

HACCP 管理系统在鲜切草莓加工和保鲜过程中的应用

张 爽, 江 洁*, 赵友晖, 胡文忠

(大连民族大学生命科学学院, 大连 116600)

摘 要: **目的** 将 HACCP 管理体系应用在鲜切草莓加工和保鲜生产中。通过 HACCP 体系可进行预防与控制食品原料生产、加工、贮运到销售等过程中可能存在的潜在危害, 并能最大限度地降低风险, 更有效地保证食品的安全。**方法** 以草莓为试验材料, 采用 HACCP 体系对鲜切草莓加工和保鲜过程中可能的潜在危害进行分析, 确定关键控制点和关键限值, 提出相应的预防措施和监测方法。**结果** 确定了原料验收、切割、保鲜处理、包装、贮存 5 个关键控制点, 构建了鲜切草莓加工和保鲜的 HACCP 管理体系模式。**结论** 将 HACCP 管理体系运用于鲜切草莓加工与保鲜过程中, 提高了该产品质量安全卫生水平。

关键词: 鲜切草莓; 危害分析关键控制点; 食品加工; 食品保鲜

Application of HACCP management system in fresh-cut strawberry processing and preservation process

ZHANG Shuang, GANG Jie*, ZHAO You-hui, HU Wen-zhong

(College of Life Science, Dalian Nationalities University, Dalian 116600, China)

ABSTRACT: Objective To apply the Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system in the production of fresh-cut strawberry processing and preservation. HACCP has an effect on preventing and control the potential hazards coming from the whole process of the food raw materials production, processing, storage, and transportation to sale. It also has a great effect on reducing the risk of potentially hazardous products to enhance the production safety of the fresh-cut strawberry. **Methods** HACCP was applied to fresh-cut strawberry processing and storage. The potential hazards were analyzed, and the critical control points and the critical limits were determined, and then put forward corresponding preventive measures and monitoring methods. **Results** The 5 key points were confirmed as raw material acceptance, cutting, preservation, packaging and storage, and the HACCP work schedule was formulated to establish a safety management system in the production of the fresh-cut strawberry. **Conclusion** The application of HACCP management system could improve the quality of the product safety and health in the fresh-cut strawberry processing and preservation process.

KEY WORDS: fresh-cut strawberry; Hazard Analysis Critical Control Point; food processing; food preservation

*通讯作者: 江洁, 博士, 主要研究方向为食品生物技术。E-mail: gangjie@dlnu.edu.cn

*Corresponding author: GANG Jie, Professor, College of Life Science, Dalian Nationalities University, Dalian 116600, China. E-mail: gangjie@dlnu.edu.cn

1 引言

草莓属蔷薇科草莓属, 营养丰富, 有“水果皇后”的美誉, 具有很高的经济价值和食疗作用^[1,2]。但是, 由于草莓果皮极薄, 组织娇嫩, 易受机械损伤和微生物感染而腐烂变质, 极不耐贮运^[3]。因此对草莓进行挑选、清洗、修整、分级、包装等处理, 将其制成即食水果, 这对草莓的保鲜和销售具有重要作用^[4]。

HACCP 是一个保证食品安全的预防性技术管理体系, 正逐渐成为食品行业的一种新的产品安全质量保证体系^[5-7]。在食品加工和储藏过程中, 在生物、化学和物理危害的影响下受到安全污染。这种污染可能来自食品本身或来自加工过程, 这种食品非蓄意污染能够根据食品 and 加工的特点进行危害分析, 并通过预防和控制措施将危害预防、降低或消除到可接受水平^[8-14]。目前将 HACCP 技术应用于果蔬保鲜及贮藏的研究已广泛开展。刘鑫等^[15]在冷冻草莓的加工中应用了 HACCP 体系; 马灵芝等^[16]在苹果泥的生产中建立了 HACCP 体系; 李冬梅等^[17]将 HACCP 技术应用于甜樱桃的贮藏; 祝战斌等^[18]将 HACCP 在蒜薹贮藏保鲜中应用; 李桂峰等^[19]运用 HACCP 体系控制鲜食葡萄质量。本文对草莓鲜切加工和保鲜的 HACCP 管理体系进行研究, 为草莓的加工和保鲜提供质量保障。

