

植物生理生化译丛

2

-53

科学出版社

内 容 简 介

本集从美、英、法、日等国刊物共选译了二十七篇文章。其中有关水果贮存方面有九篇,对苹果、梨、香蕉、柑桔、葡萄等在贮存中发生的腐烂、变质等问题,以降温、调节空气、改良包装、化学药剂处理等方法,来保持水果的品质与鲜味等。又如农作物增产与光合作用等问题共选译了六篇,对光合作用、光呼吸作用等相互关系以及三碳植物与四碳植物的区别,光合作用的一些理论问题也提出了新的见解。关于植物细胞和组织培养方面共译了七篇文章,介绍了这方面的新成就与今后的发展方向。此外还选编了有关植物中有机化合物的分离方法与生物固氮中有关根瘤细菌进入豆科植物根毛的研究。

本书可作为植物生理学、细胞学、农业科学工作者与大专院校生物系、农学系、园艺系师生的参考资料。

植物生理生化译丛

(第 二 集)

中国科学院北京植物研究所
植 物 生 理 生 化 研 究 室

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中 国 科 学 院 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1976 年 11 月 第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1976 年 11 月 第一次印刷 印张: 15 3/4

印数: 0001—4,550 字数: 365,000

统一书号: 13031·481

本社书号: 717·13—8

定 价: 1.65 元

译 者 的 话

本刊第二集一共选译了 27 篇文章。其中有关水果贮存方面有 9 篇，介绍了苹果、香蕉、梨、柑桔、葡萄等水果在贮存中发生的腐烂、变质等问题，用适当降温、控制和调节空气成分、改良包装与化学药品防腐等办法，可以保持水果的品质与鲜味，为水果的贮存保鲜，防止病害等提出了一些方法。

又如对增加农作物的产量也选译了一篇文章，该文以提高田间作物的光合作用效率与抑制光呼吸作用、加快生物固氮作用、改善灌溉措施与肥料管理、控制虫害的新办法生物防治、保幼激素等、蔬菜保护地栽培（温室、塑料棚等）、补充二氧化碳、增加复种指数与加强轮作、免耕、施用植物生长调节剂（包括除草剂）、改良品种和培育新品种等等措施，来增加作物产量，也指出以上各种措施的可靠性。

有关光合作用方面，选译了 5 篇文章。如介绍了光呼吸是光合作用中间产物在光的作用下，又氧化而成为二氧化碳的过程，并说明了光呼吸对植物说来，似乎是一种浪费消耗的过程，如能设法阻止光呼吸和受氧抑制的光合作用，则可提高植物的净光合率，而增加产量。同时又指出植物光合作用的碳素同化途径除了卡尔文循环的三碳(C_3)过程以外，还有一种四碳(C_4)的同化过程，在高等植物中可以分为三碳植物与四碳植物。这两类植物除了碳素同化过程不同之外，在细胞学与解剖学上也有差异。同时在分类学、遗传学等方面，更有很大的意义。另有一篇文章评述了控制光呼吸与植物增产的关系。另有 3 篇文都是在理论方面，分别介绍了光合作用的两种光化学系统的物理学分离方法，各种叶绿素类型及功能与叶绿素在植物体内的形式。

对于生物固氮方面，本集选译了一篇根瘤细菌如何进入豆科植物的根毛，经过侵染作用而形成根瘤。这是颇受重视的一问题。

此外又选译了 7 篇植物细胞和组织培养的文章。这方面是研究细胞生长、分裂和分化过程中、对于营养及其他环境条件的有力手段，在人工培养基上能够得到的多种愈伤组织，又如高等植物的单个细胞，能使它在培养基中生长、分化甚至获得整个植株。还有从仅有几个细胞所组成的细胞团，或从花药和分生组织诱导出了整株植物。在植物组织培养中，研究胚的发育，能够促进胚的发育和多胚性的出现，多胚性的化学诱导，对园艺作物和植物育种是很重要的事情。如果在人工培养基中，培育出完整植株，对于解除在一般条件下不易发芽的种子的休眠状态，培育某些植物的无性繁殖系，消除聚集在接枝（嫁接）、扦插，根蘖或幼芽繁殖的植株上的病毒，还有在研究遗传性的稳定性和变异、改良植物品种等方面都是有力的方法。关于苔藓植物的组织培养，也介绍了可靠的方法，过去对于苔藓植物的组织培养，是介绍得较少的。

最后的 4 篇译文是介绍植物中天然的有机化合物的分离方法。近年来这方面的提取与分离方法进展较快，对从事植物化学分析工作同志有一定的参考价值。

我们遵照毛主席关于“洋为中用”的教导，本集选译了以上 27 篇文章，供有关科技人员、教师和学生的阅读，希望读者们持分析态度与批判地参考。

本集比第一集的篇幅几乎增加了一倍，为了排印的方便，故将每篇文章的参考文献都一律删去。如果读者为了进一步的研究与参考，可设法参阅原文或与有关译者联系，以便分别解决。

