

蔬菜贮藏保鲜资料汇编

成都市科学技术情报研究所

一九八五年一月

前 言

蔬菜的贮藏保鲜事业，是我国当前农业生产和流通领域中一个薄弱环节。蔬菜“旺季烂、淡季断、多时愁、少时盼”的状况在不少地方长期得不到解决。随着农村商品生产的发展，蔬菜的贮藏保鲜工作已被有关部门日益重视，为了促进此项事业的发展。我所特聘四川省成都市蔬菜研究所高级农艺师黄裕蜀、四川省农科院果树研究所贮藏课题组庄虚之老师指导，参阅了大量的文献资料，精选了国内外最新文献资料汇编成册。

全书内容包括蔬菜贮藏保鲜理论及技术、国内外蔬菜贮藏保鲜研究、主要蔬菜品种贮藏保鲜适用技术等。适宜从事蔬菜贮藏保鲜科研、教学的科技人员和蔬菜经营以及农村蔬菜生产“两户一体”等人员工作时参考。

我们在汇编该资料过程中，得到有关单位的大力支持，在此致谢！

资料中有不当之外，请批评指正。

成都市科技情报研究所

一九八五年一月四日

目 录

蔬菜贮藏的基本原理.....	(1)
蔬菜的贮藏生理和贮藏技术.....	(8)
美国蔬菜的采后处理.....	(11)
瓜果蔬菜的贮藏保鲜技术.....	(14)
果蔬的贮藏与保鲜.....	(22)
日本蔬菜贮藏技术.....	(25)
水果蔬菜防腐保鲜的新技术.....	(29)
冷藏及化学保鲜剂在蔬菜贮藏中的应用.....	(32)
水果蔬菜的长期保鲜方法.....	(33)
沸石的新用途——保鲜.....	(34)
蔬菜水果保鲜新工艺——气体处理.....	(35)
蔬菜防腐处理的新方法.....	(35)
果蔬防腐用的固体气剂.....	(36)
新鲜果蔬贮藏中的预冷.....	(36)
重庆市谢家湾菜站山洞冷库蔬菜贮藏试验总结.....	(39)
家庭蔬菜保鲜.....	(44)
仲丁胺熏蒸控制果菜贮藏腐烂效应.....	(47)
蕃茄、茄子保鲜膜.....	(51)
国外贮藏蕃茄的技术动态.....	(53)
蕃茄保鲜防腐技术的新进展.....	(56)
蕃茄溶液贮藏的研究.....	(59)
蘑菇保鲜与贮藏中的生理生化变化.....	(64)
蒜苔贮藏过程中的生理损伤和某些病害的初步分析.....	(67)
蒜苔冷库气调贮藏试验报告.....	(70)
蒜苔的小包装冷藏.....	(75)
低温贮藏豆芽.....	(76)
香菜菠菜芹菜小包装冷藏.....	(76)

蔬菜贮藏的基本原理

四川省农业科学院果树研究所 庄虚之

一、蔬菜贮藏的特点

蔬菜和水果一样都有一个调节市场供应的淡旺季节的问题。调节的方法除栽培方面的安排外,就收获后而言有贮藏和加工两种。但是加工与贮藏有着根本的区别。前者所保藏的食品本身都已不再有生命;后者的保藏对象却仍然是活的机体。所以,两者达到目的的方法是很不相同的。贮藏的蔬菜的生命一旦丧失,则根本不能用通常的贮藏方法来保存了。注意及此,才可能不把鲜活果蔬的耐藏性与没有生命的加工食品品质保存久暂的性质等同。

栽培中的蔬菜是活的机体;贮藏中的蔬菜也是活的机体。两者在生活中都受有机体与环境统一这一基本原理的制约。但这一原理在两者中的表现方式却是很不相同的。在栽培中,基本之点是创造条件满足蔬菜生长发育的要求,以获优质高产;在贮藏中基本之点却是以适当的条件限制或抑制生活过程的旺盛进行,以减少品质下降和延长贮藏寿命。注意及此,才可能使贮藏条件达到正确的应用。

二、呼吸作用及其在蔬菜贮藏中的应用

一切活的细胞、组织都具有呼吸作用。呼吸作用停止,就意味着有机体生命的丧失,即死亡。呼吸作用释放能量供给各种生理活动需要,它的中间产物在植物体各主要物质之间的转变起着重要的作用,所以,呼吸作用是植物代谢的中心,蔬菜收获后,光合作用、水分和矿质营养吸收等同化作用完全或基本停止,生命主要靠分解积累的营养物质维持,亦即是说,呼吸作用成为主导的生理过程。

呼吸作用包括有氧呼吸和无氧呼吸两大类型。

有氧呼吸是指生活细胞在氧气的参与下,把某些有机物质彻底氧化分解,放出二氧化碳并形成水,同时释放能量的过程。由于葡萄糖是植物细胞呼吸最通常利用的物质,因此,呼吸作用过程简括表示如下:



无氧呼吸,一般指在无氧条件下,细胞把某些有机物分解成为不彻底的氧化产物,同时释放能量的过程。其过程与酒精发酵相同:



有的蔬菜，如马铃薯块茎、甜菜块根、胡萝卜等在进行无氧呼吸时还产生乳酸：

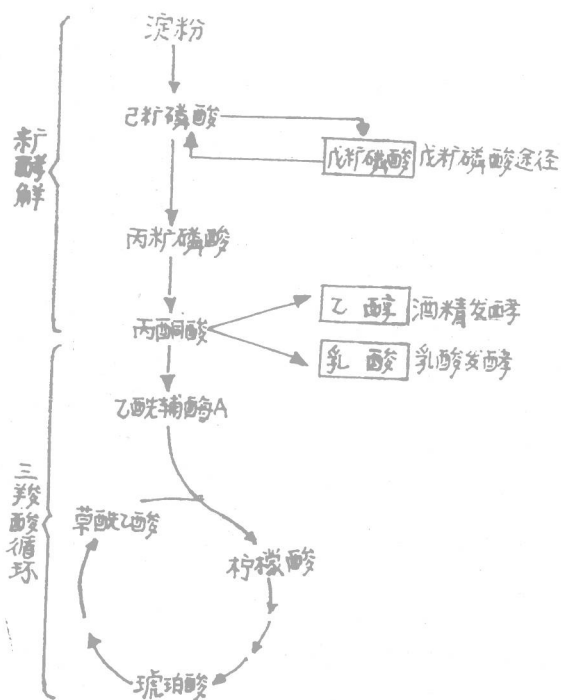


呼吸作用把植物在生长期积累起来的营养物质消耗掉。所以，贮藏的主要任务是降低果蔬的呼吸强度，以减少营养物质的损耗。但是对贮藏的果蔬来说，呼吸作用在生理上有多方面的积极意义。因为呼吸代谢是多条途径的（图一）。每一途径都由许多中间环节组成，各