2 草莓加工和保鲜过程的危害分析

草莓大部分是鲜食, 将其制成即食的鲜切水果, 易于它的销售和食用。影响鲜切草莓加工和保鲜过程的安全性的因素较多, 有物理性因素、化学性因素和生物因素概括如下^[20]。

2.1 物理性因素

物理危害主要指原料中可能夹杂的石块、玻璃、金属碎片, 以及加工过程中机械磨损产生的玻璃、金属碎片等硬物对人造成的损伤。

草莓采收、贮藏、运输和保鲜处理过程中的机械损伤^[21]; 清洗不彻底表面留有异杂物。因此, 采收、运输中动作要轻, 清洗彻底, 可以减少草莓的物理性危害。

2.2 化学性因素

生产基地环境污染造成的化学性危害: “工业三废”向环境中排放的污染物通过水、大气和土壤直接或间接地污染果蔬, 使原料草莓中化学污染物含量

增高, 而这些污染物大多对人体健康有潜在威胁。

肥料和农药造成的化学性危害: 在草莓的生产中, 为了提高产量和保证产品质量, 田间施肥和用农药杀菌、杀虫是非常重要的, 但是使用浓度不当或使用有剧毒、高残留的农药, 植物生长调节剂来处理草莓, 这些物质在果实中残留会造成化学性危害^[22-27]。

2.3 生物性危害

草莓种植过程中的生物性危害: 草莓在田间生长期间, 土壤、空气、雨水、昆虫、病株等都可能使其感染病菌。草莓果实采后腐烂主要是由微生物感染造成, 其中最常发生并有破坏性的是由病原菌 *Botrytis cinerea* 引起的灰霉病, 其次是 *Rhizopus stolonifer* 造成的软腐病, 此外还有半知菌造成的腐烂。这些微生物主要是在草莓采摘前通过土壤或空气的接触而产生的^[28-31]。

加工过程中生物危害: 鲜切草莓加工时, 需要清洗、切割等过程。加工用水、加工人员、加工工具卫生不良会造成微生物污染。

贮藏中的生物性危害: 草莓经过鲜切进行贮藏保鲜, 贮藏容器或库房消毒不彻底, 有可能存在病原体。贮藏过程中病原菌扩散传播, 或者病害果实和健康果的接触, 造成果实生物性病害的发生。

运输和销售过程中的生物性危害: 运输和销售过程中如果温度较高, 会加速草莓携带的病原菌的生长繁殖, 使果实很快腐烂并产生一些有害物质。最好采用低温运输和销售^[32-34], 并尽量缩短流通时间。

3 确定关键控制点(CCP)及所对应的关键限值

3.1 鲜切草莓生产工艺流程

鲜切草莓生产工艺流程如图 1 所示。

原料验收→挑选→清洗→切割→分级→保鲜处理→淋洗→控水→称重→包装→贮藏→定期检测→出库销售

图 1 鲜切草莓生产工艺流程

Fig. 1 The production processing flow of fresh cut strawberry

3.2 确定关键控制点及关键限制

3.2.1 原料的验收

对原料中化学危害的控制是保证鲜切草莓品质

的第一道关键工序。确认果园周边土壤的污染源指标符合国家环保标准。并对原料进行检测, 确保原料的化学安全性。确定适宜的草莓采收期, 只有草莓在最佳时期采收, 才能有很好的加工和保鲜效果。采收过程要做到轻拿轻放, 避免碰伤、压伤等机械损伤。采收标准: 果实中可溶性固形物含量为 6%~11%, 可滴定酸度为 0.5%~1.0%^[2]。

