

荔枝果皮褐变机理与防褐技术

庞学群 华南农业大学生物技术学院

张昭其 华南农业大学园艺系 广州 510642

摘要 果皮褐变是限制荔枝果实贮藏寿命和降低商品价值的主要原因。本文综述了有关荔枝果皮褐变机理与防褐技术方面的研究进展,使人们对荔枝果皮褐变的生理基础与防褐技术有一个全面的了解。

关键词 荔枝 褐变机理 防褐技术

荔枝是原产于我国南方的特产水果,在国内及国际市场上极具竞争力。中国是荔枝的原产地和主产国,约80%的荔枝生产集中在我国,尤以广东、福建、广西、台湾等省区为多。由于荔枝成熟于盛夏高温季节,加上其特殊的结构及生理特性,采后极易褐变和腐烂,给荔枝贮运带来了巨大的损失。荔枝贮藏中最严重的一个问题就是果皮褐变,果皮褐变是限制荔枝长期贮藏、缩短货架寿命和降低商品价值的主要原因。荔枝果皮褐变速度之快,在其他水果中是极为罕见的,常温下,荔枝采后24h内就开始褐变。国内外对此作过大量研究,但迄今为止,对于荔枝果皮褐变机理仍然未能提出令人信服的解释,荔枝的防褐方法,特别是防止出库后货架期间的褐变,仍未得到满意的结果,荔枝果皮褐变机理与防褐技术的研究仍然是荔枝贮藏保鲜研究中的中心内容。本文就近年来有关荔枝果皮褐变机理与防褐技术方面的研究作一综述。

1 诱导果皮褐变的因素

诱导荔枝果皮褐变的因素很多,如采前的不良气候条件(日烧、干热天气等)^[1],采后果实的失水^[2, 3, 4, 5],贮藏期间的冷害^[6]或冻害^[7],热处理时引起的热损伤^[8, 9],贮藏期间病原菌的侵染^[10, 11]以及果实的自然衰老^[12]等都能引起果皮的褐变。其中研究得最多的是采后果实失水与褐变的关系。

荔枝采后失水导致果皮褐变,已普遍为人们所接受。荔枝果实的失水主要表现在果皮,这是由于荔枝果皮结构十分疏松,外果皮表面无蜡质层,此外,果皮与果肉之间完全分离,果皮失水不能及时从果肉中得到补充,随着荔枝果实成熟衰老,果皮变薄,表面出现微裂口(micro-cracking)^[4],因而加快蒸发失水。Underhill等发现,随着果皮失水,果皮的pH值提高,引起果皮迅速褪色、褐变^[5]。因此,可以这样说,采收后荔枝果皮失水是导致褐变的主要原因。适当的包装保湿对防止果皮褐变具有明显的效果^[2, 3, 5]。

2 荔枝果皮褐变的机理

2.1 酶促褐变

1960年, Akamine^[13]根据荔枝果皮褐变的现象推测为酶促褐变,认为果皮失水诱导了多酚氧化酶(PPO)的活性,在有氧的情况下, PPO作用于花色苷生成了一种称作“类黑精”(Melanin)的物质,从而导致果皮褐变。1963年,李明启^[14]证实了荔枝果皮内存在PPO,并推测可能与荔枝的褐变有关。此后,人们对荔枝果皮PPO作了大量研究,1975年,广东荔枝贮藏协作组^[7]也证实荔枝果皮中存在PPO,并用亚硫酸盐、柠檬酸等物质抑制PPO活性,在荔枝速冻保藏中减轻了果皮褐变。谭兴杰等对PPO进行了部分纯化^[15],并从荔枝果皮中分离出PPO的天然底物,两相作用,形成褐色产物,直接说明了PPO能氧化酚类物质形成黑色产物^[16]。Underhill等^[9]发现,荔枝在60℃热水中处理10min, PPO活性立即增大,并伴随着花色苷的快速降解,很快即观察到果皮褐变的出现,这显然是一种酶促褐变。