由特定的酶系统所催化，形成一系列特定的中间产物。许多中间产物是合成多种新物质的原料，而有多种用途。从而影响到成熟（以及后熟）、衰老、愈伤、风味、品质，等等，一句话：影响耐藏和抗病性能。

呼吸强度（呼吸速率）可以用植物的单位鲜重、干重或原生质（以含氮量表示），在这一时间内所放出的二氧化碳或吸收的氧的体积或重量来表示。呼吸商（呼吸系数）是表示呼吸底物的性质和氧气供应状态的一种指标。用植物组织在一定时间（如一小时）内，吸入的氧对释放出二氧化碳的容积比（ CO_2/O_2 ）来表示。

影响蔬菜呼吸作用的因素很多。研究它们，意义非常重大。例如，研究影响蔬菜呼吸作用的内因，如种类、品种，生长发育时期，是选择贮藏蔬菜品种，确定适宜贮藏成熟度（适宜收获时期）的重要依据。研究影响蔬菜呼吸作用的外因（如栽培条件、以及贮藏期中的温度、湿度、气体成分、影响因素等等），是加强蔬菜耐藏、抗病能力的基础，确定贮藏方法性质和增进贮藏效果的依据。



图一、植物呼吸代谢的主要途径示意图（引自潘瑞炽等）

1、种类品种对蔬菜呼吸强度的影响

蔬菜的种类不同，呼吸强度也不同。一般是凡生长快的呼吸强度就高，生长慢的呼吸强度也低。通常是叶菜类的呼吸强度最大，果菜类次之，长成了的直根、块茎、鳞茎相对最小（表一）。因为叶是主要的同化器官，组织内的各种代谢过程都极活跃；果菜类果肉组织中细胞间隙很小，氧化系统活性较低，呼吸强度弱；至于块根、块茎、鳞茎等，除由于组织、器官特性影响之外，还有休眠期等特性，故一般呼吸强度低。不同种类蔬菜间呼吸强度的高低，可作为固有耐藏性强弱的标志。但这一原则不适于不同品种间的蔬菜。例如不同品种的甘兰、洋葱、胡萝卜、马铃薯，早熟品种的呼吸强度通常低于晚熟品种（表二、表三）；但是蔬菜的耐藏性一般早熟品种最弱，中熟品种较强，晚熟品种最强。所以，蔬菜的贮藏通常都选用中、晚熟品种。

表一、几种蔬菜在0—2℃时呼吸强度(CO₂毫克/公斤/小时)

种 类	呼吸强度	种 类	呼吸强度	备 注
石 刁 柏	44	甜 瓜	5	引自华中农学院主编:《蔬菜贮藏加工学》。
甜 玉 米	30	甘 兰	6	
菠 菜	21	马 铃 薯	1.7—8.4	
生 菜	11	萝 胡 卜	5.4	
菜 豆	20	洋 葱	2.4—4.8	
番 茄	18.8			

2、发育年龄和成熟度

同一器官在不同的生长发育时期中,呼吸强度有比较大的变化。例如叶片,幼嫩时呼吸较快,成长后就下降;到衰老时,呼吸又上升,呈现“转跃期”;到衰

老后期,呼吸则极其微弱。果实(如番茄、苹果、香蕉)的呼吸速率在不同年龄中,也有同样的变化。幼果呼吸速率最强,后随年龄而降低,但在后期会突然增高,呈现“呼吸高峰”(即转跃期)。因为果实此时产生乙烯,促使呼吸加强。但是,也有一些果实(黄瓜、柑桔、葡萄)在成熟过程中没有呼吸高峰,即不呈现转跃期。现在认为是因为它们成熟期间不产生或产生的乙烯太少,不足以启动呼吸跃变,因而没有呼吸高峰。

表二、甘兰、洋葱、胡萝卜品种的呼吸强度(CO₂毫克/公斤/小时)

蔬菜种类	早熟品种	晚熟品种	备 注
白球甘兰	17.4	24.8	引自山东农学院主编:《果实蔬菜贮藏加工学》。
洋 葱	16.2	33.4	
胡 萝 卜	32.7	57.6	

3、生长发育条件对蔬菜呼吸强度的影响

蔬菜在生长发育期间的栽培条件,亦会影响呼吸强度。生长在夜温19.4℃的番茄的呼吸强度高于夜温13.9℃或16.7℃的番茄;高氮会增进果实的呼吸;收获前多雨和灌水既影响呼吸,又影响质量。这些都影响贮藏效果。用于贮藏的蔬菜,宜多采用有机肥,收获前不应灌水。

表三、马铃薯的呼吸强度和品种及温度的关系(CO₂毫克/公斤/小时)

品种 \ 温度℃	0	5	10	15	20
早 熟 种	3.9	2.8	4.0	6.6	13.9
中 熟 种	4.8	3.9	4.9	8.9	17.0
晚 熟 种	8.4	5.9	6.8	13.1	23.7

注:引自山东农学院主编:《果实蔬菜贮藏加工学》。

4、采后条件对蔬菜呼吸作用的影响

温度是有机体的生活条件,并能强烈地影响呼吸代谢。所以低温贮藏是一种非常古老而至今又非常普遍采用的方法。即使有的贮藏方法不是以温度条件为主,但温度仍是一个必须加以注意的因素,才会有好的贮藏效

果。例如，气调贮藏法与低温的结合。

温度升高，蔬菜的呼吸强度增大；反之则下降。一般在5—35℃之间，温度每上升10℃呼吸强度增大1—1.5倍，即温度系数 (Q_{10}) = 2—2.5。但由于种类品种不同、成熟度不同，温度系数是有较大差异的。呼吸强度增加，主要是酶活性增强。超过35℃，酶变性受抑或破坏，是在过高温度下呼吸强度反而下降的原因。

