

冰温贮藏水果、蔬菜等农产品保鲜的新途径

冷 平^①

(园艺系)

摘 要 本文总结了冰温、超冰温保鲜技术的基本原理及其主要优缺点;概述了该项技术产生,发展过程及应用现状;综述了该项技术在水果、蔬菜等农产品的保鲜、保质、增加商品价值以及在流通方面的最新成就,并对其在我国的应用前景做了展望。

关键词 水果; 蔬菜; 冰温贮藏; 超冰温贮藏

中图分类号 S 379.2

Controlled Freezing-Point Storage-A New Approach for Fresh-Keeping Fruits and Vegetables

Leng Ping

(Dept. Horticulture)

Abstract A new technique termed CFPS (Controlled Freezing Point Storage) seems specially promising as an alternative way for fruits and vegetables fresh-keeping. The present paper reviewed the basic principles, present situation and main advantages of CFPS. Update achievements of fresh-keeping, quality control, increase in value and circulation on fruits and vegetables by the novel method were demonstrated and the prospects of applying CFPS were forecasted.

Key words fruits; vegetables; controlled freezing-point storage; controlled supercooling-point storage

随着经济的发展,生活水平的提高,消费者对鲜食水果、蔬菜的质量要求越来越高。但是,由于适熟的果蔬在现有的冷藏或气调(CA)贮藏条件下,寿命较短。因而上市的水果和瓜果类蔬菜通常都提早采收,从而降低了其固有风味,使品质下降。如何解决这一难题,为消费者提供适熟期采摘的果品和蔬菜?冰温贮藏(Controlled Freezing Point)技术^[1]能够长期有效地保持适熟果蔬的固有风味和新鲜度,因此能够提高商品的价值。但是,由于该法不易控制,一旦失误会造成很大的经济损失。所以该技术曾一度发展缓慢。以后适用于冰温贮藏的器材被研制、开发出来,才推动了该技术的发展。现在,冰温贮藏继冷藏及气调贮藏之后,作为第三代保鲜技术在农、畜、牧、水产品的贮存运输以及医学等领域内被推广利用。在果蔬贮存方面,梨、樱桃、李、柑桔、香蕉以及珍贵药材等的冰温保鲜都取得了成功。近年来,该项技

收稿日期: 1996-01-08

①冷平,北京圆明园西路2号中国农业大学(西校区),100094

术在日本、美国、韩国、台湾等一些国家和地区获得了迅速地发展。有学者称冰温贮藏技术是农产品贮存、保鲜技术上的又一次革命。

1 冰温和超冰温贮藏保鲜技术的内涵

所谓冰温,是指从摄氏 0°C 起至各生物组织即将开始结冰时为止的温度带。在缓慢降温条件下,植物组织开始形成冰核的温度约在 $-1\sim-3^{\circ}\text{C}$ ^[2,3]。最近的研究表明,上述冰温温度带还可以下移至破坏点(过冷却的下限温度),称之为超冰温。超冰温保鲜是根据生物细胞抗寒机理特点而提出的。生物细胞抗寒机理主要有两点。其一是利用生物组织的高分子网状构造特点^[4]进行冻结回避。例如桃树的花原基在 -20°C 以下^[5],许多阔叶树的木质部和花芽中的水在接近 -40°C 低温下能维持过冷却而不结冰^[6]。其二,生物组织通过在细胞间隙结冰使细胞脱水、浓缩,进而保护原生质。例如某些高山植物到了 -0.5°C 即在细胞间隙结冰,而细胞则利用其结冰时放出的潜热来忍受更低的温度^[7]。一般情况下,受到急速降温胁迫时生物细胞会采取深度过冷却方法防寒,而受到缓慢降温胁迫的生物细胞会采取在细胞间隙结冰的方法来抗冻。

2 冰温贮藏的主要优点及缺点

冷藏和气调贮藏都能保持果品、蔬菜的生鲜状态。与冷藏($0\sim3^{\circ}\text{C}$)相比,气调贮藏不论在保鲜效果、保鲜期及保质方面都明显优于冷藏^[8]。但是,气调贮藏也有局限性。其一,并非所有的果品和蔬菜都适合于气调贮藏。其二,气调贮藏需要一定的设备材料和技术力量,成本较高,因而不易推广。同冷藏一样,气调贮藏也是只能保持而不能提高水果、蔬菜等原有的品质。而冰温贮藏的优点在于①不破坏细胞;②有害微生物的活动受到抑制;③呼吸活性低,保鲜期长;④能够提高水果、蔬菜的品质。这第④点是冷藏及气调贮藏方法都不具备的。原因是生物细胞在冰温胁迫条件下,为了防止冻结和过多失水,由糖、高级醇、蛋白质组成的不冻液随即形成。这种不冻液与各种农产品的品质、风味有着密切的关系。研究表明,若在超冰温领域内保鲜,果品几乎不消耗氧。但是冰温贮藏也有缺点。其一冰温、特别是超冰温保鲜要求较高的技术,其二投资较大。该技术的研究与开发需要适宜的配套器材,这无疑会加大成本。

