

# 番茄红素功能的研究进展<sup>\*</sup>

王彦杰<sup>1</sup>, 詹艳群<sup>2</sup>

(1. 黑龙江八一农垦大学生命科学技术学院, 大庆 163319; 2. 大庆市第 69 中化学组, 大庆 163319)

**摘要:** 对番茄红素功能和应用进行了综述。番茄红素是开链式的不饱和类胡萝卜素, 是胡萝卜素合成过程的中间产物, 具有抗氧化、清除自由基、促进细胞间的连接与传导等多种生理功能。番茄红素在预防人类某些癌症和慢性病的发生方面起着重要的作用, 作为一种功能性天然色素, 是目前国际上功能食品成分研究中的一个热点。

**关键词:** 番茄红素; 功能; 应用

中图分类号: S 641.2 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767-(2006)06-0080-03

## Advance of Lycopene Function Research

WANG Yan-Jie<sup>1</sup>, ZHAN Yan-qun<sup>2</sup>

(1. Department of Life Science Technology, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319; 2. Chemical Group of 69th Middle School in Daqing City, Daqing 163319)

**Abstract:** This paper reviewed the function and application of the lycopene. Lycopene is an open-chain unsaturated carotenoids. It is a kind of mesne product of synthesis carotenoids. It has several physiological functions, such as antioxidation, elimination of free radicals, promoting junction and communication among cells. It plays the important role in preventing cancers and chronics. The research of lycopene is a hot and key point in the functional foods as an ingredient in the world.

**Key words:** lycopene; function; application

### 0 前言

番茄红素(lycopene)是一种无环类胡萝卜素, 是胡萝卜素合成过程的中间产物, 化学结构是一个非环的、含有 11 个共轭双键和 2 个非共轭双键组成的线性全反式结构, 且仅由碳和氢元素组成, 分子式为  $C_{40}H_{56}$ , 分子量: 536.85, 又名  $\Psi$  胡萝卜素。

番茄红素广泛存在于番茄及其制品、西瓜、粉红色番石榴、粉红葡萄柚、南瓜、李子、柿子、胡椒果、桃、木瓜、芒果、葡萄、红莓、云莓、柑橘等的果实, 茶的叶片及萝卜、胡萝卜、芜菁甘蓝等的根部。最早是从番茄中分离制得, 故称番茄红素。番茄中番茄红素的含量最高, 大约 3~14 mg/100g, 我国新疆生产加工用的番茄中的番茄红素含量很高, 可达到 40 mg/100g<sup>[1]</sup>。

近几年的研究发现, 人体内番茄红素含量过低与某些慢性疾病、癌症和动脉硬化等的发生有关, 还与人的寿命有关<sup>[2]</sup>。因此, 它是目前国际上功能性食品成分研究中的一个热点, 是很有开发价值的一种功能性天然食用色素。

### 1 番茄红素消除单线态氧和抗氧化作用研究

1989 年 Di Mascio 等发现番茄红素在所有的类胡萝卜素中具有最强的消除单线态氧的作用<sup>[3]</sup>。番茄红素和多数类胡萝卜素一样, 是有效的抗氧化剂, 能淬灭单线态氧和捕捉过氧化自由基, 抗氧化性能在类胡萝卜素中最强, 清除单线态氧的能力是目前常用的抗氧化剂 VE 的 100 倍、 $\beta$ -胡萝卜素的 2

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2006-05-15

第一作者简介: 王彦杰(1972-), 男, 黑龙江省肇东市人, 讲师, 硕士, 主要从事微生物学方面的教学和研究工作。Tel: 13936743610, 0459-6818873; E-mail: wangyanjie1972@163.com.

