

# 番茄红素保健作用研究进展

李纪锁, 石正强, 沈火林, 乔志霞, 安 岩

(中国农业大学园艺学院, 北京 100094)

**摘要:** 番茄红素是最有效的抗氧化剂之一, 每天食用番茄等富含番茄红素的食品有利于降低得癌症和心血管病等慢性病的机率。人类血清和组织中番茄红素水平和乳腺癌、前列腺癌等许多类型的癌症呈负相关。本文叙述了番茄红素可能的抗病机制和其在人类健康和疾病预防等方面的情况。

**关键词:** 番茄红素; 保健作用; 生物有效性

**中图分类号:** S641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2003)03-0008-03

类胡萝卜素是植物和微生物合成的天然色素, 在自然界中大约有 600 多种类胡萝卜素, 它是光合作用的光吸收剂和光过敏作用的保护剂, 一些类胡萝卜素如  $\beta$ -胡萝卜素等是维生素 A 的前体, 在新陈代谢中起着重要的作用; 但许多类胡萝卜素(包括番茄红素)虽然不具备维生素 A 前体活性却在人类健康和疾病预防中起着重要作用<sup>[1]</sup>。

番茄红素是人类血浆和组织中重要的类胡萝卜素, 其含量在 0.2~1 nmol(纳摩尔)/ml(毫升)之间。在血浆中番茄红素是顺反异构体的混合, 最主要的是全反式和 5-顺式番茄红素。经流行病学研究证明番茄红素含量丰富的食品可以预防许多类型的癌症。它的保护机制可能包括番茄红素的抗氧化活性和清除过氧化自由基活性。

## 1 活性氧类物质、自由基和番茄红素

癌症、关节炎、心血管病和霍金森氏病大约有 100 多种人类疾病是由于活性氧类物质和自由基引起的, 其中心血管病和癌症等慢性病是西方国家人口死亡的主要原因<sup>[2~5]</sup>。

活性氧类物质和自由基是诱发癌症和心血管疾病的重要原因。活性氧类物质(包括单线态分子氧、过氧化氢、脂过氧化物)是由细胞正常新陈代谢、不同的生活方式和饮食产生, 它们和细胞内物质反应, 导致细胞内脂类、蛋白质、DNA 等生物大分子损伤, 有足够的试验证据表明这些损伤在慢性病的发生中起到了重要的作用。番茄红素是类胡萝卜素中最有效的单线态氧的猝灭剂。自由基(包括活性氧 ROS 和活性氮 RNS)在低浓度时可以刺激细胞的生长、繁殖和分化, 是细胞对损伤和感染的保护剂。高浓度时使细胞膜发生脂质氧化, 蛋白质结构变异、酶变性, 活性氧还可以造成 DNA 突变。番茄红素可以很有效的清除过氧化自由基, 当其它类胡萝卜素存在时有协同增效作用。

这些自由基、活性氧和它们的清除剂区域化地分布在细

胞内, 其生成与清除处于动态平衡中, 为正常功能所必需。抗氧化剂(包括酶类和非酶类两种, 超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)都是酶类, 而非酶类包括抗坏血酸(ASA)、谷胱甘肽(GSH)、铁氧还蛋白、甘露糖醇、类胡萝卜素和维生素 E 等)可以使活性氧类物质失活, 显著推迟和预防了氧化损伤。超氧化物歧化酶、过氧化氢酶、谷胱甘肽过氧化物酶等抗氧化剂天然存在于人类细胞。维生素 E、维生素 C、多酚、类胡萝卜素等抗氧化剂则可以从食物中获取。

