



西红柿的贮存保鲜

北京人民出版社

西红柿的贮存保鲜

李 钰 王文宏

60.201-7

北京人民出版社

西红柿的贮存保鲜

李 钰 王 文 宏

*

北京人民*版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 2.375印张 47,000字

1975年8月第1版 1975年8月第1次印刷

书号: 16071·10 定价: 0.19元

目 录

前 言	(1)
第一章 西红柿的贮存原理	(2)
一、西红柿的化学成分	(3)
二、西红柿贮存期间的生物化学变化	(11)
第二章 影响西红柿贮存的因素	(24)
一、贮存果实的采摘	(24)
二、贮存的环境条件	(27)
第三章 贮存西红柿的方法	(44)
一、一般贮存	(44)
二、气调贮存法	(47)
第四章 西红柿贮存中的病害	(57)
一、西红柿果实贮存中常见的几种病害	(57)
二、西红柿贮存中病害的防除	(61)
结 束 语	(66)
附 录	(68)
一、奥氏工业气体分析仪	(68)
二、吸收剂的配制	(71)

前 言

西红柿可作为烹饪的原料，又可作为生食的果品；果实营养丰富，含有较高的维生素、糖、有机酸、蛋白质以及矿物质元素等，因此很受人们欢迎。

在毛主席“**以粮为纲，全面发展**”的方针指导下，随着工农业生产的发展，我国大中城市的郊区，逐步地建立起蔬菜生产的基地，使西红柿生产得到了有计划的发展。

西红柿的栽培对于土壤、矿物质营养、水分、光照等没有特殊的要求。但它对温度要求比较严格，是一种喜温性蔬菜，通常生长适应的温度为 $15-33^{\circ}\text{C}$ ，低于 12°C 生长明显地延缓。西红柿的植株不耐霜害，但对高温有一定的抗性，因此生长的季节性比较强。为了解决西红柿生产的季节性同消费的均衡性之间的矛盾，在毛主席革命路线指引下，几年来，有关单位对西红柿的贮存保鲜工作，作了多方面的研究。经过反复实践，对西红柿的贮存规律加深了认识，积累了一些经验。这对于缓和西红柿旺季上市集中、弥补淡季的不足起到了一定的作用。

近年来，蔬菜的贮存保鲜研究工作，在各地引起了广泛的重视，迫切需要交流这方面经验。本书主要介绍有关西红柿的贮存保鲜工作。

第一章 西红柿的贮存原理

西红柿属于茄科，为多汁浆果，原产于秘鲁。作为蔬菜品种栽培，在我国约有 50—60 年的历史。目前已成为我国的重要蔬菜品种。西红柿品种有红色种与黄色种，从盛夏季节开花到果实成熟，只需三十五天至四十天。在受粉后，果实逐渐膨大，并转入绿熟期、黄熟期、成熟期和完熟期。在成熟过程中，叶部所形成的有机物质大量被运输到果实中，其中一部分用于种子的发育，形成种子贮存物质；而大部分留于果实，用于果实的生长，成为果实贮存物质。贮存用的西红柿，应当选择停止生长，体积不再膨大，果脐泛白的果实（俗称“白背”）。因为这时为绿熟期的后期，并开始向黄熟期过渡，这样的果实采摘后贮存，风味虽不如刚从植株摘下的，但基本上保持果实的品质，可供食用。

西红柿的成熟度通常可分为五个时期。

未熟期：果实和种子还未充实，用手触及有粘感，在人工催熟条件下，一般颜色不正，风味清淡。

绿熟期：果实和种子贮存物质逐渐充实，种子四周的胶状物质生成，果脐泛白，但颜色仍为绿色；用刀切开，胎座组织不转红色（或黄色）。这时采摘的果实，适宜贮存，成熟以后颜色正常，风味尚好。

黄熟期：果实脐部渐显红(黄)色，外表顶红挂色，采摘后即可食用；短期后熟，品质风味与当时摘下的成熟果实相似。

成熟期：色泽鲜艳，但果实尚未软化。

完熟期：果实色泽深浓，香味好，果肉软。

贮存新鲜蔬菜和水果的目的，不仅要保护它们免受微生物侵害，而且要保持较高的营养物质，使其免受损失。那么，怎样才能使这些果实在贮存期间免受损失呢？毛主席说：“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，**在于事物内部的矛盾性。**”因而，了解西红柿内部化学成分以及它们在贮存期间的变化规律，对于做好西红柿的贮存工作是十分需要的。

