism of growth regulators on fruit calyx shedding or persistence in ‘Dangshansuli’ pear[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2012: 69-70 (in Chinese with English abstract).

[23] 刘妮, 陶书田, 张绍铃, 等. 授粉品种对‘库尔勒香梨’果实萼片宿存及品质的影响[J]. 南京农业大学学报, 2011, 34(3): 43-47.

LIU N, TAO SH T, ZHANG SH L, *et al.* Effect of different pollinizer varieties on calyx retention and quality for ‘Kuerlexiangli’ fruit[J]. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2011, 34(3): 43-47 (in Chinese with English abstract).

The Relationship between Endogenous Hormones Distribution in Fruitlets and Calyx Shedding of ‘Korla Fragrant Pear’

LI Changjiang^{1,2}, LI Peng¹, JING Chunzhi³, TIAN Jia¹, ZHANG Yuan¹ and LI Jiang¹

(1. College of Forestry and Horticulture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China; 2. Kingenta Ecological Engineering Group Co., Ltd, Linshu Shandong 276700, China; 3. Extension Center of Forestry Science and Technology, Bayinguoleng Mongolia Autonomous Prefecture, Kuerle Xinjiang 841000, China)

Abstract In this research, Korla fragrant pear, ‘Yali pear’ and ‘Jinfeng pear’ were used as experimental materials to explore the relationship between fruit calyx shedding and endogenous hormone mass fractions in different parts of ‘Korla fragrant pear’ fruitlets. Mass fractions of IAA, ZR, GA₃ and ABA in three parts of ‘Korla fragrant pear’, ‘Yali pear’ and ‘Jinfeng pear’ fruitlets were determined using Enzyme-linked Immunosorbent Assays (ELISA) method, and the significant differences of the mass fractions were analyzed as well. The results showed that, there were no differences in the mass fractions of IAA and ZR in the calyx ends of ‘Korla fragrant pear’, ‘Yali pear’ and ‘Jinfeng pear’ fruitlets, but there were significant differences in the mass fractions of IAA and ZR in the lower parts of their fruitlets, and remarkable differences existed in the mass fractions of ABA and GA₃ in the lower parts of ‘Korla fragrant pear’ shedding calyx fruitlets and persistent calyx fruitlets; besides, in ‘Korla fragrant pear’ shedding calyx fruitlets and ‘Yali pear’ fruitlets, IAA and GA₃ were mainly distributed in the calyx ends, ZR in the middle parts and ABA in the calyx ends as well as the lower parts, while in ‘Korla fragrant pear’ persistent calyx fruitlets and ‘Jinfeng pear’ fruitlets, IAA, ZR, and GA₃ mostly existed in the middle parts and ABA in the lower parts. Thus, it is concluded that significant differences exist in IAA, GA₃, ZR and ABA mass fractions in ‘Korla fragrant pear’ fruitlets

during the critical period of calyx shedding,high mass fractions of IAA and ZR in lower parts of fruitlets are conducive to the calyx persistence,and high accumulations of GA₃ and ABA in the calyx ends are helpful to the calyx shedding.

Key words ‘Korla fragrant pear’; Fruitlet; Endogenous hormone; Calyx shedding; Calyx persistence

Received 2016-07-04 **Returned** 2016-11-08

Foundation item National Forestry Public Welfare Industry Research Special (No. 201304701-1); Xinjiang Uygur Autonomous Region Fund for Key Disciplines of Horticulture; Construction Project of Xinjiang Sub-center of the National Fruits and Melons Improvement Center.

First author LI Changjiang,male,master student. Research area;cultivation techniques of fruit tree. E-mail:1031251622@qq.com

Corresponding author LI Jiang,male,doctoral supervisor. Research area;fruit trees cultivation physiology and germplasm resources research. E-mail:lijiangxj@163.com

(责任编辑:潘学燕 Responsible editor: PAN Xueyan)



美国《马铃薯生产与食品加工》专著正式出版

由西北农林科技大学农学院马铃薯专家刘孟君老师翻译的《马铃薯生产与食品加工》一书,已经由上海科技出版社出版(2017 年 1 月)。

本书是美国 20 世纪以来西方世界所出版的最经典和最权威马铃薯生产与加工专业书籍,在美国再版 3 次。本书也是中国迄今为止所引进马铃薯生产与加工的第一部系统专业性书籍,也是中国出版的第一部针对马铃薯生产与加工专著。

本书共有 20 章。第 1 到第 6 章主要阐述了食品加工用马铃薯在品种、栽培、施肥、病虫害防治和抑芽及收获方面的原理与技术;第 7 章主要阐述了食品加工用马铃薯的运输和贮藏技术,特别是加工薯片与薯条用马铃薯所要求的特殊栽培和贮藏技术;第 8 章与第 9 章主要阐述马铃薯的营养价值和食品加工用马铃薯去皮的原理、方法和技术以及所需设备。第 10 章到第 19 章阐述西方主流马铃薯产品(薯片、冷冻法式炸条、马铃薯颗粒粉、马铃薯雪花粉、脱水马铃薯丁、灌装马铃薯、预去皮马铃薯产品和全粉)的加工原理、技术和设备。第 20 章介绍马铃薯食品加工所带来的环境问题以及控制的方法。本书不仅理论阐述透彻,而且实用性很强,对中国食品加工用马铃薯研究、生产和加工有很强的指导意义,是一本极佳的参考书。

本书定价 168 元。欢迎对此领域有兴趣的读者购买本书。

联系人:刘孟君 联系电话:13572434794 微信号:FARMNO2