

# 切割果蔬加工与贮藏的研究进展\*

王俊宁, 饶景萍, 任小林, 周会玲

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘要] 论述了切割果蔬这种近年来在国际上流行的新兴食品, 在加工和贮藏过程中可能发生的生理生化反应、微生物污染、营养成分和食用品质降低等不良变化, 揭示了由于这些变化而产生的危害, 阐述了防止这些不良变化发生的有效途径和方法。

[关键词] 切割果蔬; 不良变化; 加工与贮藏

[中图分类号] S609.3 [文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2002)01-0141-04

切割果蔬(fresh-cut)又名半加工果蔬、调理果蔬、轻加工果蔬(minimally processed fruits and vegetables)。切割果蔬是以新鲜果蔬为原料, 经清洗、去皮、切割或切分、修整、包装等加工过程, 再经过冷藏运输而进入超市冷柜销售的即食果蔬制品。它与罐装果蔬、速冻果蔬相比, 具有品质新鲜、使用方便、营养卫生等特点<sup>[1,2]</sup>。

切割果蔬作为一种新兴食品工业产品, 20世纪50年代起源于美国, 当时大部分是供给团体和快餐业的。近年来, 随着人们生活水平的不断提高, 现代生活节奏的加快, 对切割果蔬的需求量增加很快。在美国, 切割果蔬的销售额从1994年的5.2亿美元上升到1999年的19亿美元, 其在农产品销售额中所占的比率从1994年的8.9%上升到1999年的25.8%<sup>[3]</sup>。在英国、法国等欧洲国家和日本, 对切割果蔬的需求量也在日益增加<sup>[4]</sup>。

切割果蔬的研究, 最初是以土豆为原料进行的。切割果蔬的研究工作十分复杂, 涉及到原料、生理生化、微生物、贮藏加工、包装运输、安全卫生等多方面的学科。美国、日本在切割果蔬的生理生化方面研究较多, 而英国和法国在切割果蔬包装方面的研究处于世界领先地位。如自发调节气体包装(MAP)技术在英、法两国占很大比例, 并对不同种类的切割果蔬都建立了各自的MAP包装系统。而我国对切割果蔬的研究则处于起步阶段, 仅上海、北京、杭州等几家单位开始进行比较系统地研究。

果蔬经切分后, 由于切割所造成的机械损伤会引发一系列不利于贮藏的生理生化反应, 如呼吸加

快、加速伤乙烯产生、加剧酶促和非酶促褐变、切分表面木质化等, 同时由于切割造成细胞破裂, 一些营养物质流失, 易发生微生物污染, 重者造成食物中毒, 并且切割还会降低果蔬组织自然抵抗微生物的能力。所有这些变化, 都会加剧切割果蔬品质的下降, 缩短货架期, 大大降低切割果蔬的商品价值。本研究从切割果蔬的组织生理、微生物与安全、包装及品质等方面对切割果蔬作一简介。

## 1 切割果蔬的组织生理

切割不仅会给新鲜果蔬带来不良的物理影响, 而且还会发生一系列不利于贮藏的生理生化反应。新鲜果蔬切割后, 立即产生的物理影响有: 组织受到机械伤害; 去掉了真皮层的保护作用, 更易遭受各种污染; 切割产品上覆有水膜, 影响气体扩散, 导致CO<sub>2</sub>浓度升高, O<sub>2</sub>浓度降低, 发生无氧呼吸, 同时还会加快水分的损失; 切割造成果蔬营养物质外流, 为微生物的生长提供了有利的基质。

果蔬经切割后, 发生的生理生化反应主要有: 酶促和非酶促褐变, 风味损失, 质地劣变(软化或硬化), 营养物质流失等。同时果蔬组织呼吸迅速增强, 消耗大量的物质和能量, 降低自身对逆境的抵抗力, 并且伴随有大量的伤乙烯产生, 加速其衰老的进程, 缩短货架期。

在上述的这些变化中, 有一些变化是在损伤之后即加工中立即发生的, 如植物细胞产生伤信号, 并传递给邻近细胞, 在切割后几秒钟之内诱导产生无数个生理反应等变化。此外, 类似的反应还有生物膜

