

## 晋陕红香酥梨贮藏技术现状调研

姜云斌<sup>1</sup>, 王志华<sup>1</sup>, 杜艳民<sup>1</sup>, 王文辉<sup>1</sup>, 郭黄萍<sup>2</sup>, 徐凌飞<sup>3</sup>, 王阳<sup>1</sup>

(1.中国农业科学院果树研究所, 兴城 125100;

2.山西省农业科学院果树研究所, 太谷 030815; 3.西北农林科技大学, 杨凌 712100)

**摘要:** **目的** 为了深入了解晋陕红香酥梨贮藏保鲜技术现状, 以及目前存在的主要问题。**方法** 于2013—2018年对晋(山西运城盐湖区, 临猗)、陕(陕西大荔)的红香酥梨贮藏企业的管理水平和后期销售等基本情况连续6年的跟踪调查, 并分析红香酥梨采收、采后处理、保鲜技术应用现状及贮后销售情况等, 总结晋陕红香酥梨采后贮藏过程中存在的主要问题, 并提出相关建议。**结论** 目前贮藏企业红香酥梨贮藏的温度管理、库间湿度和码垛基本达标, 但在采收期和库间气体管理上还不达标, 因此容易造成贮藏期间发生大量的生理病害, 从而影响企业效益, 因此应加强贮藏企业的管理水平。

**关键词:** 红香酥; 贮藏; 销售

中图分类号: S379 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)13-0046-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.13.007

## Current Situation of Storage Technology of Hongxiangsu Pear in Shanxi and Shaanxi Provinces

JIANG Yun-bin<sup>1</sup>, WANG Zhi-hua<sup>1</sup>, DU Yan-min<sup>1</sup>, WANG Wen-hui<sup>1</sup>,  
GUO Huang-ping<sup>2</sup>, XU Ling-fei<sup>3</sup>, WANG Yang<sup>1</sup>

(1. Research Institute of Pomology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Xingcheng 125100, China;

2. Shanxi Academy of Agricultural Sciences Pomology Institute, Taigu 030815, China;

3. Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling 712100, China)

**ABSTRACT:** The work aims to deeply understand the current situation and main problems of storage and preservation technology of Hongxiangsu pear in Shanxi and Shaanxi. Management level and later sales and other basic situations of Hongxiangsu pear storage enterprises in Shanxi (Yanhuand Linyi, Yuncheng) and Shaanxi (Dali) were and tracked and investigated for six consecutive years from 2013 to 2018. The current situation of Hongxiangsu pear harvesting, post-harvest treatment and preservation technology application as well as post-storage sales in Shanxi and Shaanxi were analyzed. The main problems in the post-harvest storage of Hongxiangsu pear in Shanxi and Shaanxi were summarized, and relevant suggestions were put forward. At present, the temperature management, warehouse humidity and stacking of Hongxiangsu pear in storage enterprises are basically up to the standard. However, the harvesting time and warehouse gas management are not up to the standard. Therefore, it is easy to cause a large number of physiological diseases during storage, thus affecting the efficiency of enterprises. In a word, storage enterprises should strengthen the corresponding management level.

**KEY WORDS:** Hongxiangsu; storage; sales

收稿日期: 2019-05-10

基金项目: 农业部公益性行业(农业)项目(201303075); 中国农业科学院科技创新工程项目(CAAS-ASTIP); 国家梨产业技术体系建设专项(CARS-28-21)