番茄红素是膳食中抗氧化剂的重要组成部分, 它是植物和微生物合成的一种天然色素, 人类自身不能合成。番茄红素是  $\beta$ -胡萝卜素的非环状异构体, 有 11 个共轭双键及 2 个非共轭双键, 具有多种顺反异构体, 光、热、化学反应可以使其顺反异构体相互转化<sup>[6]</sup>。在植物中番茄红素主要是反式结构, 在人类血浆则是顺反异构体的混合。番茄红素猝灭单线态氧能力是  $\beta$ -胡萝卜素的 2 倍, 是维生素 E 的 10 倍<sup>[5]</sup>。番茄红素是人类血浆中最重要的类胡萝卜素之一, 由于其亲脂性, 番茄红素和其他类胡萝卜素主要集中在低密度脂蛋白(LDL)中, 存在于肾上腺、肝脏和前列腺等人类组织中<sup>[1,7]</sup>。

## 2 番茄红素的作用机理

近年来饮食中番茄红素的抗癌和抗动脉硬化形成作用倍受关注<sup>[3~5]</sup>。番茄红素的作用机理目前认为是其抗癌症形成和抗血管硬化。

### 2.1 抗癌

2.1.1 番茄红素可以猝灭活性氧类物质和清除自由基, 保护细胞内包括脂类、脂蛋白、蛋白质和 DNA 等生物大分子免受氧化破坏<sup>[8,9]</sup>。

2.1.2 健康细胞通过信号分子可以穿过的细胞间的微孔互相通讯, 癌细胞失去了细胞微孔而不能作出反应, 番茄红素和  $\beta$ -胡萝卜素可以诱导细胞间通讯, 促进具有维持细胞间隙正常结合作用的蛋白质合成<sup>[3]</sup>。

2.1.3 抑制了致癌物质诱导的蛋白磷酸化和阻止了癌细胞的分裂和扩散<sup>[3]</sup>。

2.1.4 活化免疫细胞。

### 2.2 抗血管硬化

活性氧(ROS)和活性氮(RNS)在动脉硬化的发生和发展中起到了关键作用, 是导致动脉硬化的重要原因之一<sup>[10,11]</sup>。



**第一作者简介:** 李纪锁, 1978 年生, 2000 年 6 月毕业于河南农业大学林学院园艺学院蔬菜系, 现就读于中国农业大学农学与生物技术学院蔬菜系在职硕士, 进行鲜食番茄果实中番茄红素遗传参数等的研究。

收稿日期: 2002-12-25

活性 LDL 进入内膜时遭受 RNS/ROS 的攻击变成氧化 LDL (oxoLDL), 刺激了内皮细胞粘附分子表达, 它可以阻止血液单核细胞通过和抑制巨噬细胞从内膜中释放。同时巨噬细胞和氧化 LDL(oxoLDL)作用生成 FOAM CELLS 并释放细胞因子, 刺激血管平滑肌的增殖、产生坏疽、释放脂类和溶酶体酶到内膜。这最终导致血管壁变厚和内皮细胞损伤, 进一步的氧化损伤可以导致血小板聚集和血管阻塞。

许多试验证明番茄红素可以抑制脂类过氧化反应和防止 LDL 氧化而延缓动脉粥样硬化。番茄红素是抗氧化活性最高的类胡萝卜素, 它通过: 抑制氧化 LDL 的形成和降低血浆中胆固醇含量, 并增加巨噬细胞低密度脂蛋白(LDL)受体, 同时破坏氧化进程, 减缓动脉硬化<sup>[10]</sup>。

### 3 流行病学证据

#### 3.1 抗癌

早在 20 世纪 50 年代, 美国医学专家首次报道番茄红素具有抗癌效应。后来, 经流行病学调查和多次动物实验, 证明番茄红素具有预防和抑制恶性肿瘤和癌症的作用。血液中番茄红素浓度与前列腺癌、食道癌、胰腺癌、胃肠癌、乳腺癌、皮肤癌、膀胱癌等的发生率呈负相关<sup>[1~5]</sup>。尤其在预防前列腺癌方面作用明显。意大利的一项研究显示口腔癌、咽癌、食道癌、胃癌、结肠癌和直肠癌的风险和鲜食番茄的摄入量呈负相关, 而鲜食番茄的保护作用可能和摄入番茄红素的增加有直接关系。

