

杨梅国内航空物流运输环境分析及包装设计建议

Analysis on waxberry domestic aviation logistics transportation environment and suggestion of packaging design

李娟娟

LI Juan-juan

(长沙理工大学设计艺术学院, 湖南 长沙 410004)

(School of Art and Design, Changsha University of Science & Technology, Changsha, Hunan 410004, China)

摘要:杨梅因极易腐烂、保鲜期较短,保鲜条件苛刻,长途运输杨梅多采用航空物流运输。文章结合中国航空运输常用机型货舱特点,分析杨梅航空物流运输全过程中遇到的温度环境、尺寸要求、航空货运规范等问题,提出杨梅航空物流包装应为恒温容器;箱体要进行圆角处理;在包装内结构中设计缓冲带;在箱体外标注运输要求等建议。

关键词:杨梅;航空物流;环境温度;包装设计

Abstract: In china, aviation logistics transportation is best choice in long distance transportation for Waxberry. The waxberry is perishable fruits, so the preservation time is shorter, and the storage conditions are strict. In this paper, combining with the characteristics in cargo of plane, which type is domestic air transport usually used, and analysis the temperature of the environment, encountered the size requirements, air cargo specification and other problem in waxberry aviation logistics transportation process. The waxberry aviation logistics packaging should be constant temperature container, enclosure to be rounded handle, design buffer structure in the packaging, and mark transport requirement in the face.

Keywords: waxberry; aviation logistics; ambient temperature; packaging design

杨梅是中国特有的一种水果,其鲜果果味酸甜适中,有生津止渴助消化的功效,深受消费者喜爱。目前中国有名的杨梅基地有湖南靖州、云南石屏、浙江余姚、杭州萧山、浙江仙居、广东始兴、广东汕头金灶等。由于杨梅为呼吸跃变型水果,由众多囊柱组成,且果肉易损伤,保鲜时间短,各地常常在收获季节举办“杨梅节”吸引消费者以促进销售。然而,

基地现场消费只能满足部分需求,更大的市场在远程销售。

远程销售面临的最大问题是保鲜问题,其解决办法不外乎于对杨梅进行技术保鲜处理,延长保鲜时间和缩短运输时间。目前杨梅远程运输最常用的方式是航空运输。文章拟通过对杨梅保鲜运输的特点进行分析,针对航空运输过程可能存在的影响,提出有效的包装设计思路,旨在为杨梅的航空运输提供更为有效的技术保障。

1 杨梅保鲜方法分析

杨梅成熟采摘后在常温下仅能保存 2~3 d,因此多年来关于杨梅保鲜的问题一直是学术界欲攻克的难题。目前对杨梅保鲜技术的研究成果^[1]主要有药剂保鲜、辐射保鲜、涂膜保鲜、气调保鲜、控温保鲜等。但从长远来看,气调保鲜最为环保健康^[1]。目前应用于杨梅的气调保鲜技术有自发气调、充氮气调、高 CO₂ 气调、超大气高氧及定体气体比例气调等,其保鲜技术与特点见表 1。

由表 1 可知,所有目前气调方法及部分涂膜保鲜法虽然技术条件各有要求,但都有一个共同特点就是都要在恒温条件下贮存。几乎所有的保鲜方式都对运输的恒温环境有严格要求,若改变温度环境,杨梅将会在 24 h 内迅速腐烂变质。

2 杨梅航空运输全过程时间与温度更替分析

由于杨梅的保鲜与温度及时间息息相关,据此来分析远程销售常用的运输方式——航空运输的全过程。一般认为航空运输所用时间最短最快捷,例如杨梅从长沙运往北京,经高速公路需 16 h 左右,高速动车最快也需 5 h 55 min,飞机为 2 h 30 min。从时间上来看,飞机运输只耗费了 2 h 20 min,实际上,这并非杨梅运输的所有时间和全部过程。从杨梅产地的地理位置来分析,杨梅集中分布在浙江、湖南、广东等地,杨梅成熟季节为 6~7 月份,此时杨梅产区高温多雨,且由于杨梅一般栽培在海拔 20~500 m 的山地,将杨梅运输至就近机场还有一段长时间的公路运输过程。以湖南省