一、西红柿的化学成分

西红柿含水量是相当高的，大约占其鲜重的 94%，这是它突出的特点。蔬菜和水果的含水量越高，越易遭到微生物的侵害，腐烂率大，不易贮存。为了能够吃到新鲜的贮存的西红柿，就要求不仅不失去西红柿的水分，而且要尽力保持果实组织正常的新陈代谢。

除去水分之外，西红柿还含有一定量的干物质，其中主要是有机物，无机物(矿物质)的含量很少。有机物主要是碳水化合物：糖、抗坏血酸以及某些有机酸、氨基酸、蛋白质等等。西红柿各种物质的含量范围如下：

名 称	范 围	常 见 值
干 物 质 (%)	4.5—8.1	5.6—6.0
总 糖 量 (%)	1.9—4.9	1.5—3.0
蛋 白 质 (%)	0.55—1.65	0.55—1.35
可滴定酸 (%)	0.35—0.85	0.5
抗坏血酸(毫克%)	12—35.7	20

下面分别谈谈西红柿所含的这些物质。

(一) 碳水化合物：

1. 糖：西红柿的可溶性碳水化合物，几乎全部是糖。由于糖占果实鲜重的 1.5—4.5%，约占可溶性干物质的 65%，因此它在构成果实的味道方面起着很重要的作用。这种糖主要由葡萄糖和果糖组成，两者的含量差不多，果糖略多。蔗糖的含量一般不超过鲜重的 0.1%。

果实逐渐成熟的过程，糖的含量也是逐步增加的。完全成熟的果实，在贮存期间糖的含量降低很少；但是绿熟的果实，在贮存期间糖的含量，先增加而后降低。

2. 淀粉：大约在西红柿发育的第八周龄时，淀粉含量达到最大值；而后随着果实的成熟，淀粉逐渐降低，到成熟的时候就很快消失了。

3. 抗坏血酸：在西红柿内含有十分丰富的抗坏血酸，即维生素 C，这是它成为人们比较爱吃的重要原因之一。

在 100 克（二市两）鲜重的西红柿内，大约含有维生素 C 25 毫克。虽然西红柿的维生素还不如甜橙、桔、柠檬的

含量高，但价格低廉，因而得到人们的欢迎。

西红柿的维生素C含量，不仅因品种、生长条件（如光照的长短和强度）的不同有很大的变化，而且在果实的不同部位含量也不相同，距离表皮越远，含量越低。但在种子周围的含量是最高的。

绿熟的西红柿在贮存的过程中，维生素C的含量是逐渐降低的。

（二）有机酸：

酸也是构成西红柿味道的主要成分之一，而且在西红柿果实的加工（如制作西红柿酱等）中起着重要作用。

西红柿中的有机酸主要是柠檬酸，其次是苹果酸。另外还有一些其他的酸，如草酸、甲酸、乙酸和反乌头酸等。

当西红柿开始变成粉红颜色时，酸度达到最大值，随着进一步的成熟酸度逐渐下降。

正常成熟的西红柿以苹果酸和柠檬酸为主，在过熟、发软的西红柿中，苹果酸和柠檬酸的量降低，并有琥珀酸生成，游离酸量约在0.5%左右。

应该了解，西红柿的酸味并不只是由有机酸的绝对含量决定的，而是决定于酸和糖的比例。西红柿完全成熟时所表现的酸味下降，主要是因为糖的含量增加。

西红柿经过较长时间的贮存之后，往往失去它所特有的风味，其中有机酸含量的剧烈下降是一个主要原因。因此在贮存期间，应尽量避免有机酸被呼吸所消耗，这一点是十分重要的。

（三）氨基酸、蛋白质和酶：

氨基酸是构成蛋白质的基本成分，而蛋白质又是任何生活有机体的最重要的物质。蛋白质是生物催化剂——酶的最重要的组成部分，在生物体内直接参与新陈代谢的全部过程。因此，生物体内的蛋白质一旦失去活性，生物体内的全部新陈代谢就停止，生命也就死亡。

氨基酸在生物体内，一部分呈游离态称为自由氨基酸；一部分呈结合态，即组成蛋白质。

西红柿在成熟过程中，自由氨基酸总的含量相对不变，但是谷氨酸的浓度有较大的上升，天门冬氨酸有少量增加。其中有些氨基酸的减少是因为自由氨基酸用于蛋白质的合成。有人曾观察过，在西红柿成熟期间，各氨基酸的含量由28毫克/100克鲜重增加到272毫克/100克鲜重。