3.2.2 原料的挑选、清洗、切割和分级

草莓采收后要进行严格的挑选, 去掉病虫害造成的外观缺损的果实, 还有腐烂果和破损果^[35,36]。

清洗是鲜切草莓加工中必经的一道工序, 通过清洗能减少鲜切果蔬的原始菌数, 洗去表面粘附的物理性杂质, 清洗时必须使用符合卫生标准的水, 并保证清洗机的卫生^[37,38]。

在进行切割时, 只除去草莓果柄, 保留完整果实。切割后的草莓果粒要进行分级处理, 分级一般根据果实大小、颜色、新鲜度、成熟度等指标综合考虑进行分级。一般分为三个等级, 一级: 果实色泽呈红色或深红色, 果粒饱满, 形状大小一致, 平均粒重 30 g 以上, 肉硬脆, 酸甜适口; 二级: 果实呈红色, 形状大小一致, 果粒中等, 平均粒重 20~30 g, 果肉较硬脆, 口味较好; 三级: 果实颜色稍淡, 形状大小基本一致, 果粒较小, 平均粒重低于 20 g, 果肉较硬脆, 口味一般^[39]。分级允许误差不超过 5 %。

3.2.3 保鲜处理

保鲜处理主要是通过一些物理或化学的方法来延长鲜切草莓的保鲜期和提高商品价值^[40,41]。保鲜预处理中的可能的化学性危害较大, 是人为添加的防

腐剂等。随着现代保鲜技术的不断发展和人们对化学保鲜剂有害物质残留的担忧, 采用天然保鲜、无残留等方法的开发和应用是未来的发展方向^[42]。

3.2.4 淋洗、控水和包装

清洗所用的水理化指标必须符合卫生标准; 淋洗不充分会造成杀菌剂残留量过高。

通过控水去除草莓表面水分。

选择符合卫生标准的包装材料, 并预先消毒; 采用合理的包装方式, 防止出现代谢失调。

3.2.5 贮藏

草莓极易发生微生物病害, 如灰霉病、黑腐病、白腐病等病害。这些病害不仅是田间病害, 而且是草莓贮藏中易发生的病害, 这是鲜切草莓贮藏过程中最重要的生物性危害, 这些微生物不但会引起草莓腐烂变质, 而且产生毒素, 严重地影响到鲜切草莓的安全性^[43-46]。因此采取适宜的贮藏措施, 是确保鲜切草莓品质和卫生质量的最关键环节。我国常用普通冷库加上气调保鲜膜, 并加保鲜剂的方法进行保鲜。为了防止产生化学性危害, 必须严格限制保鲜剂的种类和剂量。严格控制贮藏温度在 0~4 ℃, 相对湿度为 85%~95%, O₂ 为 2%~4%, CO₂ 为 3%~5%^[19]。

3.3 建立 HACCP 工作计划表

鲜切草莓质量 HACCP 计划表如表 2 所示。在表 2 中确定了原料验收、切割、保鲜处理、包装、贮存 5 个关键控制点, 确定了关键限值和纠偏措施, 构建了鲜切草莓加工和保鲜的 HACCP 管理体系模式。

表 1 鲜切草莓加工和保鲜的危害分析表
Table 1 The fresh cut strawberry hazard analysis in process and preservation

加工步骤	危害因素	危害是否显著	判断依据	防止措施	是否为 CCP
原料验收	生物性: 虫卵、病原菌、毒素 化学性: 农药、重金属残留 物理性: 杂质	是	原料在生长环境中附着有虫卵、微生物; 农药、化肥使用不当造成残留超标, 损害人体健康; 采收中混入杂草、金属等杂质	选择固定的原料基地, 加强原料验收的检验检疫; 建立自己原料基地, 使用安全的农药、化肥	是
清洗	物理性: 杂质 化学性: 水质污染	否	清洗所用的水理化指标不符合卫生标准	使用符合卫生标准的水; 定期清洁清洗机; 定时更换用水	否
切割、分级	生物性: 病原菌及毒素 物理性: 杂质	是	操作环境中或操作者及工具上附着微生物; 操作者毛发、指甲等脱落; 操作工具缺口掉落等可能	通过 SSOP(卫生标准操作规程) 进行控制	是