译者

1975年9月

目 录

译者的话	(i)
苹果的贮存	J. M. Lutz (1)
香蕉的贮存	J. M. Lutz (5)
改变空气成分贮存香蕉	R. E. Woodruff (7)
梨的贮存	J. M. Lutz (16)
柑桔的贮存	J. M. Lutz (19)
葡萄的贮存	J. M. Lutz (20)
贮存苹果和梨的气调小室中的乙烯	G. D. Blanpied, O. Gadum, T. Tamura (22)
气调贮存对腐烂病原菌的作用	G. L. Lockhart (27)
苹果因碳水化合物代谢失调引起的病害	
.....Miklas Faust, G. B. Shear, Max Williams	(31)
食用作物的最大产量	S. H. Wittwer (45)
三碳植物和四碳植物内光呼吸的调节	Raymond Chollet, William L. Ogren (55)
植物产量与光呼吸的控制	Isreal Zelitch (73)
光合作用光化学系统的物理分离	N. K. Boardman (82)
在光合作用中自然存在的各种叶绿素类型及其功能	
.....C. S. French, M. R. Michel-Wolwertz, J. M. Michel, J. S. Brown	(98)
叶绿素在活体内的形式	Jeanette S. Brown (108)
根瘤细菌的侵染机理	山根银五郎 东四郎 (116)
培养细胞的全能性、变异和无性系的发育	F. C. Steward (125)
植物单细胞及组织的生长和分化	A. C. Hildebrandt (138)
组织培养中的胚胎发生	B. M. Jobri (154)
在烟草组织培养物形态建成中生长因子相互作用的几个方面	Folke Skoog (163)
苔藓植物的组织培养	加藤幸雄 (178)
某些茄科植物的组织培养中生物碱的产生	
.....Mamoru Tabata, Hisako Yamamoto, Noboru Hiraoka	(183)
在人工培养基中培养的植物细胞及组织	J. Bouharmont (194)
自然界有机化合物的分离 I	米原弘 高桥信孝 大岳望 (211)
自然界有机化合物的分离 II	森崎尚子 高桥信孝 大岳望 (220)
自然界有机化合物的分离 III	铃木昭宪 涩谷勋 山口和男 (229)
自然界有机化合物的分离 IV	大岳望 室伏旭 铃木昭宪 米原弘 (238)

苹果的贮存

J. M. Lutz

苹果比其他水果来说,是以吨计大量贮存的,平均贮存期也比较长。苹果现在是周年可以供应。

苹果的贮存期变化很大。品种(表 1)、产地、栽培情况、季节的气候条件、采收的成熟度、包装和转运都能影响贮存期,苹果必须在成熟而又不完熟的时候采收。可是不完熟的苹果吃起来质量不好,并且在贮存时发生萎缩。它们对贮存失调更为敏感,例如褐烫病和苦豆病。

表 1 某些苹果品种的一般和最长贮存期及其对贮存失调的敏感性

品 种	贮 存 期 (月)		贮 存 时 发 生 的 失 调
	一 般	最 长	
赤 龙	4—5	6—7	苦豆病、褐烫病、褐心
考 特 兰 德	3—4	5—6	褐烫病
元 帅	3—4	8	内部解体、苦豆病、褐烫病、软褐烫病
金 冠	3—4	6—8	萎缩、湿腐病
伏 花 皮	0—2	3	苦豆病、红玉斑点病、褐烫病
玉 藪	2—3		褐烫病、苦豆病、内部解体、表面解体
红 玉	2—3	5—6	红玉斑点病、软褐烫病、内部解体
旭	2—4	6—8	褐心、褐烫病
君 袖	4—5	8	苦豆病、红玉斑点病
罗 得 岛 绿	3—4	6—7	褐烫病、苦豆心、褐心
芹 川	4—5	6—8	褐烫病、红玉斑点病
大 珊 瑚	4—5	6—8	褐烫病、内部解体、苦豆病
花 嫁	0—2	3	软褐烫病、红玉斑点病、褐烫病
醇 露	5—6	8	褐烫病、内部解体、萎缩
翠 玉	5—6	8	内部褐变、褐烫病、苦豆病、红玉斑点病
约 帝	4—5	6—7	褐烫病、苦豆病

注: 控制气体贮存较表中数字多 1—2 个月。

另一方面,苹果在太熟的时候采收就太软,很快就会解体,贮存期就很短。苹果在树上达到最适成熟度后就会增加水心病。轻微的水心病可能在冷藏时消失,但中等程度的水心病一般并不如此。水果失调可以缩短贮存期,一般造成解体。任何数量的水果,如水心病达到中等程度,就应该早拿到市场上。

在采收前喷洒生长调节剂控制落果,可以延迟收获期,并能增加果实大小和颜色。但是,如果用喷药延迟收获期超过了最适成熟度,则苹果的耐贮力明显降低。

每一品种用最适的贮存温度,可以最有效的抑制后熟和腐烂的微生物的生长以及避

免低温失调。对于大多数苹果品种来说,最适贮存温度是 30—32°F,用 90%相对湿度。苹果的最低冰点约为 29.3°F;因此苹果能贮存在 30°F 的温度或高些。大多数苹果品种的果实贮存在 30°F(水果温度)比在 32°F 的贮存期,大约延长 25%。较高的贮存温度将进一步缩短贮存期。果实温度比气温尤为重要,在水果堆内的温度常比过道上的气温高几度,冷却后最热的果实不超过 32°F,最冷的不低于 30°F(果实温度),可以用热电偶测定库里空气和果实里的温度,用这种装置能在整个屋里任何时候测定准确的果实温度。这就能避免依靠一个温度计量气温的危险。如果存在着一些冷的地方,可在这些地方用电扇加速空气流动和防止过冷。一些苹果品种的温度和放热的关系写在表 2 上。