倍多<sup>[4]</sup>。单线态氧是一种很强的活性氧自由基,能与许多与氧气不能发生反应的分子直接结合,从而造成对细胞大分子物质和结构的损伤。番茄红素通过物理和化学方式淬灭单线态氧,且以物理淬灭为主( $>99\%$ )<sup>[5,9]</sup>,化学淬灭单线态氧仅占极少部分,不足 $0.05\%$ 。但却具有重要意义,因为它导致类胡萝卜素的最后分解。番茄红素对单线态氧的物理淬灭是将激发态的能量从单线态氧转移至番茄红素,产生基态的氧和激发的三联态番茄红素,能量则通过激发态的番茄红素与周围溶剂之间的转动和振动而散发,并产生基态的番茄红素和一定的热量,番茄红素在这个过程中就像催化剂一样,只是加速其淬灭过程,而其本身保持完整状态,同时可不断参与下一个淬灭单线态氧的循环<sup>[7,8]</sup>。2005年刘芳兰等报道番茄红素与维生素E复合制剂可提高自然老龄大鼠机体的抗氧化能力,抑制脂质过氧化的作用<sup>[9]</sup>。

番茄红素还可以与其他形式的活性氧起反应如:过氧化氢、亚硝酸根等。番茄红素在保护淋巴细胞免受 $\text{NO}_2$ 自由基造成的细胞膜损害或细胞致死方面的能力非常强<sup>[10]</sup>。

## 2 番茄红素的抗癌作用研究

番茄红素对培养的肿瘤细胞有明显的抗增殖作用。Levy等应用胸腺嘧啶掺入法测定表明:在肿瘤细胞培养实验中,番茄红素能明显抑制子宫内膜癌、乳腺癌和肺癌细胞的增殖,其抗增殖活性比 $\alpha$ -胡萝卜素、 $\beta$ -胡萝卜素还强,半抑制浓度为 $1\sim2\mu\text{mol/L}$ <sup>[11]</sup>。1994年Franceschi等报道了食用大量的番茄可以防癌<sup>[8]</sup>。1995年Giovannucci等报道提供大量番茄红素的食物摄入量与前列腺癌呈负相关,发生前列腺癌的危险性下降 $23\%$ 。另外发现番茄红素对晚期的浸润性前列腺癌的作用更显著( $\text{RR}=0.47$ )<sup>[12]</sup>。1999年Giovannucci报道番茄红素对肺癌、胃癌、胰腺癌、前列腺癌、乳腺癌等癌症均有抑制作用,能够在细胞水平上抑制神经胶质瘤细胞、白血病细胞的增殖作用<sup>[13]</sup>。Huang等(2005)研究认为番茄红素可以有效地防止癌症的发生和癌细胞的转移,主要原因是番茄红素诱导了nm23-H1抗癌基因的表达<sup>[14]</sup>。

利用动物实验和人体细胞培养发现,番茄红素在体外具有抗癌作用。Nagasawa等人(1995,1996)报道喂食含有番茄红素的膳食可减少小鼠的乳癌的发生,给小鼠注入低剂量的番茄红素和叶黄素可阻止结肠癌的发生<sup>[15]</sup>。复旦大学公共卫生学院的唐莉莉(2001)等从离体细胞、裸鼠移植人前列腺癌模

型以及大鼠整体试验三个方面观察了番茄红素的作用,发现 $6\%$ 番茄红素油树脂可以明显抑制移植性人前列腺癌的生长<sup>[16]</sup>。

现在普遍认为番茄红素的抗氧化作用、消除自由基、对细胞间信息传递的诱导作用以及阻止癌细胞分裂与扩散、激活免疫细胞作用可能是抗癌的潜在机理<sup>[17-19]</sup>。但对于它具体的抗癌机理并不是很清楚。近日,美国食品和药品管理局(FDA)发布公告称,由于番茄红素的作用日前并不肯定,因此番茄、番茄酱等产品的生产者及番茄红素营养补充剂的生产商,不能在其产品上标注“具有预防癌症”等字样,因为其防癌和抗癌的作用及机理还要寻找更多的证据<sup>[20]</sup>。

## 3 防治血管硬化和冠心病作用

流行病学、临床医学以及生化研究表明血清中低密度脂蛋白(LDL)的氧化可能会造成动脉硬化,故抗氧化作用在一定程度上可减缓动脉硬化的进程。番茄红素具有很强的抗氧化作用,它可以阻止低密度脂蛋白氧化物的形成,从而有效防治血管硬化;同时,番茄红素也阻止DNA和脂蛋白的氧化作用,减缓了动脉粥样硬化,故它在防治动脉硬化、心脏病等疾病发生中起重要作用<sup>[21]</sup>。

