

叶黄素的保健功能

孟祥河 毛忠贵

(江南大学生物工程学院,无锡 214036)

潘秋月

(哈尔滨商业大学食品学院,哈尔滨 150076)

摘要 叶黄素作为一种天然色素,广泛存在于自然界中。大量的流行病学证据表明,叶黄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,是目前国际上功能性食品成分研究中的一个热点。本文详细地介绍了叶黄素的结构、性质及生理功能方面的研究进展,并对其将来在食品中的应用加以展望。

关键词 叶黄素,性质,抗氧化剂,生理功能

The Physiological Function of Lutein

Meng Xianghe Mao Zhonggui

(Southern Yangtze University, Wuxi 214036)

Pan Qiuyue

(Harbin University of Commercial, Harbin 150076)

Abstract Lutein as a nature colors, which are found in many colorful fruits and vegetables, such as greens (e. g., collard, mustard, kale etc.), corn, peppers and oranges. A great deal of epidemiological evidence show that lutein play a positive role in the prevention of certain type of cancer or chronic disease in human. In recent years, lutein is a hot topic in the researching area of functional food. The recently researching progress of lutein chemical structure, biological properties and physiological function was reviewed here.

Key words Lutein, Properties, Antioxidant, Physiological function

0 简介

类胡萝卜素是在水果、蔬菜和绿色植物中大量存在的一系列混合物。它赋予人们膳食的水果、蔬菜以亮黄、桔黄和红色等亮丽宜人的颜色。在枝叶茂盛的绿色植物中,这些明丽的颜色被叶绿素掩盖,但当秋天来临,叶绿素氧化变色,类胡萝卜素在秋天的落叶中展示了其美丽的色彩。

目前已知在自然界中存在着 600 多种类胡萝卜素,其中只有约 20 种存在于人的血液和组织中。在人体中发现的类胡萝卜素主要包括 α -胡萝卜素、 β -胡萝卜素、隐黄质、叶黄素、番茄红素和玉米黄素。其中一些类胡萝卜素是 VA 的前体,由于它们在人体内可转化成 VA,所以早就受到人们的关注。随着对类胡萝卜素研究的深入,叶黄素、玉米黄素、隐黄质、番茄红素等的功能性逐渐为人们所发现和认知。叶黄素首次提取是在 1831 年由 Heinrich Wihelm Ferdinand Wackenroder 从胡萝卜

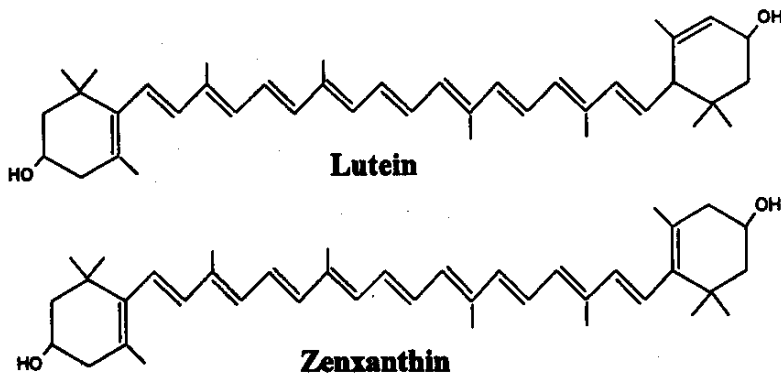
万方数据

根中提得。此后, Berzdlus 在 1837 年从秋天的黄叶中也提得了叶黄素。随后, 其他研究人员在海藻和蛋黄中也相继提得了叶黄素。最新研究的结果表明叶黄素对视觉有保护所用, 此外它还具有预防白内障、预防动脉硬化^[1]、增强免疫力等功效, 特别是预防癌变的发生^[2]、延缓癌症^[3]等方面成为目前科学工作者研究的焦点。

1 结构和性质

叶黄素独特的化学结构不仅决定了其颜色, 也决定了其物理化学性质^[4]。叶黄素分子有一条含

40 个碳原子的长链, 其中有多共轭双键, 正是这些共轭双键使叶黄素具有鲜明的颜色和抑制自由基的能力。玉米黄素与叶黄素的化学结构极为相似, 使得在分析中很难将它们区分开来, 因此很多研究总是将它们作为一类物质报道。它们具有相同的双键数, 然而其中一个双键的位置不同, 在叶黄素中这个双键形成烯丙基羟基末端, 使得其化学活性更强, 而玉米黄素中相应的双键则与相邻直链双键形成共轭体系。叶黄素(Lutein)及玉米黄素(Zenxanthin)的结构式详见下图:



叶黄素含有 C、H、O 元素, 链末端还有羟基集团。叶黄素在细胞膜上的存在方式是疏水的长碳链埋于磷脂分子层中, 而亲水性羟基留在膜的两侧, 这种定位可使叶黄素、玉米黄素最大程度地与极易氧化的细胞膜脂质结合在一起, 以增强细胞膜的强度。在稳定性方面, 研究表明游离的叶黄素对热极不稳定, 叶黄素月桂酸单脂(ML)稳定性稍强, 而二月桂酸酯(DL)对热极为稳定。ML、DL 对紫外光的敏感性都比性游历的叶黄素差。结果表明, 叶黄素游离羟基与脂肪酸酯化后可提高对光的稳定性, 这也正是商品化的叶黄素产品多以叶黄素酯形式供应的一个原因。

2 生理功能

2.1 保护视觉

2.1.1 叶黄素的抗氧化性和光过滤性

虽然人体的血液和组织中含约 20 种类胡萝卜素, 但只有叶黄素和玉米黄素特定地存在于视黄斑^[5]和晶状体中。它们在血液中含有量很低, 而在眼睛中却有异乎寻常的聚集, 视黄斑也正是由于其

中富含叶黄素显黄色而得名的。眼睛对叶黄素的这种选择性似乎说明它对眼睛的健康起着特定的作用。然而这种作用机制目前尚未明了, 据广泛的研究认为, 叶黄素对眼睛的主要生理功能是作为抗氧化剂和光保护作用^[6]。

叶黄素可吸收大量近于紫外光的蓝光(蓝色是黄色互补色), 蓝色光特别是蓝色可见光的波长与紫外光很近, 它是所有能到达视网膜的可见光中能量最高、潜在危害性最大的一种光。按视网膜的结构方式, 在到达视网膜上敏感的杆状和锥状细胞前, 光必须先经过叶黄素的最高聚集区域, 此时若视黄斑处的叶黄素含量丰富就能将这种伤害减至最低^[7]。

叶黄素在眼睛中的另一项重要功能是作为抗氧化剂通过抑制氧自由基来抑制有害自由基的形成^[8]。在组织器官中产生自由基的两个条件是高新陈代谢活力和能量在组织中的传递, 在眼睛中, 这两个条件都可满足。不像皮肤和其他组织, 眼睛系统特别是视神经是不能再生的, 一旦受到伤害就不能恢复。而最易受到氧化伤害的就是视网膜上

的杆、锥状细胞,因为其中多不饱和脂肪酸含量丰富,因此叶黄素作为抗氧化剂对他们的保护作用显得尤为重要。

2.1.2 叶黄素的含量与 AMD 下降的关系

AMD(Age-Related Macular Degeneration, 简记为 AMD)是美国和其他发达国家老年人失明和普通视力下降的主要原因^[9]。据调查显示,美国 40 岁以上的由 9.2% 的人有 AMD 早期症状,由 0.4% 的人有 AMD 晚期症状,每年导致约 300 000 人完全失明,并对 13 000 000 人的视力造成影响。按照 1990-1991 年的诊断标准,估计在美国 43-54 岁的人中有 2-10%、75 岁以上的人中有 15-30% 的人患有 AMD^[10]。

AMD 发病的相对危险随年龄的增长而增加,另有数据显示女性患该病的相对危险比男性稍高,一些遗传因素如较浅的虹膜颜色、种族差异等也会增加患 AMD 的危险。除此之外,有调查报道:吸烟者的 AMD 患病率是不吸烟者的 2.4 倍;眼睛长期暴露在日光中也会增加患病危险^[11]。

