

臭氧对砀山酥梨采后生理及腐烂效果的影响

徐晓燕¹, 惠伟^{*1}, 关军锋², 徐竹¹, 张汉昌¹, 杨米迪¹

(1. 陕西师范大学 生命科学学院, 西安 710062; 2. 河北省农林科学院 遗传生理研究所, 石家庄 050051)

摘要: 研究了臭氧对冷藏条件下砀山酥梨采后生理以及贮期病害的影响。在冷藏(缓慢降温至 $0 \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$)期间, 每日用 4 mg/m^3 臭氧处理砀山酥梨 3 h, 定期测定了贮藏期相关生理指标和腐烂率, 并进行了臭氧对砀山酥梨主要致病菌梨青霉、梨褐腐、梨轮纹的离体和活体实验。臭氧处理可显著抑制砀山酥梨的呼吸强度, 延缓可溶性固形物、可滴定酸以及丙二醛含量, 有效降低果实的腐烂率, 但对果实硬度没有显著影响; 臭氧明显抑制引起砀山酥梨发生腐烂的青霉病、褐腐病、以及轮纹病病原真菌孢子的萌发, 抑制了接种病原菌在梨果实上的扩展。将臭氧用于砀山酥梨的贮藏, 既可维持较高的贮藏品质, 又可防治果实腐烂。

关键词: 砀山酥梨; 臭氧; 采后生理; 腐烂; 梨病原菌

中图分类号: Q 945.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1689(2012)06-0628-06

Effect of Ozone Treatment on Postharvest Physiology and Decay of 'Dangshansu' Pear During in Cold Storage

XU Xiao-yan¹, HUI Wei^{*1}, GUAN Jun-feng², XU Zhu¹,
ZHANG Hang-chang, YANG Mi-di

(1. College of Life Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China; 2. Institute of Genetics and Physiology, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China)

Abstract: In this study, the effect of ozone on postharvest physiology and storage diseases of 'Dangshansu' pear during cold storage(slowly cooled to $0 \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) was investigated. During cold storage(slowly cooled to $0 \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$), the fruits were treated with 4 mg/m^3 ozone for three hours every day in entire storage, the physiological indicators and decay incidence were measured regularly. In addition, its inhibitory effect on *Penicillium expansum*, *Physalospora piricola* and *Monilinia fructigena*(causes of *Penicillium*, Ring spot and Brown rot, respectively) was studied both in vitro and in vivo. It was found that ozone remarkably inhibited respiration rate, delayed the decrease of total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA) and inhibited the increase of malondialdehyde (MDA) content, reduced the rate of fruit decay effectively, but a little effect on fruit firmness. Furthermore, ozone-enrichment resulted in a substantial decline in spore production as well as visible lesion development in all treated. Taken as a whole, the results imply that the technology that ozone gas was used in treating 'Dangshansu' pear in the cold storage not only significantly maintained higher storage quality, but also reduced the incidence of decay.

收稿日期: 2011-11-16

基金项目: 国家农业(梨)产业技术体系专项资金项目(CARS-29); 陕西省科技攻关项目(NC2010K01-11)。

* 通信作者: 惠伟(1964-), 女, 陕西富平人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事果蔬采后生理及贮藏保鲜研究。E-mail: huihui@snnu.edu.cn

Key words: 'Dangshansu' pear, ozone, postharvest physiology, decay, pear pathogens

砀山酥梨(*Pyrus bretschneideri* Rehd.)属白梨系统,是中国栽培面积最大的梨品种之一。它以果实硕大,黄亮美色,皮薄多汁,肉多核小,甘甜酥脆等特点驰名海内外,产品远销美、澳、东南亚等地。因此酥梨是中国梨主要的贮藏品种。但它在贮藏过程中易发生青霉病、轮纹病、褐腐病、顶腐病、软腐病和黑斑病等。到目前为止,砀山酥梨冷库贮藏的腐烂率在7%~10%,给企业带来很大的经济损失。因此,保持果实品质及控制酥梨的腐烂是目前生产上迫切需要解决的问题。目前生产上用化学药剂处理对砀山酥梨进行保鲜及贮藏病害的防治,而这种化学方法易造成二次污染,而且在库内冷藏过程中操作不便,不适宜在生产中推广。因此,迫切需要一种高效、安全、简便的防治方法。

