

具有护眼功能的天然色素——叶黄素

中国发酵工业协会名誉理事长 尤新
《精细与专用化学品》编委会委员

摘要 叶黄素可以吸收蓝色光,减小光线对视网膜的损伤,可用于预防老年性视网膜黄斑退化引起的视力下降和失明,延缓眼睛退行性疾病的发生。目前,叶黄素的生产均是从金盏花中提取。罗氏公司等国外企业已有叶黄素产品面世。我国拥有丰富的金盏花资源,年产鲜花量可达 15 万 t。一些单位也已开始生产叶黄素。科研单位积极开展高纯度叶黄素的研制,目前纯度可达 95% 以上。

关键词 叶黄素 金盏花 黄斑

T046 B

叶黄素属于类胡萝卜素色素之一。类胡萝卜素按其化学结构和溶解性分为两类,即:①胡萝卜素类(carotenes),属于共轭烯烃,溶于石油醚,难溶于乙醇,包括β-胡萝卜素 C₄₀H₅₆及蕃茄红素 C₄₀H₅₆(lycopene);②叶黄素类(xanthophylls),系共轭多烯烃的含氧衍生物,溶于乙醇,不溶于乙醚,包括玉米黄素(zeaxanthin) C₄₀H₅₆O₂、隐黄素(cryptozanthin) C₄₀H₅₆O、叶黄素(lutein) C₄₀H₅₆O₂。叶黄素在结构上比胡萝卜素类多两个氧。

叶黄素广泛存在于自然界的蔬菜(如菠菜、甘蓝)及各种水果中。据国外测定,各种果蔬中叶黄素含量如表 1 所示。

表 1 几种果蔬中的叶黄素含量 mg/100g

| 果蔬种类 | 叶黄素含量 | 玉米黄素含量 |
|---------|-------|--------|
| 甜玉米 | 522 | 437 |
| 菠菜 | 7400 | |
| 豆瓣菜 | 11000 | |
| 榨菜 | 2000 | |
| 胡椒粉(桔色) | 2500 | 8500 |
| 胡椒粉(绿色) | 1100 | |
| 豌豆 | 2000 | |
| 杏干 | 100 | 31 |
| 苹果 | 434 | 16 |

从表 1 看出,食用蔬菜、水果中,叶黄素含量较少,若直接从果蔬中提取叶黄素成本将十分高昂,所以国内外提取叶黄素的工业生产均采用叶黄素含量较高的金盏花(亦称万寿菊 tagetse erecta)为原料,经提取精制而成。金盏花中叶黄素的含量比菠菜高 20 倍。金盏花花瓣中所含的叶黄素主要是以叶黄素酯的形式存在。这种叶黄素酯能在人体内被代谢,转化成叶黄素。叶黄素具有鲜艳的黄色,不溶于水,能溶于油脂、乙醇。着色力强,具有耐光、热、酸、

碱等特点,能广泛用于糕点、糖果、调料、酱菜及饲料的着色。在我国,叶黄素已广泛用做饲料添加剂。

1 叶黄素的生理功能

叶黄素和玉米黄素均属于类胡萝卜素系的叶黄素类。已发现的类胡萝卜素有 600 多种,其中有 20 种在人体血浆中能够测出。类胡萝卜素的防病、抗病生理功能是国际公认的,主要用做单线态氧的有效淬灭剂,消除羟自由基;作为脂类过氧化反应的断链抗氧化剂,在细胞和细胞膜中与脂类结合,从而有效抑制脂质的氧化;对于人体疾病的预防也发挥着重要作用。关于叶黄素的抗氧化生理活性以及防止低密度脂蛋白被氧化的功能,早在 1994 年就已有报道。叶黄素除了具有类胡萝卜素的生理活性外,还有其独特的功能。国外研究表明,位于眼球水晶体后方、视网膜中心的黄色小斑点,即眼黄斑,含有密度最高的视觉细胞。美国社会调查表明,与年龄相关的眼黄斑退损(AMD, age-related macular degeneration)是导致老年人视力下降和失明的重要原因。叶黄素可预防老年性眼球视网膜黄斑退化(AMD)引起的视力下降与失明。如果能在食物中及时补充叶黄素,即能延缓眼睛退行性疾病的发生。经对 421 例 AMD 疾病患者和 615 例无病群体进行流行病学调查发现,老年人视网膜斑点中的类胡萝卜素具有抵抗 AMD 和保护视力的功能。专家指出,成人视网膜的黄斑点位于眼睛后部感光细胞集中的中央视觉区,这个区域承受着不可避免的慢性氧化压力,随着年龄的增加,导致视力下降。20 世纪 40 年代, Wald 曾证实,视网膜斑点有胡萝卜素吸收光谱特性。而一直到 1985 年,才确定叶黄素和玉米黄

是斑点色素的组成成分,在视网膜中央,达到最佳浓度。叶黄素和玉米黄具有吸收到达视网膜的蓝色光功能,斑点中的叶黄素和玉米黄越多,吸收的蓝色光越多,而蓝色光线是对视网膜损伤力最大的光波。对叶黄素在血清和视网膜斑点色素浓度产生影响的研究表明,建议每天补充叶黄素剂量为 2.4~30mg。这一用药量能观测到视网膜斑点色素的增加。