基金项目:湖南省哲学社会科学基金项目(编号:11YBB014);湖南省科技计划项目(编号:2011GK3112);湖南省教育厅科学研究项目(编号:14C0054)

作者简介:李娟娟(1980—),女,长沙理工大学讲师。

E-mail:88282925@qq.com

收稿日期:2015-12-13

表 1 杨梅气调保鲜方法与部分涂膜保鲜方法

Table 1 Modified atmosphere method and partial coating preservation methods

保鲜方法	温度要求/℃	保鲜时间/d	技术条件	其它
气调保鲜 ^[2]	0	20	半真空自发气	恒温
气 充氮保鲜 ^[3-4]	2±1	—	密闭,环境充 N ₂	恒温
调 高 CO ₂ 处理 ^[5-8]	0.0±0.5	15	密闭,15% CO ₂	恒温
保 超大气高氧处理 ^[9-10]	—	—	密闭,60%~100% O ₂	恒温
鲜 固定气体比例气调 ^[11-13]	<2	20	密闭,O ₂ :CO ₂ :N ₂ 体积比为 10:2:88 或 12:2:86	恒温,厚度为 0.05 mm 的聚乙烯包装袋中
部 复合保鲜剂 ^[14]	0~2	25~30	0.05%~0.15% 双乙酸钠、0.1%~0.2% 丙酸钙和 0.1%~0.3% 柠檬酸的水溶液	杨梅预冷至 1~3℃,在复合液中浸泡 3~5 min,吹干后恒温冷藏 0~2℃
分 涂膜			涂膜溶液:1 mmol/L V _E 、1 mmol/L V _C 、1 mmol/L 柠檬醛、2 g 丙酸钙、10 g 海藻酸溶于 1 L 蒸馏水中	八成熟杨梅预冷处理(至 2℃左右)后,于涂膜溶液中浸泡 3 min,取出,均匀喷涂 0.5%~1.5%(V/V) 的丙酮水溶液,盛于带孔包装盒,于(1±1)℃恒温贮存
膜 保鲜	1±1	60		
鲜				

靖州县为例,若运往北京,杨梅经采摘处理后从靖州到就近的怀化芷江机场首先要进行约 2 h 的公路运输,到达机场过安检后入机舱,经 2 h 30 min 抵达北京机场,客户收货后再送往分销商(一般是公路运输)。在此过程中,除了运输时间是公路运输和航空运输所需的时间外,另在进行货物转运时还出现了运输环境的温度变化(见图 1、2)。由图 1、2 可知:杨梅通过航空运输的方式从产地运往北京分销商所需时间超过 11 h,且在此过程中有至少 3 次以上的较大的环境温度差(超过 20℃),可见,要防止航空运输过程中杨梅的保鲜质量,杨梅运输包装的保温性能极其重要。

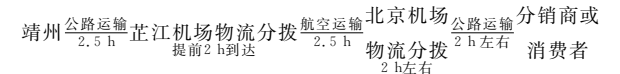


图 1 靖州至北京杨梅运输方式及时间

Figure 1 Waxberry transportation mode and time from Jingzhou to Beijing

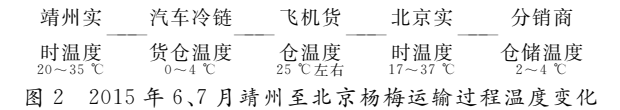


图 2 2015 年 6、7 月靖州至北京杨梅运输过程温度变化

Figure 2 Waxberry transportation temperature change from Jingzhou to Beijing of June and July in 2015

3 飞机货舱的结构及存储环境分析

在航空物流运输线上,杨梅包装好后进入飞机货仓暂时储存运输。在此期间,杨梅入仓的方式,货仓的温度,货仓的结构及航空运输法规对货物包装的要求都直接影响杨梅的包装结构、材料、体积等的设计。

3.1 飞机货舱的位置与杨梅空运的重力状态

中国航线常用客运机型为波音 737 系列与空客 320 系列,这类飞机一般有前后及散装 3 个货舱,其货舱的位置分布于飞机的前颈与后腹(见图 3)。其中,散装货舱通常与后