续表 1

加工步骤	危害因素	危害是否显著	判断依据	防止措施	是否为 CCP
保鲜处理	生物性: 病原菌 化学性: 杀菌剂残留、生成毒素、保鲜剂使用不当	是	杀菌剂使用不当或造成杀菌不彻底, 或残留量过高, 或与蔬菜中的有机物反应产生毒素; 保鲜剂的种类或用量不符合食用安全	选用适宜的杀菌剂和保鲜剂的种类和用量	是
淋洗	化学性: 水质污染、杀菌剂残留	是	清洗所用的水理化指标不符合卫生标准; 淋洗不充分造成杀菌剂残留量过高	使用符合卫生标准的水; 定时更换用水	否
控水	生物性: 病原菌	是	易受环境中微生物的污染	缩短操作时间; 对操作环境定期消毒	否
包装	生物性: 微生物 化学性: 化学毒素、自身产生毒素	是	包装材料不符合卫生标准, 附着有微生物或包装材料本身具有毒素	选择符合卫生标准的包装材料, 并预先消毒; 采用合理的包装方式	是
贮运、销售	生物性: 病原菌及产生的毒素 化学性: 代谢积累毒素或腐败物	是	温湿度不适宜时病原菌滋长、代谢失调、腐败变质	选用适宜的低温进行贮藏、运输、销售	是

表 2 鲜切草莓质量 HACCP 计划表^[18,19,26,27,47-50]

Table 2 The fresh cut strawberry quality HACCP schedule

CCP	显著危害	关键限值	监控			纠偏措施	记录	验证	
			对象	内容	方法				人员
原料验收 CCP ₁	农药等有毒有害物质	按 GB/Z 26575-2011 执行	检查合格证明和检验报告	有毒有害物的残留	实地调查和检查原料合格证明	质量监测员	不用检验不合格的原料	原料验收记录	质控人员核对合格报告
切割 CCP ₂	病虫害、机械伤和腐烂果	车间温度控制在 8℃ 以下, 不合格果不超过 3%	加工的时间和温度	受伤果和腐烂果数量	测量温度控制时间检查不合格果	操作员	加工车间温度不达标或原料积累过多, 不准进料	切割作业记录	部门负责人及质检人员对每天记录进行确认
保鲜处理 CCP ₃	化学有害物残留量	按 GB/Z 26575-2011 执行	鲜切草莓	化学有害物	测定化学有害物含量	操作员	拒收不合格原料或降低预处理过程中化学物的使用量	预处理作业记录	质控人员确认每天记录
包装 CCP ₄	包装材料符合食品卫生标准	包装材料符合食品卫生标准	包装材料安全性报告	化学有害物	测定化学有害物含量	采购员、操作员	不用不符合食用卫生标准的包装材料	包装材料使用记录	采购人员核查安全性报告, 并由负责人签字确认
贮藏 CCP ₅	毒素、致病菌和品质	贮藏条件的限值为: 温度 0℃~4℃; 相对湿度 85%~95%; O ₂ 2%~4%; CO ₂ 3%~5%	贮藏环境	环境条件和果实理化指标	控制贮藏条件	库房管理员	缩短贮藏期	贮藏条件和果实品质记录	定期检查

4 结 论

草莓是一种大众消费水果,富含维生素与生物活性物质。随着人们对自身健康的日益关注及经济的发展,再加上草莓酸甜的适口性势必将成为消费者的首选。但草莓果皮极薄,组织娇嫩,易受机械损伤和微生物侵染而腐烂变质,极不耐贮运。将草莓制成鲜切的即食水果,利于草莓的保鲜和销售。草莓在加工和保藏过程中易产生物理、化学和生物的危害,本文确立了原料验收、切割、保鲜处理、包装、贮存等5个关键控制点,确定了关键限值和纠偏措施,构建了鲜切草莓加工和保鲜的 HACCP 管理体系模式,保证鲜切草莓的产品质量安全和消费者的健康提供了保障。

