

甜瓜采后生理和贮藏保鲜研究进展

陈 雷, 秦智伟

(东北农业大学农学院蔬菜园艺系, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘要: 本文从采后甜瓜果实的物质变化规律入手, 分析了影响甜瓜耐贮运性的因素, 总结了国内外近年来所采用的各种贮藏保鲜技术, 并进一步分析了我国在甜瓜贮藏保鲜方面存在的问题及相应解决方法, 认为只有在掌握了甜瓜果实成熟和衰老机理的基础上应用先进的贮藏保鲜技术才是最有效的方法。

关键词: 甜瓜; 采后生理; 贮藏保鲜

中图分类号: S652.09⁺.3 **文献标识码:** A

文章编号: 1001-0009(1999)06-0024-04

甜瓜(*Cucumis melon* L.)在我国栽培历史悠久,栽培面积和产量居世界第一位。随着世界经济的发展和人民生活水平的提高,市场对风味极佳的餐后高档水果—优质甜瓜的需求也越来越高。但由于甜瓜的产期集中,且正值高温季节,在贮运过程中极易腐烂,每年均造成很大的经济损失。因此本文对近年来国内外在甜瓜采后生理和贮藏保鲜方面的研究情况作一简要概述,为开展甜瓜采后生理及品种育种工作奠定基础。

1 甜瓜的采后生理

甜瓜果实在生长发育期间积累了大量的营养物质和能量,成熟时又经历了一系列复杂的生理生化过程,使其色、香、味和质地向消费品质变化。

1.1 呼吸作用

甜瓜属于跃变型果实,即在果实成熟过程中呼吸速率发生着规律性的变化:最初降低,然后急剧升高,最后又降低。在此过程中各种水解酶类和呼吸酶类的活性急剧提高,果实内贮藏的复杂物质通过呼吸作用加以转化,这一现象的出现标志着甜瓜果实成熟且达到可以食用的程度。贮藏环境内的气体成分对呼吸作用影响很大。Altman, S. A. 和 Corey, K. A. (1987)指出纯氧加上 10⁻⁴ l 乙稀处理 100h 可提高网纹甜瓜和冬甜瓜的呼吸作用。Knbo, Y. 等(1989)指出将甜瓜果实贮藏在高 CO₂ 气体中(60%CO₂+20%O₂+20%N₂)可使呼吸速率下降到原来的一半。因此可以用 CO₂ 来抑制果实的衰老,从而延长贮藏期。

1.2 乙烯的生成

甜瓜这种跃变型果实在成熟期间产生大量的乙烯,并具有自我催化的特性,内源乙烯一旦达到最低有效浓度便可诱发呼吸高峰。Yamamoto, M. 等(1995)指出在果实成熟早期,甜瓜果实的中部组织(胎座和种子)对乙烯的生成起重要作用。Dunlap, J. R. 等(1996)证明乙烯含量在果皮附近的外部组织中最高。用 3^μl/L 浓度的外源乙烯即可诱导甜瓜果实成熟,即使呼吸高峰提前出现,但不能使呼吸峰的高度增加,而且反应一旦诱发,即使除去外源乙烯反应仍然会进行下去。Dunlap, J. R. 等(1990)与 Lipton, W. J. 和 Wang C. Y. (1987)指出利用温度限制网纹甜瓜的乙烯合成过程是可逆的,即在低温或高温条件下贮藏虽然延迟了乙烯的生成,但果实一旦转到室温条件下,果实内乙烯生成加快,从而加速了果实的衰老。

1.3 有机物质变化规律

成熟的甜瓜品质主要取决于果肉中各种有机成分的合理配比而产生的风味,其中主要是糖的种类和含量。在甜瓜果实发育过程中,发育前期果实中葡萄糖和果糖等还原糖含量不断上升,而且明显高于蔗糖。当果实进入成熟后期,还原糖的增加趋势变缓,而蔗糖含量上升加快,成为主要糖分,随之全糖的含量也快速增加。在果实采后贮藏过程中,总可溶性糖基本上保持不变或略有下降。一个甜瓜品种风味的好坏只具有较高的甜度是不够的,还必须有适宜的糖酸比。Quadri, M. A. 等(1990)指出甜瓜贮藏过程中可滴定酸的含量下降, pH 值上升。贮藏过程中甜瓜果实糖酸含量的变化结果是使糖酸比上升,并逐渐达到最佳食用品质。果实中氨基酸的含量也直接影响到果实的特殊风味。