Kohlmeier等在欧洲指导脂肪组织抗氧化营养素与心肌梗塞病例对照研究时,发现与对照相比,病患者 $\alpha$ -胡萝卜素、 $\beta$ -胡萝卜素与番茄红素水平较低,在含所有类胡萝卜素的多变量模型中只有脂肪组织的番茄红素与心肌梗塞危险相关联,番茄红素对心肌梗死具有一定的保护作用<sup>[22]</sup>。吃番茄或番茄制品可以降低患心血管病的风险<sup>[23]</sup>。

## 4 其它

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低的人患白内障的可能性要比正常人高2倍,而患白内障的可能性和其它类型的胡萝卜素(如叶黄素和玉米黄素等)及维生素E无关<sup>[24]</sup>。

番茄红素还有美容功效。它能保护皮肤免受紫外光的损伤,Ribayo Mercado等(1995)研究发现,当紫外线照射皮肤时,皮肤中的番茄红素首先被破坏,照射紫外线的皮肤中的番茄红素比未照射皮肤减少 $31\%\sim46\%$ ,而 $\beta$ -胡萝卜素含量几乎不变,表明番茄红素具有较强的减轻组织氧化损伤的作用<sup>[25]</sup>。

番茄红素是血清中与老化疾病相关的元素,血液中番茄红素含量高可以预防老年功能性障碍发生,提高老年人的生活自理能力<sup>[26]</sup>。最新的研究显

示,番茄红素可以有效治疗男性不育症<sup>[27]</sup>。

番茄红素的功效已为越来越多的人所了解,但番茄红素在食用的番茄或胡萝卜中的含量较低,一个成年人一天需摄入 1~2 kg 番茄或胡萝卜,才能满足正常生理需要,这会带来一系列的副作用,如摄入的碳水化合物过量等会造成膳食不平衡,同时这也是不切实际的。因此研究提取天然植物中的番茄红素并适量添加到食品中去,或作为药品来使用就非常必要,人们所需求的就是这种从生物源中提取的可食用的番茄红素,但番茄红素属于脂溶性物质,并且对光、氧、热和 pH 等十分敏感,极易发生氧化和分解,这就大大限制了它的使用价值,提高它在功能性产品中的可用性是需要进一步研究的一项核心技术。现在正在研究的微胶包埋技术可以解决上述问题,使番茄红素能得到更好的利用<sup>[28,29]</sup>。

随着科学的发展,会有更系统更全面的论据来证明其所具有的生理功能,番茄红素作为一种功能性天然色素也将会得到进一步的开发,并在食品、医药及化妆品等方面得到更好的发展。