臭氧是一种强抗氧化剂,具有杀菌力强、广谱性、可自行分解、无残留等优点。20世纪80年代以来,美国、日本、欧洲等发达国家已将臭氧广泛应用于食品的贮藏保鲜。在果蔬贮藏保鲜中,用臭氧抑制真菌防止果实腐烂变质,同时臭氧还能使果皮气孔缩小,抑制呼吸强度,消除果实贮藏期间产生的乙烯、乙醇和乙醛等对贮藏有害的气体^[1]。臭氧对食品的安全性已获得美国FDA的认可^[2]。近年来随着对环境保护和食品安全的重视,臭氧在食品的贮藏保鲜及加工中的应用迅速发展。采用臭氧对番茄^[3]、草菇^[4]、黄瓜^[5]、黄花梨^[6]、富士苹果^[7]、猕猴桃^[8]等果蔬的研究发现,臭氧在一定程度上能够延缓果蔬衰老,减少腐烂,延长贮藏期。目前,中国砀山酥梨以冷藏为主,果实腐烂严重。关于臭氧对砀山酥梨贮藏期生理生化效应和防腐作用未见报道,本文研究了臭氧处理对砀山酥梨冷藏期品质和腐烂的影响,旨在为臭氧在砀山酥梨保鲜上的应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与处理

1.1.1 供试果品及处理方法 试验材料为砀山酥梨(*Pyrus bretschneideri* Rehd.)。果实于2010年9月采自陕西省蒲城县陈庄镇一家果园。采收时选取规格相对一致、有果柄、无机械伤和病虫害侵袭

果实进行试验。对照组果实采后经缓慢降温,最后控制在温度为 $(2\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$,相对湿度不低于85%的条件下冷藏;处理组在相同条件下,但每天用4 mg/ m^3 臭氧处理3次(臭氧发生器型号为JSC-B,产量为7 g/h,处理浓度经筛选确定),每次处理1 h,每隔7 h处理一次。每组处理用果50 kg,重复3次。

1.1.2 供试病原菌 供试菌种为梨青霉病病原菌(*penicillium expansum*)、梨轮纹病病原菌(*Physo-lospora piricola*)、梨褐腐病病原菌(*Monilinia fructigena*)由西北农林科技大学提供。将上述3种菌种接种于PDA平板上,置于28℃恒温箱培养,待菌产孢即可。

1.2 试验内容及方法

1.2.1 贮藏生理指标测定 冷藏期间,对照及处理每隔30 d取1次样,每次每处理取果15个。测定指标及方法:

呼吸强度,丙二醛(malondialdehyde,MDA)含量参照高俊凤^[9]的方法;

硬度用GY-1型硬度计测定去皮后果肉的硬度;可溶性固形物(soluble solid content,SSC)用WYT型手持折光仪测定;可滴定酸(titratable acidity,TA)用标准NaOH滴定15 mL果肉研磨液至pH8.2来测定;

贮藏结束统计腐烂率,每重复随机统计果实100个,重复3次。

1.2.2 臭氧处理对致病菌影响试验 孢子菌悬液制备:向已长满真菌的PDA平板中加入20~30 mL无菌生理盐水,充分震荡30 min,高浓度的孢子悬浮液通过四层纱布过滤,用血细胞计数器计数,用无菌生理盐水稀释到目的浓度。

孢子萌发试验:分别取上述3种孢子菌悬液100 μL 涂布于PDA平板。

侵染回接试验:从冷库中取出梨,用体积比为2%的NaOCl消毒,再用无菌水冲洗,在无菌条件下晾干,用无菌打孔器在梨的横径上打一直径约4 mm,深约3 mm的洞,接入20 μL 的孢子悬浮液,晾干。

上述试验设两组处理,一组用4 mg/ m^3 的臭氧气体处理1 h;另一组作为对照;每一处理设3个重复。将其放置在28℃恒温箱培养,2 d后用菌落分析仪进行统计分析。