1.4 果实的软化

在甜瓜的感官品质中果实的紧实度与商品价值有很好的相关性。Miccolis V. and Saltveit, M. E. (1995)指出甜瓜贮藏过程中果实的紧实度下降,并且高温比低温条件下的变化明显。许多学者认为果实软化是细胞壁中果胶物质降解的结果,在此过程中多聚半乳糖醛酶(PG)起着关键作用。骆蒙等(1996)的实验证明,河套蜜瓜果实在成熟期间PG活性明显增加,PG的增加与乙烯生成和果实软化有直接关系。此外果肉细胞中果胶甲酯酶(PE)也可使细胞壁降解,淀粉酶使淀粉粒减少,纤维素酶(CX)使纤维素链变短,这些也是使果实由硬变软的部分原因。

2 影响甜瓜耐贮运性的因素

2.1 品种

果实的耐贮性与品种的关系极大。一般来说,晚熟品种比较耐藏,而中早熟品种的耐藏性能较差,原因主要是晚熟品种在果实发育后期气温较低,昼夜温差较大,营养物质积累较多,对低温适应性较强,并对病菌表现出较强的抗性。甜瓜耐贮运性的品种之间差异主要表现在以下几个方面:

2.1.1 果皮和果肉的解剖结构 许多学者指出,甜瓜果实在耐贮运能力主要取决于果皮中是否有坚硬的机械组织(即厚壁细胞层),并且机械组织中石细胞群分布的紧密程度及其大小(也就是厚壁细胞层的连续性)是果皮坚固性的基础。Lester, G. E. (1988)研究指出网纹甜瓜果实在由于表面形成晶状体组织(网)而导致贮运过程中电渗性高于非网纹甜瓜果实在,因此耐贮性不如后者。耐贮运性还表现在果皮的弹性上,果皮的弹性受皮层薄壁细胞层厚度的制约,薄壁细胞层越厚,弹性越强。而果肉紧密的果实明显比松软的果实贮藏时间要长。一般晚熟品种果实厚而坚韧、有弹性、肉质致密、较耐贮藏,如我国新疆的青麻皮、可口奇和蜜极甘等都具有良好的贮藏性状;而早熟品种一般只适于就地销售,不宜于久藏或远销。

2.1.2 果皮中果胶物质和纤维素的含量 前苏联学者(1963)指出,甜瓜果实在果皮中果胶物质少(按干物质计算为0.05%~2.5%)的品种是不耐贮藏和不耐运输的;果胶物质含量中等(8%~10%)的品种是耐运输而不耐贮藏的;含量超过10%的品种,具有高度的耐贮性和耐运输能力。另外,甜瓜果皮中纤维素的含量,在果实的耐贮藏性和耐运输方面不起决定作用。有的品种(如某些美国品种)果皮纤维素含量很高,但不具备足够的耐贮性和耐运输能力。

2.1.3 果实呼吸速率 甜瓜品种呼吸速率是影响其贮藏性的重要因素之一。耐贮品种呼吸速率低,如哈密瓜中的蜜极甘呼吸速率为22.0mg/kg/hCO₂;而不耐贮藏的品种如黄蛋子则高达98.0mg/kg/hCO₂。

2.2 采收成熟度

成熟度不仅影响到果实的品质,还影响到果实的耐贮性和抗病性。因此我们必须根据不同的用途来决定甜瓜的采收成熟度。如用作就地销售可在食用成熟期采收,此时甜瓜果实在具有特殊的外形、色泽、风味和香味、化学成分和营养价值最佳。如用作长途运输和贮藏则多在甜瓜采收成熟期采收,即甜瓜生长和物质积累基本上停止,体积和长度也不再增加,经过一段时间的后熟作用之后,才达到最佳食用期上市销售。甜瓜果实在的成熟度可以通过开花授粉的天数、果实外观和糖度检测等综合评价来决定。

