

微生物控制在切割果蔬安全中的应用

龚魁杰

(山东省农业科学院作物研究所, 山东 济南 250100)

摘要: 切割果蔬中的病原微生物是影响其安全的重要因素, 本文综述了利用微生物保障切割果蔬安全的主要作用方式, 包括拮抗作用、抑制作用、侵染作用以及多种方式的联合作用, 并提出了微生物控制促进切割果蔬安全的发展方向。

关键词: 切割果蔬; 乳酸菌 nisin; 拮抗菌; 噬菌体; 微生物控制

中图分类号: TS255.3; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1673-9078(2007)03-0102-04

Application of Microbial Control on the Safety of Fresh-cut Fruits and Vegetables

GONG Kui-jie

(Crop research institute, Shandong academy of agricultural science, Jinan 250100, China)

Abstracts: Pathogenic microorganism in fresh-cut fruits and vegetables is the important factor influencing its security. This article summarized the main way to ensure the safety of fresh-cut fruits and vegetables using microbial control, including the antagonism, inhibition, invading as well as combination of many kinds of ways. The application prospects of microbial control on safety of fresh-cut fruits and vegetables were also proposed.

Key words: fresh-cut fruits and vegetables; lactic acid bacteria; nisin; antagonists; phages; microorganism controlling

切割果蔬也称为最小加工果蔬, 是最近 20 年左右发展起来的具有新鲜和方便等重要价值的果蔬产品。良好农业规范 (GAPs) 和良好操作规范 (GMPs) 使其成为一种安全、卫生的食品, 成为忙碌的消费者的购物首选^[1]。根据美国农业部经济研究服务署的统计, 在过去的 25 年里, 切割果蔬的消费增长了 26%^[2]; 在法国等欧盟国家, 自 1971 年以来, 由于切割果蔬的良好加工使人均未加工果蔬的消费量呈现稳步下降^[3]; 同样的趋势也存在于日本、韩国以及其他发达国家。

微生物是切割果蔬的自然污染物, 其来源众多, 包括耕作环境、采后处理和加工等^[4], 阻止微生物活动保障安全是生产切割果蔬的主要任务。在保存切割果蔬降低微生物污染和延长货架期的所有措施中, 微生物控制措施相较化学药剂更为安全可靠。微生物控制是指采用微生物及其代谢物延长货架期保证产品安全, 对于生产者和消费者来说, 微生物控制正在受到普遍的关注。本文对目前取得的研究进展加以综述, 以期推动微生物控制措施保障切割果蔬安全的发展。

1 切割果蔬中的微生物

收稿日期: 2006-12-05

作者简介: 龚魁杰(1970-), 男, 副研究员, 研究方向: 农产品保鲜与深加工

未加工果蔬表面聚居了多种菌落, 主要为 3 种优势菌: 细菌、放线菌和真菌。切割损毁了植物细胞, 并形成了伤口, 伤口处的组织流出汁液和细胞内容物成为微生物的良好培养基, 对微生物、病原菌生长非常有利^[4]。

切割果蔬表面的微生物数量通常在 $10^3 \sim 10^6$ cfu/g 之间, 主要有假单胞菌、欧文氏枯草杆菌、产黄菌属、黄单胞菌属、肠杆菌属、乳酸菌和部分酵母菌。在蔬菜中, 假单胞菌一般占到 50%~90%^[4]。Tournas VH 分析了华盛顿地区的 39 种切割果蔬, 发现酵母菌为主要微生物菌群, 其总数为 $100 \sim 4.0 \times 10^8$ cfu/g, 霉菌总数为 $100 \sim 4.0 \times 10^4$ cfu/g, 切割果蔬中常见霉菌为梭孢菌属、链格孢霉属和青霉菌^[5]。

切割果蔬表面的微生物因收获季节、产地、加工工艺、加工设备等的不同而有很大的差异。目前对切割果蔬的微生物生态发展和活动仍然了解较少, 对其如何从初产品中转入到切割果蔬中仍不得而知。一些研究发现切割果蔬自带的微生物可帮助控制菌群发展, 因此, 必须开展更多的关于切割果蔬微生物生态变化的研究。

2 微生物控制在切割果蔬中的作用

微生物控制就是采用微生物或其代谢物,通过杀死腐败微生物或抑制其生长,从而改进食品质量和延长货架寿命,促进食品安全、延长贮藏期和保持产品风味。微生物控制的主要作用有三种:拮抗、抑制、侵染以及三种方式的联合作用。

2.1 拮抗作用

微生物的拮抗作用主要表现为微生物对营养物质和生长位点的竞争,比如有些微生物可通过释放产物来改变生长环境以抑制其它微生物生长。目前研究较多的是利用乳酸菌、酵母菌和霉菌的拮抗菌株进行切割果蔬的微生物控制。

乳酸菌(LAB)对假单胞菌科、肠杆菌科细菌及其他食品致病菌的生长表现出比较好的拮抗作用^[6]。很多研究直接从切割果蔬本身分离出拮抗性乳酸菌,Kelly WJ 等人和 R. Gomez 分别从切割果蔬和莴苣品种“冰山”中分离到了乳酸菌,通过试验认为这些菌株可作为切割果蔬的生物保鲜剂,能够对切割果蔬进行良好的微生物控制^[7,8]。