3 超冰温贮藏稳定条件的确立

超冰温领域为冰点以下的未冻结温度领域,极不稳定,很容易冻结。因此超冰温领域稳定条件的确立是该项技术的核心。要使水果、蔬菜等顺利降至冰温乃至超冰温领域而不结冰,与生物组织在进入此温度带前的低温锻炼以及脱水程度有关。而低温锻炼以及脱水程度又与预冷、保护物质的使用等前处理方法以及冷却处理时的降温速度有关。关键在于创造合适的温度和脱水程度,以实现在进入该温度领域后能够避免冻结伤害。近年来,经大量的对比实验证明,冰温干燥处理为最有效的前处理方法^[9~11]。实验表明,以冰温(0°C)和干燥(重量减少率为 $10\%\sim20\%$)这一组合效果最好。冰温干燥处理后,细胞内自由水分子首先移至细胞外,而处于束缚状态的结合水的比例增加,细胞的冰点降低,从而提高了生体组织的低温驯化能力。细胞受到低温胁迫和水分胁迫时都会发生失水现象。不同的是受低温胁迫时,

组织的细胞间隙由冰占据,而受水胁迫时,组织的细胞间隙中充满空气。另外,与低温胁迫相比,受水胁迫的细胞失水在比较高的温度下发生。低温胁迫^[12~17]和水胁迫以及ABA^[18,19]都能改变细胞的代谢,诱导特殊蛋白质的合成。冰温干燥处理使上述两种胁迫效果同时奏效又相辅相成。这就比单一的胁迫对细胞的伤害要小。通过对20世纪梨、毛豆、草莓、菠菜、洋白菜、洋葱等的实验证明,冰温干燥处理能提高上述水果、蔬菜的低温驯化能力,使它们顺利地进入超冰温领域而不结冰。目前,冰温干燥前处理已经成为稳定冰温、超冰温贮藏的主要措施。此外,实验表明,下述方法也可以配合使用①保护物质的利用:实验表明^[1],人为地增加保护物质的浓度可降低20世纪梨、山榆菜及洋白菜的冰点。其中,对降低冰点最有效的保护剂是果糖(5%浓度),其次是尿素(5%浓度)、山梨糖醇(5%浓度)、VC(3%浓度)。其中,VC(3%浓度)和尿素对鲜度的保持及复原效果很好。②冰袋包装(Ice Coating Film)处理:以洋白菜为例,把洋白菜装入ICF中贮存2个月后,其鲜度如初。由于ICF处理在-3℃下进行,低于洋白菜的冰点,所以外层包叶呈冻结状态。2个月后,冻结的组织被放回室温条件下时,能够恢复原状,复原后的组织放入高渗透液中发生质壁分离。

此外,冷却处理时的降温速度也是关键因素。慢速降温时(1~2℃/h),冰首先在细胞外形成,然后边成长边从细胞夺水,直到细胞壁被撕破^[20]。研究表明^[21~23]、分阶段地、对生物组织进行缓慢降温、能降低生物组织的生死临界温度。使某些临界致死温度高于零度的生物组织,在0℃或零下条件下能长期保鲜,延长了生物组织的生存时间。另外,与此相反,植物组织经晶核形成和晶核生长过程而结冰。如果采取快速降温,使晶核缺乏足够的生长时间,溶液到达冰点也不会结冰而成为过冷的溶液。继续降温,到达过冷点(TH)时均一晶核即开始形成,植物细胞开始冻结。目前国外已有若干通过调节冷却速度,使生物组织顺利进入超冰温领域而不结冰的成功实例^[9~11,24]。

4 冰温贮藏技术的应用现状

4.1 超群的保鲜性能

研究表明,适熟的果、蔬含糖量高,冰点低,耐冻性强,风味好。但是,适熟的果、蔬在传统的贮藏条件下不耐贮。以‘20世纪’梨为例,采用冷藏法贮存适熟果实1周至10日之内,梨的淡绿色消失,变成黄色。采用CA贮藏确实有保绿效果。但短时间内会发生果心褐变、味道变坏等现象,为克服这些现象则必须提早采收,这又自然会降低果品味道。而冰温技术能克服上述不足,使适熟的20世纪梨保鲜期达到1年之久^[25]。另外,贮存新鲜毛豆难度很大,其绿色及固有风味不易保持。在常温20℃条件下,其固有风味到第二天就损失掉60%左右。在采收时每100g中含有20mg以上的还原型VC,但数日后会迅速减少。所以在冷藏条件下只能保鲜10~14d,而采用冰温贮存,能保鲜30~40d。若采用超冰温技术则能保鲜60d,而且出库时毛豆的绿色及风味明显优于前两种^[26]。由此看来,对于象采收期集中,不耐贮而且对新鲜度极为敏感的果品及蔬菜如桃、草莓、西瓜等,应用冰温技术实现长期保鲜将成为可能。