2.3 采前处理

杨映根等人(1987)对华莱士甜瓜采前15d分别用1000mg/LB₉、5000mg/LCaCl₂和1000mg/LPNZ-86以及三者混合对甜瓜植株进行喷洒处理,以未喷洒作对照,采后在常温下贮藏,结果表明用PNZ-86或用三者混合物进行采前处理的甜瓜都表现出明显的耐贮性,尤其是混合处理的甜瓜,在常温下贮藏30d后其好瓜率在90%以上,而对照仅为35.7%,且还有提高含糖量、提高瓜的品质和延长生长期等作用。

2.4 低温冷害

贮藏期间适宜的温度是保持甜瓜优良品质、减少腐烂和延长贮藏期的重要条件。高温能加速甜瓜果肉变软、使后熟和腐烂加快,不利于长期贮存。低温贮藏虽然可以延缓甜瓜果实在的生理衰老、抑制病菌侵染和减少腐烂损耗,但是甜瓜果实在对低温较为敏感,尤其是在低于零度的条件下甜瓜易受冻害,解冻后常失去商品价值。关于甜瓜果实在的冷害温度,因品种或变种的不同而报导各异,大致范围是0~7℃。赵华等(1993)认为冷害可以使呼吸高峰提前,果实在的乙烯释放量增加,并且成熟度低的果实比成熟度高的冷害程度更严重,在升温以后冷害症状普遍加重,但仍以成熟度高者为轻,低者为重。许玲等(1990)研究发现在0~2℃的冷害温度下,哈密瓜果实在的表皮细胞下数层薄壁细胞首先发生质壁分离,细胞扁平化,从而导致表皮组织下陷,冷害症状的起始部位在气孔处。冷害温度破坏了细胞的原生质膜、液泡膜、胞间连丝和叶绿体,而线粒体仍具有完整的结构。Lipton, W. J. 等(1979和1981)试验指出原本在4℃以下即发生冷害的蜜露甜瓜果实在如贮藏前用1000mg/m³乙烯在20℃处理24h,则可在2.5℃下贮藏2个星期,但在低温下发生后熟,并且蜜露甜瓜表皮上任何程度的太阳黄色(Solar yellowing)都对冷害具有较高的抵抗能力。

2.5 贮藏期间的病害

国内外对甜瓜贮藏期间病害的研究有许多报导,主要病害为软腐病(病原为大毛霉菌 *Mucor mucedo*)、红粉病(红粉病菌 *Cephalothecium roseum*)、白霉病(镰孢菌 *Fusarium spp.*)、黑斑病(交链孢菌 *Alternaria alternata*)、青霉病(青霉菌 *Penicillium sp.*)等。王志

田(1992)和毕阳等(1987)研究指出,甜瓜的采前染病和空气中的病菌是贮藏甜瓜病害的主要菌源。贮藏后期的低温高湿条件有利于交链孢菌的生长,致使黑斑病流行。可在 1m^3 的空间用28ml克霉灵密封熏蒸,防治以上5种病害,防治效果可达77.8%,商品瓜率达80%。

3 贮藏保鲜技术

3.1 吊挂贮藏和搁板贮藏

这是新疆哈密瓜的传统贮藏方法。它是在深约2m左右的地下式土窖中进行。贮藏初期窖内的温湿度较高应注意打开门窗及时降温排湿,至后期外温迅速下降时要注意防寒保温。整个过程中应使温度尽量保持在 $0^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$,相对湿度为85%~95%。一般情况可贮藏2~4个月左右,情况好的可达半年。