Leverentz 等在李斯特氏单孢菌和沙门氏菌大量繁殖的切割苹果中置入 4 株乳酸菌,实验证实此 4 株乳酸菌对苹果切片上的食物病原菌有抑制生长的能力,在 10 °C 或 25 °C 环境下能够有效降低李斯特氏单孢菌和沙门氏菌菌群数量。其中 25 °C 时的降低能力高于 10 °C 时,拮抗菌株的生长也同于病原菌,高温时生长更快^[9]。

在切割果实的伤口接种病原菌和拮抗菌株的试验发现拮抗菌能抑制病原菌繁殖、减轻腐败。Leverentz 在采后的‘嘎拉’苹果的伤口接种青霉菌病原菌和拮抗菌株^[10]; Janisiewicz 等将假单胞菌的拮抗菌株接种入‘Golden Delicious’苹果的伤口中^[11],二者均发现接种拮抗菌株可降低病原菌数量,减轻损害程度,明显降低果实的腐败,表明其具有阻止完整果实的伤口和切割果实的病原菌生长的良好功效^[10,11]。

2.2 抑制作用

微生物通常通过产生具有抗菌活性的微生物素而起到抑菌作用,如目前得到广泛应用的乳酸链球菌肽(nisin)等,乳酸链球菌肽(nisin)是由乳酸链球菌、乳酸杆菌等在代谢过程中,通过核糖体合成产生的一类具有抑菌生物活性的细菌素,Nisin 主要能抑制大部分 G⁺ 菌的生长,包括产芽孢杆菌(如肉毒杆菌)、耐热腐败菌等。

相较于其它微生物素如纳他霉素、红曲霉素等,Nisin 已经广泛地应用于切割果蔬的生物控制。研究发现 nisin 可降低绿豆芽、甘蓝和椰菜的李斯特氏单孢菌

2.2~4.35 个数量级^[12]; Britta Leverentz 则发现 nisin 可降低切割蜜瓜的李斯特氏单孢菌 3.2 个数量级,降低切割苹果的李斯特氏单孢菌 2 个数量级^[13],具有较好的抑菌效果。

有些乳酸菌本身具有类细菌素活性而起到抑制作用,Cai Y 等人^[6]和 Laura D. Reina^[14]等人分别从贮存 21 d 的腌渍黄瓜和豆芽中,分离出了对李斯特氏单孢菌有抑制作用的乳酸杆菌(LR55)和 HPB 1688,均具有类细菌素活性,其中 HPB 1688 在 7 °C 和 10 °C 情况下,贮存 10 d 时,可以使恺撒色拉上的李斯特氏单孢菌降低 1~1.4 个数量级^[6],用作切割果蔬的微生物控制,具有令人满意的抑制作用。

Nisin 对于完整果蔬以及病原菌向切割果蔬的转移都有较大影响,这使它在切割果蔬微生物的控制方面具有重要作用,也使它成为一个广泛应用的果蔬保鲜剂,但大多数的研究都认为 nisin 对病原菌不具有根除效果^[6,12,14]。

2.3 侵染作用

植物病理学家 Britta Leverentz 根据噬菌体有追踪细菌表面蛋白所具有的对寄主的选择性,提出了利用噬菌体侵染和杀死切割果蔬的食物病原菌,认为特异性噬菌体能够保留有益菌自由繁殖,清除潜在致病菌^[15]。

特异性噬菌体对人为污染的切割果蔬的病原菌的降低影响较大,可降低切割西瓜上的李斯特氏单孢菌 2~4.6 个数量级^[13];沙门氏菌特异性噬菌体则可降低沙门氏菌约 3.5 个数量级,抑菌效果远远超过采用化学消毒杀菌剂的最好效果^[16]。

不同的贮藏环境也影响噬菌体的作用效果。沙门氏菌特异性噬菌体在不同温度下降低人为污染西瓜切片的沙门氏菌的研究,发现噬菌体可降低 5 °C 和 10 °C 环境下的蜜瓜切片沙门氏菌约 3.5 个数量级,但只能降低 20 °C 贮藏环境下蜜瓜切片沙门氏菌约 2.5 个数量级^[16]。

研究中也发现,噬菌体对苹果切片的处理效果不理想,可能是由于苹果切片的低 pH 值(苹果为 4.2,西瓜为 5.8),对噬菌体有灭活作用^[16],采用高浓度或耐低酸性突变噬菌体将会提高特异性噬菌体对低酸性切割果蔬沙门氏菌污染的杀灭作用。

2.4 联合作用

很多研究也发现,各种微生物控制手段联合使用或与其他化学保鲜剂联合作用会具有更好的效果,如对应用较为广泛的 nisin 的研究就发现,其单独使用的效果远不如与其它生物或化学保鲜剂搭配使用,联合