在地中海沿岸的居民通常所吃的食物中富含蔬菜和水果(包括番茄)同该地区较低的癌症发生率有关<sup>[12]</sup>。美国健康专家通过跟踪调查发现多吃番茄可以预防消化道癌, 可以使美国老年人得癌症的死亡率降低 50%<sup>[13]</sup>。饮食频度调查也显示, 预计从番茄和番茄制品中摄取的番茄红素和得前列腺癌的风险呈显著负相关, 每周消费 10 次或 10 次以上的番茄或番茄制品可以使得前列腺癌的风险减低 35%。在前列腺癌患者的血浆中也发现低浓度番茄红素和高浓度的活性氧类物质。

在体外研究中番茄红素比  $\alpha$ 、 $\beta$ -胡萝卜素能更有效的抑制乳腺癌、子宫癌和肺癌细胞的繁殖。在体内试验中用番茄红素处理的老鼠与对照相比, 乳腺瘤少而且小。

#### 3.2 保护心血管

心血管疾病的发病率和死亡率在许多发达国家都占据首位, 在大多数的发展中国家这种疾病的发生率也迅速上升并成为主要疾病之一。现在减缓动脉硬化保护心血管的措施主要有减少吸烟和合理的饮食(指多食用富含类胡萝卜素和抗氧化性维生素类的营养品), 研究证明富含类胡萝卜素和抗氧化化维生素的食品可以降低动脉硬化的风险。

许多试验证明维生素 E 的保健作用就在于它的抗氧化性, 但最近的研究发现在 4.5 年中每天补充 400 IU 维生素 E 并没有降低得心血管病的风险。与之相对比, 吃番茄或番茄制品可以降低得心血管病的风险<sup>[14]</sup>, 在研究急性心肌梗塞和抗氧化剂水平时, 通过心肌梗塞后组织切片检查发现, 在类胡萝卜素中只有番茄红素具有保护作用。同时血浆中低番茄红素含量和得冠状动脉疾病的风险及死亡率呈负相关。在对 10 个欧洲国家 1400 名男性的研究发现番茄红素和发生急性心肌梗塞的风险有关, 高番茄红素水平对急性心肌梗塞有预

防性作用<sup>[12]</sup>。

#### 3.3 保护皮肤

紫外线辐射可以导致皮肤烧伤、老化和引发皮肤癌, 其原因是紫外线与单线态氧和自由基的产生有关。类胡萝卜素在植物中的作用之一就是猝灭紫外线产生的氧化产物, 现在认为这和类胡萝卜素在人类皮肤中的功能相似。最近的研究发现受阳光照射的皮肤比相邻不受阳光照射的皮肤内番茄红素含量下降了 31%~46%, 而增加皮肤内番茄红素的含量可以防止或减轻紫外线对皮肤的损伤而起到保护皮肤的作用<sup>[1]</sup>。

#### 3.4 抗老化

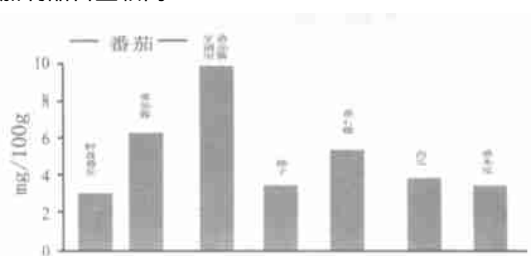
人类的许多组织都随着年龄的增长而变性。番茄红素可以抑制由衰老引起的疾病。血清中番茄红素的低水平与衰老和低含量 LDL 胆固醇直接相关。也有试验发现老年人的自理能力及自控能力与血清中高水平番茄红素含量相关。Gross 等通过比较中年人和老年人血浆中番茄红素、 $\alpha$ -生育酚、 $\beta$ -胡萝卜素和其它类胡萝卜素浓度时发现: 老年人血浆中番茄红素浓度显著低于中年人血浆中番茄红素水平, 并且随着年龄的增加而降低; 除番茄红素以外, 其它指标均等于或高于中年人<sup>[15]</sup>。