1.3 数据处理

所有测定指标重复 3 次,采用 SPSS16.0 软件分析数据,用 Microsoft Excel 作图。

2 结果与分析

2.1 臭氧处理对砀山酥梨贮藏生理和品质的影响

2.1.1 臭氧处理对果实硬度、可溶性固形物和可滴定酸含量的影响 随着贮藏时间的延长,果实硬度呈下降趋势。在整个冷藏过程中,处理果硬度略高于对照(见图 1),但二者差异不显著。可见臭氧处理对果实硬度的下降有一定程度的抑制作用,但这种作用效果不明显。

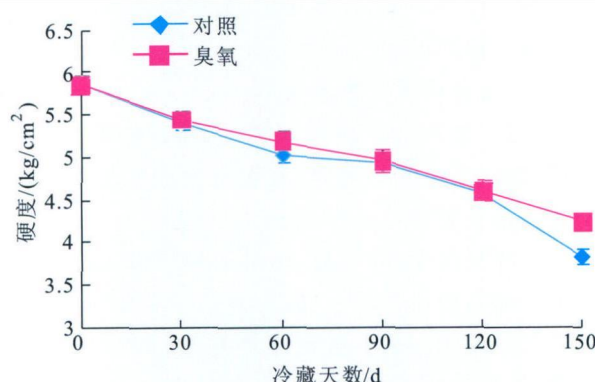


图 1 臭氧对砀山酥梨果实硬度的影响

Fig. 1 Effects of ozone on respiration rate of 'Dangshansuli' pear

在贮藏期间,果实可溶性固形物(TSS)的含量呈逐渐下降的趋势。经臭氧处理的果实 TSS 含量下降较为缓慢。在整个贮藏期,处理果 TSS 含量始终高于对照(见图 2),贮藏至 150 d 时,其含量较对照高出 3.7%。这说明,臭氧可延缓果实可溶性固形物含量的降低,延缓果实衰老。

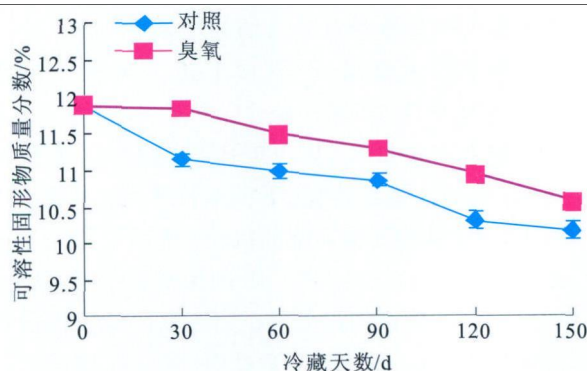


图 2 臭氧对可溶性固形物含量的影响

Fig. 2 Effects of ozone on soluble solid content

梨果实有可滴定酸含量随贮藏时间的延长而逐渐减低(见图 3)。臭氧处理的果实可滴定酸含量高于对照果。在 60 d 时,效果显著($p < 0.01$)。说明臭氧可延缓果实可滴定酸含量的下降。由此可见,臭氧处理保持了砀山酥梨果实较高的贮藏品质。

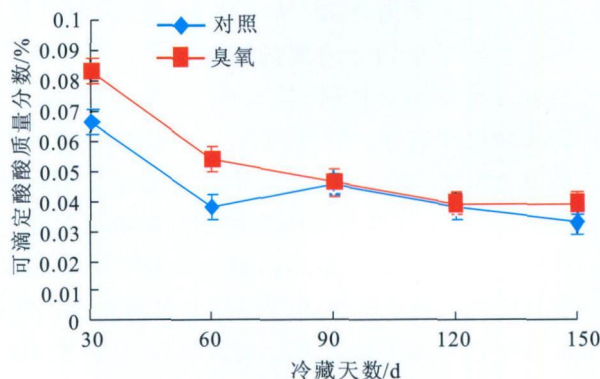


图 3 臭氧对果实可滴定酸含量的影响

Fig. 3 Effects of ozone on organic acid content of fruit

2.1.2 臭氧处理对砀山酥梨呼吸强度的影响 砀山酥梨为呼吸跃变型果实,0℃下对照组和处理组的果实在采摘后 90 d 同时达到呼吸高峰,其中对照峰值为每 100 g 鲜果产 CO₂ 15.6 mg(见图 4),由此可见臭氧处理不推迟砀山酥梨呼吸高峰的出现,但在贮藏期间果实的呼吸强度明显低于对照。在呼吸高峰过后,臭氧处理对果实呼吸强度的抑制作用较为显著。说明臭氧处理可较大程度的抑制砀山酥梨的呼吸作用,使果实的耐贮藏性大大提高。