货舱相通(见图 4),但有单独的货舱门,靠近飞机尾部,容积相对小,常放置非集装成箱的散装行李与货物。

杨梅到达机场通过安检后经传输带送入目标航班飞机前后货舱,在运输过程中要经历飞机的起飞—平飞—降落 3 个程序到达目的地。在此期间,因受飞机起降过程中的不同角度,杨梅出现不同的重力状态。以空客 320 为例,飞机在跑道上拉起的角度为 10°~15°,当进入爬升时角度在 20°~25°,此时,由于重力的作用,飞机中的人和货物都会受到相应的影响。当飞机到达目的地下降时,根据飞机为攻角飞行与仰角飞行的不同状态,客机的倾斜角度为 3°到 8°不等。此过程中,货物与飞机平行的前后两端分别受到了集中的重力挤压(见图 5)

3.2 杨梅包装结构与飞机货舱结构

飞机货舱的结构(图 6)与堆叠方式决定杨梅的包装结构,

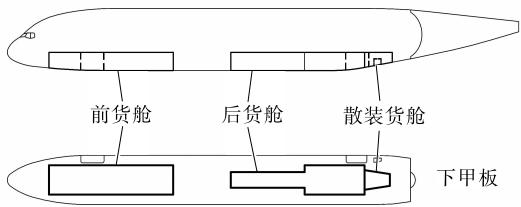


图 3 飞机货舱分布位置^[16]

Figure 3 Plane cargo distribution position

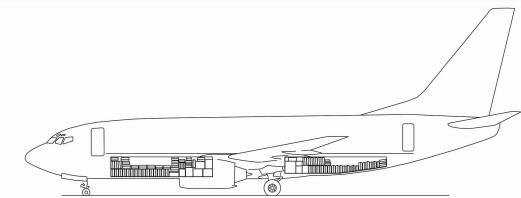


图 4 波音 737 货物入舱后的分布图^[16]

Figure 4 Goods distribution of Boeing 737

飞机货舱的尺寸决定杨梅包装的容积。杨梅通过航空运输至目的地,首先要保证杨梅的包装尺寸能顺利进入飞机货舱。中国民航常用飞机机型的货舱门的尺寸与收货尺寸见表 2。然而,作为普通的托运人,并不了解自己乘坐航班的飞机机型及具体的货舱门尺寸。稳妥起见,货物的包装尺寸应尽可能控制在最小收货尺寸内,即 110 cm×75 cm。

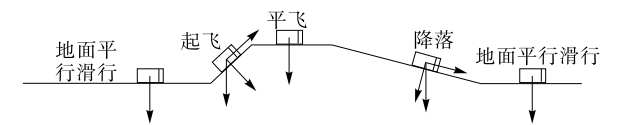


图 5 飞机飞行过程中杨梅在货舱内重力变化图

Figure 5 Gravity variation of waxberry in the cargo in the process of the flight

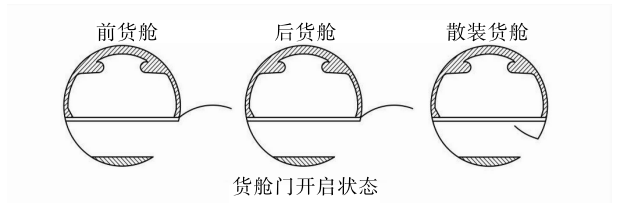


图 6 空客 320 货舱门开启状态示意图^[17]

Figure 6 Schematic diagram of airbus 320 cargo door open

表 2 中国航线常用机型货舱门尺寸及收货要求

Table 2 The cargo door size and the be required goods of commonly used plane in domestic routes

机型	货舱门	尺寸/cm (H×W)	收货尺寸/ cm(H×W)	地板承受力/ (kg·m ⁻³)
A321	前、后货舱门	190×120	180×110	976
A320	前、后货舱门	180×120	170×110	976
A300	散舱	120×90	110×80	732
A340	散舱	120×90	110×80	732
B737	散舱	120×85	110×75	732