就贮藏来说，大多数蔬菜宜于-1—0℃（不包括冻藏）。过低会受到伤害。但很多喜温蔬菜，如茄果类，部分瓜果和豆类，姜等等，则需较高的温度贮藏，否则受冷害。

同一品种的蔬菜由于成熟度不同，适宜的低温也不相同。如绿熟番茄以10℃为低限；红熟番茄则降至5℃以下，可以接近0℃。这是由于成熟度不同，呼吸末端氧化酶性质不同的结果。根据这个道理，对贮藏期中某些果蔬实行阶段性的、不同程度的低温控制，是一个很值得注意的问题。

由于温度对蔬菜呼吸有很大的影响，贮藏期中要尽量避免忽高忽低的温度变动（表四）这点不应与刚才谈及的不同阶段控温混同。

表四、在恒温 and 变温下蔬菜的呼吸强度 (CO_2 毫克/公斤/小时)

温 度 状 况	洋 葱	胡 萝 卜	甜 菜	备 注
恒温 5℃	9.9	7.7	12.2	引自山东农学院主编：《果实蔬菜贮藏加工学》。
2℃、8℃隔日互变(平均5℃)	11.4	11.0	15.9	

氧气是蔬菜的生活条件，缺乏就会死亡。降低空气中的氧浓度，呼吸就受到抑制而降低，延缓后熟，推迟转跃期的出现。根据氧对呼吸作用影响的原理，创造有单氧指标气调法。这种气调方法以低氧为控制果蔬代谢过程的主要手段，排除二氧化碳。此法在果实贮藏上应用已有相当数量的报导。在蔬菜贮藏上也有报导。如李钰试验番茄，在12—14℃下， CO_2 为零，经过49天，2—4% O_2 条件下，腐烂率最低。他们还报导，在适当温度下贮藏蘑菇，排除二氧化碳，0—1%和2—4% O_2 条件下24天，无开伞现象；在21% O_2 条件下的开伞达100%。又如 Chien Yi Wang 报导：低 O_2 （1%）使贮藏在0℃中的大白菜寿命延长有明显效果，VC和糖的损失少，叶绿素降解和叶色变黄推迟，减少腐烂；5个月后大白菜只需轻微修整就能销售，并且无异味及低温伤害，而对照（0℃，贮藏在大气中的）需要修整才能上市。当然，低 O_2 也可与 CO_2 配合成为通常所说的气调贮藏方法。如果氧含量过低也会导使生理失调致病。

二氧化碳是呼吸的最终产物。当贮藏环境中的 CO_2 增加时，蔬菜的呼吸强度明显降低。 CO_2 浓度过高会使生理失调致病。根据高浓度 CO_2 能抑制呼吸的原理，人们创造了叫做气调的贮藏方法（在大多数情况下与低温、低氧配合更好）。对大多数蔬菜来说，比较合适的 CO_2 浓度为1—5%。 CO_2 浓度较高时， O_2 浓度也应较高，否则易造成 CO_2 伤害。 CO_2 抑制呼吸作用的原因主要是与乙烯的拮抗作用（竞争作用）。

关于以 O_2 和 CO_2 对呼吸作用的影响为根据而创立的低 O_2 贮藏法和一般气调贮藏方法，近年都有新的发展。对于苹果，澳大利亚发展了一种低 O_2 处理的新方法，贮藏初期，先把 O_2 降到0.5—1%，低氧处理十几天，可改善贮藏效果。在美国金冠苹果贮藏，先用高浓度

CO₂处理再行贮藏。西班牙发展了 DCA 贮藏技术 (即 Dynamic Controlled Atmosphere Storage), 意为“动态气调贮藏”。其气体成分不是静止地固定在一个水平上, 而是根据果实在贮藏条件下不同阶段对气体的不同适应性, 分阶段地改变气体成分的组成, 来提高贮藏效果。这种按贮藏果蔬不同阶段分别调整气体成分的方法很有实用价值。例如四川省果树所应用硅窗袋不同时期调气的方法, 在1983年研究成功锦橙硅窗袋藏方法, 使果实在通风库条件下3个月不检查, 好果达90%以上, 腐果1%左右, 失重1%左右, 品质优于包纸的对照; 是柑桔果实气调方法的一新发展; 方法的性质属于“动态气调贮藏”。又如洛阳市科委等报导: 在0℃左右, 用硅窗帐气调贮藏蒜苔20130斤, 经230天, 好苔率达91.75%。其控气的指标是: 蒜苔装入塑料帐后, 严密封闭, 当CO₂上升到7—8%时, 开硅窗调气, 使帐内气体成分保持: O₂ 2—5%, 不低于1%; CO₂ 1—5%, 不超过8%。这种效果良好的方法也带有“动态气调”的性质。

果蔬在贮藏期中仍然是活的有机体, 并且适应外界环境条件影响的能力, 会随贮藏时期的延长而逐渐降低。所以, 阶段性的气调技术, 是更适合于贮藏果蔬的生物学特性的。从初露出来的锋芒看, 是极为有前途的一类方法。

植物激素和植物生长调节剂在果蔬贮藏中应用, 是一个正在方兴未艾的新事物。植物自身就含有多种植物激素, 以调节自身生长发育过程, 从而保证能更好地适应外界环境条件的影响。有很多人工合成的植物生长调节剂, 也有植物激素的作用。植物激素和植物生长调节剂的种类很多, 生理作用也是多样的。但是都能显著地影响果蔬的呼吸强度。在乙烯、生长素、赤霉素、细胞激动素和脱落酸等五大类植物激素中, 乙烯最能促进呼吸, 从而促进成熟, 所以通常被用于果蔬的催熟。植物激素往往是在低浓度时有刺激作用, 较高浓度时有抑制作用, 浓度更高时有伤害和死亡作用。所以, 用它们的适当剂量以抑制果实的呼吸强度为根据, 创立了化学贮藏方法。例如, 采后用较高浓度的2、4—D处理柑桔果实, 降低呼吸强度, 保持蒂部新鲜, 延缓后熟; 2、4—D处理大白菜防止脱帮; 用MH处理防止洋葱、胡萝卜、萝卜、马铃薯发芽; 用BA处理延长菜豆、莴苣、芥菜、芹菜、石刁柏、甘兰等的贮藏寿命, 保持鲜度, 延缓黄瓜衰老等等。但应注意, 在化学贮藏方法中, 经2、4—D处理的甜橙和大白菜, 都有对低温抵抗能力降低的现象, 在应用中应予以注意。