但酶促褐变观点尚不能很好地解释以下问题,(1)荔枝果皮内PPO的底物究竟是什么,一直有所争论。谭兴杰等虽然通过柱层析从荔枝果皮中分离出六种含酚羟基的物质,却只有一种(含量很低)可被PPO催化氧化^[16]。荔枝果皮所含的酚类物质主要是花色苷,即果皮红色色素。已有证据表明,荔枝果皮的PPO不能催化氧化果皮的花色素苷^[17]。Wesche^[18]等在研究草莓褐变时也发现,草莓PPO对花色苷不表现活性。(2)虽然许多PPO抑制剂有效地抑制了荔枝果皮的PPO活性(抑制率达70%以上),但并不能有效地抑制果皮褐变^[14, 15, 16]。(3)综合国内外对PPO研究的结果,发现荔枝在果皮褐变过程中,与苹果、梨等多种水果表现不一样,它的PPO活性是逐步降低或无明显变化的,不存在明显的相关关系^[2, 19]。我们用乙烯利溶液处理新鲜荔枝,成功地诱导了PPO活性的提高,

但果皮褐变进程却与未处理的一致^[20],从另外一个角度也印证了这种现象。综上所述,说明荔枝果皮褐变机理复杂,不能简单地归结于PPO催化的酶促褐变。

荔枝果皮中还存在过氧化物酶(POD)。林植芳等^[21]报道,在荔枝的贮藏过程中,外果皮和内果皮的POD活性均增加,从而认为POD也参与了酚类物质的氧化。陈怡竹等^[22]证实,荔枝果皮中POD活性较高,POD可催化某些酚类物质的氧化,荔枝在果皮褐变过程中,POD活性逐渐增加。因此,许多人认为POD可能跟PPO一样,以某种方式参与了果皮的酶促褐变。

2.2 花色苷的降解和变色

早在1983年,李堂察等^[23]就提出,荔枝果皮褐变的原因可能在于花色苷的褪色和变色,但未引起重视。后来,Underhill^[24]等进一步证实了这个观点。我们对荔枝果皮花色苷和PPO活性等进行了研究^[21],认为褐变作为一种外观表象,前期主要是花色苷降解(如脱糖苷配基)导致的褪色和变色,后期严重褐变时才是酶促反应的结果。因此推测,荔枝采后同时存在着花色苷降解和酶促褐变过程,两个过程在不同时期对果皮褐变的重要性不一样。因此,防止或减轻果皮褐变除抑制酶促褐变外,还应考虑花色苷的降解(导致褪色)及颜色变化^[21]。

荔枝果皮红色色素主要是由花色苷组成的^[25, 26]。花色苷是属于黄酮类酚化合物,有一个特征性很强的基本的三环结构,环上有1个或多个酚羟基^[27]。影响花色苷降解、退色及变色的因素有温度、pH值、金属离子、辅色素(即共成色作用)、氧化还原物质、酶等^[27]。我们对荔枝果皮花色苷的理化稳定性进行了详细研究,发现随介质pH值的增加,荔枝花色苷由红变褐,花色苷降解加快,低温能显著保持花色苷的稳定性,有利荔枝保鲜。活性氧和还原剂都可导致花色苷的降解,导致花色苷的褪色和变色。从我们的结果来看,果皮花色苷的降解及变色与果皮褐变也具有密切的关系^[28, 29, 30]。我们还从稳定花色苷的角度出发,筛选了一些花色苷稳定剂,用于荔枝干的加工,取得了较好效果,并申请了一项国家发明专利。

那么,花色苷在植物体内是如何被生物酶类降解的呢?Wesche^[18]等在研究草莓褐变时发现,草莓PPO虽然对花色苷不表现活性,但对花色苷基元(通过酸或碱脱除糖苷配基后)却表现非常高的活力。Markakis^[31]推测,花色苷的糖苷配基可能引起立体障碍,从而使PPO对花色苷不起作用。

由于不同的研究者是从不同的角度或对不同的致褐因素来研究果皮褐变问题的,因而对褐变机理也存在不同的看法。在诱导果皮褐变的各种外界因素中,应对每种因素在褐变过程中的致褐机理的差异、重要程度的评价及相互关系进行详细研究,以便全面阐明荔枝果皮的褐变机理。

综上所述,我们认为,褐变作为一种外观表象,对室温下贮藏的荔枝而言,前期主要是由于果皮的迅速失水导致果皮pH值的提高,进而引起花色苷的褪色和变色,同时果皮中存在着一定的酶促或非酶促褐变,因而迅速表现出褐变现象。如此时通过浸泡酸溶液,降低果皮pH值,则能恢复花色苷的红色,覆盖住产生的少量黑色物质,故前期浸酸能全部或部分地恢复果皮红色。后期果皮严重褐变则主要是由于酚类物质的酶促或非酶促反应生成的黑色物质的累积所致,或由于果皮累积的活性氧对花色苷的降解,因此浸酸处理后,即使有少量的花色苷能恢复红色,也不能覆盖住较多的黑色物质,故浸酸不能恢复红色。