\* [收稿日期] 2001-01-08

[作者简介] 王俊宁(1978-), 女, 湖南邵阳人, 在读硕士, 从事果蔬贮藏与加工方面的研究。

的去极化现象、细胞膜结构的破坏及原生质流动性的丧失等。而其他的反应如诱导产生伤乙炔、加强呼吸、促进氧化、诱导蛋白质和酶的合成及改变果蔬的营养组成等则是在伤信号传递到整个组织之后(即贮藏过程中)才发生的,一般需要好几天的时间。这主要是因为伤信号从受伤部位传递到邻近组织速率十分缓慢所致。伤信号在莴苣组织中的传递速率为  $0.5 \text{ cm/h}^{[5]}$ ,在其他果蔬组织中也得到相似的结论。不同种类和品种的果蔬,其发生后续反应所用的时间稍有差异。

在这些反应中,大多数变化对产品不利,一些变化降低了产品的质量,不利于切割果蔬品质的保持。并且随着加工程度的加大,这种副作用就越强。故在加工切割果蔬产品时,应该选择锋利的刀具、清洁卫生的加工场所及在加工之前对果蔬、刀具、包装材料进行预冷处理等,以减少不良的生理生化反应带来的副作用。

在切割果蔬中,最易发生且最常见的生理生化反应就是褐变。褐变已成为大部分果蔬如甘蓝、莴苣、马铃薯、苹果、梨等<sup>[6-10]</sup>都会遇到的一个问题。防止褐变已成为切割果蔬行业急需解决的首要问题。它主要是由于切割破坏了细胞膜的结构,影响膜透性,导致隔离的化合物(主要是酚类物质)流出,与空气中的氧气接触,在 PPO(多酚氧化酶)的作用下氧化所致。苯丙氨酸解氨酶(PAL)是酚代谢中重要的酶之一,它催化 L-苯丙氨酸脱氨形成反式肉桂酸,增加酚代谢的底物,从而促进褐变。果蔬切割之后,其活性显著增高,故有人提议把 PAL 的活性作为褐变的指标<sup>[11]</sup>。影响果蔬褐变的因子很多,主要有多酚氧化酶的活性、酚类化合物的浓度、pH、温度及组织中有效氧的含量。因此,可通过选择酚类物质含量低的品种,钝化酶的活性,降低 pH 和温度,驱除组织中有效氧的办法来防止褐变。如  $10 \text{ mg/g}$   $\text{CaCl}_2$  可抑制猕猴桃切片<sup>[12]</sup>、苹果切片<sup>[13]</sup>、梨切片<sup>[14]</sup>的褐变, $5 \text{ mg/g}$  L-半胱氨酸和  $20 \text{ mg/g}$  柠檬酸混合液<sup>[15]</sup>可有效地抑制马铃薯褐变。抑制果蔬褐变的物质还有肉桂酸、茉莉酸甲酯、EDTA、PVPP 等<sup>[16]</sup>。气调包装也可抑制切割果蔬的褐变,如在 5 条件下,CA(体积分数 3%  $\text{O}_2$ + 10%  $\text{CO}_2$ )包装可使切割莴苣的褐变的发生推迟  $16 \text{ d}^{[17]}$ 。

低温是切割果蔬贮藏保鲜成败的关键。控制并维持加工、贮藏和销售环节中的低温,可以有效地减缓代谢速率,延迟分解,延长果蔬的货架期,同时还能抑制微生物的生长。各种不同的果蔬对低温的忍

耐力有所不同,并且同一种果蔬在切分前后对低温的忍耐力也存在着一定的差异,不适宜的低温会造成冷害的发生。因此,为防止冷害的发生,应对每一种果蔬进行低温贮藏实验,以选择最佳的低温进行贮藏。

## 2 切割果蔬的微生物及其安全性

果蔬经切割后,更易腐烂变质。其主要原因有:内部组织受到微生物的侵染;切割造成大量的机械损伤、营养物质外流,给微生物的生长提供了有利的生存条件,从而促进微生物的繁殖;切割增加了更多种类和数量的微生物对果蔬的污染机会。此外,切割果蔬在加工、贮藏过程中发生的交叉污染,也是引起产品腐烂变质的一个不容忽视的原因。