参考文献

- [1] 张安宁,王鑫,陈洁.草莓的涂膜保鲜研究[J].食品科学,2006,27(3):231-235.
Zhang AN, Wang X, Chen J. Strawberry film preservation research [J]. Food Sci, 2006, 27(3): 231-235.
- [2] 罗娅,唐勇,冯珊,等.6个草莓品种营养品质与抗氧化能力研究[J].食品科学,2011,32(7):52-56.
Luo Y, Tang Y, Feng S, et al. Comparison on nutritional quality and antioxidant capacity of six different strawberry cultivars [J]. Food Sci, 2011, 32(7): 52-56.
- [3] 任红,商宪库,曹兵.羧甲基壳聚糖涂膜在草莓保鲜中的应用研究[J].食品科技,2007,4:211-213.
Ren H, Shang XK, Cao B. Study on fresh-keeping of strawberry by using carboxymethyl chitosan coating [J]. Food Sci Technol, 2007, 4: 211-213.
- [4] 黄光荣.切割果蔬保鲜[J].食品科技,2000,3:28-29.
Huang GR. Cutting fruit and vegetable preservation [J]. Food Sci Technol, 2000, 3: 28-29.
- [5] Bauman HE. The HACCP concept and microbiological hazard [J]. Food Technol, 1974, 28(9): 30-34.
- [6] 刘志扬,闫炳震,王敏. HACCP 体系在复合维生素生产的应用[J].食品研究与开发,2012,33(5):210-212.
Liu ZY, Yan BZ, Wang M. Application of HACCP System in the production of compound vitamin [J]. Food Res Dev, 2012, 33(5): 210-212.
- [7] 刘柳,陈博,崔媛媛,等. HACCP 体系在我国食品企业中应用现状调查[J].现代预防医学,2010,37(4):646-648.
Liu L, Chen B, Cui YY, et al. Prevalence HACCP system application in China's food enterprises[J]. Mod Pre Med, 2010, 37(4): 646-648.
- [8] 吕青,顾绍平,张明,等.美国食品防护计划与 HACCP[J].食品科技,2009,34(1):232-235.
Lv Q, Gu SP, Zhang M, et al. American food defense plan and hazard analysis critical control point(HACCP) [J]. Food Sci Technol, 2009, 34(1): 232-235.
- [9] Berends BR, Van KF. An outline of a risk assessment-based system of meat safety assurance and its future prospects [J]. Vet Q, 1999, 21(4): 128-134.
- [10] 吕晓莲,贾健会,王熊,等.我国食品企业应尽快建立 HACCP 体系[J].食品科学,2002,23(7):142-144.
Lv XL, Jia JH, Wang X, et al. China's food enterprises HACCP system should be established as soon as possible [J]. Food Sci, 2002, 23(7): 142-144.
- [11] 朱加虹,袁康培,张水志.食品安全现状与 HACCP 应用前景[J].食品科学,2003,24(8):260-264.
Zhu JH, Yuan KP, Zang SZ. HACCP food safety status and prospects [J]. Food Sci, 2003, 24(8): 260-264.
- [12] 田晶.浅谈食品防护计划与 HACCP 体系对食品安全的控制[J].黑龙江科技信息,2009,8:44.
Tian J. Control of Food Protection Plan and HACCP system for food safety [J]. Heilongjiang Sci Technol Inform, 2009, 8: 44.
- [13] 何剑飞,陈召桂. HACCP 在速冻八宝饭生产中的应用[J].食品工程,2010,2:60-61.
He JF, Cheng ZG. Application of HACCP in eight-treasure rice pudding [J]. Food Eng, 2010, 2: 60-61.
- [14] 罗光宏,祖廷勋,陈天仁.螺旋藻保健食品生产加工中 HACCP 的应用研究[J].食品科学,2003,24(8):70-73.
Luo HG, Zu TX, Chen TR. Application of Spirulina health food production and processing of HACCP [J]. Food Sci, 2003, 24(8): 70-73.
- [15] 刘鑫,赵鹏,张慧,等. HACCP 体系在冷冻草莓加工中的应用[J].食品研究与开发,2013,22(29):95-97.
Liu X, Zhao P, Zhang H, et al. Application of HACCP in the production of frozen strawberry [J]. Food Res Dev, 2013, 22(29): 95-97.
- [16] 马灵芝,胡爱军.苹果泥生产中 HACCP 体系的建立[J].食品工业,2015,36(2):41-43.
Ma LZ, Hu AJ. Establishment of the HACCP system in the production of apple puree [J]. Food Ind, 2015, 36(2): 41-43.
- [17] 李冬梅.甜樱桃 MA 贮运关键技术-HACCP 的应用[D].烟台:烟台大学,2012.