作者简介: 姜云斌(1980—), 男, 博士, 中国农业科学院果树研究所助研, 主要研究方向为果品采后技术。

红香酥梨是用新疆库尔勒香梨与郑州鹅梨杂交选育而成,并通过了河南省农作物品种审定<sup>[1]</sup>。红香酥梨的平均单果质量约为220 g,最大单果质量可达489 g。果实呈纺锤形或长卵圆形,果形指数为1.27,果面洁净、光滑,果点较密,果皮呈绿黄色,向阳面果面可呈红色。红香酥梨的果肉呈白色,肉质细腻致密,石细胞较少,且汁多,味道香甜,可溶性固形物质量分数平均可达13.5%,总糖含量约为91.72 g/kg,总酸含量约为0.94 g/kg,维生素C含量约为73.92 mg/kg<sup>[2]</sup>。果实比较耐贮藏,在冷藏条件下可贮藏至第2年3—4月份。山西省运城市于1993年引进红香酥梨,栽植在盐湖区龙居镇一带<sup>[3]</sup>。陕西省大荔县于1995年引进红香酥梨,栽植在埝桥乡新力园艺场<sup>[4]</sup>。红香酥梨的市场销售价格一直较高,其平均价格要比酥梨高3~4倍,主要销往广东珠海、福建厦门等地,部分优质果还出口新加坡,深受广大消费者青睐。红香酥梨不仅具有外观艳丽、品质优良等优点,而且梨果实耐贮藏耐运,这些优点使其成为实现出口盈利的最有优势的梨品种<sup>[5]</sup>。

近几年的调研发现,红香酥在贮藏期间或货架过程中容易出现果皮转黄或果心褐变等现象,这将严重影响其贮藏保鲜效果,一些冷藏企业和销售商家为使其提早上市,经常诱导果农提前采摘,有时将采收期提前至8月初进行采收,从而造成果实色泽差、果皮厚、石细胞较多、含糖量低、口感和风味较差,从而降低了果实的商品价值和耐贮藏性<sup>[6-7]</sup>。据山西、陕西大型贮藏企业反映,红香酥梨果实在贮藏期出现果皮褐斑病以及果肉和果心组织褐变(生理病害)等现象逐年严重,而且发病时间逐年提前,果实在采收后进入冷库8~10 d内就有褐斑病发生,但大部分褐斑病发病高峰期主要在翌年2—4月份,这严重影响了企业贮藏的积极性,同时制约了红香酥产业的健康发展。

## 1 晋陕红香酥贮藏基本情况

### 1.1 晋陕红香酥主栽区贮藏规模

山西红香酥主要集中在运城盐湖区龙居镇,运城市现有贮藏企业100余家,企业贮藏规模一般在1000~4000 t,库间(洞)容量在350 t左右。陕西红香酥主要集中在大荔,大荔水果贮藏能力为6.5万t,其中机械冷库贮藏5万t,简易贮藏(地窖和土窑洞)1.5万t,机械制冷的冷藏库有48家。

### 1.2 晋陕梨果贮藏企业基本情况

1) 制冷机组及保温材料。调研的贮藏企业均采用吊顶式或落地式风机。大多数冷藏企业的制冷机组都采用氨机组,而新建的冷库则多采用氟机组。氟机

组可实现温度自控,但运行费用比氨机组高30%~40%,氟制冷机组投资相对于氨机组高15%~70%,库容越大,单位容量氨机组造价越低。建造较早的冷藏企业中多采用板式库和土建库,而保温材料则多采用聚氨酯,其厚度多为10~16 cm,而近几年新建的冷库则采用板式组装较多,大部分旧库改造均使用聚氨酯喷涂方式。

2) 库间大小。冷库单个库间库容大小不一,一般库间(洞)容量在200 t左右,常见库间尺寸有18 m×6 m×6 m,25 m×12 m×7 m等。码垛方式多为架式,码垛方法采用人工或机械方式。

3) 运转模式。企业主要采取“企业+合作社基地+果农”的发展模式,出口企业均有自己的注册果园,但企业原料果主要采购于果农,自身基地果品产量不能满足企业自身贮藏能力的需求。山西省运城市大部分红香酥贮藏企业销售方式为:果农+贮藏企业+果商的产贮藏模式。首先,果商在生产基地周边租赁大型冷库,并委托当地代理按果商要求在当地对果农的梨果进行收购,然后运到提前租赁好的冷库进行贮藏,果商根据市场行情,在合适时机出库上市销售。在这套模式中果农靠卖掉生产的梨挣钱,而贮藏企业则靠与果商签冷库租赁合同来赚取冷库租赁费,最后果商则靠国内外梨果市场差价来盈利。陕西省的梨果销售模式则以农户的自产自销为主,从事果品经营的企业规模普遍较小,其带动能力也不强。陕西红香酥国内销售主要以南方各省份为主,多由贮藏大户、专业合作社组织或外地客商亲自收购为主。由于陕西的红香酥梨品质较好,且果实适应长期贮藏,一般都能贮藏到第2年春季,待市场价格较高时再出库销售。