3 控制荔枝褐变的途径

综上所述,控制荔枝褐变可从几个方面进行综合考虑。

3.1 采前管理与采收成熟度

采前合理的栽培措施对采后果实的耐藏性有较大的影响,采前培育出健壮、无病虫害的果实是采后成功贮运、防止褐变的前提。采前潜伏侵染的病害,采后一旦发作,病斑处迅速褐变。因此,可以通过秋冬清理果园、搞好果园卫生、及时防治荔枝虫害提高果实的质量。采前因素对荔枝采后耐藏性以及果皮褐变的影响是一个值得深入研究的课题。

掌握适宜的采收成熟度也是提高采后荔枝耐藏性、控制褐变的一个方法。成熟度越高、衰老褐变就越快、就越不耐贮运。选择成熟度八成时采收,延缓果实采后衰老,可以在一定程度上延缓褐变。

3.2 降低呼吸强度,延缓果实衰老。

荔枝果实采后呼吸作用旺盛,导致果实迅速衰老,而褐变是果实衰老到一定程度的外观表象,延缓衰老就能延缓褐变,因此,运用一切可运用的措施降低呼吸作用是延缓荔枝衰老、防止果皮褐变的一个重要方法。

荔枝采收季节气温高,荔枝果实的呼吸强度又大,因此,必须迅速预冷,尽快排除田间热,使果温尽快降至贮藏适温(3—5℃),以降低旺盛的呼吸。预

冷的方法有冰水预冷、强制通风库预冷、或冷藏间预冷等。冷链运输则是降低荔枝呼吸强度、延缓衰老、延缓果皮褐变的首选方法。没有冷藏车的个体户采用冰水预冷结合泡沫箱加冰包装,也能在一定程度上延缓荔枝果实升温,起到一定的降低呼吸、延缓衰老和褐变的作用。

低温结合气调的效果更好,如保持氧5%、二氧化碳3%、在1-3℃条件下可贮藏糯米糍25-30天,色、香、味良好,好果率可达90%。没有机械气调库,采用0.025-0.040mm厚的聚乙烯薄膜包装可起到自发气调的作用。

3.3 采用适当的保湿包装减少果皮失水。

果皮失水是导致果皮褐变的主要原因之一,无论低温贮运还是常温贮运,适当的包装是必不可少的。常温贮运宜采用透气性较好的薄的聚乙烯薄膜(0.015mm厚),而低温贮运可采用稍厚的聚乙烯薄膜(0.025-0.040mm厚),适当的包装除保湿外还起到上述提到的自发气调的作用。

3.4 药物处理控制病害

病原菌侵染引起的病斑是果皮褐变的另一重要原因,控制采后病害是控制褐变的重要工作之一。低温在一定程度上可控制病害,如结合药物防腐处理则效果更好。常用的防腐剂有特克多、桔腐净、扑海因、施保功等,用1g/L的溶液浸果片刻,晾干包装即可。

3.5 抑制PPO的活性

人们尝试了多种PPO的抑制剂用于控制荔枝采后褐变,效果最好、最稳定的仍是熏硫或亚硫酸盐处理,熏硫或亚硫酸盐处理除抑制PPO活性外,二氧化硫还可与花色苷形成稳定的复合物,抑制花色苷的降解,另外还可在一定程度上抑制病原微生物,但由于贮藏后要用酸复色,处理不当果肉易出现异味,以及果皮颜色失真,该技术在推广应用中仍受到一定的限制。

3.6 降低果皮的pH值

直接用低pH的酸溶液(pH为0.5)浸泡荔枝果实,也能保持果皮红色,虽然可避免二氧化硫处理对品质产生的不良影响,但容易出现裂果^[29]。

4 结束语

尽管人们对荔枝果皮褐变机理进行了长达几十年的研究,但是对于荔枝果皮褐变机理还是不能作出全面而令人满意的解释,荔枝果皮褐变机理的研究仍然是荔枝采后生理中的关键问题,此外,从采后分子生