引起切割果蔬腐烂变质的微生物主要是细菌和真菌,病毒(如 *Hepatitis*)、肝炎病毒和寄生虫(如 *Giardia*)也有可能造成切割产品的污染。一般来说,蔬菜组织由于含酸量低,易遭受土壤细菌的侵染,如欧文氏菌(*Erwinia*)、假单孢菌(*Pseudomonas*)、黄单孢菌(*Xanthomonas*)等,而果实由于含酸量高则利于真菌的生长。另外,在切割产品的加工和处理过程中,有可能污染上人类致病菌,如大肠杆菌(*E. coli*)、李斯特菌(*Listeria*)、耶尔林氏菌(*Yersinia*)、沙门氏菌(*Salmonella*)等。切割果蔬在贮运过程中,产品表面的微生物数量会显著增加。有研究<sup>[18]</sup>表明,切割果蔬表面微生物数量的多少,会直接影响产品的货架期,早期微生物数量越多,货架期就越短。

切割果蔬的表面一般无致病菌,而只有腐败菌,如欧文氏菌、假单孢菌等。因为这类细菌对致病菌有竞争优势。但在环境条件改变的情况下,可能会导致微生物菌落种类和数量的变化,使得致病菌的生长占主导优势。如在包装内部高湿度和极低氧浓度、低盐、低 pH、过高贮藏温度(高于  $5^\circ\text{C}$ )等条件下,可能会导致一些致病菌如梭状芽孢杆菌(*Clostridium*)、李斯特菌(*Listeria*)、耶尔森氏菌(*Yersinia*)等的生长,并产生毒素,从而危及人类健康。有关此方面的报道已经有很多。如 1990 年,在美国伊利诺斯州、密执安州、明尼苏达州和威斯康星州,发生一起由爪哇沙门氏菌(*Salmonella javiana*)感染引起的疾病,有 176 人患病,这与食用切割番茄有关<sup>[19]</sup>;1995 年,芬兰和英国的 23 个州爆发了由斯埋利沙门氏菌(*Salmonella Stanley*)感染的疾病,此次感病与食用苜蓿嫩梢有关<sup>[20]</sup>;1996 年 10 月、11 月,在北美洲西部,因食用了商业化生产的未经消毒处理的苹果汁

而爆发了由大肠杆菌 0157:H7 (*E. coli* 0157:H7) 感染的疾病<sup>[21]</sup>; 1993年, 在美国罗得艾兰州和新罕布什尔州发生两起胡萝卜肠毒性大肠杆菌 (ETEC) 中毒事件<sup>[22]</sup>。由此可见, 切割产品并不是十分安全的, 它在一定条件下具有致病能力。这就要求切割果蔬在贮藏、加工过程中, 应严格控制微生物的数量和种类, 以确保产品适宜的货架期和安全性。

切割果蔬表面的微生物可通过良好的卫生条件、严格的温度控制及其他措施加以控制。用于加工成切割果蔬的原料, 在生产时应避免使用含菌多的污水灌溉, 原料产地应远离牲畜圈; 对加工用水、设备要进行消毒处理及提高工作人员的卫生水平等, 都可以减少微生物的来源。在贮藏、加工过程中维持适宜的低温, 可阻止微生物的生长。果蔬切割后的清洗并离心脱去表面的水分, 对提高切割果蔬的品质也很重要。对产品进行辐射处理和限气包装也可抑制微生物的生长, 延长货架期。如, 草莓采用 1 krad 的电离辐射, 可减少部分肠道病原菌和原生动物病原菌的含量, 延长货架期<sup>[23]</sup>。MA/CA 包装则是利用高 CO<sub>2</sub> 浓度来抑制微生物的生长。目前, 用于抑制微生物生长、延长产品货架期的最佳办法是 MA/CA 包装+ 低温贮藏。如 4 , 体积分数 15% O<sub>2</sub>+ 6% CO<sub>2</sub> 的 CA 包装可使切割莴苣保藏到 21 d 不腐败<sup>[24]</sup>。另外, 还可通过使用化学防腐剂的方法来抑制微生物的生长。

### 3 切割果蔬的包装

切割果蔬由于在空气中易褐变、易被微生物污染及代谢旺盛等原因, 故在生产切割果蔬时, 还需要采取相应的包装措施, 才能达到所要求的货架期。在切割果蔬工业上, 用得最多的包装薄膜是聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PP)、低密聚乙烯 (LDPE) 和聚氯乙烯 (PVC)。复合包装膜通常用乙烯-乙酸乙烯共聚物 (EVA), 以满足不同的透气率。如切割生菜可采用 80 μm 的聚乙烯袋进行减压包装 (抽空至 46 kPa 压力), 在 5 下, 可抑制生菜 10 d 内不褐变<sup>[25]</sup>。在包装袋内, 通常要求维持体积分数为 2% ~ 8% O<sub>2</sub> 和 5% ~ 10% CO<sub>2</sub>, 以利于品质的保持。O<sub>2</sub> 体积分数太低或 CO<sub>2</sub> 体积分数太高都会导致果蔬代谢紊乱, 品质下降。O<sub>2</sub> 体积分数低于 8%、CO<sub>2</sub> 体积分数高于 1%, 可降低果蔬对乙烯作用的敏感程度。体积分数 10% ~ 15% CO<sub>2</sub> 的 MA 包装, 可抑制草莓、樱桃灰