表 2 十个苹果品种放热率

品 种	在下列各温度每吨 24 小时内的 B. T. U. (英国热量单位)				
	30 (°F)	32 (°F)	36 (°F)	38 (°F)	40 (°F)
元 帅	690	760	910	1,010	1,110
金 冠	730	800	970	1,070	1,180
红 玉	800	880	1,060	1,170	1,290
旭	730	800	970	1,070	1,180
君 袖	820	900	1,090	1,200	1,320
芹 川	530	580	700	780	850
大 珊 瑚	820	910	1,100	1,210	1,330
醇 露	530	590	710	780	860
翠 玉	510	570	690	760	840
约 帝	610	670	810	900	990
平 均	680	750	900	1,000	1,100

某些品种需要比 30—32°F 稍高的温度,因为它们对低温引起的失调敏感些。在某些季节和某些地区,这种低温失调可能比其他的更严重。某些地区的红玉苹果在 32°F 的常规冷藏库中,常发生更多的褐烫病;因此它们必须被存放在 35—36°F 下,旭苹果当在 32°F 时延长贮存期时常发生褐心;所以它们最好贮存在 38°F 下。生长在加利福尼亚州的翠玉苹果,在 32°F 下贮存常发生内部褐变;它们应该贮存在 38—40°F 下,玉露苹果一般贮存在 30—32°F,但是在某些地区生长的,它们应当贮存在 34—36°F,避免湿腐病。

可是果实在较暖的温度成熟太快,贮存期大大地缩短,在高于 30—32°F,象红玉斑点病和苦豆病等腐烂和失调可能更严重。控制气体贮存是对需要较高贮存温度的旭苹果和翠玉苹果的主要商业用的方法。在 32°F 下控制气体室中,贮存红玉苹果,能很好地控制软褐烫病和红玉斑点病。

在控制气体(GA)中贮存苹果,呼吸、成熟和软化比用常规贮存的要慢些。一般 GA 果实比在空气中贮存的水果,从贮存库中取出后有较长的存放期和出售期。旭苹果在 GA 中的贮存期可以超过在常规冷库中一倍。

贮存苹果的气调(GA)室,大气中保持 2—3%氧,1—8%二氧化碳,其余是氮气。不同苹果品种需要的 GA 贮藏温度、氧、二氧化碳见于表 3。GA 室内要用 95%的较高的相对温度。

表 3 控制气体贮存苹果需要的氧、二氧化碳和温度

品 种	二 氧 化 碳 (%)	氧 (%)	温 度 (°F)
考 特 兰 德	2—5	3	38
元 帅	1—2	2—3	30—32
金 冠	1—2	2—3	30—32
红 玉	3—5	3	32
旭	2—5	3	38
君 袖	2—3	3	32
芹 川	2—3	3	30—32
大 珊 瑚	2—3	3	30—32
翠 玉	7—8	2—3	38—40

美国在 1960—1966 年间控制气体贮藏苹果的量大大扩张。英国的 Kidd 和 West, 美国的 Smock 和 van Dolen 等对 GA 的研究, 以及商业上生产需要的气体发生器都对扩大气体贮存作出了贡献。

虽然控制气体贮存对在常规冷藏时常发生低温失调的旭苹果、红玉苹果和翠玉苹果品种最有用, 但对其他品种也有用, 只是程度上差些、它们是元帅、金冠、芹川和大珊瑚。控制气体不能期望对在 30—32°F 已经很满意的苹果有很大作用。因为在这个温度下的代谢率很低。用堆放的元帅苹果作实验, 当温度和湿度相同时, GA 和常规贮存的质量差异很小。

控制气体贮存当在另一部分详细讲。关于控制气体贮存苹果可以在“《有关苹果的收获、处理、贮藏和运输的文献述评》(A Review of Literature on Harvesting, Handling, Storage and Transportation of Apples), 及其他出版物看到更多的情况。

为了在苹果贮存中保持所需要的很高的相对湿度, 要永远解决的唯一问题是有足够的冷表面, 贮存室的地上要浸着水提高湿度, 特别是 GA 室。在这些容器中的湿度要超过 95% 和接近饱和。

为了保存好质量, 苹果必须不仅是完好的和成熟度合适, 还必须在所有操作中小心地拿放, 包括采收、分级、包装。碰伤可以增加对腐烂生霉的感染。轻微的切口和枝条刺伤也提供了腐烂生物孢子的入口。

苹果采收后必须尽快的冷却。采收后在 70°F 下延迟一天, 就减少在 32°F 7—10 天的贮存期。如果不能提供合适的冷却和流通空气, 用几星期去冷却苹果, 它们的贮存期就缩短。在堆中果实的心部温度在贮存后 3—5 天就应该冷到 32—33°F。

凡是不管什么原因造成不耐贮存的苹果都要分出来早上市。晚存和选择不严以及贮存前后操作粗放的苹果。将造成贮存的浪费。入库时必须有一定的办法来鉴定很熟的苹果, 因为它们的贮存期很短。