物学的角度来研究果皮褐变问题,必将有助于该问题的解决。在生产上,人们也提出了多种防褐变措施,但从效果、生产的可操作性及市场接受性等方面来看,仍然以低温防腐处理结合自发气调较好。目前防止荔枝果皮褐变最有效的方法仍然是熏硫处理,如何将熏硫处理与传统的低温防腐处理相结合,以消除或尽量减少果肉异味现象,是一个很有潜力的发展方向。

参考文献

- 1 Sharma, S. B., Ray, P. K. and Rai, R., The use of growth regulators for early ripening of litchi (*Litchi chinensis* Sonn). *Journal of Horticultural Science*, 1986, 61: 533-534.
- 2 张昭其, 庞学群, 季作梁, 李雪萍, 采后荔枝果皮褐变的研究. *热带作物学报*, 1997, 17 (3): 73-77
- 3 邓义才, 朱慧英, 李安妮, 荔枝果皮褐变与果实水分、呼吸变化的关系. *广东农业科学*, 1994, 5: 17-19
- 4 Underhill, S. J. R., C. Critchley, The Physiology and anatomy of lychee pericarp during fruit development. *Journal of Horticultural Science*, 1992, 67 (4): 437-444
- 5 洪启征, 谢知坚, 陈文军. 荔枝贮藏保鲜技术的研究. *福建农学院学报*, 1986, 15 (1): 19-27
- 6 黄晓钰, 康德妹, 季作梁, 荔枝果实的冷藏适温与冷害. *华南农业大学学报*, 1991, 11 (3): 13-18.
- 7 广东荔枝贮藏协作组, 防止速冻荔枝果皮褐变的研究. *植物学报*, 1975, 17: 303-308
- 8 Wong, L. S., Jacobi, K. K. and Giles, J. E., The influence of hot benomyl on the appearance of stored lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). *Scientia Horticulturae*, 1991, 46: 245-251
- 9 Underhill, S. J. R., Critchley, C., Lychee pericarp browning caused by heat injury. *Hortscience*, 1993, 28 (7): 721-722
- 10 Huang, P. Y., Scott, K. J., Control of rotting and browning of litchi fruit after harvest at ambient temperatures in China. *Tropical Agriculture*, 1985, 62: 2-4
- 11 高经成. 荔枝采后生理变化及防止果皮褐变, *食品科学*, 1990, 6: 49-52
- 12 Huang, C. C., Wang, Y. T., Effect of storage temperature on the colour and quality of litchi fruit. *Acta Horticulturae*, 1990, 269: 307-310
- 13 Akamine, E. K., Preventing the darkening of fresh lychees prepared for export. *Hort. Abst.*, 32: 1783.
- 14 李明启, 严君灵, 荔枝果皮PPO的研究, *植物学报*, 1963, 11 (4): 329-337
- 15 谭兴杰, 李月标. 荔枝果皮PPO的部分纯化及性质, *植物生理学报*, 1984, 10 (4): 339-345
- 16 谭兴杰, 周永成, 荔枝果皮PPO酶促褐变的研究, *植物生理学报*, 1987, 13 (2): 197-203
- 17 Yueming Jiang, Role of anthocyanins, polyphenol oxidase and phenols in lychee pericarp browning, *Journal of the Food and Agriculture*, 2000, 80: 305-310
- 18 Wescheat al., Strawberry polyphenol oxidase: its role in anthocyanin degradation. *Journal of food science*. 1990, 55 (3):