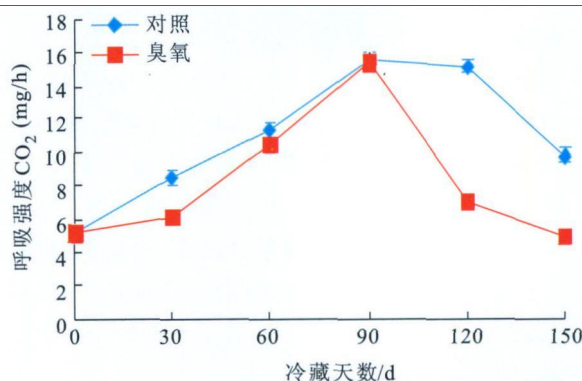


图 4 臭氧对砀山酥梨呼吸强度的影响

Fig. 4 Effects of ozone on respiration rate of 'Dangshansuli' pear

2.1.3 臭氧处理对梨果皮中丙二醛含量的影响 随着贮藏时间的延长,砀山酥梨果皮中的丙二醛含量呈现逐渐增长的趋势,其中在贮藏后期增长较快;在整个冷藏期间,臭氧处理梨果实的丙二醛含

量始终低于对照果(见图5)。这说明,臭氧处理可抑制膜脂氧化的速率,进而延缓衰老。

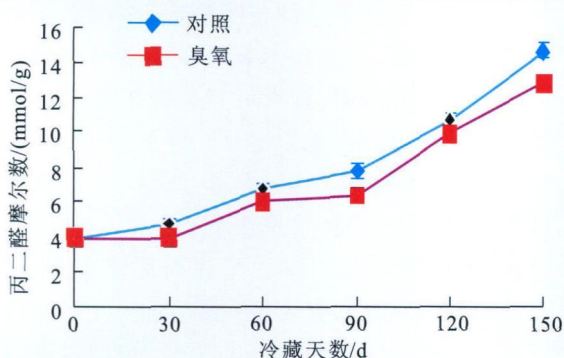


图5 臭氧对砀山酥梨MDA含量的影响

Fig. 5 Effects of ozone on the content of MDA in Dangshan-suli pear

2.2 臭氧处理对控制砀山酥梨腐烂的效果

2.2.1 腐烂率统计 臭氧处理的砀山酥梨果实在冷藏的前3个月未出现腐烂,而对照果则出现腐烂,腐烂率为1.2%。冷藏至120 d时,对照果的腐烂率为4.1%,处理果为1.3%。贮藏至150 d时,对照果腐烂率增长到8.1%,而处理果则为2.4%,比对照降低了70%(见图6)。因此表明,臭氧可显著抑制果实腐烂的发生。

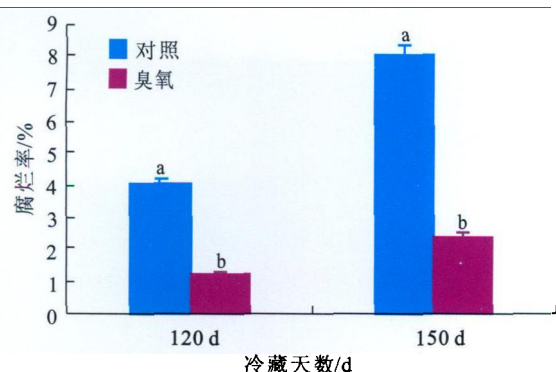


图6 臭氧处理砀山酥梨冷藏120d和150d的腐烂率

Fig. 6 Effects of ozone on rotting rate of Dangshan-suli pear after cold storage for 120 days and 150 days