贮存前要检查果实情况, 在贮存中要周期性的取样来检查失调和硬度。用马尼斯-泰勒压力计或自动指压测定果实硬度, 对决定苹果耐贮程度很有帮助。压力计测定苹果的软化度也很有用。苹果试出有 16 磅的硬度或更硬些, 在好的冷藏条件下就能长期贮存。苹果试出有 12 磅的硬度贮存期较短, 就应早上市。必须考虑到硬度在品种间差异很大。苹果应在仍然硬的良好状态出售, 并且能在货架上维持一定时期保持正常货色。

早熟和夏熟苹果很少贮存,除去临时贮存点以外,由于它们很容易坏,所以是直接供应市场。即便是短期贮存,冷藏也是很需要的。苹果在 40°F 成熟比在 32°F 快一倍;在 50°F 比在 40°F 快一倍,70°F 比在 50°F 快一倍。

为了进一步了解情况,推荐以下资料,贮存设计和布置在各种容器中的冷却速度,水汽损失,冷藏。

在美国贮存苹果最严重的失调大概是褐烫病。一般是苹果在不成熟的情况下采收,则褐烫病较重。控制褐烫病的任何有效措施都必须在收获后 4 星期内进行,最好在第一个星期。处理的越早越好。矿物油纸条或纸包着单一果实,有些地方仍然用,但是已有控制褐烫病更有效的药品。二苯胺和乙氧基喹 (ethoxyquin) 在收获后浸散果和装箱的果实或者喷洒,或用它浸透包装纸,现在商业上广泛应用并且十分有效。某些品种在采收前喷洒也有效。

控制气体贮存的果实比在常规贮藏的果实发生褐烫病较少。但是容易感染褐烫病的品种在放入 CA 贮存前,必须先用褐烫病抑制剂处理。某些季节的某些品种或者早采收的果实即使用这样的一些处理仍不能完全控制。因此,不论是否使用化学的褐烫病抑制剂,要周期性的检查褐烫病,取样放在温室中几天。因为在库中常常看不出褐烫病,但是当果实转到暖和温度就很快表现出来。

苹果在贮存期产生的其他病害在其他文献中讲。

用活性炭过滤器净化空气,可以去掉污染苹果香味的不良气体。这对没有通气设备的简易型控制气体贮存室特别好,可能积累其他挥发性物质。净化空气可以除去由过熟的果实、容器、表面的霉菌、腐烂及其他来源的不良气味,在某些贮存的果实,用净化空气来除去果实的挥发物,可以减少伤斑和抑制成熟。但是最大的好处是控制气味。应该在罐内周期性的放入新炭。

[译自 The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks, 23—26, 1968]

香蕉的贮存

J. M. Lutz

摘 要

果肉温度：运输和放置绿果，56—58°F(13.3—14.4°C)；成熟果 58—68°F(14.4—20°C)；放置成熟果 56—58°F。相对湿度：绿的或变色果实 90—95%，成熟果 85%。

香蕉运输到市场必须是绿的。在这种情况下，装运香蕉不致变软，而且装运损伤比较小。现在多数香蕉是在热带从条蕉上取下来，并在波纹纸箱中装运。装纸箱比起过去条蕉运来减少很多搬运中的损伤。搬运粗放，成熟的或变色的香蕉可以导致变黑和造成内部破坏，但是不发生明显的外伤。

保证绿香蕉可以延迟成熟的最低温度约为 56°F 的果肉温度；低于这个温度则冷伤果皮。运输绿香蕉的果肉温度是 56—58°F 的范围内。Gros Michel 品种是例外，常常在 53°F 的低温下，短时间运输。绿的或成熟的香蕉都对冷害很敏感，但是绿的稍微更敏感些。冻害是杀死某些细胞的主要皮伤。死的细胞变黑并使皮呈现烟熏的样子或者在成熟后为暗黄而不是鲜黄色。如果成熟果实受冻，则在后来放到高温后呈暗褐色，并且对拿放很敏感，轻轻的压力可以造成污点。

造成冻害的精确的温度上限很难明确划定，因果实的品种、曝露的时间而不同。在 50°F 几个小时，可能造成轻微的皮色暗淡。在 45°F 12 小时一般造成足够的冻伤，影响果实售价。虽然受冻的果实成熟后不好看，如果冻伤不严重，味道与正常果实差不多。

香蕉在 58—68°F 的果肉温度范围内成熟，相对湿度 90—95%。如果用乙烯，在 58—64°F 是最好的成熟温度。在某些限度之内，催熟绿果实需要的时间，可以用调节温度的办法延长或缩短去适应商业上的要求(表 1)。在一致的条件下，成熟期在高温下，可以短至 4 天，或者在较低的温度延长 8—10 天。香蕉催熟房间的温度常常与其他冷藏商

表 1 催熟香蕉的果肉温度

催熟时间	果 实 温 度 (F°)						
	第 1 天	2 天	3 天	4 天	5 天	6 天	7 天
4 天	64	64	62	60	...	...	...
5 天	62	62	62	62	60	...	...
6 天	62	62	60	60	60	58	...
7 天	60	60	60	60	60	58	58