其次,飞机货舱内货物的堆码方式及航空法规对货物的要求决定杨梅外包装的结构与材料。因中国航线大部分是小型飞机,货舱内没有集装箱,不能分区依箱叠放。由图 7~9 可知,货舱内有分隔网,机场装卸人员在对货物进行装箱时,可以根据货物的形状与尺寸在不同的分隔区进行堆放。图 4 中可见飞机的外结构为前货舱大后货舱渐小的不规则形态,且底板部面积最小。每个货舱的尺寸都不尽相同。那么货物堆叠的最高尺寸均不能超过分隔网的高度。另外,航空法规规定,货物外观不能有明显的尖锐结构以免戳穿飞机壁;货物要有防水处理,货物底部要具有较好的稳定性。因此,在飞机货舱的异形结构内,既要保证运输物的稳定性又要保证飞机的安全飞行,杨梅包装在堆叠时要有一定的起加固作用的结构,且包装外结构不能有尖锐凸起。

3.3 飞机货舱的温度及送氧状态

在诸多的气调保鲜方式中温度和不同气体的饱和度两个

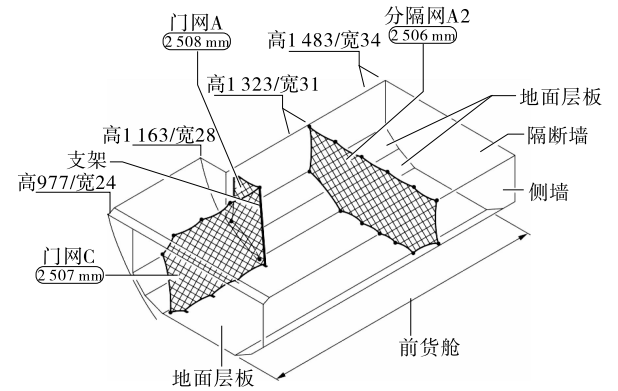


图 7 空客 320 前货舱内结构图^[17]

Figure 7 FWD cargo internal chart of Airbus 320

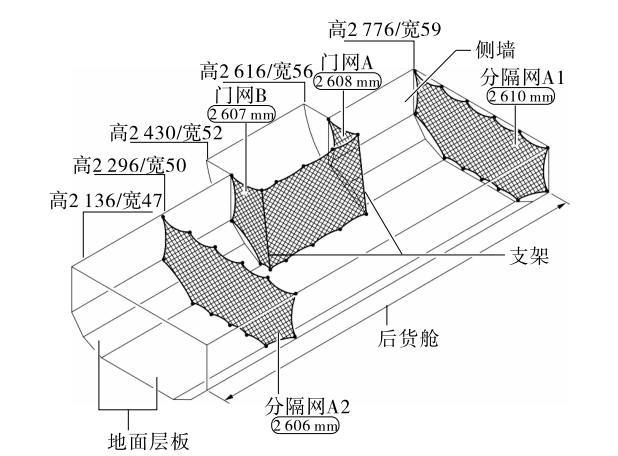


图 8 空客 320 后货舱内结构图^[17]

Figure 8 AFT cargo internal chart of Airbus 320

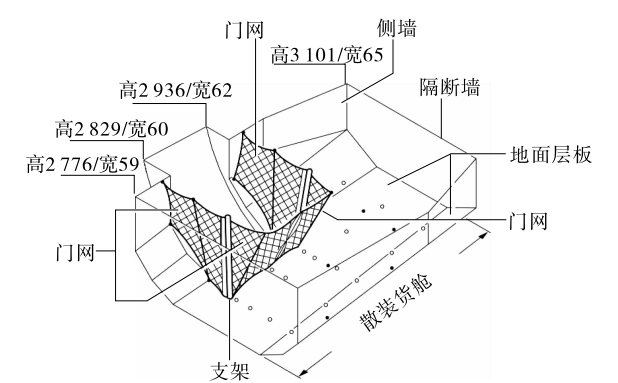


图 9 空客 320 散装货舱内结构图^[17]

Figure 9 Bulk cargo internal chart of Airbus 320

因素较受关注。在承运物杂而广的航空运输体系中,为了保障运输对象的普适性,在不同的机型中对温度和气体环境做了相应的设计。中国常用机型空客 320 系列与波音 737 系列中,空客 320 的前货舱为无氧舱且无空调,后舱为有氧舱,空调温度控制在 20℃左右^[17];波音 737 系列前后货舱均为有氧舱且配备空调设备^[16]。因此,若杨梅运输对运输环境的温度与送氧条件有所要求,一定要进行标注,并选择适合条件的货舱。