霉病的发生<sup>[26]</sup>。体积分数 10% O<sub>2</sub>+ 10% CO<sub>2</sub> 可阻止叶绿素的降解<sup>[27]</sup>。

另外, 果蔬经切割以后, 伤乙烯迅速增加。为防止乙烯在袋内积累, MA 包装通常配合使用乙烯吸收剂来除去乙烯。常用的乙烯吸收剂有高锰酸钾、活性炭加氯化钡催化剂等。

### 4 切割果蔬的品质

切割果蔬必须具有品质新鲜、一致、无病害、色泽均匀等特点, 其中绝对要避免颜色的变化 (即褐变), 否则会直接影响消费者的兴趣。影响切割产品质量的因素很多, 主要有原料 (包括原料的种类、品种和采收期)、原料的处理与加工及加工成成品后在贮藏、运输、销售环节中的温度和湿度管理。所有这些因素, 都会影响切割果蔬产品的营养、风味、质地和货架期。因此, 为确保切割果蔬的品质, 应从原料的生产、选择、加工、贮藏、运输、销售直至消费者消费的整个过程中, 努力做好每一个环节的管理, 使之达到最佳组合。

### 5 结 语

切割果蔬具有方便、卫生、新鲜等特点, 尽管有易腐烂变质、处理不当易携带致病菌等缺陷, 但是, 可以通过采用严格合理的操作方法和使用一个从原料、加工、贮藏、运输到销售高度配合的系统 (冷链系统), 来得到令消费者满意的高质量的切割果蔬。

切割果蔬是一种顺应时代发展需要而诞生的轻加工食品, 必将随着加工原料、褐变和微生物污染及贮藏保鲜等问题的解决而得到大力的发展。切割果蔬在我国处于起步阶段, 因此在发展切割果蔬时要持慎重态度, 要因地制宜, 因消费量的大小而有选择性地进行。切割果蔬只具有 4~7 d 的货架期, 这就决定了其只能就近迅速销售的特点, 同时要生产切割果蔬, 必须具有一定规模的市场, 才能确保生产、销售的顺利进行。在我国农村和中小城市, 因无市场或市场太小, 不适宜发展切割果蔬, 而在人口高度密集是北京、上海、广州、深圳等大城市, 不仅市场大, 而且交通方便, 是生产、消费切割果蔬的良好基地。另外, 生产切割蔬菜比生产切割果实的前景更广阔。随着人民生活水平的提高, 生产节奏的不断加快, 切割果蔬必将凭着自身的优势进入人们的日常生活中。