在西红柿的不同部位，自由氨基酸的含量是不同的，在胎座（即胶状物）部位含量较高，果壁部位含量较低。

西红柿中蛋白质含量是不高的，一般在0.55—1.35%的范围之内。

蛋白质是酶的重要组成部分，由于酶的作用才使西红柿的新陈代谢正常地进行。现在已经发现，在西红柿内含的酶有：苹果酸脱氢酶、抗坏血酸氧化酶和果胶溶解酶，等等。

在这里需要说明，果胶溶解酶有着特殊的意义，在它的作用下，会使细胞壁的果胶质发生质和量的变化，直接影响到西红柿的硬度。

（四）细胞壁的成分：

西红柿细胞壁的主要成分是：果胶质、纤维素、半纤维素和一些蛋白质。其中果胶质、半纤维素和纤维素的组成比

例是：1:6:3。

在西红柿生长成熟的过程中，由于细胞的扩张，伴随着细胞壁的侵蚀和扩张，促使成熟果实的细胞壁转薄。在果胶溶解酶的作用下，不仅使细胞壁中的果胶原逐渐形成果胶和其他产物，同时在细胞之间的薄层中，不溶性的果胶化合物（它是果实组织细胞之间的束缚物质，决定着果实组织的硬度）也发生降解，从而使得果实组织的内聚力逐渐丧失和变软。

在贮存西红柿的时候，果实的硬度是一个十分重要的指标，因而了解果胶溶解酶的作用是必要的。

（五）类胡萝卜素和叶绿素：

绿色的未熟西红柿含有叶绿素混合物（叶绿素 *a* 和叶绿素 *b* 等），在果实成熟过程中，在产生黄色素（ β -胡萝卜素和叶黄素）的同时，叶绿素的含量相应地减少。叶绿素的消失，是由果实内部向外部逐渐进行的，随后由于红色色素（即番茄红素）的快速形成、积累，从而影响到果实的颜色（图1）。

番茄红素是一种不饱和烃，分子式是 $C_{40}H_{56}$ 。凡是红色西红柿都具有这种成分，但不同品种浓度不同，相差很大。

西红柿中的类胡萝卜素除番茄红素外（约有9.85毫克/100克鲜重），还有 β -胡萝卜素（约占0.73毫克/100克鲜重，下同）、游离态叶黄素（约0.06）和酯态叶黄素（约0.10）。

外界的环境条件，如温度、氧和 CO_2 的含量等，对叶绿

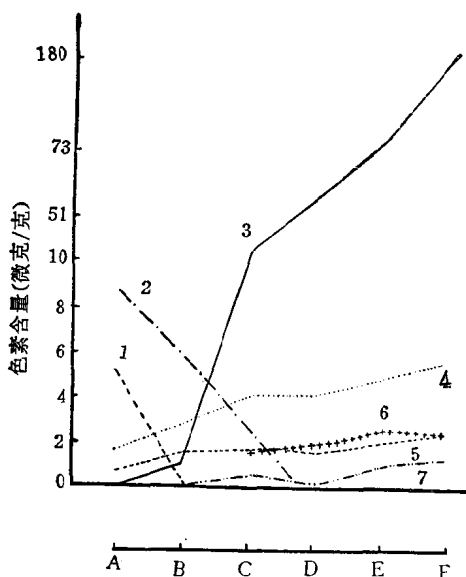


图 1 西红柿成熟期间色素含量的变化(品种 San Marzano)

1. 叶绿素 b 2. 叶绿素 a 3. 番茄红素 4. β -胡萝卜素

5. 5,6-环氧叶黄素 6. 番茄黄质 7. 白英果红素

成熟度级: A. 绿熟 B. 绿—黄 C. 黄—橙红, 带少许绿色

D. 橙—黄, 没有绿色 E. 橙—红色 F. 红色

(引自 Edwards 和 Reuter, 1967)

素的分解和番茄红素的合成都有很大的影响。如在 40°C 或更高的温度条件下, 叶绿素的分解受到阻碍; 但在 20°C 到 36°C 之间的温度条件下, 尽管减少氧的供应, 也不能完全抑制叶绿素的分解。工作实践证明, 在 $12-28^{\circ}\text{C}$ 的条件下, 将氧的含量降到 3% 左右时, 可以很好地抑制叶绿素的分解。番茄红素的合成依赖于温度, 在一定的温度范围内, 温度愈高, 则合成速度快, 但温度高于 36°C 时, 同样要受到