- Li DM. Sweet cherry MA storage key technology-HACCP application [D]. Yantai: Yantai University, 2012.
- [18] 祝战斌, 马兆瑞. HACCP 在蒜薹贮藏保鲜中的应用[J]. 农产品加工(学刊), 2010, 5: 81–83.
- Zhu ZB, Ma ZR. The application of HACCP in garlic storage [J]. Acad Periodical Farm Prod Process, 2010, 5: 81–83.
- [19] 李桂峰, 刘兴华. 运用 HACCP 体系控制鲜食葡萄质量[J]. 四川食品与发酵, 2004, 2: 31–34.
- Li GF, Liu XH. Controlling fresh-grape quality by applying HACCP system [J]. Sichuan Food Ferment, 2004, 2: 31–34.
- [20] 张杏鸾, 孙吉茹. 影响草莓品质的主要因素及对策[J]. 河北果树, 2012, 1: 53–54.
- Zhang XL, Sun JR. The main factors affecting the quality of strawberries and countermeasures [J]. Hebei Fruit, 2012, 1: 53–54.
- [21] 李继兰, 卞倩倩, 葛玉泉. 鲜切果蔬加工保鲜技术及工艺研究[J]. 中国果菜, 2013, 12: 41–43.
- Li JL, Bian QQ, Ge YQ. Technology of fresh-cut fruit and vegetable processing and preservation [J]. Chin Fruit Vegetable, 2013, 12: 41–43.
- [22] 肖功年, 张敏心, 彭建, 等. 草莓气调、涂膜、臭氧等的保鲜研究[J]. 食品工业科技, 2003, 24(4): 70–73.
- Xiao GN, Zhang MX, Peng J, *et al.* Fresh strawberry atmosphere, coating, ozone, etc. [J]. Sci Technol Food Ind, 2003, 24(4): 70–73.
- [23] 李丽丽, 刘蕾, 云婷婷, 等. 两种低分子量壳聚糖对草莓保鲜的研究[J]. 广州化工, 2013, 41(6): 100–101.
- Li LL, Liu L, Yun TT, *et al.* Two studies of low molecular weight chitosan on fresh strawberries [J]. Guangzhou Chem Ind, 2013, 41(6): 100–101.
- [24] 邓红军. 短波紫外线和热处理对采后草莓损伤生理和品质的调控作用[D]. 杭州: 浙江大学, 2014.
- Deng HJ. The Regulatory effect of UV-C and heat treatment on the wound physiology and quality in postharvest strawberry fruit [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2014.
- [25] 徐世红. 草莓辐射保鲜工艺研究 [J]. 辐射工艺学报, 1992, 10(1): 57–59.
- Xu Shi-hong. Strawberry radiation freshness [J]. J Radiation Technol, 1992, 10(1): 57–59.
- [26] 李桂峰, 刘兴华. HACCP 在鲜切红地球葡萄加工和保鲜中的应用[J]. 陕西农业科学, 2005, 2: 57–60.
- Li GF, Liu XH. HACCP application in fresh-cut red globe grape processing and preservation [J]. Shaanxi Agric Sci, 2005, 2: 57–60.