英国的曼彻斯特大学眼科与神经科学研究中心对 60~81 岁老化性视网膜黄斑区病变患者进行补充叶黄素的临床研究,经过 15 周的叶黄素补充后,患者视网膜黄斑部的色素有明显增加,修补了受损的视网膜组织。研究显示,补充叶黄素对于老年性视网膜黄斑区病变,至少是早期的病变,具有明显改善效果。叶黄素与玉米黄一样具有抵御游离基在人体内造成细胞与器官损伤的功能,因此可以防止由肌体衰老引发的心血管硬化、冠心病和肿瘤疾病。

2 叶黄素的生产

由于叶黄素有 8 种异构体,难以采用化学方法合成,至今只能从天然植物中提取。美国 Kemin 食品公司采用国内各地生产的金盏花为原料,首先开发了叶黄素的生产,将其作为食品添加剂。美国 FDA 已于 1995 年将叶黄素列入食物补充剂名单。最近 Kemin 公司决定将叶黄素的生产能力增加一倍,以满足市场需求。并推出了以猕猴桃汁为基料,添加叶黄素的护眼饮料。据悉,美国的万寿菊种植业已形成年产值超过 4500 万美元的产业。日本在食用着色剂方面,很重视天然提取物。2000 年,日本国内消费金盏花提取的叶黄素 10t,规格为 1% 乳剂,价格 5000 日元/kg。

瑞士罗氏公司推出了 5% 含量的叶黄素 lutein 5% TG,并将多种维生素和叶黄素配制成护眼口嚼片,其成分为每片含维生素 A 40mg、β-胡萝卜素 4mg、维生素 E 36mg、维生素 C 100mg、维生素 C 钠 125mg、叶黄素 4mg、维生素 B₁ 1.4mg、维生素 B₂ 4.8mg、维生素 B₆ 2mg、维生素 B₁₂ 0.005mg、烟酸 18mg、叶酸 0.4mg、锌 10mg、硒 0.025mg。

罗氏公司推出的另一种含叶黄素的产品是护眼酒味胶糖,其组分如下:明胶 80g、水 125g、糖 290g、DE 值 38 的葡萄糖浆 390g、柠檬酸液(50%) 20g、香精 0.9~1g、叶黄素 10% 溶液 7g。

此外,德国 MARCUS 公司和 ROSS PRODUCT、

SUNSWEEET GROWERS、COUNTRY PURE FOOD 等公司均有叶黄素及其保健产品的生产。

在我国,金盏花即万寿菊,作为中草药已有悠久的种植历史。万寿菊的花和叶有清热化痰、补血通经、去瘀生新的功效。中国农大惠伯棣等详细深入研究了以万寿菊提取叶黄素的技术。研究指出,万寿菊总类胡萝卜素含量超过 1mg/g 鲜重。万寿菊花中类胡萝卜素的组成见表 2。

表 2 万寿菊花中类胡萝卜素组成

| 类胡萝卜素种类 | 含量/(mg/g 干重) |
|---------|--------------|
| 叶黄素 | 2.13 |
| 叶黄素酯 | 11.21 |
| 玉米黄素 | 0.56 |
| 其他类胡萝卜素 | 2.56 |
| 合计 | 16.46 |

90 年代中期开始,一些外国公司在我国东北、华北、西北地区投资种植万寿菊。近年在吉林、黑龙江、内蒙、山东、山西等地的万寿菊种植面积超过万顷,产鲜菊花约 15 万 t/a。甘肃武威现种植万寿菊 200 多公顷,计划投资 1500 万元将种植面积扩大到 2000 公顷,并拟招商引资,筹建年产 400t 叶黄素提取物的生产装置,产品供出口。山东诸城目前叶黄素年出口量上千吨。国内生产叶黄素商品的厂家主要有青岛大学天然产物研究所、青岛赛特香料公司等。主要品种有叶黄素树脂、叶黄素粉末(深棕色),含量在 1%~5% 的占多数。青岛大学天然产物研究所生产的叶黄素粉末规格见表 3。

表 3 青岛大学天然产物研究所生产的叶黄素粉末规格

| 项 目 | 规 格 |
|--------------|-------|
| 叶黄素含量/(g/kg) | 10~50 |
| 皂化率/% | 90 |
| 溶剂残留/ppm | 50 |
| 细菌总数/(个/ml) | 100 |
| 砷/ppm | 2 |
| 铅/ppm | 2 |
| 汞/ppm | 0.01 |

制取用于食品和医药的高含量、高纯度叶黄素,在技术上还有相当的难度。鉴于叶黄素的生理活性和护眼功能,全球有关高纯度叶黄素的研究已有 170 多项专利。国内的中国农业大学、北京大学、上海交大等均开展了高纯度叶黄素的研制工作,叶黄素纯度可达 95% 以上。□