## 2 晋陕红香酥梨采收及采后处理现状

目前晋陕两省的红香酥梨主要采收时间多集中在每年8月中下旬和9月初,采收最高峰多出现在8月下旬。梨果成熟后,采收时间还与梨果销售价格有关,收购价格偏低时,多数果农会“捂盘惜售”。采收的果品参差不齐,可溶性固形物质量分数从8%~11.5%不等。近年来,有的果农为了增加产量,存在比较严重的采前给树体施用化肥(主要以氮肥为主)和灌水现象,而且在采收时从外观难以分辨其果实与好果品质的差异。

大部分采收都采用分步进行方式。首先,果商选定果园后,集中力量利用1 d时间按要求把梨果采摘下来,集中放到一处,之后再集体套网套、装箱,并运回冷库贮藏。在装箱过程中,可以去袋,利用纸将其包好,以免果实水分流失,以保护果实的整体质

量,促进其售卖价值的提升。目前晋陕贮藏企业分级的方式多为人工分级,根据分级时间不同,主要有出库时分级和入库时分级等2种形式,贮藏企业主要是在梨果出库时进行分级和商品化包装。当梨果出库后首先要进行倒箱,在倒箱过程中顺便剔除烂果、有磕碰伤梨果,接着将梨果过秤,根据客户要求定量,一般每箱(毛质量)为10 kg,在果箱内单个梨果的包装方式为先将梨果包上网套,然后将单果贴上商标,最后装箱,纸箱多标有香梨等字样。包装形式按出口和内销区分,两者都采用托盘并且上覆泡沫膜防磕碰,但出口梨果包装相对更精致,内销梨果包装相对简单。

### 3 红香酥梨贮藏保鲜技术现状

#### 3.1 入库、预冷和码垛

1) 入库。将红香酥梨运至冷库后,将装好塑料周转箱的梨果从运货车上卸下直接入库,从库内端向库外端依次码垛堆放,直至把整个库体摆满。

2) 预冷。晋陕红香酥的贮藏企业大都采用急降温方式预冷入库,梨果入库时的温度一般控制在10℃左右,当全部入满后就迅速降温,将梨果和库温迅速降至-1~0℃,这样有利于达到红香酥梨果皮的保绿效果。

3) 码垛。红香酥贮藏企业一般都使用塑料周转箱贮藏,库内设有钢架结构,分为3层,在每层架子铺上竹排做底,装有梨果的周转箱在其上面码垛,进行立体架式贮藏,由内向外使用叉车或人工码垛。货架码垛管理非常好,垛与垛间距大约为1.5 m,箱与

箱间距大约为2 cm,垛与墙体之间间距大约为0.5 m,库房内人员通行顺畅。

#### 3.2 冷库贮藏管理

1) 温度。红香酥贮藏温度基本上为冰温贮藏,一般在库内不同位置放置3~5个温度探头,将库内环境温度控制在-1~0℃。通过检测发现,果实温度一般控制在-1~0℃,低温有助于红香酥梨的果柄保鲜和果皮保绿。

2) 湿度。无论是风机库还是排管库,库内都采用地面洒水方式来增加空气中的相对湿度,一般情况下地面都有结层冰。库内的相对湿度为85%~95%。

3) 气体成分。在红香酥梨贮藏初期,为了加快库内气体的流通,大部分时间库门保持开放,待入库完毕后关闭库门。在贮藏期间应定期通风,一般半个月通风1次,可有效降低库内二氧化碳气体的浓度。在调研过程中检测库内气体浓度,红香酥梨采用内衬厚度<0.02 mm的PE袋进行贮藏,经过1-MCP药剂熏蒸处理的红香酥梨在贮藏库间中乙烯浓度维持在2~3 μL/L,而未经1-MCP药剂熏蒸处理的红香酥梨在贮藏库间乙烯浓度则维持在6~20 μL/L(具体浓度与库容的大小和贮量的多少相关)。贮藏库间环境中,CO<sub>2</sub>浓度都能控制在10 mL/L以下,而膜袋内的CO<sub>2</sub>平均浓度则达到12.8 mL/L,高于环境中CO<sub>2</sub>浓度(见表1)。