- [27] 王毅, 刘学文, 罗魏, 等. HACCP 在袋装新鲜切片蘑菇生产中的应用[J]. 食品与发酵科技, 2011, 47(4): 24–26.
- Wang Y, Liu XW, Luo W, *et al.* The application of HACCP in fresh-cut mushroom production [J]. Food Ferment Technol, 2011, 47(4): 24–26.
- [28] 郭利勇, 陈迪新, 周少强. 热水预处理和冷藏对草莓贮藏期和品质的影响[J]. 河南农业科学, 2008, 28(6): 95–98.
- Guo LY, Chen DX, Zhou SQ. Effects of hot water treatment and refrigeration on storage period and quality of strawberry [J]. Henan Agric Sci, 2008, 28(6): 95–98.
- [29] 肖春玲. 樱桃番茄果脯加工工艺技术的研究[D]. 西安: 西北农林科技大学, 2007.
- Xiao CL. Study on sugar preserved cherry-tomatoes procession technology [D]. Xi'an: Northwest Agriculture and Forestry University, 2007.
- [30] 王文良. 草莓贮藏保鲜的几种方法[J]. 农产品加工, 2011, 4: 26–27.
- Wang WL. Several methods of strawberry [J]. Farm Prod Process, 2011, 4: 26–27.
- [31] 申光辉. 草莓连作根腐病发生机制与微生物及化学修复研究[D]. 西安: 西北农林科技大学, 2012.
- Shen Guang-hui. Even strawberries mechanism for microbiological and chemical remediation of root rot occur [D]. Xi'an: Northwest Agriculture and Forestry University, 2012.
- [32] 杨文雄, 方政, 冯双庆. 草莓贮藏保鲜技术[J]. 中国食品添加剂, 2006, 3(2): 137–143.
- Yang WX, Fang Z, Feng SQ. Technology of storage and freshment of strawberry [J]. China Food Additives, 2006, 3(2): 137–143.
- [33] 钱玉梅, 高丽萍, 张玉琼, 等. 低温处理对草莓贮藏品质的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2006, 33 (2): 268–271.
- Qian YM, Gao LP, Zhang YQ, *et al.* Effects of low temperature treatment on post-harvest strawberry fruit quality [J]. J Anhui Agric Univ, 2006, 33 (2): 268–271.
- [34] 杨继涛, 史继华. 草莓采后生理品质变化及贮藏保鲜技术研究进展[J]. 陕西农业科学, 1998, 12 (6): 32–35.
- Yang JT, Shi JH. Advances in physiology and biochemistry and storage technique [J]. Shaanxi Agric Sci, 1998, 12 (6): 32–35.
- [35] 章洋, 王艳秋, 常颖杰, 等. 草莓的采收、加工和贮藏技术[J]. 农业与技术, 1997, 1: 49–51.
- Zhang Y, Wang YQ, Chang YJ, *et al.* Strawberry harvesting, processing [J]. Agric Technol, 1997, 1: 49–51.
- [36] 王晓波. 草莓的采收与保鲜技术[J]. 蔬菜杂志, 2009, 4:

- 27-28.
- Wang XB. Strawberry harvesting and preservation techniques [J]. J Vegetable, 2009, 4: 27-28.
- [37] 汪良驹, 巩惠芳, 杜正顺, 等. 热水预处理对草莓果实采后生理与品质的影响[J]. 江西农业学报, 2008, 20(1): 52-55.
- Wang LJ, Gong HF, Du ZS, *et al.* Effect of hot water pretreatment on physiology and quality of strawberry fruit [J]. Jiangxi Agric Sci, 2008, 20(1): 52-55.
- [38] 李敏, 高兆银, 胡美姣, 等. 热处理对果蔬采后品质及病虫害的影响[J]. 果树学报, 2005, 22(2): 143-148.
- Li M, Gao ZY, Hu MJ, *et al.* Effect of heat treatment on the postharvest quality and pests [J]. Fruit Sci, 2005, 22(2): 143-148.
- [39] 傅红霞. 净菜商品化处理技术的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2004.
- Fu HX. Study on Commercial processing technology of minimally processed vegetables [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2004.
- [40] 苑庆刚. 草莓的采收与贮藏[J]. 农业科技与装备, 2010, 3: 51-53.
- Yuan QG. Harvesting and storage of strawberry [J]. Agric Technol Eq, 2010, 3: 51-53.
- [41] 连喜军, 杨欣欣. 草莓贮藏方法[J]. 农业知识, 2010, 11: 51.
- Lian XJ, Yang XX. Strawberry storage [J]. Agric Knowl, 2010, 11: 51.
- [42] 杜正顺, 巩惠芳, 汪良驹, 等. 贮前热蒸汽处理对草莓果实保鲜效应的研究[J]. 南京农业大学学报, 2009, 32(4): 37-42.
- Du ZS, Gong HF, Wang LJ, *et al.* Storing before hot steam treatment effects of strawberry fruit fresh [J]. J Nanjing Agric Univ, 2009, 32(4): 37-42.
- [43] 曹霞敏, 孙建霞, 廖小军, 等. 加工方法对草莓中抗氧化活性物质及抗氧化活性的影响[J]. 食品工业科技, 2010, 31(9): 390-397.
- Cao XM, Sun JX, Lao XJ, *et al.* Effect of processing methods on the antioxidant activity of strawberry substances and antioxidant activity [J]. Sci Technol Food Ind, 2010, 31(9): 390-397.
- [44] 李琴义, 陈红卿. 草莓采收后的管理[J]. 乡村科技, 2011, 5: 22.
- Li QY, Chen HQ. Post-harvest management strawberries [J]. Rural Technol, 2011, 5: 22.
- [45] 刘畅. 草莓采收及贮藏保鲜技术[J]. 现代农业, 2014, 11: 11.
- Liu C. Strawberry harvest and storage technology [J]. Mod Agric, 2014, 11: 11.
- [46] 杨雪. 草莓保鲜方法与茎叶中原花青素提取工艺的研究[D]. 成都: 四川师范大学, 2014.
- Yang X. Study on strawberry preservation and extraction methods of proanthocyanidins from stems and leaves [D]. Chengdu: Sichuan Normal University, 2014.
- [47] 冯雁丽. HACCP体系在蒜薹MA贮藏保鲜中的应用[D]. 烟台: 烟台大学, 2012.
- Feng YL. HACCP system in garlic MA storage applications [D]. Yantai: Yantai University, 2012.
- [48] 肖春玲. HACCP质量控制体系在圣女果脯生产中的应用[J]. 食品科学, 2003, 24(8): 64-66.
- Xiao CL. Application of HACCP in the virgin fruit production [J]. Food Sci, 2003, 24(8): 64-66.
- [49] 王秋芳, 乔勇进, 王海宏, 等. 南方葡萄采后贮藏保鲜HACCP体系的构建[J]. 上海农业学报, 2009, 25(4): 70-74.
- Wang QF, Qiao YJ, Wang HH, *et al.* Construction of storage HACCP system after the grape harvest south [J]. Shanghai Agric Sci, 2009, 25(4): 70-74.
- [50] 聂凌鸿, 吴林林. 热处理与贮藏温度对草莓果实保鲜效果的影响[J]. 食品科技, 2012, 12(47): 18-23.
- Nie LH, Wu LL. Effects of heat treatment and storage temperature on storage qualities of strawberry [J]. Food Sci Technol, 2012, 12(47): 18-23.

(责任编辑: 白洪健)

作者简介



张 爽, 硕士研究生, 主要研究方向
食品加工与质量安全控制。
E-mail: 511678852@qq.com



江 洁, 教授, 主要研究方向食品生
物技术。
E-mail: gangjie@dlnu.edu.cn