此外, 还有把植物激素作为贮藏中的辅助因素而加以应用的情况。如低剂量处理以愈伤和防止脱落方面的应用等。

还值得注意的是, 在柑桔果品的贮藏中, 植物激素和植物生长调节剂的应用, 早已发展到采前低剂量处理与采后较高浓度处理相结合; 植物激素与防腐剂配合; 多种植物激素的配合处理以提高贮藏效果、改善品质、抑制枯水等等应用的新阶段了。蔬菜也有类似的事例, 例如花椰菜的花球用2、4—D和BA单独处理与对照相比, 对防止黄化是显著的, 其保持绿叶的程度分别为46%, 40%和11%, 若以2、4—D与BA结合则绿的保持为74%。无疑今后应该加强这方面的应用研究。

原子能辐射杀灭病菌。但是在适当剂量范围内照射, 也能对呼吸有抑制作用。根据这个原理, 创立了辐射贮藏法。例如用伽玛射线处理洋葱、大蒜、马铃薯等防止发芽。当然, 剂量过大会伤害作用, 过低有刺激作用, 也是应注意的。

此外, 还有负离子处理、减压等都能影响果蔬的呼吸而可作为贮藏方法的。

上述各个影响呼吸作用的条件，恰当地应用，并作为控制呼吸作用的主要因素，则可据之以确定贮藏方法的性质。因为贮藏果蔬的呼吸是代谢的主要过程。其与贮藏条件的矛盾即为贮藏方法的主要矛盾。这时只要果蔬的生理状态适宜，能否起到抑制作用就视主要控制条件为转移了。果蔬贮藏方法的性质，与其他事物的性质一样，“主要地是由取得支配地位的矛盾的主要方面所规定的。”（《矛盾论》）

当然，任何贮藏方法都不会是由一个因素组成的。在认识影响果蔬呼吸作用的原因而在贮藏中加以应用时，除了首先注意掌握决定贮藏方法性质的因素而外，其余有关因素也应分别主次，把它们恰当而巧妙地结合起来，效果也就会更加提高了。

新伤、微生物侵袭、有害物质的刺激等，这些也都能影响果蔬的呼吸。原因是产生大量的伤害乙烯，刺激呼吸强度增加。这些影响都是不利于贮藏的。结果常是促进衰老腐坏、或者妨碍果实蔬菜适应贮藏条件，以致恶化贮藏效果等等。所以，新伤是应当坚决避免的，微生物的侵袭是应尽可能的防治。有害物质的影响是应尽量排除的。

以上是对果蔬呼吸作用及影响它的内外条件的认识及利用的情况。

三、蔬菜的蒸腾作用及其在贮藏中的应用

新鲜蔬菜含水量高，一般达65—96%。细胞水分充足，蔬菜才会有新鲜的种种特征和表现。在植物生活中，水分总是不断蒸腾的。在贮藏中的蒸腾容易引起失水而组织蔫萎，引起果蔬商品的重要损失和品质降低。细胞失水会多方面地影响果蔬的生理特性，因而与贮藏效果有很密切的关系。例如，柑桔果实、白菜和菠菜贮藏前轻度干燥，可以减少呼吸，从而有利于品质的保持和贮藏。但是在气调和接近0℃的稳定低温贮藏中，通常又以最新鲜的果蔬最耐贮藏；预贮失水，往往在这些方法中会降低贮藏效果。影响果蔬蒸腾失水的因子很多。除了自身的组织结构等特性而外，最直接决定蒸腾强度的是空气的相对湿度及空气的流速。贮藏果蔬的适宜相对湿度，既取决于贮藏方法，也取决于果蔬自身的特性。例如老熟的冬瓜南瓜就应在比较低的相对湿度（70—75%）条件下贮藏。

四、成熟、后熟和衰老过程及其在贮藏中的应用

生物体都有由幼小到成年，再到老年，再到衰老，直至死亡的过程。果蔬的个体达到生长基本停止；直至衰亡的过程，就包含着成熟后熟和衰老等过程。虽然对此至今尚没有明确而统一的定义，但是这一过程的存在则是无疑的。成熟是采前的过程，后熟是采后的过程。在成熟、后熟、衰老过程中，果蔬的生理和组织结构都发生许多变化。这些变化的性质和速度，决定于果蔬的遗传特性和具体的生长发育条件（包括采后的贮藏条件）。但是，很重要的一个调节变化过程的因子是乙烯与生长素类物质的平衡。这一道理已被广泛地应用于果蔬贮藏的实际了。

但是，在成熟过程中，对果蔬的贮藏来说，还有一个非常重要的问题，即贮藏成熟度问题。这在果树学中被认为是一个难题。过去，一般认为贮藏成熟度只是与果蔬的种类品种及

生长发育条件相关。四川省果树所在柑桔果实上研究这一问题时发现,贮藏成熟度还与贮藏方法、贮藏条件相关。例如,用于气调贮藏的柑桔果实,其最适贮藏成熟度是在成熟过程的初期;产地自然低温贮藏的果实,其最适贮藏成熟度在成熟过程的中期;冷藏的果实,其最适贮藏成熟度在成熟过程的晚期。这样的事例在蔬菜贮藏中也有。例如绿熟蕃茄宜于采用气调贮藏;显红色的蕃茄则宜于低温贮藏。此外,四川省果树研究所还在柑桔贮藏研究中发现,用2、4-D处理进行化学贮藏的果实,宜于适当较早采收;用对植物生理作用比2、4-D稍弱的二甲四氯处理,则更宜于较早采收果实的贮藏;用对抑制甜橙呼吸作用比2、4-D更强的“AB 保鲜防腐剂”处理,则更宜于晚采果实的贮藏,而不宜于早采果实的贮藏。还发现,在柑桔果实上,即使同为气调贮藏,但 CO_2 的浓度不同,最适贮藏成熟度也有差别。这些情况,过去在蔬菜贮藏中注意的不多。但无疑是值得今后予以注意的。