3.2 冷藏

商业上采用冷库箱藏,堆箱时箱底用板垫高,架空15~30cm,箱高10~20箱不等。在 $0^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ 库温下,贮存30d甜瓜基本上不会腐烂损失,果肉硬度大,无果顶过熟现象,果柄新鲜。但贮藏60d后,甜瓜会发生不同程度的冷害。“炮台红”甜瓜在 $1^{\circ}\text{C}\sim 2^{\circ}\text{C}$ 库温下,60d发生冷害的甜瓜约占1/3,在 0°C 下则高达90%以上。我们可根据不同甜瓜的品种特性来分别控制库温,并采用间歇升温或逐渐降温的方法来减少果实冷害的发生。再者,甜瓜出库后也应维持低温,否则出库后的高温会使甜瓜代谢机能和腐败菌的活动骤然加强而加速腐败。

3.3 气调贮藏

3.3.1 塑料薄膜封闭贮藏 这是一种简易的气调贮藏,近年来发展快,应用十分广泛。它包括袋封法(有单果紧缩薄膜包装、多果包装和在商业上用18kg的纸板箱外罩塑料薄膜)和大帐法(即在产品堆垛上下四周用薄膜包围密封)。包装材料有高密度聚乙烯薄膜、低密度聚乙烯薄膜和多孔聚乙烯薄膜等。Lester, G. E. 和 Bruton, B. D. (1986)、Joyce, D. C. 等(1989)、Itoh, K. 和 Himoto, J. 等(1994)、Mayberry, K. S. 和 Hartz, T. K. (1992)、Collins, J. K. (1990)均报导了使用聚乙烯薄膜包装对甜瓜果实贮藏有较好的效果。其好处在于它可以降低在贮藏过程中果实的水分损失,少或无表面失色或褐变,降低果实软化和腐烂率等,可使果实具有较好的外观和品质等商品性状。但 Collins, J. K. (1990)还指出由于高密度聚乙烯薄膜透气性不足,而袋内气体成分是由产品本身呼吸作用和膜本身的透性而自动达到一种平衡的浓度,因此 CO_2 浓度较高,使果实的风味降低。如采用低密度或打孔的聚乙烯薄膜,则袋内的 CO_2 浓度仅为1%~4%,就不会出现这种现象。

3.3.2 硅橡胶窗气调贮藏 使用硅橡胶窗作为气体交换窗,镶嵌在塑料帐中或塑料袋上,可以起到自动调节气体成分的作用。硅窗气调具有降低甜瓜的呼吸强

度,降低腐烂率,推迟腐烂时间等作用。硅窗气调当 O_2 浓度为10%左右、 CO_2 浓度为2%~4%,窖温基本稳定的条件下,贮藏90d后哈密瓜的腐烂率很低。

3.3.3 控制气体贮藏(CA) 研究人员使用充氮降氧贮藏法,即把甜瓜装入袋内放入果窖中,窖温高时每周充氮气3~5次,窖温低时充2~3次。随即测定氧的含量,使氧的浓度保持在3%~5%,二氧化碳为0%~2%最为适宜,每20d检查一次瓜的质量。结果表明控制气体贮藏对甜瓜贮藏有明显的效果。经过66d贮藏,仅有少量腐烂,瓜的色泽、硬度和鲜度均较好。Aharoni, Y. 等(1993)、杨映根等(1987)在气控中使用乙烯吸收剂(EA)贮藏甜瓜,结果表明它比单独使用气控法或单独使用乙烯吸收剂法的腐烂率都低。

3.4 减压贮藏

这是一种简易可行的方法。将甜瓜放入塑料袋内,再在袋内放入少量的硅胶或亚硫酸氢钠以防腐烂,不充入氮气。为了降低气体的绝对含量,将袋内气体抽出,使袋紧贴在瓜上,贮藏42d时腐烂率很低。甜瓜经过减压处理,果实能保持原有的颜色、鲜度、硬度和风味。

3.5 保鲜剂(防腐剂)

针对甜瓜贮藏过程中常出现的病害,各国研究人员进行了大量的试验。张伟平等(1995)使用华鲜五号保鲜剂(主要成分为植酸),刘雪山(1986)用500mg/l和750mg/l的抑霉唑,杨映根等(1987)用甲基托布津+漂白粉分别处理采后甜瓜果实,均有明显的防腐效果。