4 常见的杨梅包装形式

近年,中国对杨梅运输过程中的保鲜包装研究成果颇丰。常见的几种包装材料和结构中,尤以控温型泡沫箱加冰最为多见。其它前沿研究成果有塑料式包装运输,功能性保鲜包装等,其特点见表3。从表3中不难发现,各类包装形式都力求保障鲜果的恒温状态。研究^[18-22]表明,一旦杨梅改变温度环境便极易腐烂。在目前常见的几种包装方式中,泡沫箱+冰块的包装方式已应用广泛,其中只有塑料箱式包装适合气调贮运,但其研究成果仍停留在实验室阶段。

5 杨梅航空运输包装设计建议

目前常用的保鲜方式是以泡沫箱+冰块的保鲜方式,该

方式目前在航空货运领域应用广泛。对于有发展潜力且环保的气调保鲜方式,目前只有塑料箱式包装的模拟试验成果。所幸的是,这两者均为一体成型材料,可以采用类似的设计方案。虽然目前关于杨梅保鲜的相关研究成果较多,同时也取得了一定的社会效益,但从目前的大部分研究成果来看,结合杨梅主要运输通道航空运输特点进行研究的成果还暂付阙如。一方面可能是因为本身的技术问题还未被系统解决,另外一方面,航空企业本身相对独立,也难以得到相应的技术支持。文章依托航空物流的运输特点,货舱结构及贮存条件等结合杨梅的保鲜要求,对杨梅的航空物流运输包装设计提出以下四点设计建议(图10)。

(1) 杨梅的保鲜包装本身应能够在运输过程中保持恒温。

表 3 常见的杨梅保鲜包装方法
Table 3 common waxberry fresh-keeping packaging method

包装方式		温度/℃	保鲜时间	材料	其它
传统泡沫箱+冰块	泡沫箱+冰块	0	48 h 以上	泡沫箱内衬聚苯乙烯板做保温包装	48 h 保鲜,冰果比不小于 2 : 3,冰不少于 5 kg;24 h 保鲜,冰果比 1 : 2,冰不少于 2.5 kg
冰块 ^[18-19]					冰果 1 : 1,冰的质量越大保鲜越好
半真空后泡沫箱+冰	半真空后泡沫箱+冰	0	48~168 h	双层泡沫箱	2 d 内冰果比 1 : 1,2 d 以上双重泡沫箱冰果比 3 : 1,冷链物流保鲜
充氮处理后泡沫箱+冰					
改性型泡沫箱+冰块 ^[20]	塑料箱式包装 ^[21-22]	0	72 h	材质采用聚乙烯,设置有多层杨梅果盘及冰袋格	蓄冷剂+气调贮运,出库模拟运输试验
				直接脱氧型的脱氧活性包装、二氧化碳生成型的脱氧活性包装;纳米塑料包装材料;纳米奇冰石	杨梅货架保鲜
功能性保鲜包装 ^[23-27]		杨梅货架温度	8~9 d		

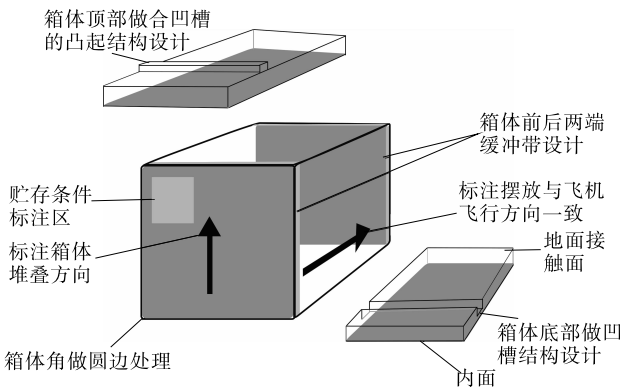


图 10 杨梅包装结构设计示意图

Figure 10 Waxberry packaging structural design sketch

恒温贮存是保鲜研究成果中最关键的一环。而杨梅从基地到机场再到目的地要经历几次内外环境的温度转换,且飞机货舱内温度也只能保证在 20~25℃,并不能达到杨梅 0℃保鲜的要求,因此,杨梅的包装结构一定要是恒温容器,自行解决保温问题,才会免受外部环境的干扰。