#### 3.3 出库

红香酥梨果实出库时,先将周转箱移至库包装间内,人工将所有梨果检查一遍,剔除腐烂果和有损伤果,将单果包白色泡沫纸和网套,防止在运输过程中

表1 晋陕红香酥梨贮藏企业冷库相关指标调查

Tab.1 Investigation on relevant indicators of refrigeration house of Shanxi and Shaanxi Hongxiangsupear storage enterprises

地区	冷库名称	库号	温度/℃		C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 含量/(μL·L <sup>-1</sup> )		CO <sub>2</sub> 含量/(mL·L <sup>-1</sup> )		备注
			库内	果实	袋内环境	库内环境	袋内环境	库内环境	
运城盐湖区	百忍堂果库	1	2.15	0.05	—	2.2	—	8.45	250 t/间, 6间
		2	0.68	0.0	—	3.2	—	8.44	
	张革伟果库	1	0.27	-0.35	13.05	9.6	13.2	7.84	300 t/间, 8间
		2	-0.12	-0.09	17.05	16.8	12.5	7.86	
	梨乡果库	1	-0.01	-0.33	—	10.2	—	4.57	300 t/间, 4间
临猗	同心冷库	1	0.2	-1.03	7.8	6.3	0.9	7.24	200 t/间, 5间
	神果冷库	1	0.77	-0.55	—	9.0	—	6.32	100 t/间, 5间
陕西大荔	叶家冷库	1	0.5	-1.0	—	9.5	—	5.44	240 t/间, 10间
		2	2.1	-0.55	—	7.0	—	5.15	
		3	-0.17	-0.91	20.9	19.6	16.5	>10.0	
平均	6家	10间	0.64	-0.48	14.7	9.34	12.8	7.1	

注:百忍堂果库采用1-MCP熏蒸处理。CO<sub>2</sub>和乙烯浓度采用美国进口仪器felixF950测定

造成挤压伤。然后称量,装在印有香梨标志的纸壳箱内,并用胶带封口,装车。运输车辆多采用普通大挂车,车体外面包裹厚棉布,尽量维持温度恒定。到达销售地后,有条件的市场可以直接进入冷库保存,大部分市场是直接在批发市场露天进行销售。

## 4 红香酥销售情况跟踪

红香酥梨在每年八九月份时,根据年头不同和市场行情,果园收购价一般为2~3.4元/kg不等。果库代存果费用计算方法如下所述,山西运城冷库红香酥贮藏至翌年的2月份,当地冷藏库的租金可以达到0.46元/kg,如还要继续贮藏下去,既贮藏至2月份以后,则冷库租金要相应增加0.06元/kg。陕西当地果库收费按8—10月份出库,租金按毛质量计为280~300元/t,春节前后出库时为580~600元/t,3月份以后出库,毛质量每吨增加100元。贮藏至11月份就开始出库,出库价一般为2.2~5.4元/kg不等,截止春节前后各冷库出库容量为2/3左右,出库价为3.2~4.0元/kg不等,主要销往福建、南京、成都、深圳、南昌等南方各省市,3~4月份红香酥梨的出库价格持续上涨,为4.6~5.4元/kg,但库存已相对不足,到5月份冷库红香酥全部销售完。

## 5 红香酥梨贮藏病害原因分析及防控措施

### 5.1 病害原因分析

根据2~3年的跟踪调研、试验研究结果初步判断,褐斑病和组织褐变80%的原因来自采前果园管理。其主要原因:近几年来,果农常采前大水漫灌、大量施用膨大剂或膨大肥(主要成分为氮肥和赤霉素);另一个原因是果实缺钙,过多施用氮钾肥,使果实容易缺钙,采前温度高(40℃)或干旱持续30d左右也会影响果实对钙的吸收。