抑制。另外减少西红柿周围环境气体中氧的含量，可以抑制番茄红素的合成，这就说明番茄红素的合成与果实的需氧有关；同时提高环境气体中 CO_2 的含量，也可以抑制番茄红素的合成。

试验证明气调贮存 ($2-4\% \text{O}_2$, $0-0.5\% \text{CO}_2$) 的西红柿，其番茄红素和胡萝卜素的合成速度受温度的影响较大，

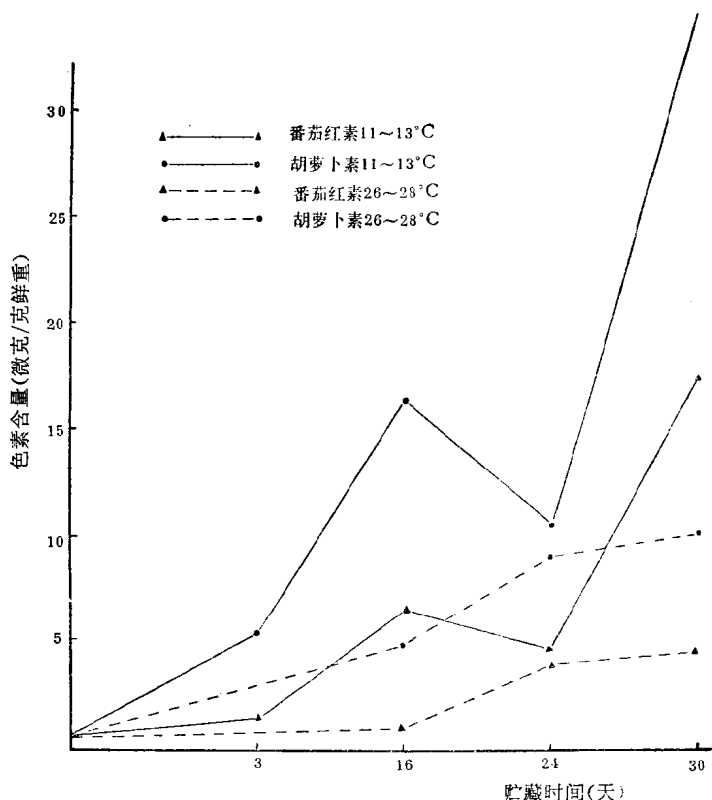


图 2 温度对气调贮藏($2-4\% \text{O}_2$, $0-0.5\% \text{CO}_2$)番茄色素变化的影响

一般是在较低温度（11—13℃）下的速度，比较高温度（26—28℃）下的速度要快（见图2）。

在一般情况下，叶绿素的分解速度与番茄红素合成的速度，以及西红柿的成熟速度，三者变化趋势相近，因而叶绿素的分解和番茄红素合成的速度可以做为成熟速度的标志。这样，控制好温度和环境气体中氧及二氧化碳的含量，是贮存好西红柿、控制西红柿后熟速度的关键问题。

另外，在西红柿的贮存中，最好不要受到光的照射，因为对于采收后的果实来说，光照射可以增加它的 β -胡萝卜素和番茄红素的含量，从而加速叶绿素的分解。因此，最好是在较黑暗的条件下贮藏。

（六）糖甙生物碱及其他：

番茄素及茄碱都是一种糖甙生物碱。这种糖甙生物碱，在西红柿果实中的含量是非常低的，特别是在成熟的西红柿果实中。例如番茄素的含量，在西红柿的成熟期间由绿色果实的0.09%（占鲜重），很快降到红色果实的0.01%以下。