五、休眠、春化及其在蔬菜贮藏中的应用

一些蔬菜在贮藏期间还有休眠和春化过程。休眠的打破和春化的完成大多需要低温。但二者不是一回事。在休眠期间,细胞原生质内部发生深刻的变化,新陈代谢,物质消耗和水分蒸发都降到最低限度,这时即使外界条件适宜,植物也不萌发和生长。只有渡过或打破休眠才能开始生长。休眠中的植物不能完成春化过程。只有休眠期结束并在适宜的条件之下,才能完成春化。完成春化后的洋葱、大蒜容易抽苔;渡过休眠后的蔬菜容易发芽。选用休眠和春化期长的品种,采用延长休眠,阻止春化的措施。还有利于具有这些特性的蔬菜的贮藏。如用MH、萘乙酸甲脂、辐射等处理马铃薯、洋葱、甜菜块根、大蒜、大白菜、胡萝卜,都可收到这方面的效果。低温、低氧、低湿和较高浓度 CO_2 都有抑制萌发的效果。

以上主要是从有机体与环境统一这一基本生物学原理出发,对蔬菜贮藏的基本生物学问题所作的介绍和论述。特别是有关贮藏方法和贮藏成熟度问题,希望能引起搞贮藏工作的同志们的注意。笔者限于水平,有不当和错误的地方,请同志们批评指正。 1984年10月21日

参 考 文 献

- 1、潘瑞炽等:《植物生理学》(第二版)上册,高等教育出版社,1984年4月版,119—146页。
- 2、山东农学院主编:《果实蔬菜贮藏加工学》上卷,农业出版社,1961年5月版,85—139页。
- 3、华中农学院主编:《蔬菜贮藏加工学》,农业出版社,1981年8月版,19—50页。
- 4、李钰等编著:《蔬菜贮藏生理及气调技术》,上海科学技术出版社,1984年2月版,71—147页。
- 5、周山涛:《他山之石,可以攻玉》,《中国果品研究》,1982年2期,4—6页。
- 6、四川省农科院果树研究所贮藏课题组等:《“AB 保鲜防腐剂”在锦橙贮藏上应用的研究》,《四川农业科技》,1984年4期,13—16页。

蔬菜的贮藏生理和贮藏技术

日本全国的蔬菜生产，据1980年度农林水产省统计，种植面积达64万公顷。1970年以来其面积虽有减少，但由于栽培技术提高，单位面积产量大增。如果以1965年度每十公亩（约合1.5市亩）的产量2090公斤为100%，则1978年为2660公斤，达127%；每人的蔬菜年消费量1966年以来也达115公斤左右，相当于欧美的消费量。总的来看，今已出现蔬菜过剩的倾向。各产地之间的竞争极其激烈，因而在采取为适应市场销售而提高品质和保持鲜质的对策上，日前已成为重要的课题。在这种背景下，最近正在采用预冷方式与利用冷却设备的蔬菜贮藏方法。

然而以根菜类为主的露地蔬菜，由于受收获期的限制而集中上市，往往多跌价，因而需通过贮藏来调节供应的平衡。根菜类的贮藏因其大部分都较耐低温，所以一向作地下贮藏，但为解决生产过剩问题，贮藏中品质与保鲜问题是重要的。因此有必要了解作物贮藏中的生理作用，以掌握保持其特性的贮藏技术。

1、收获后蔬菜体内生理

收获后的根菜类都还是生鲜的为了维持生命而不断地进行呼吸和蒸腾作用，其体内养分（主要是淀粉）分解为蔗糖及还原糖，从而取得许多能量。

主要供上市用根菜类的贮藏条件，一是需抑制呼吸和蒸腾以保持鲜度；二是需防止贮藏

表1 蔬菜的呼吸热（千卡/吨/日）

种 类	0℃	5℃	15℃	20℃	25℃
洋 葱	180—280	200	600	780—1060	151*—1610
大 蒜	230—780	500—1840	780—1610	730—1390	—
胡 萝 卜	530	880	2040	2550—5270	—
芜 菁	480	550	1340	1340—1390	—
马 铃 薯	—	330—450	380—660	450—880	—
甘 薯	—	—	1018—1590	—	—
蘑 菇	1560—2420	3930	—	14620—17540	—

*原文数字不清楚—译者

中的障碍（生理性的质变或病虫害）。

（1）贮藏中的呼吸作用，主要进行氧呼吸以满足氧气需要，而影响这种作用的环境条件是贮藏中的温度变化。一般是温度越高则呼吸量越大，低温时呼吸弱养分消耗少，所以可以长期贮藏。其次除温度条件外，收获时的成熟度和栽培条件等，也能影响呼吸量变化大。

从温度条件和呼吸发生热量的关系来看，如马铃薯，贮藏温度4.4℃—5.0℃下，其呼吸发生的热量为6.3—20卡/吨/小时，15℃—15.6℃下为13.7—27.3卡；20℃—21.1℃下为18.9—36.8卡，呈明显的递增趋势。同时这种趋势也因作物种类而异同。如胡萝卜的呼吸发生热量在4.4℃—5℃下为29.3—60.9卡/吨/小时；20℃—21.1℃下为106—220卡，其增长趋势更显著。