4.2 提高品质,增加商品价值

上述‘20世纪’梨保鲜1年后出库时,不仅淡绿如初,而且含糖量由入库前的11.0%增至12.5%。另外,味道的感官检查设5等级评价时,入库时为3(普通),而出库时为5(新鲜

味美)^[24,25]。实验表明,冰温技术能明显提高菠菜、洋白菜等的品质,从而增加了其商品价值。菠菜、洋白菜的品质及风味与其低温驯化能力呈正相关^[9,10]。同样白葱在冰温条件下,不仅保鲜好,而且氨态氮含量、全糖、直接还原糖含量以及感官鉴定时的状态都优于冷藏和CA贮藏^[11]。

4.3 加工品的冰温保鲜

20世纪梨,去掉皮和芯后,将可食部分分成4块,泡在糖汁中。实验表明,与冷藏(5℃)相比,冰温贮存时糖的渗透速度慢,硬度维持长久且口感好。作为这种加工品的冰点降下剂,用相同浓度的比较是:食盐最有效,以下依次为醋酸钠、乙醇、丙烯甘醇等^[1]。

4.4 生鲜水果、蔬菜的冰温运输

经过冰温预冷,并用冰温车输送的花茎甘蓝,保鲜极好。在商品陈列的第3d,与对照相比,VC含量高2倍以上。而且糖及氨基酸的含量增加,特别是天冬氨酸、谷氨酸含量增加,使花茎甘蓝的味道更加鲜美^[27]。

4.5 冰温食品的开发

冰温技术在食品的制造、加工等领域内也发挥着作用。在冰温或超冰温范围内进行食品加工的技术已被开发和应用。在日本用此技术生产的冰温食品如活细胞果汁、果酱、各种泡菜、面包、酒、醋及各种水产干制品等,品种多达200个以上。例如冰温干燥技术能保持‘金鱼草’的色、形、味。加工后在将此花附着在巧克力等糕点上很受欢迎。据报导,能够食用的花有百种以上。

4.6 冰温技术在其它领域的应用

冰温技术在医学上如在各种脏器以及各种复合组织的保存方面发挥着越来越重要的作用^[28,29]。另外冰温技术使大批量活物的长途运输成为现实。日本冰研所把经过冰温处理后进入冬眠状态的比目鱼装入集装箱,在无水条件下,经50多小时从日本至纽约空运成功了。到达纽约后的比目鱼被重新放入海水后,经十几分钟后便苏醒并欢快地游动起来^[13]。冰温技术在各种肉类的保鲜贮运方面也己大显身手^[31,32]。果蔬的冷藏、气调贮藏及冰温贮藏技术都是通过调节贮藏环境中的物理因素,为其创造一个适当的物理环境。在此环境中,果蔬的新陈代谢将降至最低水平,用以延缓贮藏寿命。不同的是,冰温贮藏技术还要挖掘果蔬本身的耐冻潜力。在冰温胁迫条件下,果蔬自身会通过代谢的转换与生理的调节来适应冰温条件,不冻液的形成即延长了保鲜期同时也提高了品质,增加了商品价值。冰温技术的问世为低温胁迫及植物抗寒生理研究提出了新课题,为果蔬等农产品的保鲜开辟了新的途径。目前,我国还未开展这方面的工作。随着国内外学者的共同努力,随着低温胁迫,水的低温物理化学及植物抗寒生理研究的不断深入,我们相信会找到更加完善,且适合于国情的技术程序,使该新技术在果蔬等农产品的保鲜,运输,生产与加工等许多领域发挥作用。

参 考 文 献

- 1 Yamane Akiyoshi. Development of controlled freezing-point storage of foods. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 1982, 29(12):736~743
- 2 Ashworth E N, Davis G A, Anderson J A. Factors affecting ice nucleation in plant tissues. *Plant Physiol*, 1985, 79:1033~1307