## [参考文献]

- [1] 孙伟业, 丁宝莲, 虞冠军, 等. 半加工切割蔬菜的生理和品质保持研究[J]. 上海农业学报, 1999, 15(3): 73- 76
- [2] 王新华, 刘宜生. 新型蔬菜加工——切割蔬菜[J]. 园艺学进展, 1994, (6): 655- 658
- [3] 黄光荣. 切割果蔬保鲜[J]. 食品科技, 2000, (3): 28- 29, 27.
- [4] 吴锦铸, 余小林, 曾洲华, 等. 切分蔬菜保鲜工艺研究[J]. 食品与发酵工业, 2000, 26(4): 33- 36
- [5] Mikal E S. Fresh-cut produce biology postharvest horticulture sides[Z]. The International Fresh-cut Produce Association, University of California, Davis, 1999
- [6] Yano M, Saijo R. New preservation method for shredded cabbage with special reference to nonbrowning cultivar[J]. J Japan Soc Cold Preserv Food, 1987, 13: 11- 15
- [7] Bolin H R, Huxsoll C C. Control of minimally processed carrot (*Daucus carota*) surface discoloration caused by abrasion peeling[J]. J Food Sci, 1991, 56: 416- 148
- [8] Sapers G M, Garzarella L, Pilizota V. Application of browning inhibitor to cut apple and potato by vacuum and pressure infiltration[J]. J Food Sci, 1990, 56: 1049- 1053
- [9] Corry J R. Summary of CA and M arequirements and recommendations for fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables[Z]. Processing of Seventh International Controlled Atmosphere Conference, University of California, Davis, 1998
- [10] Gurbuz G, Chang Y L. Color of minimally processed potatoes affected by modified atmosphere packaging and antibrowning agents[J]. J Food Sci, 1997, 62: 572- 575
- [11] Mateos M, Ke D, Cantwell M. Phenolic metabolism and ethanolic fermentation of intact and cut lettuce exposed to CO<sub>2</sub> enriched atmosphere[J]. Postharvest Biol Technol, 1993, 3: 225- 233
- [12] Agar I T, M asseantini R, Hess-pierce B. Postharvest CO<sub>2</sub> and ethylene production and quality maintenance of fresh cut Kiw ifruit slices [J]. J Food Sci, 1999, 64: 433- 440
- [13] Drake S R, Spayd S E. Influence of Calcium treatment of Golden delicious apple quality[J]. J Food Sci, 1983, 48: 403
- [14] Joan C Rosen, A ded A Kader. Postharvest physiology and quality maintenance of slices pear and strawberry fruits[J]. J Food Sci, 1989, 54: 656- 659
- [15] Gunes G, Lee C Y. Color of minimally processed potatoes as affected by modified atmosphere packing and antibrowning agents[J]. J Food Sci, 1997, 62: 572- 575, 582
- [16] Dinae M B. Special treatments to maintain product quality[Z]. The International Fresh-Cut Produce Association, University of California, Davis, 1999
- [17] Lopez-G lvez G, Saltveit M, Dantwell M. The visual quality of minimally processed lettuce stored in air or controlled atmosphere with emphasis on romaine and iceberg types[J]. Postharvest Biology and Technology, 1996, 8: 179- 190
- [18] Bolin H R, Stafford A E, King Jr A D, et al Factors affecting the storage stability of shredded lettuce[J]. J Food Sci, 1997, 42: 1319- 1321.
- [19] Wood R C, Hedberg C, White K. A multistate outbreak of salmonella javiana associated with raw tomatoes[Z]. Epidemic Intelligence Service 40th Annual Conference, Atlanta, 1991.
- [20] M abon B E, Ponka A, Hall W, et al An international outbreak of salmonella infections caused by alfalfa sprouts grown from contaminated seed[J]. J Infect Dis, 1997, 175: 876- 882
- [21] Morbid, Mortal Outbreak of Escherichia Coli O157: H7 infections associated with drinking unpasteurized commercial apple juice—British Columbia, California, Colorado and Washington[Z]. The International Fresh-Cut Produce Association, University of California, Davis, 1999.
- [22] Morbid, Mortal Foodborne outbreaks of enterotoxigenic Escherichia coli—Rhode and New Hampshire[Z]. The International Fresh-Cut Produce Association University of California, Davis, 1999.
- [23] 廖小军, 胡小松. 果蔬的“最小加工处理”及研究现状[J]. 食品与发酵工业, 1998, 24(6): 39-41, 48
- [24] Maritia Cantwell M. Microbiological concerns[Z]. The International Fresh-Cut Produce Association, University of California, Davis, 1999.
- [25] Heimdal H, Falk Juhn B, Poill, et al Biochemical changes and sensory quality of shredded and MAP-packaged iceberg lettuce[J]. J Food Sci, 1995, 60: 1265- 1268
- [26] Adela Kader, R Paul Singh, Jatal D M annapperuma. Technologies to extend the refrigerated shelf life of fresh fruits[Z]. The International Fresh-Cut Produce Association, University of California, Davis, 1999.
- [27] Yamanchi N, W atada A E. Pigment changes in parsley leaves during storage in controlled or ethylene containing atmosphere[J]. J Food Sci, 1993, 58: 616- 618, 637.

## Progress in the process and storage of fresh-cut products

WANG Jun-n ing, RAO Jing-ping, REN Xiao-lin, ZHOU Hui-ling

(College of Horticulture, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Fresh-cut product is a new and prevalent food in the world. This paper reviews its physiological, biochemical, nutritional changes, microbiological pollution and the decrease of quality during process and storage. It discovers hazards induced by these changes. It also elaborates some effective ways and methods for preventing these disadvantageous changes.

**Key words:** fresh-cut products; disadvantageous changes; process and storage