贮藏中的这种温度变化，以及收获后不断继续生理作用消耗体内养分，却造成品质鲜度下降，从而失去商品价值，因此说明贮藏中的温度管理的重要性。

（2）贮藏中的蒸腾作用，受温度及温度变化

表2 蔬菜的温度、湿度条件和物理性

种 类	温 度 ℃	湿 度 %	冻结温度 ℃	含水率 %	比 热 千卡/公 斤/℃
番 茄 { 绿熟 完熟	13—21	85—90	—0.6	93.0	0.95
	7—10	85—90	—0.5	94.1	0.94
黄 瓜	10—13	90—95	—0.5	96.1	0.97
茄 子	7—10	90—95	—0.8	92.7	0.94
园 辣 椒	7—10	90—95	—0.7	92.4	0.94
黄 秋 葵	7—10	90—95	—1.8	89.8	0.92
青 豌 豆	0	95	—0.6	74.3	0.79
菜 豆 荚	4—7	90—95	—0.7	88.9	0.91
甜 瓜	0	95	—0.6	73.9	0.79
花 椰 菜	0	95	—0.8	91.7	0.93
青 花 菜	0	95	—0.6	89.9	0.92
芥 兰	0	95	—0.8	84.9	0.88
白 菜	0	90—95	—	95.0	0.96
甘 兰	0	95—100	—0.9	92.4	0.94
莴 苣	0—1	95—100	—0.2	94.8	0.96
菊 苣	0	95	—0.1	93.3	0.94
菠 菜	0	90—95	—0.3	92.7	0.94
芹 菜	0	95	—0.5	93.7	0.95
石 刁 柏	0—2	95	—0.6	93.0	0.94
荷兰芹菜	0	95	—1.1	85.1	0.88
韭 菜	0	95	—0.8	85.4	0.88
洋 葱	0	65—70	—0.8	87.5	0.90
大 蒜	0	65—70	—0.8	61.3	0.69
南 瓜	10—13	70—75	—0.8	90.5	0.92
胡 萝 卜	0	98—100	—1.4	88.2	0.90
罗 卜	0	95—100	—0.8	93.6	0.95
茺 菁	0	95	—1.0	91.5	0.93
马 铃 薯 { 春薯 秋薯	10—13	90	—0.6	81.5	0.85
	3—10	90	—0.6	77.8	0.82
甘 薯	13—16	85—100	—1.3	68.5	0.75
蘑 菇	0	90	—0.9	91.1	0.93

Ashrae Handbook and Product Directory (1974)

的影响很大，同呼吸作用一样，在重要的生理作用下，受条件影响易引起作物的水分减少，或因附着水滴等原因而成为病害的诱发或传染的因素。

这种蒸发特性因作物种类而异，如马铃薯、甘薯、胡萝卜等作物，降低温度能很大地抑制蒸腾作用。但如若降低贮藏温度对蒸发作用的抑制效果却比甘薯等小。

诸方等人，在25℃条件下胡萝卜贮藏，调查其重量损耗情况，结果是第1天减少1.0%，第2天为4.8%，第4天为9.5%，第6天为14%，说明第2天起减少急剧，在高温条件下蒸腾严重消耗大。

因此，当这种蒸腾作用越大作物本身水分减少越多，影响上市时损耗大和出现萎蔫症状，外观品质损失严重。其抑制办法是使贮藏库内的湿度保持在最适合于作物的状态。另外抑制蒸腾的方法，可用蜡处理温州蜜柑等表面，形成薄披膜；表面积大的叶菜类等用聚乙烯薄膜等包装，可防止损耗和萎蔫。

(3) 贮藏中的障碍，有生理性变质和病原造成的腐烂等问题。薯类生理性的变质，如长薯的变褐物质（涩味）多巴明（3,4-二羟苯乙基胺）等的苯酸化合物，与贮藏时的温度有很大关系。据今河等人实验结果，把山药收获期分成三次，贮藏温度分为5℃，15℃，25℃等3个阶段，其结果贮藏于5℃下的薯块，不论何时收获都不变色，但15℃，25℃的高温下薯色变化程度高；有一种收获期越早变色时期也越提前之势。

其次，甘薯在酶的作用下植株内的淀粉变成糖类等，在甘薯烘烤烧煮或蒸时出现粉质度下降，粘度增高，外观品质不良的现象。此外，甘薯收获后因呼吸作用旺盛，立即大量入库贮藏常常造成缺氧窒息而坏死。

另外，因低温障害造成表皮组织变化或腐烂，以及高温产生萌芽现象等原因引起组织成分变化等。造成这种生理障害的主要因素，有温度、湿度和气体等。

(4) 贮藏中的病害，因新月孢子菌及细菌等菌类能引起甘薯腐烂的问题。腐烂原因是贮藏条件不适或库间有菌类寄生和感染，或收获时寄生菌从伤口侵入而引起。病菌的繁殖受温度和湿度的强烈影响，以甘薯的黑斑病为例，发病温度在15~30℃，湿度在60%下时其繁殖旺盛。因此，将甘薯贮藏于适宜温度（13℃）和高湿条件（90~95%）下能够减轻发病。同时，保护耕地的卫生和入库前的挑选等处理，也有相当的防腐的效果。

2、贮藏技术和栽培条件

最近随着贮藏设备及贮藏技术的发展，正在采用适合于作物体内生理的贮藏方法。

日本政府开始在各地建起蔬菜中的果菜类或叶菜类大型设备真空混凝土装置，其他的CA贮藏（可用人工方法调节贮藏库内的O₂与CO₂量以适合作物的生理需要和射线处理贮藏等已开始应用于贮藏大蒜、马铃薯等方面。

根菜类自古以来就利用地窖贮藏，最近，德岛县等早期收获地区，已推广夏、秋季有冷房与冬季有保温设备的贮藏库。另静岡県等也开始普及简易贮藏设备。薯很适应。

虽然贮藏设备规格化了，但是贮藏作物如果不良，贮藏中发生的障害从而引起品质下降。栽培环境对贮藏作物的好坏的影响最大，根菜类与栽培种植期的早晚、施肥量（特别是氮肥）的多少，土壤水分，收获期等有关。从适期种植和晚期种植对甘薯影响来看，种植晚

时，对晚植适应性高的高系14号的产量虽无影响，但光合产(物淀)粉含量却出现适期种植为高晚植时为低的趋势，而且适期种植的薯块贮藏中质变较少商品价格高。另外甘薯的皮色与淀粉含量也呈相关，一般是淀粉含量高的甘薯皮色则鲜红，品质也好。

施肥量对各类蔬菜都有显著的增产效果，特别是氮肥对产量的影响更大，但从贮藏性能来看，施肥量多则往往能影响贮藏品质下降。

再从收获期来看，如山药提早收获则生长不充分，变褐物质的含量多，又因植物体内水分含量多，贮藏中的呼吸作用与蒸腾都很旺盛，造成贮藏中的品质下降。因此，当甘薯充分生长发育以及落叶后，变褐物质含量少，薯块饱满可以减少贮藏中的品质下降。