2.2.2 臭氧处理对病原菌孢子萌发的试验结果 臭氧处理明显减少了梨青霉病、轮纹病、褐腐病原真菌菌落的形成(见图7),与对照相比达到极显著水平($P<0.01$)。这说明,臭氧处理可显著抑制青霉病、轮纹病、褐腐病原真菌孢子的萌发。

2.2.3 臭氧处理对病原菌侵染回接试验结果 与未经臭氧处理的相比,臭氧处理能明显减少梨果实接种青霉菌、轮纹菌、褐腐菌病原真菌后的病斑直

径($P<0.01$)(图8)。由此可见,臭氧处理可显著抑制梨果实病斑直径的扩展,有效抑制梨青霉菌、轮纹菌、褐腐菌病原菌对梨果实的侵染。

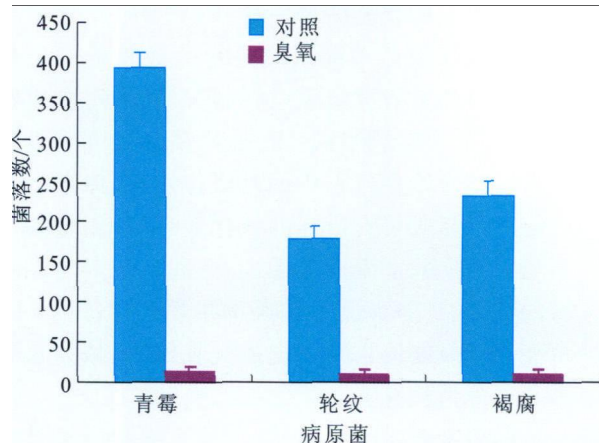


图7 臭氧处理对梨病原真菌孢子萌发的影响

Fig. 7 Impacts of ozone treatment on spore germination of pear pathogens

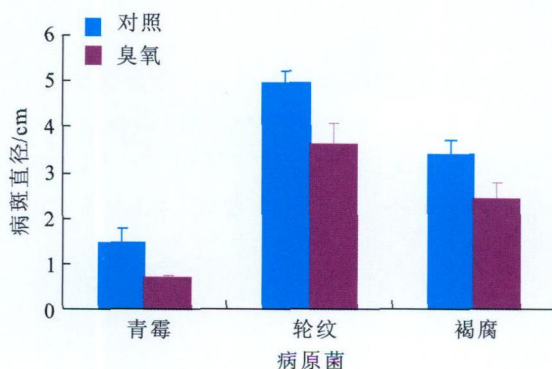


图8 臭氧处理对梨病原真菌病斑直径扩展的影响

Fig. 8 Impacts of ozone treatment on lesion diameter development of pear pathogens

3 结语

砀山酥梨果皮脆、表皮蜡质少,果实多汁,这些特点导致在贮运过程中,果实易形成碰压伤,加之贮藏环境的高湿度,容易引起果实腐烂,近年来,砀山酥梨冷藏出库的腐烂相当严重。本实验在砀山酥梨冷藏期间定期对其进行臭氧处理。结果表明,臭氧处理可以显著抑制冷藏期间砀山酥梨果实的腐烂,并保持其新鲜品质。

3.1 臭氧处理可延缓砀山酥梨的衰老,保持较高的贮藏品质

该试验中,在冷藏条件下使用臭氧对砀山酥梨

进行5个月的定期处理,臭氧处理降低了砀山酥梨果实可溶性固形物含量和可滴定酸含量的损失,但对果实硬度无明显的影响。这与牛锐敏等人^[10]在富士苹果上的研究结果一致。

呼吸作用是果蔬采后进行的最重要的生理活动之一。多数研究报道,臭氧对采后果蔬呼吸具有抑制作用。该实验也表明,连续臭氧处理明显抑制了果实整个冷藏过程中的呼吸作用;其原理一方面可能由于臭氧具有极强的氧化性,可作用分解消除果实贮藏期间产生的乙烯,乙醇和乙醛等对贮藏有害的气体^[10],从而延缓果蔬的生理代谢。另一方面可能与臭氧能使果蔬表皮的气孔缩小,减少水分蒸腾和养分消耗有关。