品相反变化着。不同批的香蕉的成熟性状因来源、品种、运来天数、一年的季节、采收的成熟度及其他因素而异。适于成熟的高湿度可以用自动的湿度计来达到。在着色很好的香蕉,相对湿度要低些,约为85%。

当成箱的果实催熟时最好不断地用通风扇。这是使整个屋里有均匀的果实温度所需要的。

堆放时需要有使装箱的香蕉,均匀成熟的适宜通气。很多堆放的方案可以使用,可用的最好方案与架的大小和操作设备有关。最理想的是箱子成行地堆放,各行之间有4吋的通风道。

对热带装箱的 Valery 和 Gros Michel 香蕉的催熟,可以运到催熟室中用乙烯。这与成熟时间无关,只要0.1%乙烯就行了,从室的容积来说每1,000立方呎用1立方呎乙烯。贮存室应在24小时以后通空气。这样的处理可以在预定的时间用比正常用的温度低些。结果能延长放在货架上的时间。装箱的香蕉用气体处理时的果肉温度最好在60—62°F。

放成熟香蕉的最好温度,Gros Michel 香蕉为56°F, Valery 香蕉为58°F。即使在这样的温度成熟果实一般不能放多于2—4天。所以催熟必须定时,这样就能保存尽少量的成熟香蕉。使成熟的香蕉曝露在高于催熟范围的温度,就加速软化和腐烂,使香蕉皮退色,可能造成不好的果色。常用“煮烂”这个名词描述在这个阶段的伤害。

在运输或延长贮存期用控制气体抑制成熟的研究指出将来在商业上是可以用的。

[译自 The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks, 26—29, 1968]

改变空气成分贮存香蕉

R. E. Woodruff

香蕉是一种极易败坏的商品，它在正常的空气中的代谢速度比其他一般水果快得多。在跃变期，每公斤香蕉每小时的需氧量上升到 100—180 毫升。这和其他的水果例如苹果和梨是相反的，这些水果每公斤每小时需氧的范围从 6 到最多不过 40 毫升。香蕉即使在硬绿的跃变前期，它们对氧的要求是每公斤每小时 40—60 毫升的范围。所以香蕉比其他一般水果更容易败坏。

对绿香蕉采用冷藏可以降低呼吸水平（大概每降低 10 度可减少呼吸一半）。这样就延迟了呼吸高峰的到来和抑制了腐败。但是绿香蕉在空气里最合适的贮存温度不能低到只是从降低代谢作用和呼吸作用的观点的要求，因为这样低的温度会引起冻害。

控制温度和在贮存库里通风，是商业上一种唯一采用的香蕉采收后延长寿命的方法。用化学的衰老抑制剂来压制呼吸活动，从商业上实用的角度来看已经失败了。另一方法是用改变周围的空气成分来降低呼吸作用，延迟香蕉呼吸高峰的到来，去控制成熟和运转的问题，并能延长绿香蕉收获后的寿命。

气调贮存库

在密闭的气调库中，用香蕉进行过许多实验，开始时用激发氮气立即降低库内空气的含氧量，并且补充二氧化碳来升高库内 CO_2 的含量，以达到要求的水平。库内装备着 dor-ex(商品名)空气纯化物其中含有溴化物的活性炭以去除挥发物(如乙烯)。在开始用氮激发之后，库内空气结合水果的呼吸来维持，补加正常的空气来保持需要的氧气水平，并用水洗涤器来保持需要的 CO_2 水平。

控制气体比较常规贮存的水果能明显地减少香蕉果柄的腐烂。控制果柄腐烂最有效的方法是重修果柄，在 0.3% 代森钠(dithane)沾一下和气调。

在用多种气体成分进行试验以后，发现 7% CO_2 -2% O_2 ，5% CO_2 -2% O_2 和 2% CO_2 -2% O_2 ，在 59—60°F (15—15.5°C) 和高的相对湿度时为最好。然后用上等的 cocos 香蕉作了一系列的实验，来测定最有效的气调。在两星期的贮存以后，发现在 5% CO_2 -2% O_2 和 2% CO_2 -2% O_2 的气体中贮存水果是最好的条件。所有的水果是绿的，汁液流动良好，水果的外表保持新鲜状态。这些水果都能正常成熟，美观并有正常的味道。

水果贮存在 7% CO_2 -2% O_2 两周之后，表现出不新鲜的样子，能成熟和转变，乳汁流动迟缓，水果成熟以后吃着有点紧口，在靠近心部的糊状物有点砂性。

用气调贮存香蕉的种种实验证明，最有效的含氧量是 $2 \pm 0.5\%$ ，二氧化碳的水平是 5% 或者低些，确切的数量看来不是很严格。二氧化碳的水平高于 5%，香蕉在成熟以后

味道和结构不好。除去象乙烯的挥发物的方法是需要的。

气调贮存超过常规贮存或运输的好处有以下几点：(1) 比较长期的有上等水果；(2) 腐烂和发霉比常规贮存的水果减少；(3) 保持气调的水果比常规贮存的水果外表新鲜些；(4) 用气调运输对于应付充斥市场更有伸缩性。