此外，胡萝卜表皮出现变褐后商品价值则下降。它与成熟度关系密切，如收获前成熟不充分则经常发生变褐，根部的呼吸作用旺盛， CO_2 发生量多，蒸腾快，则结果影响损耗增加和鲜度下降。

结 束 语

根菜类同果菜类或柔嫩蔬菜相比，因前者的单位面积的经济收入较低等原因，虽然地区在改进贮藏方法，但多采用过去常用的地下贮藏方式，适合作物生理特性的贮藏方式不多。今后应根据需要和市场动向，调节市场供应，需使用先进的应通过设备来防止作物的呼吸或水分的蒸腾造成的消耗，减少品质的变化，同时，改善栽培条件，提高品质并贮藏于适合于作物生理特性的环境条件下，以提高其商品价值是必要的。

译自：《农业技术研究》35 (11) 1981

11, p12—14

作者：大桥义弘

译者：丘喜昭

校者：刘雅娴

选自《国外农业科技》1982年11期

美国蔬菜的采后处理

宋 汝 静

美国蔬菜生产日益集中在气候条件适宜的专业化产区，各产区栽培的种类和品种也日趋集中，这是美国、也是世界各国蔬菜生产的发展趋势。与此同时，出售新鲜蔬菜的超级市场，其供应的蔬菜品种却日益丰富，达到20—50种，大多数可以周年供应，且品质优良，新鲜程度与刚从田间采摘的几乎没有差别。

金色的加利福尼亚州是美国西海岸著名的蔬菜产区，这里生产的番茄每年产值达8亿美

元, 80% 供加工; 结球生菜产值 3 亿美元, 同时也是菜花、绿菜花的主要产区。加州的蔬菜 75% 运销纽约、华盛顿、波士顿和芝加哥等东部主要大城市, 运程达 3, 000—3, 500 英里, 80—95% 用载量 20 吨的冷藏拖车经高速公路运输, 日夜兼程, 一般可在第四天清晨到达销区, 第 7—10 天到达消费者手中。部分运销日本、香港、加拿大和欧洲的, 则主要依靠海运, 历时 1—2 周。东南部的佛罗里达州是北美大陆向南延伸, 构成墨西哥湾的一个半岛, 盛产鲜食的番茄、芹菜、叶用莴苣、菜豆和甜玉米, 产量均居各州之冠。美国各专业产区的蔬菜, 经过长途运输到达销区市场, 仍能保持新鲜程度, 其秘诀何在? 笔者 1982—1983 年两次赴美进修、考察, 先后历时约一年, 总结其根本经验, 乃是重视蔬菜采后生理的科学研究, 并将科研成果付之于实践。

一、蔬菜采后包装处理

蔬菜采收后, 在产区立即由农家或联营的包装厂进行洗涤、灭菌、修整、挑选、分级、预冷、包装等处理后运销。对于那些耐贮藏可作年销的蔬菜, 均在产区贮藏, 上市前再作包装处理。

蔬菜采后处理的目的是尽快使蔬菜处于适应其采后生理要求的环境中, 以尽可能保持蔬菜原有的外观、新鲜度和营养价值。经修整后, 除去废弃部分, 以食用部分上市并进行适当的增进蔬菜商品外观的处理, 作必要的包装, 以避免运销过程中的机械损伤。目前美国蔬菜采后损失仍达 20%, 各项采后处理技术归根结底是以降低损耗为最终目的。损失的计算, 不仅依据产品的商品价值, 并包括生产这些损耗掉的蔬菜所需的土地、劳力、肥料、灌溉、运输能力, 以及采后处理所耗的费用。为使生产的蔬菜得以充分利用, 普遍认识到采后工作比采前生产过程更为重要, 其采后处理所耗费用常高于生产成本 3—10 倍。

为此, 美国非常重视蔬菜采后处理的各个环节:

1. 采收和田间包装 美国人工虽极为昂贵, 但为保证蔬菜采后质量, 凡供鲜食用的蔬菜, 仍使用人工极为细致的采收工作。其采收人工花费常超过全部生产成本。为使人为的机械损伤至最低限度, 对叶用莴苣、芹菜、菜花、绿菜花、嫩西葫芦等, 普遍实行田间包装, 即将包装机和制箱机驶至田间, 采摘后, 立即就地修整、包装、装箱。对于较耐粗放采收的甘蓝、马铃薯、胡萝卜、洋葱和南瓜等, 以及供加工的番茄、小黄瓜和菜豆等, 则使用机械采收。

2. 尽快进行预冷 为尽快除去田间带来的热量, 降低菜体温度和呼吸强度, 就要尽快预冷, 以减少采后蔬菜的生理消耗。同时在整个运销过程中, 还要不断去除呼吸热, 保持适当低温, 形成完整的冷链, 这是控制蔬菜采后损失的关键措施。目前普遍采用的预冷方法有:

(1) 接触冰预冷。普遍用于绿菜花。在包装纸箱中充冰屑, 使箱内保持 0℃ 和高湿, 便可有效地维持绿菜花的新鲜度和色泽; 否则绿菜花易变黄萎。(2) 水冷却。蔬菜经修整包装入箱后, 以传送带通过专用水冷机, 以每平方英尺每分钟流过 1℃ 冷水 20—40 升冲淋蔬菜, 可在 20—45 分钟内, 使 25—30℃ 的蔬菜降至 3—4℃。冷却水可循环, 经降温后重复使用。此法适用于多种蔬菜, 常用的有芹菜、菜花、白菜等, 是美国蔬菜采后处理应用最普遍、成本较为低廉、冷却也较迅速的预冷方法。为节约能源, 有的农家利用深井冷水浸泡蔬菜以冷却。