- 731-734, 745
- 19 陈文军, 洪启征. 贮藏中荔枝果皮衰老与褐变的研究. 园艺学报, 1992, 19(3): 227~232
- 20 张昭其, 庞学群, 李雪萍等. 乙烯利对荔枝采后品质的影响. 第二届果树生理及分子生物学学术研讨会论文集, 1999, 广州: 广东科技出版社(印刷中)
- 21 林植芳, 李双顺, 张东林. 采后荔枝果实中氧化和过氧化作用的变化. 植物学报, 1988, 30(4): 40~45
- 22 陈贻竹, 王以柔. 荔枝果实过氧化物酶的研究, 中国科学院华南植物研究所集刊, 1989, (5): 47-52
- 23 李堂察, 蔡书芬, 俞永标. 温度和数种不同处理对荔枝贮藏寿命的影响. 中国园艺, 1983, 29(3): 46~52
- 24 Underhill, S. J. R., Critchley, C. Anthocyanin decoloration and its role in lychee pericarp browning. Australian Journal of experimental agriculture, 1994, 34: 115-122
- 25 Prasad, U. S., O. P. Jha., Changes in pigmentation patterns during litchi ripening: Flavonoid production. Plant Biochem. J., 1978, 5: 44~49
- 26 Lee H. S., Winker L. Anthocyanin pigments in the skin of lychee fruit. Journal of Food Science, 1991, 56(2): 466~468
- 27 Tomas-Barberan, F. A., Robins, R. J., Phytochemistry of fruits and vegetables, Clarendon press, oxford, 1997, 29-49
- 28 Pang Xuequn(庞学群), Zhang Zhaoqi, Ji Zuoliang, 2000, The effects of pH on the anthocyanin stability from litchi pericarp, The first international symposium on lychee and longan, Guangzhou, China. Acta Horticulture (in press)
- 29 庞学群, 张昭其, 季作梁. 温度和pH对荔枝果皮花色素苷稳定性的影响. 园艺学报, 2001, 28(1)
- 30 庞学群, 张昭其, 段学武, 季作梁. 氧化还原物质对荔枝果皮花色素苷稳定性的影响. 华南农业大学学报, 2001, 21(1)
- 31 Markakis P, Stability of anthocyanin in food, In: Anthocyanins Food Colour, 1982, PP163-180, Academic Press, New York.

如何防止杂质混入食品

曾敏 海南检验检疫局 海口 570125

摘要 具体分析讨论了食品中各类杂质的来源, 提出了行之有效的防范措施与对策, 指出只有完善的设施和严格的规章制度以及经常性的职工教育, 才能防止杂质污染食品。

关键词 杂质 食品 质量

Abstract The sources of all kinds of impurities were analyzed in detail and the effective preventive methods and counter measures were put forward in this article. It was pointed out that only by means of well provided facilities, strict rules and regulations, and constant employees' training, the impurities contamination could be prevented from polluting food.

Key words Impurities Food Quality

食品中的杂质, 是指肉眼可见的杂质。食品中经常会混入各种各样的杂质如毛发、金属碎屑、金属异物(如首饰)、蚊蝇等昆虫、油漆、机电泄漏以及食品本身的无效杂质, 其中毛发、金属碎屑、金属异物、油漆蚊蝇昆虫等属于恶性杂质, 无论是内销食品还是出口食品, 一经验出, 当日产品全部作不合格品处理, 不得出口。

食品中混入杂质, 虽不会给消费者造成很大的伤害, 却是加工企业生产不卫生的表现。消费者对食品中的杂质是非常反感的, 因而导致举报索赔事件, 加上精神损失赔偿之类的要求, 给企业带来的不仅仅是经济方面的损失, 而且还会对企业的声誉和形象造成不良影响, 特别是出口食品出口到国外后发现杂质, 导致索赔事件, 不仅给企业造成巨大损失, 而且还会大大损害我国在国际上的声誉, 严重的还会导致进口国禁止进口我国的食品。因此, 在消费者对食品质量要求不断提高和自我保护意识不断加强的今天, 对食品中混入杂质的问题, 更不能掉以轻心, 在加工工艺的食品卫生管理中, 应作为食品的危害分析和关键控

制点(HACCP)严加防范。

笔者从事多年出口食品罐头的检验工作, 从食品加工中杂质的污染源, 混入食品的主要环节, 列举了有关食品加工厂行之有效的措施, 供同行参考。

1 杂质产生的根源

从原料一进入车间开始, 就有可能把杂质带入车间, 从加工人员、管理人员, 甚至参观人员, 凡能够直接接触食品原料、辅料的人员, 都有可能在生产和参观过程中带入杂质, 如毛发脱落、金属异物等造成污染, 尤其是在劳动密集型的罐头食品加工行业冷冻食品加工企业, 许多半成品无法用机械加工, 必须由手工操作完成, 如板栗去壳、肉修整成型, 菠萝去皮、去目、切片、椰子去壳、椰肉去皮等, 以及一些成品必须由手工装罐, 如菠萝罐头、鱼类罐头等, 少则几十人, 多则几百人进行前道工序的处理, 以及机械运转不正常等, 在这过程中, 只要稍有疏忽, 或个别工人违反操作规程、卫生制度, 就会造成杂质污染事故。此外, 许多外来参观者不遵守工厂的卫生制度, 不按