随着冷藏时间的延长,会导致细胞中活性氧的产生。活性氧会导致膜脂过氧化作用,该作用的加剧引起质膜透性增大,电解质和某些小分子有机物大量渗漏,电导率就会增大。连续臭氧处理可以降低梨果实细胞膜相对透性和MDA的含量,延长砀山酥梨的贮藏期。

3.2 臭氧处理可显著降低砀山酥梨果实的腐烂

臭氧是广谱安全的杀菌剂,多项研究表明,臭氧处理可显著减少番茄^[3]、龙眼^[11]、马铃薯^[12]等果蔬腐烂的发生,延长其货架期。但也有研究表明,

臭氧处理并未减少葡萄灰霉病的发生^[11]。这可能与臭氧处理浓度及处理方式有关。青霉病、轮纹病和褐腐病是酥梨采后的主要病害,轮纹病在梨采收初期发病较重,褐腐和青霉是在贮藏的中后期发病严重。有研究表明,臭氧可显著抑制番茄、草莓、栗子贮藏期灰霉病的发生^[13],胡萝卜核盘菌的侵染^[14],以及桃子念珠菌、毛霉、灰霉、根霉孢子的形成^[15]。本文的试验结果表明,经过5个月冷藏实验,臭氧处理果实的腐烂率比对照降低了70%左右。之所以有这么显著地效果,臭氧可以极显著抑制这3个病原菌在培养基上的孢子萌发,进一步在果实上接种病原菌,活体实验结果表明,臭氧处理同样显著的抑制了病原菌在果实上的繁殖,其中对青霉病的控制效果最好,轮纹病和褐腐病效果稍差一些。

综上所述,在冷库中对砀山酥梨进行臭氧连续处理,可延缓砀山酥梨的生理变化,维持较好的贮藏品质,同时也可显著抑制果实腐烂的发生。因此,该技术可以在砀山酥梨冷藏中推广使用。此外,中国果蔬每年腐烂损失率为25%~30%,产值约750亿元^[16],将臭氧技术应用到其他果蔬的贮藏保鲜中也具有很重要的意义。

参考文献(References):

- [1] 万娅琼,夏静,姚自鸣. 臭氧及负氧离子技术在果蔬贮藏保鲜上的应用[J]. 安徽农业科学, 2001, 29(4): 556-557, 560.
WAN Ya-qiu, XIA Jin, YAO Zi-min. Application of ozone and negative oxygen ion technologies in storage of fruits and vegetables[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2001, 29(4): 556-557, 560. (in Chinese)
- [2] FDA. Substances generally recognized as safe proposed[J]. *Federal Register*, 1997, 62: 18937-18964.
- [3] Aguayo E, Escalona V H, Artes F. Effect of cyclic exposure to ozone gas on physicochemical, sensorial and microbial quality of whole and sliced tomatoes[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2006(39): 169-177.
- [4] JIA Wen jun, HE Jin yin, XU Bu qian, Effect of Ozone on postharvest quality of straw mushroom(*Volvariella volvacea*) [J]. *Storage and Process*, 2006, 06(11): 15-18.
- [5] L J Skog, C L Chu. Effect of ozone on qualities of fruits and vegetables in cold storage[J]. *Canadian Journal of Plant Science*, 2001(81): 773-778.
- [6] 朱克花, 杨震峰, 陆胜民, 陈伟. 臭氧处理对黄花梨果实贮藏品质和生理的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42(12): 4315-4323.
ZHU Ke-hua, YANG Zhen-feng, LU Shen-min, et al. Effects of Ozone treatment on storage quality and physiology of huanghua pear fruit[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2009, 42(12): 4315-4323. 43(in Chinese)
- [7] 牛锐敏, 陈雀民, 于蓉, 岳海英, 张玮. 臭氧处理对红富士苹果生理变化及贮藏品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(8): 3749-3751, 3797.