矿质营养元素是果树树体生长发育、产量和果实

品质形成的基础物质<sup>[8-9]</sup>,许多学者研究表明,在果树栽培过程中科学合理地施肥是果树树体正常健康生长,以及生产出品质优良果品的重要保障<sup>[10-13]</sup>。生产上的盲目施肥会造成果树出现树体生长营养障碍、非正常减产等现象,严重时还会导致树势和果实品质下降,从而影响该品种产业的持续健康发展<sup>[14]</sup>。另外有的企业为了抢占市场,8月上旬就开始采收(红香酥梨正常采收期为8月底9月初)<sup>[15-17]</sup>,也使果实未正常发育。

研究表明,褐斑病果果皮中低的Ca含量以及较高的N/Ca、Mg/Ca、P/Ca、K/Ca、(Mg+N+P+K)/Ca质量比可能是果皮发生褐变的重要原因。好果中Ca含量(鲜质量)在66.64~87.42mg/kg之间,而病果的Ca含量(鲜质量)在47.26~56.96mg/kg之间(见表2)。由于病果Ca含量少,使得各种元素与Ca的质量比都呈现出病果高于好果的现象(见表3)。组织褐变果中的赤霉素、生长素、脱落酸等激素含量显著高于不发病果。

### 5.2 防控措施

- 1) 生长期应平衡施肥,减少氮肥和钾肥的施用量。
- 2) 在花后至幼果期以及果实膨大期补充钙和补充硼肥(喷施2~3次钙、硼肥)。
- 3) 合理留果,单果质量控制在180g左右。
- 4) 采收后进行预冷,缓慢降温入库,不建议急降温。
- 5) 在不使用膨大剂或膨大肥情况下,不宜采收过早(8月上旬中旬),适当推迟采收期,以降低褐斑病的发生率。
- 6) 进行分级包装。

## 6 存在问题及建议

- 1) 生产环节问题突出。早采和生产中使用膨大剂或膨大肥比较普遍,采前树体管理投入少,加之化肥的过度使用,导致果实品质降低、耐贮性差,贮藏

表2 不同果园好果和果皮褐斑病果矿质元素比较

Tab.2 Comparison of mineral elements in good fruits and fruits with peel brown spot disease in different orchards

来源		含量/(g·(100g) <sup>-1</sup> )			含量/(mg·kg <sup>-1</sup> )				
		N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Mn
冷库1	好果	0.140	0.029	0.078	66.64	114.91	3.92	1.82	1.81
	病果	0.143	0.025	0.070	47.26	131.73	2.92	1.72	1.71
冷库2	好果	0.167	0.033	0.089	87.42	112.67	3.83	1.37	1.86
	病果	0.178	0.031	0.097	54.99	124.58	6.83	2.18	1.72
冷库3	好果	0.155	0.024	0.078	71.35	118.52	10.01	3.86	1.77
	病果	0.159	0.033	0.081	56.96	125.30	9.10	2.87	1.54

表3 不同果园好果和果皮褐斑病果矿质元素与钙元素的质量比  
Tab.3 Ratio of mineral elements to calcium content in good fruits and fruits with peel brown spot diseases in different orchards

来源		Mg/Ca	N/Ca	K/Ca	P/Ca	(Mg+K+P+N)/Ca
冷库1	好果	1.72	21.00	11.70	4.35	38.79
	病果	2.77	30.25	14.81	5.29	53.15
冷库2	好果	1.28	19.10	10.18	3.77	34.35
	病果	2.27	32.36	17.64	5.64	57.91
冷库3	好果	1.66	21.72	10.93	3.36	37.67
	病果	2.20	27.03	14.22	5.79	49.24

注：氮元素利用福斯公司 kjeltec2300 的自动定氮仪测定，方法参见 GB/T 5009.5—2010<sup>[18]</sup>；磷、钾、钙、镁、硼等元素采用岛津 ICPE-9000 等离子发射光谱仪测定，方法参见 NY/T 1653—2008<sup>[19]</sup>