(2) 杨梅的保鲜包装入舱的最大尺寸应小于 100 cm×75 cm。

100 cm×75 cm 是国内航班的最小收货尺寸,在依托航空运输而不了解飞机机型及舱门尺寸的情况下,最小尺寸是最保险的对策。杨梅包装的入舱尺寸可分独立尺寸和集装箱尺寸两种。一般来说,杨梅果肉易损伤忌挤压,不会在一个包装箱内贮存大量杨梅。但打包时也应该注意最大尺寸要控制在 100 cm×75 cm 以内。若改良了包装内结构,进行了抗压设计,在设计独立包装时的最大尺寸也不能超过该尺寸。

(3) 杨梅包装的外结构不能有尖锐的凸起,内结构设计受力缓冲带。

杨梅在航空运输过程中,由于飞机的起降角度,货物与飞机飞行方向平行的两端会受到惯性和重力作用,从而受到挤压。因此,需在包装箱体的前后两端设计缓冲带。另外,航空货运法规规定,所收货品的外结构不能有尖锐的凸起结构,以免在飞行颠簸时撞击货舱壁造成严重后果。因此,外观尽量做圆边设计。

(4) 杨梅保鲜外包装要注明存储条件及摆放的方向。

由于飞机货舱分有氧舱和无氧舱,有空调舱和无空调舱,应该根据保鲜方式选择合适的贮存舱,并在外箱上标注所需的贮存条件。另外,若如第三条所述,设计了缓冲带,包装箱的摆放方向亦应该标注。

文章提出的几点建议可能不够详尽,望能为后续杨梅保鲜方式的研究和包装设计提供研究基础和依据。

参考文献

[1] 蒋巧俊,徐静. 杨梅采后商品化技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2011, 11(4): 30-34.

[2] 王益光,林美士,黄建珍. 降压和充氮处理对杨梅运输贮藏的保鲜效果[J]. 中国南方果树, 2002, 31(6): 42.

[3] 戚行江,郑锡良,梁森苗,等. 杨梅简易气调保鲜过程中气体成分变化及保鲜效果[J]. 果树学报, 2005, 22(5): 496-499.

[4] 席巧芳,罗自生,程度,等. 充氮贮藏对杨梅采后活性氧代谢的影响[J]. 浙江大学学报, 2001(3): 311-313.

[5] 李江阔,张鹏,张平. 杨梅自发气调保鲜研究初报[J]. 保鲜与加工, 2009, 9(1): 12-14.

[6] 朱麟,张平,凌建刚,等. 箱式气调对杨梅保鲜效果影响[J]. 北方园艺, 2010(4): 186-187.

[7] 王宝刚,李文生,冯晓元,等. 高 CO₂气调箱贮运杨梅技术研究[J]. 食品科技, 2011, 36(6): 42-45.

[8] 朱麟,凌建刚,张平,等. 二次回归正交法优化杨梅箱式气调保鲜工艺的研究[J]. 食品工业科技, 2012(19): 326-328.

[9] 郑永华. 超大气高氧与果蔬采后生理[J]. 植物生理学通讯, 2002, 38(1): 92-97.

[10] 杨震峰,郑永华,冯磊,等. 高氧处理对杨梅果实采后腐烂和品质的影响[J]. 园艺学报, 2005, 32(1): 94-96.

[11] 沈莲清,黄光荣. 杨梅的 MAP 气调保鲜技术研究[J]. 浙江科技学院学报, 2003, 15(4): 232-235.

[12] 郑永祥,吴世军,张建斌,等. 杨梅贮藏保鲜试验[J]. 浙江林业科技, 2008, 28(2): 61-64.

[13] 李秀环. 气调储藏对杨梅品质的影响[J]. 浙江林业科技, 2012, 40(9): 5 336-5 337.

[14] 罗自生. 杨梅的复合保鲜剂及其使用方法: 中国, 200510060287.8[P]. 2006-02-08.

[15] 陈文革,孙旭科,郭卫东,等. 一种杨梅果实涂膜保鲜方法: 中国, 201310660855.2[P]. 2014-03-19.

[16] Boeing Proprietary:737-600/700/800/900Aircraft maintenance manual[S]. Chicago: The Boeing Company, 2015.