国外研究主要集中在黑斑病和白霉病这两种病害的防治上。Edward, M. 和 Blennerhassett (1990 和 1994)指出蜡可以降低贮藏过程中甜瓜的水分损失和低温下冷害的发生,但对真菌和细菌引起的腐败无作用。如将2000mg/L的Imazalil掺入蜡中可以控制以上二种菌引起的腐烂,但其残留水平为3~5mg/L,超过了一些欧洲国家的0.5mg/L的允许量。因此 Aharoni, Y. 等近年来研究了一系列的替换方法。如用750mg/L的日桧醇(1993),5000u/L Sanosol-25 消毒剂(含48%过氧化氢和银盐作稳定剂)(1994),Iprodione+Thiabendazole 各1000mg/L于蜡中(1995),2%碳酸氢钠掺入蜡中(1997)均有较好的抑菌或杀菌效果。

3.6 辐照保鲜

王吉德等(1994)在常温下对新疆的哈密瓜品种应用 ^{60}Co 作辐照源进行不同照射剂量的辐照保鲜试验。结果表明20krad的剂量最有利于保持果实的品质,贮藏150d时好瓜率可达75%,并无辐照异味。杨品亮等(1981)认为 β 辐射除具有杀菌防腐的作用外,还可用来调控哈密瓜的某些生理生化过程。新疆已在生产实践中应用 β 射线照射哈密瓜保鲜方面取得明显效

果。在 $0^{\circ}\text{C}\sim 14^{\circ}\text{C}$, $\text{RH}=45\%\sim 90\%$ 的贮藏库中, 半年后甜瓜的好瓜率可达 $44\%\sim 74\%$ 。

3.7 静电法

从 80 年代起, 一些发达国家如俄罗斯、美国和日本等在食品保鲜方面普遍应用此项技术, 我国也在利用空气放电在常温下贮藏保鲜水果蔬菜方面取得了明显的效果。静电法保鲜的机理是利用电量放电产生的电子、负离子和臭氧来抑制生物代谢、杀菌和降低损耗。康锡兰等(1989)利用静电保鲜棚, 刘雪山等(1989)用空气放电保鲜机在常温下贮藏甜瓜均取得较好的效果。

3.8 加热处理

贮藏前加热处理可以有效地杀死甜瓜果实的病菌, 以防止贮藏过程中霉烂的发生。现多采用热水处理。Maybeny, K. S. 等(1992)、Teitel, D. C. 等(1989)、Lester, G. E. 等(1988)、Barkai-Golan, R. 等(1993)分别采用不同温度的热水对不同品种的甜瓜果实进行了处理, 都有效地阻止了病菌的侵害。但高温处理可使甜瓜果实的电解质渗漏增加, 且在品尝试验中得分很低。这可以用 $10\%\text{CO}_2$ 进行前处理 18h, 即可很好地控制果实的品质变化。

4 存在的问题和解决方法

综上所述, 为了延长甜瓜果实的保鲜期, 国内外研究人员进行了长期和卓有成效的工作, 这主要集中在甜瓜果实的成熟和贮藏过程中的感官评价和生理生化变化以及各种贮藏方法的应用。在实际生产和工作中还存在许多亟待解决的问题。

4.1 用于贮运的甜瓜品种单一。长期以来, 新疆的哈密瓜和兰州的白兰瓜等厚皮甜瓜品种始终占领着国内甜瓜市场。而作为薄皮甜瓜的原始发源地, 我国的薄皮甜瓜品种繁多, 品质优良, 但一直仅能用于就地销售。近年来国内外的蔬菜育种工作者培育出了大量优质高产抗病的甜瓜新品种, 但由于对其品种特性不了解, 很少用于贮藏。这些都严重制约了我国甜瓜的生产和销售。因此, 我们有必要对生产上的主要甜瓜品种的采后生理和贮运特性作深入的研究, 选出适于贮运的甜瓜品种, 使生产、贮运和销售环节统一起来。另外我们还可以应用现代化的保鲜技术和设施开展优质薄皮甜瓜品种的贮藏工作, 丰富市场, 减少损耗, 以便获得最大的经济效益。