后期果实易多发虎皮、黑心、褐斑等生理性病害。化肥的过度使用不仅利用率低，也导致土壤酸化严重，使果实品质连年下降。

2) 产业链断条，产前产后脱节。企业、果商以及果农之间不能完全有效结合，企业间技术保密，冷藏库与果农之间缺乏有机联系，贮藏企业收购的果品质量得不到保证，为后期贮藏埋下重大隐患。

3) 要彻底解决目前梨果在贮藏和货架期间易出现虎皮、褐斑等病害问题，延长贮藏期和保持货架品质，一方面要制定合理的贮藏技术方案，更重要的是提高果品内在品质（重视采前栽培管理），打造自己的品牌。目前在市场销售宣传上，红香酥梨的包装上依然标识为香梨，商家以此来提升销售价格。

4) 加大政府扶持力度，进一步加强产前与产后，企业与果农的有效联合。

## 7 结语

目前山西和陕西两省的红香酥梨贮藏企业整体管理技术水平较高，贮藏库的温度管理、气体管理、库间湿度管理和码垛方面都基本达标，但个别企业或某几个库间存在通风换气不及时现象，可能会对梨果贮藏效果造成影响。目前红香酥梨贮藏产业遇到的最大问题不是在贮藏企业的管理技术上，而是受果园栽培和管理水平影响的果实品质问题，以及受市场影响的早采问题，这些问题将更大程度影响贮藏企业的梨果贮藏效果，从而影响贮藏企业的效益。建议政府加大干预力度，加强果农的优质果生产意识，从本质上解决红香酥梨贮藏问题的来源，为红香酥梨贮藏产业提供保障。

### 参考文献：

- [1] 李秀根, 阎志红, 杨健. 优质抗病晚熟红皮梨新品种——红香酥[J]. 园艺学报, 1999, 26(5): 347.  
LI Xiu-gen, YAN Zhi-hong, YANG Jian. A High-

- quality, Disease-resistant and Late Mature Red Chinese Pear Variety—Hongxiangsu[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1999, 26(5): 347.
- [2] 杨健, 李秀根. 我国红皮梨的研究进展[J]. 中国农学通报, 2002, 18(4): 87—89.  
YANG Jian, LI Xiu-gen. Research Progress of Red Peel Pear in China[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2002, 18(4): 87—89.
- [3] 杜丽娟. 红香酥梨在运城市栽培表现及发展前景[J]. 果农之友, 2002(6): 17.  
DU Li-juan. Cultivation Performance and Development Prospect of Hongxiangsu Pear in Yuncheng City[J]. Fruit Growers' Friend, 2002(6): 17.
- [4] 王炳全. 红香酥梨引种观察[J]. 山西果树, 1999(4): 15.  
WANG Bing-quan. Observation on Introduction of Hongxiangsu Pear[J]. Shanxi Fruits, 1999(4): 15.
- [5] 王秋萍. 山西运城市首批红香酥梨供应武汉沃尔玛超市[J]. 中国国业信息, 2013, 30(8): 58—59.  
WANG Qiu-ping. The First Batch of Hongxiangsu Pears in Yuncheng of Shanxi Province are Supplied to Wuhan Wal-Mart Supermarket[J]. China Fruit News, 2013, 30(8): 58—59.
- [6] 王志华, 王文辉, 姜云斌, 等. 采收期对红香酥梨果实贮藏品质的影响[J]. 中国果树, 2015(4): 36—38.  
WANG Zhi-hua, WANG Wen-hui, JIANG Yun-bin, et al. Effect of Harvest Date on Storage Quality of Hongxiangsu Pear[J]. China Fruits, 2015(4): 36—38.
- [7] 魏闻东, 田鹏, 苏艳丽, 等. 优质红色梨新品种—红香蜜[J]. 果农之友, 2013 (3): 6.  
WEI Wen-dong, TIAN Peng, SU Yan-li, et al. A New High Quality Red Pear Variety-Hongxiangmi[J]. Fruit Growers' Friend, 2013(3): 6.
- [8] 郭宝华, 范少辉, 刘广路, 等. 不同施肥模式对硬头黄竹生长特征的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2013, 33(7): 45—49.  
GUO Bao-hua, FAN Shao-hui, LIU Guang-lu, et al. Effects of Different Fertilization Modes on Growth Characteristics of Bambusa Rigida[J]. Journal of Central South University of Forestry and Technology, 2013,