(3) 强制空气冷却。在冷库中设置冷墙, 将冷墙出口处引出的 $33-34^{\circ}\text{C}$ 冷风, 对准托盘堆码的蔬菜纸箱, 强制冷空气通过瓦楞纸箱空隙和菜体 (堵塞其它所有通路), 带走菜体的热量。此法冷却效率较直接置入冷库提高4—6倍, 但冷却时间较水冷长。适用于各种蔬菜, 可不湿包装箱, (4) 真空预冷。将包装成箱的蔬菜送入真空预冷机内, 抽空气降压, 使蔬菜表面水分沸腾汽化, 以呼取蔬菜本身的热量, 使菜温迅速下降。5—20分钟内, 菜温降至接近 0°C 。在菜表水分汽化过程中, 蔬菜失水约3%, 但不致影响外观。如以水冷与真空冷却相结合, 则可弥补这一缺点。此法适用于表面积大的蔬菜, 如结球生菜。自1984年试用真空预冷以来, 大大改善了生菜采后保鲜水平, 是目前加州结球生菜保持采后品质的首要技术措施。

3. 清水洗涤和杀菌处理 为除去田间带来的污物, 蔬菜进入包装厂后的第一道工序, 一般就是清水洗涤, 并在流水中输送, 以减少包装传送过程中所造成的机械损伤。胡萝卜、番茄、萝卜和甜椒经清水洗涤后, 常加次氯酸作灭菌处理。

4. 打蜡和薄膜包装 为增进商品蔬菜的外观, 对果菜类, 如甜椒、番茄和黄瓜, 有的包装厂作打蜡处理。胡萝卜和菜花则经洗涤、修整后, 普遍用打孔的薄膜袋包装。对经济价值高的温室栽培黄瓜一般作薄膜收缩包装, 有抑制黄衰和保鲜效果。南瓜和西瓜在超级市场分割出售时, 也作薄膜收缩包装, 以保持新鲜外观。

5. 催熟处理 番茄为避免在处理过程中受到损伤, 一般在青熟期采收, 到包装厂清洗、分级、包装后, 在 21°C , 用50PPm乙烯气体熏蒸催熟, 时间看果实成熟程度而定, 使到达销区上市时, 正好供应消费。

6. 挑选去劣, 分级包装 这一程序, 除去大型包装厂分级和装箱是用机械进行全自动操作外, 大部分农家包装厂仍用手工装箱。外包装材料, 除马铃薯、洋葱常使用塑料网袋外, 一般采用瓦楞纸箱, 每箱装20—40磅不等。在100—120厘米木制或纸制托盘上堆码, 高180厘米左右, 用铝条圈捆成件。个别小农家对当地就近上市的白菜、芹菜等, 使用薄木箱包装。

二、蔬菜贮藏技术

为延长供应时间, 作大规模贮藏的蔬菜有马铃薯、洋葱和甘蓝, 季产可供年销。

西起华盛顿州东至纽约州的北部各州为喜冷凉的上述菜种的生产区, 均普遍采用大型通风库在产区贮藏, 每一库存量达数百万斤。一般在库的左侧设风道, 用活动地板或金属通风管, 利用冬季低温, 以鼓风机引入外界冷空气降温。华盛顿州一农家马铃薯通风库设置电脑根据马铃薯堆内和库外温度传感器信号, 自动控制通风窗开闭。为控制贮藏期中发芽, 普遍在收获前2—4周喷洒MH (青鲜素), 用量是洋葱每亩1.5升, 马铃薯每亩3升。洋葱在收获前1—2周并作切根处理, 使地上部养分加速向鳞茎输送。一般在9月收获, 贮藏条件是洋葱 $1-15^{\circ}\text{C}$, 相对湿度70%; 马铃薯 $4-7^{\circ}\text{C}$, 相对湿度90%。采用电脑系统控制贮藏马铃薯, 尽量减少通风, 可贮藏10个月。洋葱用上述通风库散装贮藏或冷库装大箱 (每箱1, 400) 堆八个高, 均可贮藏半年以上。

在纽约州用普通库、冷库, 气调库配合贮藏, 贮藏期可分别达3个月、6个月和10个月, 基本做到周年供应。

瓜果蔬菜的贮藏保鲜技术

辽宁省化工研究所 翟玉华

为满足人们对果蔬经常性的多品种需要,收获后的一些产品需要进行贮藏,但贮藏过程中往往要遭到大量损失。据报道,装国每年从收获期到家庭消费为止,水果和蔬菜的损失要达数百万美元;仅纽约市每年损失水果为700车皮,蔬菜达2300车皮。我国是个农业大国,但果蔬贮藏保鲜科学技术较落后。因此在收获、储藏、运输、销售这些过程中,如何研究果蔬腐烂原因及其贮藏保鲜机理从而避免或减少果蔬的腐烂,是一个十分迫切的问题。

影响贮藏寿命的因素

生理衰老 收获后的果蔬仍然是活的有机体,不停地进行呼吸代谢,在整个生命活动中,呼吸作用控制了生命的全过程,是影响贮藏寿命的重要因素。

果实的呼吸作用就是吸收空气中的氧,排出二氧化碳,进行呼吸代谢。在此过程中不断地消耗果实生长期贮存在体内的营养,并放出热量,代谢的结果,不但使果实的风味质地发生变化,而且由于消耗了果实内大量有机物质,从而缩短了贮藏寿命。因此贮藏寿命与呼吸强度有关,即呼吸强度越高,贮藏寿命越短,反之贮藏寿命越长。而呼吸强度与果实所处的环境条件,如温度、气氛组成有关,呼吸强度随温度升高而加强。温度每升高 10°C ,呼吸强

三、通过链商店和超级市场,形成冷链上市

蔬菜在产区由农家或联营的包装厂、经修整、分级包装后,一般是在装车时交交给批发商,由批发商用冷藏车向销区运输。中小型的链商店在销区向批发商订货,大型的链商店则直接向产区农民包装厂收购。在销区,大的链商店在全国均设有超级市场,并在适当地点设立货栈。链商店根据所属各超级市场前三天提出的需货量,向批发商订货,或与附近农家订立合同,将蔬菜按期于头一天运到货栈,次晨用冷藏车发送各超级市场。在货栈和超级市场均设冷库,上市时用冷柜,消费者购菜回家后置冰箱中。这样,蔬菜从收获及时预冷后,在整个运输、分配、销售直至食用前,均持续地处在适于采后生理要求的温度条件下,从而保证了蔬菜的品质、外观、营养价值和新鲜程度。

上述各个环节的相应技术措施,控制的适宜环境参数(温度、湿度和气体条件)都是经各地农业院校、农部的有关科研单位对各种蔬菜的采后生理特征,进行多年深入细致的科学试验的结果。