- 3 Steffen K L, Arora R, Palta J P. Sensitivity of photosynthesis and respiration to a freeze-thaw stress: Role of realistic freeze-thaw protocol. *Plant Physiol*, 1989, 89:1372~1379
- 4 Murase N. Physical chemistry of water at low-temperatures and its biological implications. *Nippon shokuhin kogyo gakkaiishi*. 1994, 41(9):646~651
- 5 Quamme H A. Mechanism of supercooling in overwintering peach flower buds. *J Amer Soc Hort Sci*, 1978, 103(1):57~61
- 6 Quamme H A, Chen P M, Gusta L V. Relationship of deep supercooling and dehydration resistance to freezing injury in dormant stem tissues of 'Starkrimson Delicious' apple and 'Siberian C' peach. *J Amer Soc Hort Sci*, 1982, 107:299~304
- 7 Franks F 著. 村势则郎, 片桐千仞译. 低温の生物物理と生化学. 札幌:北海道大学图书刊行会, 1989
- 8 张祉 祐. 气调贮藏和气调库——水果保鲜新技术. 北京:机械工业出版社, 1994
- 9 三岛睦夫, 山根昭彦, 山根昭美. 蔬菜类(ホウレンソウ)の冰温による超冰温安定性の検討. *冰温*, 1994, 1(6):4~6
- 10 三岛睦夫, 山根昭彦, 山根昭美. 蔬菜类(キャベツ)の冰温乾燥処理による熟成効果について. *冰温*, 1994, 1(6):7~8
- 11 森玲珍, 渡边健次, 三岛睦夫等. 蔬菜类(白ネギ)の冰温乾燥による熟成効果について. *冰温*, 1994, 1(6):30~31
- 12 刘祖祺, 张连华, 朱培仁. 用放射免疫法分析柑桔抗寒锻炼中游离和结合态脱落酸的变化. *园艺学报*, 1990, 17:197~202
- 13 刘祖祺, 林定波. ABA/GAs 调控特异蛋白质与柑桔的抗寒性. *园艺学报*, 1993, 20:335~340
- 14 藤川精. 三生体膜超微细构造と低温. *细胞工学*, 1992, 4:319~328
- 15 Kurkela S, Franck M, Palva E T, et al. Cold induced gene expression in *Arabidopsis thaliana* L. *Plant Cell Reports*, 1988, 7:495~498
- 16 Murata N, Ishizaki-Nishizawa O, Higashi S, et al. Genetically engineered alteration in the chilling sensitivity of plants. *Nature*, 1992, 356(23):710~713
- 17 Yoshida S. Low-temperature-induced cytoplasmic acidosis in cultured mung bean cells. *Plant physiol*, 1994, 104:1131~1138
- 18 张福锁. 环境胁迫与植物营养. 北京:北京农业大学出版社, 1993, 327~329
- 19 Kurkela S, Franck M. Cloning and characterization of a cold-and ABA-inducible *Arabidopsis* gene. *Plant Mol Biol*, 1990, 15:137~144
- 20 Pearce R S. Extracellular ice and cell shape in frost-stressed cereal leaves: A low temperature scanning-electron-microscopy study. *Planta*, 1988, 175:313~324
- 21 长谷尾守, 山根昭彦, 山根昭美. 生熊冰温领域における活鱼保存(第一报). *日本冰温食品协会研究志「冰温」*, 1989, 1(4):3~5
- 22 长谷尾守, 山根昭彦, 山根昭美. 生熊冰温领域における活鱼保存(第二报)、(第三报). *日本水温食品协会研究志「冰温」*, 1992, 1(5):17~19, 20~23
- 23 中村美和子, 三岛睦夫, 长谷尾守等. スロークーリング法による鱼类の耐寒性付与について. *冰温*, 1994, 1(6):23~25
- 24 山根昭美. 冰温贮藏の科学. 日本农山渔村文化协会出版, 1996. 155~158
- 25 山根昭美. 未熟なナシを完熟に. *日本食粮新闻*, 1993. 8, 30
- 26 山根昭美. エグマメの超冰温保存へ鮮度抜群. *冰温ニユウス60*. 日本水温食品协会, 1994, 10:4
- 27 小村 正, 三岛睦夫, 山根昭彦等. プロッコリーの高鮮度と冰温輸送について. *冰温*, 1994, 1(6):3
- 28 水野朝敏. 臓器保存に「冰温」有効. *冰温(NEWS REPORT)*, 1994
- 29 水本 茂, 中河庸治, 小野浩史等. 冰温技术よ应用した复合组织保存. *冰温*, 1994, 1(6):1~3
- 30 伊地知 克介. 空飞べ「冬眠イカ」. *水温(NEWS REPORT)*, 1994:6~7
- 31 Takeda K, Aman H, Tamura T. Aging beef by the "Hyo-on" temperature. *Controlled Freezing Point*, 1994, 1(6):15~19
- 32 Takeda Kouji, Aman Homare, Tamura Toshiyuki. The effect of aging at "Hyo-on" temperature on flavor of beef meet. *Controlled Freezing Point*, 1994, 1(6):20~22