[17] AIRBUS S A S: AMM-GeneralAircraft maintenance manual [S]. Toulouse: Airbus, 2015.

[18] 应铁进,席巧芳,郑永华,等. 杨梅鲜果简易低温运输模拟试验[J]. 食品科学, 1994(4): 58-60.

[19] 王益光,林美士,杨小平,等. 不同冰块与果实数量对杨梅运输贮藏的保鲜效果[J]. 中国南方果树, 2003, 32(2): 38, 44.

[20] 郑涛涛,纪叶河,李共国,等. 包装条件对杨梅非冷链物流保鲜质量的影响[J]. 食品工业, 2012(3): 31-32.

[21] 凌建刚,康孟利,朱麟,等. 杨梅箱式气调模拟贮运保鲜技术研究[J]. 北方园艺, 2012(19): 159-161.

[22] 刘映平. 杨梅物流包装的开发与应用[J]. 包装工程, 2012, 33(5): 83-85.

[23] 盛娜. 杨梅呼吸模型建立及其活性包装研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2009: 57.

[24] 杨昕宇. 二氧化钛光催化杨梅保鲜材料与设备的应用研究[D]. 大连: 大连轻工业学院, 2005: 56.

[25] 张瑶,杨京平,杨莹跃,等. 添加纳米粒子的塑料包装材料在杨梅保鲜中的作用[J]. 农机化研究, 2007(3): 111-114.

[26] 陆胜民,柴春燕,孔凡春,等. 杨梅简易低温贮藏中的保鲜研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(6): 209-211.

[27] 张方洪,董传万,张颖,等. 杨梅保鲜问题中的功能性包装设计[J]. 包装工程, 2004, 25(4): 142-143.

(上接第 114 页)

[6] 戴素明,曾建国,程辟,等. 两种药用植物提取物对柑橘保鲜的影响[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2012, 38(6): 623-625.

[7] 邓志勇,吴桂容. 柿子皮提取物对脐橙保鲜效果的影响[J]. 食品工业, 2014, 35(3): 193-195.

[8] 周梦娇,万春鹏,陈金印. 11 种中草药提取物对柑橘意大利青霉抑菌活性及机理研究[J]. 食品与发酵工业, 2014, 40(4): 37-41.

[9] 周梦娇,万春鹏,陈金印. 桂枝提取物抑菌活性研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(12): 96-98.

[10] 周梦娇. 桂枝提取物对柑橘采后主要病原真菌抑菌活性的研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2014: 26-35.

[11] 万春鹏,周梦娇,刘洋,等. 桂枝抑制柑橘采后两种病原菌活性物质研究[J]. 江西农业大学学报, 2014, 36(2): 319-325.

[12] 高阳,陈楚英,陈明,等. 桂枝提取液复合涂膜对南丰蜜桔冷藏保鲜效果的影响[J]. 中国南方果树, 2015, 44(6): 46-49.

[13] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 239-265.

[14] Sudhakar C, Lakshmi A, Giridarakumar S. Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba* L.) under NaCl salinity[J]. Plant Science, 2001, 161(3): 613-619.

[15] Stadnik M J, Buchenauer H. Inhibition of phenylalanine ammonia-lyase suppresses the resistance induced by benzothiadiazole in wheat to blumeria graminis f. Sp. Tritici[J]. Physiological and Molecular Plant Pathology, 2000, 57(1): 25-34.

[16] 周磊,刘伟,邹立强,等. 南酸枣中多酚氧化酶的特性研究[J]. 食品与机械, 2014, 30(4): 34-37.

[17] 陈楚英,陈明,付永琦,等. 丁香提取液可食性复合涂膜对新余蜜橘常温保鲜效果的影响[J]. 现代食品科技, 2014, 30(2): 117-123.

[18] 陈楚英,韩舒睿,周梦娇,等. 凤仙透骨草提取液复合涂膜对‘新余蜜橘’常温保鲜效果的影响[J]. 果树学报, 2014, 31(3): 468-476.

[19] 张阿珊,曾荣,陈金印,等. 丁香提取液对脐橙采后生理相关酶活性的影响[J]. 江西农业大学学报, 2011, 33(6): 1 067-1 071.