茄碱对某些西红柿品种的味道起着主要作用，但对于大多数品种来说，在成熟果实中茄碱的含量甚微，因此对于果实的味道不会有太大的作用。

西红柿中的矿物质的含量，大约占其干重的0.6%，包括有钾、钠、钙、镁、磷、硼、锰、铜、碘和锌等元素，其中钾和钠的含量较高。

西红柿的种子中还含有油，大约占其种子重量的26%，属于半干性油，比重约在0.925左右，碘值在120左右。不

同品种的西红柿，所含油的成分比值是有差别的。

二、西红柿贮存期间的生物化学变化

贮存的西红柿，应当选择绿色成熟的（已定形泛白绿色果实最好），也可以选择顶红或半红的。总的来说，应该选择已经停止了生长的果实。

在植株上生长发育的果实，除了进行着有机物质的合成和积累外，同时这些物质也发生转化、分解和破坏。而从植株采摘下来的果实，是以有机物质转化、分解和破坏的过程为主。

在分解过程中，果实的呼吸作用占主要地位。我们知道，任何一个生物体以及其中的每一个器官和细胞，在它们生命活动的全部时间里，从始到终都要进行呼吸。呼吸作用的重要性就在于，它能使由光合作用积累的有机物质中的能量释放出来，用于生物体的运动、生长发育过程以及一切代谢活动；也有一部分能量以热的形式从生物体中散发出来。同时在呼吸作用过程中，所形成的中间产物又可参与其他一切代谢过程；对于已经离开母株的西红柿来说，呼吸作用主要是维持其生命活动，以达到果实的完全成熟及衰老解体。

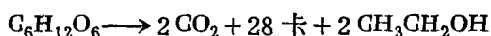
呼吸作用是由一系列相互联系的氧化还原过程组成的。一般生物学上的氧化和还原，是指有机物质的脱氢作用和受氢作用，例如： $AH_2 + B \rightleftharpoons A + BH_2$

这里供氢体 A 被氧化了，而受氢体 B 被还原了。分子态氧只是受氢体的一种。因此，凡是有机物质的脱氢作用，均

称为氧化作用；而有机物质的受氢作用，均称为还原作用。

西红柿的呼吸作用和其他生物体的呼吸作用一样，都是分为若干阶段进行的，在每一阶段都生成一定的中间化合物。

呼吸作用的第一阶段是不需要分子态氧的，在这个阶段里，果实里的葡萄糖等有机物质被氧化分解，放出能量和二氧化碳。可以概括为一个公式：



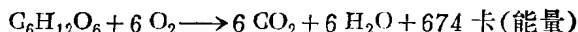
在这个过程的中间形成一种有机酸，叫做丙酮酸。在无氧的情况下，丙酮酸受其羧化酶的作用，放出二氧化碳，形成乙醛；乙醛又进一步被还原为乙醇，这就是经常遇到的酒精发酵的反应过程，如西红柿在无氧的条件下就能产生酒精味道。

在这个阶段，由于与酵母的发酵过程类似，所以又称为糖酵解阶段。这个阶段不仅仅在无氧的条件下存在，而且在有氧的条件下也存在，是植物呼吸作用必须经过的一个阶段。

呼吸作用的第二阶段，是有分子态氧直接参与的阶段，主要过程是：一些有机酸的分解和转化。当丙酮酸与辅酶 A 形成乙酰辅酶 A 后，再与草酰乙酸结合形成柠檬酸；然后柠檬酸经过一系列的转变，放出二个二氧化碳分子和六个氢原子，重新又变成草酰乙酸，从而完成由草酰乙酸再演变到草酰乙酸的一次循环。循环一次，丙酮酸就完全分解为二氧化碳和氢，并释放出能量。

以上呼吸作用的主要过程，可以用简单的方程式表示

为:



呼吸作用简单地说,就是吸收空气中的氧,放出二氧化碳和能量。

从上式可知,在呼吸过程中,当利用纯葡萄糖分子作为呼吸基质的时候,细胞每吸收一体积的氧,就放出一体积的二氧化碳,也就是放出的二氧化碳与吸进的氧,它们的体积比等于 1。体积比称为呼吸系数(或呼吸商),用 RQ 表示,即

$$R \cdot Q = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{O}_2}}。$$

呼吸系数 $R \cdot Q$ 的大小变化是这样的:当呼吸的基质是糖(葡萄糖)的时候等于 1;当呼吸基质是容易氧化的化合物,如有机酸时则大于 1;而呼吸基质为蛋白质,或脂肪一类不易氧化的化合物时,则 $R \cdot Q$ 是接近于 1,而当果实进行无氧呼吸时就会大于 1。因此,观察果实呼吸系数值的大小时,对于了解果实呼吸作用的状态和呼吸基质有一定的作用。

呼吸作用使果实组织的糖类、酸类和其他有机物质消耗掉,这是果实贮存期间品质风味恶化的主要原因之一。即使在没有微生物的影响下,果实本身的呼吸作用也会使有机物质受到损耗。可见,降低果实贮存期间的呼吸强度,就成为贮存中的一个主要矛盾。

果实的呼吸强度,是以每公斤果实每小时吸收氧的毫克数,或是以放出的二氧化碳毫克数(也可换算成毫升数)来表示,即 O_2 毫升/公斤·小时或 CO_2 毫升/公斤·小时。