使用具有良好的加性效应。

Nisin 与植酸配合比单独使用可以更显著地降低切割甘蓝和椰菜的李斯特氏单孢菌^[10], nisin 与过氧化氢、乳酸钠、植酸形成混合物 HPLNC, 用以处理完整的西瓜, 然后用该处理的西瓜生产切割西瓜片, 切割西瓜的大肠杆菌和李斯特氏单孢菌均显著降低了 3~4 个数量级。表明采用 HPLNC 可以降低腐败菌往切割产品上的转移, 提高切割西瓜的安全性^[17]。

Nisin 与 EDTA 配合成混合物, 也常用于切割果蔬的生物控制上。采用 nisin-EDTA 的混合物处理切割西瓜, 在 0d 时降低沙门氏菌 3 个数量级左右, 表现了对切割西瓜沙门氏菌的极显著的抑制作用^[18]。Ukuku Do 也提出在切割西瓜加工之前或加工后用 nisin-EDTA 处理均可提高切割西瓜的质量, 延长货架期^[19]。Wells JM 也发现胡萝卜切片在浸入 nisin-EDTA 中, 可使荧光假单胞菌处于低水平下, 降低了腐烂程度^[20]。

Nisin 与特异性噬菌体联合使用, 也有良好的抑菌性。nisin 与李斯特氏单孢菌的特异性噬菌体联合使用, 可以分别降低切割蜜瓜和切割苹果的李斯特氏单孢菌 5.7 和 2.3 个数量级, 高于单独使用时的降低 3.2 和 2 个数量级的效果^[13]。

3 展望

切割果蔬迎合了人们的饮食需求, 目前正越来越受到生产者和消费者的青睐。发展切割果蔬的安全生产, 是切割果蔬进行微生物控制的根本目的, 目前正展现出良好的应用前景, 应该受到更多的重视。但是, 到目前为止, 一些问题仍然需要深入研究, (1) 微生物生长代谢导致腐败发生的机理, (2) 拮抗菌的生长对特异性病原菌生长的影响, (3) 微生物从完整果蔬到切割产品的转移过程, (4) 微生物控制在实际生产的应用。这些问题都对切割果蔬的生产造成重要影响, 也是通过微生物控制保障切割果蔬质量安全的基本知识^[2]。进一步开展对上述问题的研究, 对切割果蔬的微生物控制转向实际应用是必须的工作。

参考文献

- [1] Edith H. Garrett. Fresh-cut produce: tracks and trends [C]. Fresh-cut fruits and vegetables: science, technology, and market, 2002.1-10.
- [2] Elisabeth Garcia, Diane M. Barrett. Fresh-Cut Fruits [C]. Processing fruits, 2005.53-72.
- [3] Patrick Varoquaux, Jerome Mazollier. Overview of the

European fresh-cut produce industry[C]. Fresh-cut fruits and vegetables: science, technology, and market, 2002. 21-44.

- [4] Jianchi Chen. Microbial enzymes associated with fresh-cut produce [C]. Fresh-cut fruits and vegetables: science, technology, and market.2002.249-266.
- [5] Tournas VH. Moulds and yeasts in fresh and minimally processed vegetables, and sprouts [J]. International Journal of Food Microbiology, 2005, 99(1):71-77.
- [6] Cai Y, Ng LK, Farber JM. Isolation and characterization of nisin-producing lactococcus lactis subsp.lactis from bean-sprouts [J]. Journal of applied microbiology, 1997,83(4): 499-507.
- [7] Kelly WJ, Davey GP, Ward LJH. Characterization of lactococci isolated from minimally processed fresh fruit and vegetables [J]. International Journal of Food Microbiology, 1998, 45 (2): 85-92.
- [8] R. Gomez, M. Munoz, B. de Ancos, M. P. Cano. Detection of antimicrobial-producing lactic acid bacteria in cold-stored fresh-cut vegetables [J]. Improving Postharvest Technologies of Fruits, Vegetables and Ornamentals (Amelioration des Technologies Apres Recolte des Fruits, Legumes et Plantes Ornamentales, 2000: 396-399.
- [9] Leverentz B, Conway WS, Janisiewicz W, Abadias M, Kurtzman CP, Camp MJ. Biocontrol of the food-borne pathogens *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* serovar Poona on fresh-cut apples with naturally occurring bacterial and yeast antagonists [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2006, 72(2):1135-1140.
- [10] Leverentz B, Janisiewicz WJ, Conway WS, Saftner RA, Fuchs Y, Sams CE. Combining yeasts or a bacterial biocontrol agent and heat treatment to reduce postharvest decay of 'Gala' apples [J]. Postharvest biology and technology, 2000, 21(1):87-94.
- [11] Janisiewicz WJ, Conway WS, Leverentz B. Biological control of postharvest decays of apple can prevent growth of *Escherichia coli* O157:H7 in apple wounds [J]. Journal of food protection, 1999, 62(12):1372-1375.
- [12] Bari ML, Ukuku DO, Kawasaki T, Inatsu Y, Isshiki K, Kawamoto S. Combined efficacy of nisin and pediocin with sodium lactate, citric acid, phytic acid, and potassium sorbate and EDTA in reducing the *Listeria monocytogenes* population of inoculated fresh-cut produce[J]. Journal of food protection, 2005, 68(7):1381-1387.

(下转第 98 页)