#### 参考文献:

- [1] 孙庆杰. 番茄红素稳定性研究[J]. 食品与发酵工业, 1998, (2): 47-51.
- [2] Nguyen ML. Lycopene; Chemical and biological properties[J]. Food Technology, 1999, 539(20): 38-45.
- [3] Di Mascio, Stephan Kaiser, Helmut Sies. Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher[J]. Archives of Biochemistry and Biophysics, 1989, 274 (2): 532-538.
- [4] Wilhelm Stahl, Helmut Sies. Uptake of lycopene and geometrical isomers is greater from heat-processed than from Unprocessed Tomato Juice in Humans[J]. Humans and Clinical Nutrition, 1992, 122, 2161-2166.
- [5] 陈伟, 丁霄霖. 番茄红素化学和生物学特性[J]. 粮食与油脂, 2002, (7): 36-40.
- [6] Wilhelm Stahl, Wolfgang Schwarz, Alfred R. Sundquist, Helmut Sies. cis-trans isomers of lycopene and  $\beta$ -Carotene in human serum and tissues[J]. Archives of biochemistry and biophysics, 1992, 294 (1): 173-177.
- [7] 张连富. 番茄中的新型功能性食品添加物——番茄红素[J]. 农牧产品开发, 1999, (8): 18-21.
- [8] Franceschi S, Bidoli E, La Vecchia C, et al. Tomatoes and risk of digestive tract cancer[J]. Intl. J. Cancer, 1994, 59 (2): 181-184.
- [9] 刘芳兰, 王凤岩, 李文立. 番茄红素与维生素 E 复合制剂抗氧化作用的研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2005, 15 (7): 779-780.
- [10] 横田正. Lycopene and cancer[J]. New Food Industry, 1997 (2): 73-78.
- [11] Levy J., Bosin E.. Lycopene is a more potent inhibitor of human cancer cell proliferation than either  $\alpha$ -carotene or  $\beta$ -carotene[J]. Nutr. Cancer, 1995, 24: 257-266.
- [12] Giovannucci E, Ascherio A, Rimm EB, et al. Intake of carotenoids and retinol in relationship to prostate cancer[J]. J Natl Cancer Inst. 1995, 87: 1767-1776.
- [13] Giovannucci E. L. Tomato, Tomato Products, Lycopene, and Cancer; Review of the epidemiologic literature[J]. Journal of the National Cancer Institute, 1999, 91 (4): 317-331.
- [14] Chin-Shiu Huang, Ming-Kuei Shih, Cheng-Hung Chuang, et al. Lycopene inhibits cell migration and invasion and upregulates nm23-H1 in a highly invasive hepatocarcinoma, SK-Hep-1 Cells[J]. Nutrition and Cancer, 2005, 135 (9): 2119-2124.
- [15] Nagasawa N, Mitamura T. Effect of lycopene on spontaneous mammary tumor development in SHN virgin mice[J]. Anticancer Res, 1995, 15: 1173-1178.
- [16] 唐莉莉, 曾祥斌, 卢国栋, 等. 番茄红素对人前列腺癌细胞(DU145)生长抑制的离体和整体水平研究[J]. 卫生毒理学杂志, 2001, 15(1): 1-4.
- [17] 王永生, 袁其朋. 番茄红素的生产工艺研究进展[J]. 微生物学报, 2002, 29(2): 60-64.
- [18] Agarwal S, Rao AV. Tomato lycopene and low density lipoprotein oxidation: a human dietary intervention study[J]. Lipids, 1998, 33: 981-984.
- [19] Schiorle J, Bretzel W. Content and isomeric ratio in food and human Blood Plasma[J]. Food Chem, 1997, 59(3): 459-465.
- [20] 四川食品与发酵. 美国 FDA 不承认番茄红素抗癌[J]. 四川食品与发酵, 2005, (4): 60.
- [21] Minhthy L, Ngugen, Steven J, et al. Lycopene; Chemical and Logical Properties[J]. Food Technology, 1999, 53(2): 38-45.
- [22] Kohlmeier L, Kark JD, Gomez-Gracia E, et al. Lycopene and myocardial infarction risk in the EURAMIC study[J]. Am J Epidemiol, 1997, 146: 618-626.
- [23] Fuhrman B, Ellis A, Aviram M. Hypocholesterolemic effect of lycopene and  $\beta$ -carotene is related to suppression of cholesterol synthesis and augmentation of LDL receptor active in macrophage[J]. Biochem Biophys Res Commun, 1997, 233: 658-662.
- [24] Anocha K, Brady WE, Nebeling LC. Analysis of Carotenoid [J]. Food chemistry, 1998, 63(4): 577-584.
- [25] Ribayo Mercado JD, Garmyn Metal, Gilchrist BA, et al. Skin lycopene is destroyed preferentially over  $\beta$ -carotene during UV irradiation in humans[J]. J Nutr, 1995, 125: 1854-1859.
- [26] 张红, 徐蓓. 番茄红素的延缓衰老功能[J]. 中国食品添加剂, 2005, (5): 81-82.
- [27] 浙江中医杂志. 番茄红素治男性不育[J]. 浙江中医杂志, 2004, (5): 228.
- [28] 舒铂, 赵亚平, 于文利. 以明胶和蔗糖为复合壁材的番茄红素微胶囊化研究[J]. 食品工业科技, 2004, 9(25): 52-54.
- [29] 左爱仁, 范青生, 刘燕, 等. 番茄红素微胶囊化的研究[J]. 食品科学, 2004, 25(4): 35-39.