巴纳瓦斯(banavac)包装香蕉

将一个合适的 1.5 密耳（1 密耳等于千分之一吋）聚乙烯薄膜袋中的空气抽出来，

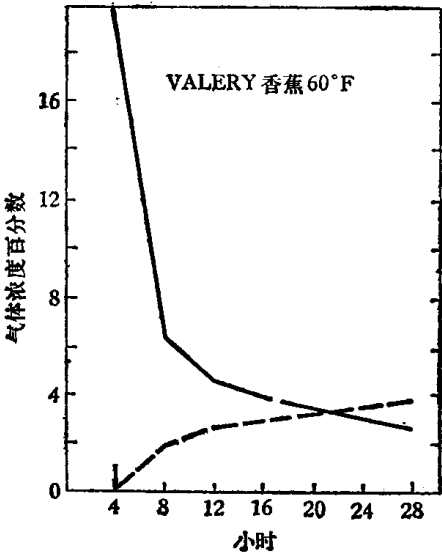


图 1 巴纳瓦斯气调贮存：用抽气法快速抑制呼吸速度。用果实的呼吸代谢完全能产生和改变成要求的空气(CO₂和O₂)。
-----CO₂； ——O₂。

可以很快抑制呼吸活动和阻碍果实成熟和转化。抽空的处理能促进贮藏在空气中的果实，在装袋以后 4 小时内氧和二氧化碳建立一个合适的平衡（图 1）。在抽出空气时，高温可以加速达到要求的气体水平。用这个方法香蕉能存放 30 天以上而不成熟和发霉。果实很少发生疤痕，保持新鲜。果柄依然湿润，没有腐烂和发霉。用这种方法能保持香蕉绿色达到 60 天。但是在约 30 天后就发生腐烂，而且质量下降。装袋的香蕉没有明显的老化或干枯。氧的水平在 1—4.5% 的范围内，平均值为 2.5；CO₂ 波动在 4—6% 的范围内，平均值为 5.2%。这些波动的范围，因薄膜的类型和包装的果实的代谢速度而有所不同。联合果品公司用这种包装运往欧洲市场，三年来非常成功。

表 1 乙烯浓度对催熟和在货架上寿命的作用

乙 烯 (ppm)	催 熟 (天) 绿色到 c. i. 5	货 架 上 的 寿 命 (天) c. i. 5 到斑点
0.5	17	4
1.0	10	3
5.0	9	3
10.0	6	3
50.0	6	3
250.0	6	3
500.0	6	3
1000.0	6	3

c. i 指比色指数

乙烯浓度对催熟和在货架上寿命的影响

绿色的 Valery 果实放在密闭箱中两个重复，不断地通入用各种乙烯水平混合的空气

达 24 小时,果实对各种乙烯水平的反应列于表 1。

10 ppm 乙烯或高于比值所产生的催熟作用与 1,000 ppm 乙烯相同。但是果实接受 10 ppm 以下的乙烯,成熟慢得多。这些结果指出,增加乙烯浓度超过 10 ppm 不能加快或改变 Valery 香蕉的成熟情况。各种乙烯浓度对于在货架上的寿命没有明显的区别。

氧和二氧化碳对乙烯作用的影响

用各种乙烯水平,对几种氧和二氧化碳水平的相互作用进行了研究。从而用 Valery 香蕉测定 O_2 和 CO_2 水平对乙烯的催熟作用。

约 2.5 公斤的 Valery 香蕉放在容器里,将钢瓶中的混合气体通过果实 24 小时。每一种混合气体有三个重复。没有乙烯的空气通过三个容器为对照。24 小时后,所有容器都连接在没有乙烯的空气,在 $64^\circ F (17.7^\circ C)$ 观察果实的成熟。处理及结果列于表 2。结果指出,在 3% 或低些的氧水平,乙烯浓度在 50 ppm 或低一些对引起成熟没有作用。在氧浓度为 3% 和 5% 时,500 ppm 乙烯如同氧为 5%,乙烯为 10 ppm 和 50 ppm 一样有部分的效用。在 10% O_2 时,所有乙烯浓度都有效力。50 ppm 乙烯的作用与 CO_2 浓度高达 10% 都没有关系。氧恒定在 5%,1、3、5、7 和 10% 的 CO_2 水平对催熟的反应都相同。

表 2 各种氧、二氧化碳和乙烯水平对用 Valery 香蕉乙烯催熟效应的相互作用

处 理			到变色的平均天数
O_2 (%)	CO_2 (%)	C_2H_4 (ppm)	
21	0.03	0 (对照)	17
1	3	10, 50 和 100	17
2	3	10, 50 和 100	17
3	3	10, 50	17
3	3	500	10
5	3	10, 50	10
5	3	500	7
10	3	10, 50 和 100	3
5	1	50	7
5	3	50	8
5	5	50	7
5	7	50	8
5	10	50	8

较高的乙烯水平

在 UF-22 X 盒子里,抽空包装的 Valery 香蕉在 $58^\circ F$ 保持 6 天,然后分析袋里空气的 O_2 和 CO_2 含量。通过上面的通气口,用注射器将不同浓度的乙烯注入盒内的袋子里,而不必打开盒子或袋子,注射的小孔立即用胶布密封起来,将有乙烯的盒子放在 $70^\circ F$ 30 小时。所有的袋子如同商业上做的将上面的通气口打开,而不是打开盒子,以研究不同浓度