4.2 对甜瓜在成熟和贮运过程中的果实变化机理方面的研究还不够深入。虽然人们在甜瓜果实的呼吸作用、乙烯的生成和有机物质变化等方面进行了较系统的研究, 但多停留在常规的生理生化分析水平, 还不能从分子生物学的角度对甜瓜果实的成熟和衰老机理作出较为全面的解释。这方面的研究我们可以借鉴番茄的研究模式, 用分子生物学的观点来探讨甜瓜果实的采后生理, 并利用基因工程手段来控制果实的成熟。

露地秋茬西葫芦高效栽培技术

雷逢进, 张战备, 卫爱兰

露地秋茬西葫芦适宜生长期从 8 月上旬到 10 月下旬, 生育期 $80\sim 85\text{d}$ 采用早熟、耐热品种, 国庆节前可上市, 到霜降来临之前, 每株可收 $2\sim 3$ 个嫩瓜, 产量为 $2000\sim 2500\text{kg}/666.7\text{m}^2$, 效益相当可观。关键栽培技术如下。

1 整地 提早整地、清除杂草, 前茬不宜种瓜类作物, 施农家肥 $3000\sim 5000\text{kg}/666.7\text{m}^2$, 二铵 20kg , 做成宽 75cm 垄。

2 品种 山西省农科院棉花所新育成的 97-20 特早熟、耐热西葫芦一代杂种。

3 播种 ①播前种子必须进行消毒处理: 用热水浸种, 把种子倒入到 $50^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 热水盆中, 边倒种子边搅动, 直至水温降到 30°C 停止搅动, 浸泡 2h, 捞出晾干, 再用种衣剂拌种, 以防地下害虫。②播种: 每穴播 $1\sim 2$ 粒饱满种子, 株距 45cm , 播后覆膜。

4 苗期管理 苗期管理是秋茬西葫芦成键的关键。苗期正处于立秋—处暑高温期, 很容易感染病毒病。要做到: ①及时从薄膜中放苗、稳苗; ②苗齐后先喷一次杀虫、杀螨药, 防止蚜虫传染病毒病和红蜘蛛危害叶片; ③第一片真叶出现后, 连喷 3 次防病病毒药, 间隔 $5\sim 7\text{d}$ 用病毒 A、病毒必克等效果较好; ④保持土壤湿润, 谨防持续高温干旱; ⑤高温期不控苗, 使其营养体尽快长大, 增强抗病能力, 处暑—白露后随气温降低, 适当控苗, 使其尽快进入结瓜期。

5 结瓜期管理 ①初瓜期: 秋茬西葫芦出苗后 $35\sim 40\text{d}$ 一般雌花开始显露, 而雄花少量出现, 需用 $2.4\text{-D}(20\sim 30)\times 10^{-6}$ 涂抹子房, 田间大量雄花开放, 可免去人工授粉, 及时采收根瓜, 一般在国庆节前即可上市。②盛瓜期: 施肥浇水采收根瓜前 2d, 随水及时追施速效化肥硫酸铵 $20\sim 30\text{kg}$, 进入 10 月份, 气温迅速降低, 蒸发量减少, 旱情较重时, 可开沟浇小水, 最好不要大水漫灌。摘心打杈: 根瓜采收后, 留 $2\sim 4$ 个雌花, 及时摘心, 将多余的雌花去掉, 并注意及时整枝打杈, 集中养分供应, 霜降前, 每株一般可采收 $2\sim 3$ 个嫩瓜。

(第 1、2 作者山西省农科院棉科所, 044000 第 3 作者运城蔬菜办)

4.3 我国在甜瓜贮运保鲜技术和设备的研究方面取得了一定的进展, 但是在这些技术的实施上却存在很大的差距。今后我们应建立统一的甜瓜质量标准体系, 加大对贮藏设施(包括采后处理、清洗、加工、包装和预冷设施等)的研究开发力度, 并尽快将研究成果应用于实践中。(参考文献共 48 篇, 原文略)