AMD 引起的视力减退是无法挽回的,最终会导致失明^[12]。目前激光治疗只能暂时延迟或减慢这种伤害,但如何减缓和预防此过程尚待研究。研究人员最近对叶黄素的摄入量和 AMD 的发病危险的相互关系进行了考察。据来自于 Florida 国际大学的研究,以膳食摄入的形式每日摄入 2.4mg 叶黄素,六个月之后血液的叶黄素含量增加了 130%,受试者眼中的黄斑密度也增加了 14%;若将每日摄入量增加到 30mg,五个月后受试者视网膜黄斑处的叶黄素含量增加了 20-40%。而这种在视黄斑处的叶黄素含量的增加导致了蓝色光对视网膜上的光感受细胞的伤害降低了 30-40%。该报告指出,提高血液中叶黄素的含量可显著降低 AMD 的患病危险。

2.1.3 叶黄素与白内障的关系

白内障是晶状体上不透明或半透明的区域,白内障是世界范围内导致失明的主要眼疾。仅在 1994 年在美国就做了 200 万例白内障消除手术^[13],在日本 1996 年约有 1,600,000 白内障患者。在美国白内障的发病率随年龄上升而显著上升,65 岁以上的有 5-10%,而 75-85 岁的却有 30-40%,女性患白内障的几率比男性稍高,其他与白内障患病有关的因素还包括吸烟、眼睛在日光

中暴露时间过长、糖尿病和发炎。

最近的研究发现通过增加叶黄素的摄入量和降低白内障发生率间在统计学上呈显著性的趋势。在 BDE(Beaver Dam Eye Study)长达五年的纵向追踪调查中也发现,叶黄素摄入量高组比摄入量低组白内障发病的发病率显著降低。这种影响机制尚不清楚,但最新的研究表明较低的黄斑色素密度与中老年人较高的晶状体视觉密度紧密关联,而较高的晶状体视觉密度被认为是白内障发病的明显特征。

2.2 可延缓早期动脉硬化的进程

早期关于叶黄素的研究主要集中在叶黄素对视力的保护作用上,据最近的研究表明,叶黄素对早期的动脉硬化进程有延缓作用。Dwyer 等研究了颈动脉主干道血管中层内膜厚度的变化与血液中叶黄素含量之间的关系,在测试的 18 个月后,血液中叶黄素含量较高组的受试者颈动脉主干道的血管壁厚度几乎没变,而血液中叶黄素含量较低组的血管壁厚度显著上升。在动物实验中,喂饲小鼠动脉硬化模式食物,一段时间后发现喂饲含叶黄素饲料组中小鼠动脉中的动脉栓塞比未喂饲组有显著降低。另外,动脉壁细胞中的叶黄素还可降低 LDL 胆固醇的氧化性。

2.3 抗癌作用

最新的研究成果表明,叶黄素对多种癌症有抑制作用,如乳腺癌、前列腺癌、直肠癌、结肠癌、皮肤癌等。根据纽约大学药物学院最近的研究,在降低乳腺癌的发病率与叶黄素摄入量间有很紧密的关系,调查发现叶黄素摄入量低的实验组的乳腺癌发病率是摄入量高组的 2.08-2.21 倍^[14]。在动物实验中,给小鼠的腹腔内注入乳腺癌细胞,喂饲 0-0.4% 叶黄素含量的食物,在接种后 50 天未喂饲组中有 70% 发生了乳腺癌肿,而喂饲 0.02-0.4% 叶黄素含量组的肿瘤发生率只有 20-37%。对肿瘤大小、肝脾重量等指标进行综合研究发现叶黄素具有抗肿瘤的作用。据猜测,这种作用可能涉及与其他器官组织协同的间接免疫调节作用。该研究得出的结论是,在膳食中摄入叶黄素不仅能抑制肿瘤甚至可以起到预防肿瘤发生的作用。另据 American Institute of Cancer Research(AICR)的报道,人均每天摄入 400-600g 的水果和蔬菜可使患癌症的相对危险降低 50%。另据对前列腺癌细胞增殖的一项研究表明,叶黄素单独作用可降低癌

细胞增长速度的 25% ,与番茄红素协同作用可降低其增长速度的 32%。

2.4 抗氧化作用

叶黄素作为一种抗氧化剂可抑制活性氧自由基的活性,阻止活性氧自由基对正常的细胞的破坏。单线态氧游离基和过氧化物游历基既可从机体的正常代谢中产生,又可受诸如吸烟、空气污染、辐射、特定的药物和环境毒素等影响而大量产生。据认为,活性氧自由基可与 DNA、蛋白质、脂类发生反应,削弱它们的生理功能,并进一步引发诸如癌症、动脉硬化、与年龄相关的视黄斑密度降低等慢性病的发生。叶黄素可通过物理或化学淬灭作用灭火单线态氧,从而保护机体免受伤害。另外,叶黄素还能增强机体的免疫能力。