的乙烯对 Valery 香蕉气调后的催熟性能。结果归纳在表 3 里, 这些研究提供证明, 乙烯浓度增加到高水平, 可以催熟气调的 Valery 香蕉。

表 3 不同乙烯浓度对在低 O_2 和增高 CO_2 的气调环境中引起 Valery 香蕉成熟周期的作用

空气的成分		乙 烯		催 熟	
O_2 (%)	CO_2 (%)	立方厘米(cc)	ppm	反 应	到 c. i. 5 的天数
1.2	5.2	对照		-	绿
2.0	5.2	对照		-	绿
1.2	5.0	10	222	-	绿
1.0	5.2	10	222	-	绿
1.0	5.4	50	1,112	-	绿
4.8	4.6	50	1,112	+	10
4.0	5.2	100	2,225	+	7
1.2	5.0	100	2,225	+	7
1.0	5.6	150	3,337	+	7
1.6	5.4	150	3,337	+	7
2.2	5.4	200	4,450	+	7
2.0	5.2	200	4,450	+	7
1.6	5.2	250	5,562	+	7
2.8	5.4	250	5,562	+	7
2.0	5.0	300	6,675	+	7
1.0	5.8	300	6,675	+	7
1.6	5.4	350	7,787	+	7
1.6	5.2	350	7,787	+	7
1.2	5.6	400	8,900	+	7
0.8	5.8	400	8,900	+	7

- 对 C_2H_4 无反应

+ 对 C_2H_4 有反应

Valery 香蕉在气调环境中乙烯的产生和积累

在约为 2% 的 O_2 和 5% 的 CO_2 的气调环境的密闭房子里, 用 Valery 香蕉研究了乙烯的释放和积累水平, 测定这些积累的水平是否引起 Valery 果实的呼吸跃变期。

在密闭的房子里装进为 35 盒的 Valery 香蕉, 气调室是密封着, 用激发的 N_2 气快速降低开始时空气的 O_2 水平, 室内的空气每天进行气体分析, 为了最低的果实呼吸, 适当增加些空气, 并在室内用水洗涤器去掉 CO_2 。尽量保持空气内有 2% 的 O_2 和 5% 的 CO_2 。

在 30 天的贮藏期间排出的气体, 用气相层析, 证明室内有 3.5 ppm 的乙烯。这个数量是从 1,470 磅果实密闭在 184 立方呎的空间放出来的。在贮存 25 天以后, 在密闭室内的果实表示出很快地减少 O_2 和产生大量的 CO_2 , 这个结果证明, 高的呼吸速度是在呼吸过程中跃变期开始所造成的, 还需要每天调整 2—3 次气体。当小室开放时, 有 70% 的果实表现软糊状态, 30% 正在转化。这一实验的结果表明, 在气调室中积累了从绿香蕉放出的内部乙烯。

在巴纳瓦斯(banavac)包装中的乙烯低浓度的作用

一个实验是将 10 ppm 乙烯注射到巴纳瓦斯袋里,如果能刺激 Valery 香蕉在巴纳瓦斯袋的呼吸速度达到一定的程度,在袋里的 CO_2 就会积累到有毒的水平,贮存的果实发生绿熟和变黑的现象。在装运高级 R 和 T 或软绿果实的船舱的条件下,可能有 10 ppm 的浓度,至少在特殊的地方是如此。在包装和密封后,0、24、72小时分别把乙烯注射到 10 个巴纳瓦斯袋子里,0 小时处理的果实放在一般存放的温度和正常的空气中。包装后 24 小时注射的果实也在一般存放的温度下,但在一个改变的空气和降低糊状果肉的温度(2 天为 56°F)。

在这个实验里,10 ppm 乙烯刺激 Valery 香蕉在巴纳瓦斯袋中的呼吸速度到一定程度,并使袋内积累 CO_2 到有毒的水平。改变的空气和减少的温度只能延迟 CO_2 过多的积累,24 小时后,用乙烯处理的延迟 2 天积累过多的 CO_2 ,包装以后,72 小时处理的也同样延迟了积累,超过在 0 时用乙烯处理的 $4\frac{1}{2}$ 天(图 2)。