#### 3.5 防治白内障

由于衰老而发生的肌肉退化—白内障, 可使 65 岁以上的老年人引发不能恢复的盲眼病。据美国眼健康保护组织估计, 现在美国大约有 1 300 万人存在肌肉退化症状, 有 120 万人因此导致视觉损伤。通过研究血浆中维生素 E、类胡萝卜素水平和白内障的关系时发现, 血浆中番茄红素含量最低的人患白内障的可能性要比正常人高 2 倍, 而和其它类型的胡萝卜素(叶黄素和玉米黄质等)和维生素 E 无关<sup>[16]</sup>。

### 4 番茄红素的来源和生物有效性

番茄红素在植物界的分布范围较广, 主要存在于番茄、西瓜、葡萄、柚子、番木瓜、番石榴、南瓜、李、柿、胡椒果、草莓等的果实和茶的叶片及萝卜、胡萝卜、芜菁甘蓝的根部, 以番茄和番茄制品含量较高。



不同果实内番茄红素含量图<sup>[1,6]</sup>

番茄红素在不同的环境下活性不同。在未破坏完整细胞结构的水溶性环境里, 番茄红素分子非常稳定, 但生物有效性很低, 实际上不能作为抗氧化剂; 在脂溶性环境下番茄红素分子有很高的活性和生物有效性。所以在炒食或加工后其吸收效率大大提高, 尤其是在有油类物质存在时吸收效率更高。

尽管不同的番茄制品中番茄红素生物利用率尚不清楚, 但番茄制品中番茄红素生物利用率要高于鲜食番茄, 因为加工过程中番茄红素从全反式向顺式转变, 提高了番茄红素的生物利用率, 同时番茄红素也受到储存条件和其它类胡萝卜素的影响。Johnson 等发现当番茄红素和  $\beta$ -胡萝卜素共同

使用时生物利用率会显著升高<sup>[17]</sup>。

## 5 展望

流行病学研究显示番茄红素在癌症、心血管病和老年性疾病等方面具有较好的预防效果,但作用机理还需要进一步深入研究。目前国外已有多家公司研制开发番茄红素的保健品。如以色列的 lycored Natural Products Industries Ltd.,该公司通过杂交育种选育出了一种番茄红素含量很高的番茄品种,并以此为原料生产商标为 LYC—O—MATO 的番茄提取物(Tomato extract)。现在番茄红素制品逐渐向生物制品方向发展,主要有防止紫外线伤,保护皮肤 LYC—O—MATO Sunscreen factor(Ultimate Pharma Products),澳大利亚 Korded Pty. Ltd 的 solar Health 和 Clear Complexin 等。用于预防前列腺癌的有:美国 Twinlab 公司的 Lycopene Postrate Protector,法国 Meta Pham 公司的 Duo—Confort 等产品。随着科学手段的提高和研究的深入开展,我们将更多的了解番茄红素的保健功效,其保健机制也会被更系统、全面的证实。

现在美国农业部(USDA)推荐的健康食谱中增多了富含抗氧化剂的水果和蔬菜,但其作用机制尚不十分清楚。将来的研究将主要集中在番茄红素的保健作用、对健康饮食和预防疾病的指导等方面。研究领域将包括血浆中番茄红素含量、生物利用率、长期的饮食控制研究、番茄红素的新陈代谢、异构化和它的生物学作用、同其它类胡萝卜素和抗氧化的相互作用以及预防疾病的机理等方面。

总之,番茄红素作为一种功能性天然色素,其在食品、保健和化妆工业等方面的应用前景广阔。

## 参考文献

- [1] Clinton SK. Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutr Rev*, 1998, 56: 35~51.
- [2] Agarwal Sanjiv, Rao, Akkinappally Venketeshwer. Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. *Association medicale canadienne*, 2000, 163(6): 739~744.
- [3] Feri B. Natural antioxidants in human health and disease. San Diego Academic Press, 1994, 95~132.
- [4] Steinmetz KA, Potter JD. Vegetables fruits and cancer prevention; a review. *J Am Diet Assoc* 1996, 96: 1027~1039.