3 应用状况

叶黄素对人体的重要生理功能已引起广泛关注。目前研究人员已从天然物质中成功地提纯得到叶黄素酯,并将其作为营养强化剂进行推广,如 Salt Lake City - based Weider Nutrition International, Inc. 生产的 Schiff 牌的营养强化剂已实现商品化,种类有 10%、20%、30%、40%、60% 等不同纯度的产品。提取后的叶黄素结晶呈桔红色,由于它是从天然物质制得,因此食用安全、可靠,而且在人体消化道内容易被水解、吸收。对于叶黄素, USDA 目前虽未给定出膳食推荐量,但 Lutein esters 于 2002 年已被 FDA 认定为 GRAS 物质, GRN NO.110。叶黄素作为食品添加剂,市场将是十分广阔的。

4 小结

综上所述,叶黄素作为一种对人体有重要生理功能的物质日益受到关注。它作为对多种疾病如癌症、视黄斑退化、动脉硬化都有延缓和抑制作用而在医药领域的应用,作为营养强化剂和天然色素在食品工业中的应用,作为一种功能因子在多领域应用的拓展将是今后的重点,不难预测,叶黄素的开发前景是十分光明的。

参考文献

1. Dwyer JH, Navab M. Oxygenated carotenoid lutein and pro-

gression of early atherosclerosis. The Los Angeles Atherosclerosis Study. *Circulation*. 2001 ;103 :2922 - 2927

2. Hulten K. Carotenoids, alpha-tocopherol and retinal in plasma and breast cancer risk in northern Sweden. *Cancer Control*. 2001 ;12 :529 - 37
3. Toniolo P. serum carotenoids and breast cancer. *Am J Epidemiol*. 2001 ;153 :1142 - 47
4. Hart DJ, and Scott KJ. Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chem* 1995 ;54 :101 - 11
5. J T. Landrum . A One Year Study of the Macular Pigment The Effect of 150 Days of a Lutein Supplement ,*Exp. Eye Res.* 65 : 57 - 62 (1997).
6. Hammond BR, Wooten BR, Snodderly DM. 1997. Density of the human crystalline lens is related to the macular pigment carotenoids, lutein and zeaxanthin. *Optom Vis Sci* 77 :499 - 504.
7. Han WT, Mueller WA. 1989. The photopathology and nature of the blue-light and near-UV retinal lesion produced by lasers and other optical sources . In :*Laser Application in Medicine and Biology*.
8. Mortensen A, Skibsted LH, Sampson J, Rice-Evans C, Everett SA. Comparative mechanisms and rates of free radical scavenging by carotenoid antioxidants. *FEBS Letters* 1997 ;418 :91 - 7.
9. Landrum et al. ,The Macular Pigment :A Possible Role in Protection from Age-Related Macular Degeneration ,*Adv. Pharm.* 38 :537 - 556 (1997).
10. Berendschot T, Bausch-Goldbohm SA, van de Kraats J, van Norel J, van Norren D, Donders FC. Three methods to measure macular pigment density compared in a lutein supplementation study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999 ;40(4) :S324.
11. Bone RA, Landrum JT, Mayne ST et al. ,Macular Pigment in Donor Eyes with and without AMD :A Case-Control Study , *Investigative Ophthalmology and Visual Science* ,2001 ;42 : 235 - 240
12. Berendschot TT, Goldbohm RA, Klopping WA, et al. ,Influence of Lutein Supplementation on Macular Pigment ,Assessed with Two Objective Techniques ,*Investigative Ophthalmology and Visual Science* ,2000 ;41 :3322 - 3326.
13. Brown L, Rimm EB, Seddon JM, Giovannucci EL, Chasen-Taber L, Spiegelman D, et al. A prospective study carotenoid intake and risk of cataract extraction in US men. *Am J Clin Nutr* 1999 ;70(4) :517 - 24.
14. Jean Soon Park, Boon P. Chew, and Teri S. Wong . Dietary Lutein from Marigold Extract Inhibits Mammary Tumor Development in BALB The Journal of Nutrition Vol. 128 No. 10 October 1998 ,pp. 1650 - 1656.