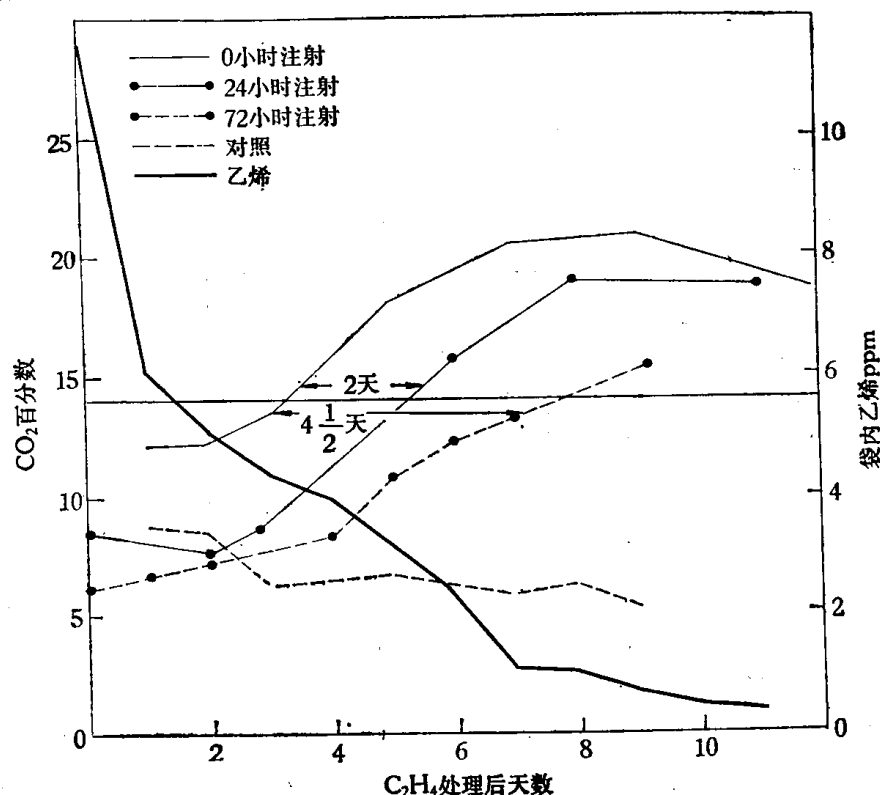


图 2 不同时间用 0.5 毫升乙烯注射,巴纳瓦斯 袋内 CO_2 和乙烯浓度

在贮藏期间,除分析 CO_2 和 O_2 外,也测定了袋内的乙烯含量,袋内的乙烯含量在整个贮藏期逐渐下降,从袋内向外出来的速度很慢,12 天后,袋内仍然可以测出乙烯,但是果实能产生某些乙烯来保持这个明显的数量。

两个星期的贮存期以后,进行绿色检查,显示出在 0 和 24 小时用 10 ppm 乙烯注射过的所有盒子的果实都软了,在 72 小时注射的果实只是稍微有点软(象海绵),所有的对照巴纳瓦斯则为硬绿状态。在成熟以后,在 0 和 24 小时处理的果实都败坏了。果实严重的腐烂,黑色的伤害,没有味道。72 小时处理的果实只是轻微受害和有可以看出来的颜色。

但是果实有点没有香气,有不好的口味,常规的“巴纳瓦斯”果实成熟后 100%是好的。过度的成熟,和用船转运到海外,可能造成乙烯积累,足以激发巴纳瓦斯果实,特别是用上等果实和或者在高温的条件下,穿孔的袋子是重要的,由于破裂可使果实更快地发生变化,在破裂的极端情况,R 和 T 果实能产生相当数量的乙烯。

“巴纳瓦斯”内的乙烯和后来打开袋子

将 10 ppm 或者以上的乙烯加到巴纳瓦斯Valery 香蕉中,可以刺激果实的呼吸。随即在袋内积累 CO_2 达到有毒的水平。在这些条件下,乙烯是促进果实成熟或者仅仅是刺激呼吸进行得快些。为了回答这一问题,将 10 ppm 的乙烯加到巴纳瓦斯 Valery 香蕉里,当袋子积累 CO_2 表示出呼吸刺激作用时,随即间歇地打开袋子。

如表 4 所示,三天之后,巴纳瓦斯果实表现出刺激作用, CO_2 水平从开始时的 5.0% 上升到 9.0%,存放的时期延长, CO_2 水平提高。在打开袋子以后,继续放在 $58-60^\circ\text{F}$ ($14.4-15.5^\circ\text{C}$) 下,没有乙烯的环境中,这些处理的果实没有正常成熟的,只有分散在果上的一簇簇成熟了。打开的最后的两盒(8 和 9 号),果实表现出 CO_2 伤疤的症状、对照果实(未加乙烯)也普遍成熟了。

表 4 在注射到袋中 10 ppm 乙烯以后不同的间隔时间在巴纳瓦斯袋中二氧化碳的含量

盒子编号	CO_2 (%)					
	注 射 乙 烯 后 的 天 数					
	0	1	3	4	5	6
1	5.0	6.6	9.8—开放			
2	5.0	6.4	9.0—开放			
3	5.0	6.0	8.6—开放			
4	5.0	6.4		8.0—开放		
5	5.0	6.4		8.8—开放		
6	4.6	5.2			10.6—开放	
7	5.0	6.0			9.0—开放	
8	4.8	5.8				14.2—开放
9	5.2	6.4				12.8—开放

即使低浓度的乙烯能刺激果实呼吸,并能导致在巴纳瓦斯环境中 Valery 果实的绿熟情况,看起来没有促进果实成熟。在正常空气中,10 ppm 乙烯就足以激发 Valery 果实成熟。

乙 烯 的 阈 值

作了一个相同的实验,在包装之后 24 小时,将 0.5—1.0 ppm 乙 烯注射到聚乙烯袋内,注射后 0.5—1 小时,测定每袋内的乙 烯浓度,这样可以知道确切的存量。袋内的乙 烯水平一直是在 56°F (13.3°C) 下,两周的贮存期,随后分析袋内 CO_2 的水平,成熟时用来评价果实情况。