- 33(7): 45—49.
- [9] 李广会, 郭素娟, 邹锋, 等. 板栗叶片营养与土壤养分的动态变化及回归分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(9): 41—46.  
LI Guang-hui, GUO Su-juan, Zou Feng, et al. Dynamic Changes and Regression Analysis of Leaf and Soil Nutrients of *Castanea Mollissima*[J]. Journal of Central South University of Forestry and Technology, 2012, 32(9): 41—46.
- [10] 陈艳秋, 曲柏宏, 牛广才, 等. 苹果梨果实矿质元素含量及其品质效应的研究[J]. 吉林农业科学, 2000, 25(6): 44—48.  
CHEN Yan-qiu, QU Bo-hong, NIU Guang-cai, et al. Study on Seasonal Variation of Mineral Elements Content in Pingguoli Pear Fruits[J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2000, 25(6): 44—48.
- [11] 何忠俊, 同延安, 马路军, 等. 钾对黄土区砀山酥梨产量及品质的影响[J]. 果树学报, 2002, 19(1): 8—11.  
HE Zhong-jun, TONG Yan-an, MA Lu-jun, et al. Effect of Potash Application on the Output and Quality of DangshanSuli Pear Variety in Loess Area[J]. Journal of Fruit Science, 2002, 19(1): 8—11.
- [12] 袁怀波. 苹果梨树体营养和土壤营养的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2001.  
YUAN Huai-bo. Studies on Tree Nutrition and Soil Nutrition of "PingGuOLi"[D]. Huhehaote: Inner Mongolia Agricultural University, 2001.
- [13] 胡庆祥. 鸭梨果实及叶片矿质元素年变化对果实糖酸含量的影响[D]. 保定: 河北农业大学, 1996.  
HU Qing-xiang. Effects of Annual Changes of Mineral Elements in Yali Pear Fruits and Leaves on Sugar and Acid Contents in Fruits[D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 1996.
- [14] 柴仲平, 王雪梅, 陈波浪, 等. 氮、磷、钾对库尔勒香梨果实中矿质元素含量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2013(3): 83—86.  
CAI Zhong-ping, WANG Xue-mei, CHEN Bo-lang, et al. Influence on Content of Mineral Element in Korla Fragrant Pear under Different Treatments of N, P, K[J]. Soil and Fertilizer Sciences in China, 2013(3): 83—86.
- [15] 杨健, 李秀根, 孙君策. 梨新品种红香酥的发展前景及栽培中应注意的问题[J]. 果农之友, 2003(3): 17—18.  
YANG Jian, LI Xiu-gen, SUN Jun-ce. Development Prospect of New Pear Variety Hongxiangsu and Problems to Be Noticed in Cultivation[J]. Fruit Growers' Friend, 2003(3): 17—18.
- [16] 白桂芬. 红香酥梨贮藏保鲜技术[J]. 保鲜与加工, 2009, 9(1): 50—51.  
BAI Gui-fen. Technology of Storage and Fresh-keeping for Hongxiangsu Pear[J]. Storage and Process, 2009, 9(1): 50—51.
- [17] 王志华, 王文辉, 佟伟, 等. 不同采收期对红香酥梨冷藏后货架期果实品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2015, 15(6): 17—22.  
WANG Zhi-hua, WANG Wen-hui, TONG Wei, et al. Effects of Different Harvesting Date on Quality of Hongxiangsu Pear during Shelf-life after Cold Storage [J]. Storage and Process, 2015, 15(6): 17—22.
- [18] GB/T 5009.5—2010, 食品安全国家标准食品中蛋白质的测定[S].  
GB/T 5009.5—2010, National Food Safety Standard Determination of Protein in Foods[S].
- [19] 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[S].  
NY/T 1653—2008, Determination for Mineral Elements in Vegetables, Fruits and Derived Products by ICP-AES Method[S].