- NIU Rui-min, CHEN Que-min, YU Rong, et al. Effects of Ozone treatment on physiological changes and storage quality of Fuji apple[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2009, 37(8): 3749-3751, 3797. (in Chinese)
- [8] Toussaint Barboni, Magali Cannac, Nathalie Chiamonti. Effect of cold storage and ozone treatment on physicochemical parameters, soluble sugars and organic acids in *Actinidia deliciosa* [J]. *Food Chemistry*, 2010, (121): 946-951.
- [9] 高俊凤. 植物生理学研究技术[M]. 西安: 世界图书出版社, 2000. 121-135.
- [10] Skog I., Chu C. Ozone technology for shelf life extension of fruits and vegetables[J]. *Acta Horticulturae*. 2000, (553): 285-291.
- [11] K Whangchai, K Saengnil, J Uthaibutra. Effect of ozone in combination with some organic acids on the control of postharvest decay and pericarp browning of longan fruit[J]. *Crop Protection*, 2006, (25): 821-825.
- [12] Rice R G, Farquahar J W, Bollyky J L. Review of the applications of ozone to increasing storage times of perishable goods. *Ozone Science. Eng*, 1982, (4): 147-163.
- [13] Nikos Tzortzakis, Ian Singleton, Jeremy Barnes. Deployment of low-level ozone-enrichment for the preservation of chilled fresh produce[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2007 (43): 261-270.
- [14] Paul D Hildebrand, Charles F Forney, Jun Song, et al. Effect of a continuous low ozone exposure (50 nL L^{-1}) on decay and quality of stored carrots[J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2008, (49): 397-402.
- [15] Lluís Palou, Carlos H Crisosto, Joseph L. et al. Effects of continuous 0.3ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage[J]. *Postharvest Biology and Technology*. 2002(24): 39-48.
- [16] 李里特, 王颢, 丹阳, 肖卫华. 我国果品蔬菜贮藏保鲜的现状和新技术[J]. 无锡轻工大学学报, 2003, 22(2): 106-109.
- LI Li-te, WANG Ji, DAN Yang, et al. State and new technology on storage of fruits and vegetables in china[J]. *Journal of Wuxi University of Light Industry*, 2003, 22(2): 106-109. (in Chinese)

科技信息

欧盟拟修订苹果中农药氟啶胺的最大残留限量

发布日期: 2012-05-22 来源: 食品伙伴网翻译中心 浏览次数: 92

据欧盟食品安全局(EFSA)消息, 近日欧盟食品安全局提议将氟啶胺(propamocarb)在苹果中的最大残留限量修订为 0.3mg/kg。

依据欧盟委员会(EC)No 396/2005 法规第 6 章的规定, 法国收到一家公司要求修定苹果中氟啶胺最大残留限量的申请。为协调氟啶胺的最大残留限量(MRL), 法国建议将苹果中氟啶胺的最大残留限量由现行的 0.05mg/kg 提高至 0.3mg/kg。法国依据欧盟委员会(EC)No 396/2005 法规第 8 章的规定对此起草了一份评估报告, 并提交至欧委会, 之后转至欧盟食品安全局。

欧盟食品安全局评审后, 提议将氟啶胺(propamocarb)在苹果中的最大残留限量修订为 0.3mg/kg。

[信息来源] 食品伙伴网. 欧盟拟修订苹果中农药氟啶胺的最大残留限量 [EB/OL]. (2012-5-22). <http://www.foodmate.net/news/yujing/2012/05/206593.html>.

美国 FDA 公布《2012-2016 年食品与兽药项目战略规划》

据美国食品药品监督管理局(FDA)消息, 近日美国 FDA 公布了《2012-2016 年食品与兽药项目战略规划》, 突出强调了 7 大战略计划, 以在科学的基础上, 使得美国食品供应链朝着更为安全、标识更为规范的方向发展。

原文链接: < <http://www.fda.gov/downloads/AboutFDA/CentersOffices/OfficeofFoods/UCM273732.pdf> >

[信息来源] 食品伙伴网. 美国 FDA 公布《2012-2016 年食品与兽药项目战略规划》[EB/OL]. (2012-4-26). <http://www.foodmate.net/news/daodu/2012/04/204739.html>.