- [5] Block G, Patterson B, Subar A. Fruits, vegetables and cancer prevention; a review of the epidemiological evidence. *Nutr Cancer*, 1992, 18.
- [6] Nguyen M L, Schwartz S J. Lycopene: chemical and biological properties. *Food Technol*, 1999, 53: 38~45.
- [7] Kaplan LA, Lau JM, Stein EA. Carotenoid composition, concentrations and relationships in various human organs. *Clin Physiol Biochem*, 1990, 8: 1~10.
- [8] Agarwal S, Rao AV. Tomato lycopene and low density lipoprotein oxidation; a human dietary intervention study. *Lipids*, 1998, 33: 981~984.
- [9] Rao AV, Agarwal S. Bioavailability and in vivo antioxidant properties of lycopene from tomato products and their possible role in the prevention of cancer. *Nutr Cancer*, 1998, 31: 199~203.
- [10] Parthasarathy S, Steinberg D, Witztum J L. The role of oxidized low-density lipoproteins in pathogenesis of atherosclerosis. *Annu Rev Med* 1992, 43: 219.
- [11] Heller FR, Descamps O, Hondekjijn JC. LDL oxidation; therapeutic perspectives. *Atherosclerosis*, 1998, 137(Suppl): S25~31.
- [12] La Vecchia C. Mediterranean epidemiological evidence on tomatoes and the prevention of digestive tract cancers. *Proc Soc Exp Biol Med*, 1997, 218: 125~128.
- [13] Giovannucci E. Tomatoes tomato-based products, lycopene, and cancer; review of the epidemiologic literature. *J Natl Cancer Inst*, 1999, 91: 317~331.
- [14] Fuhrmann B, Elis A, Aviram M. Hypocholesterolemic effect of lycopene and [beta]-carotene is related to suppression of cholesterol synthesis and augmentation of LDL receptor activity in macrophage. *Biochem Biophys Res Commun*, 1997, 233: 658.
- [15] Gross M. D., Snowdon D. A. Plasma antioxidant concentrations in a population of elderly women; findings from the nun study. *Nut. Res*, 1996(16): 1818~1890.
- [16] Vandenlangenberg, G. M., Brady, W. E., Nebeling, L. C. Influence of using different sources of carotenoid data in epidemiologic studies. *Journal of the American Dietetic Association*, 1996(12): 1271~1275.
- [17] Johnson EJ, Qin J, Krinsky NI, Russell RM. Ingestion by men of a combined dose of [beta]-carotene and lycopene does not affect the absorption of [beta]-carotene but improves that of lycopene. *J Nutr*, 1997, 127: 1833~1837.

## 薄皮甜瓜产生肚脐瓜、棱角瓜、扁平瓜的原因

贾 健,尹善发,李德泽,聂立琴

**肚脐瓜** 甜瓜果实花痕大并膨大凸出的果实,称肚脐瓜。肚脐瓜与品种特性有关,果肉薄、花痕大的品种较易出现肚脐瓜。开花较迟的雌花,花痕比较大,易产生肚脐瓜。植株生长旺盛,多肥、高温等因素肚脐瓜产生较多。

**棱角瓜、扁平瓜** 果实表面沿着心室部位出现棱角状的突起。横剖后可见到像南瓜那样的凹凸形状。坐果节位低,植株生长势弱,果实膨大前期得不到充足营养形成的扁形果,容易表现为棱角果。

**原因** ①幼果生长初期在纵向未能充分发育。②植株营养生长弱,叶形小、叶面积不足,果实生长得不到充足的同化养分,果实生长受阻。③低节位所结果实,果实发育处于较低的温度,夏季栽培高温下易形成扁平果。

**防治方法** ①调整栽培季节和改善设施栽培的温光条件,使果实发育处于正常的温度条件下。②控制结果节位,使在适宜节位坐果,保证果实发育期间得到充足的同化营养。③植株生长势差的可以推迟结果,必要时摘除低节位的幼果,其促进营养生长,尔后再促进结果。(黑龙江省齐齐哈尔市蔬菜研究所 161041)