

# 叶黄素的提取及应用研究进展

李永祥, 曹端林

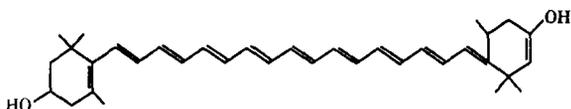
(华北工学院化学工程系, 山西 太原 030051)

**摘要:**叶黄素是一种天然的、具有双重功效(增色和营养)的食品、医药添加剂。综述了近年来国内外叶黄素的提取及应用研究进展,并提出了实现工业化需要深入研究的几个方面内容。

**关键词:**叶黄素;应用;提取;分离

中图分类号:TQ423 文献标识码:A 文章编号:1004-7050(2004)01-0016-03

叶黄素(Lutein),又名植物黄体素、叶黄体,是广泛存在于花卉、水果、蔬菜等植物中的天然色素。叶黄素属于类胡萝卜素类的四萜类化合物<sup>[1]</sup>。它有两个紫罗兰环,叶黄素的分子式为  $C_{40}H_{56}O_2$ , 分子量为 568.85。叶黄素为橙黄色粉末,浆状或深黄棕色液体,有弱的干草气味,不溶于水,溶于丙酮、甲醇、异丙醇、己烷、甲乙酮和二氯甲烷。耐热性能好。其结构式<sup>[1]</sup>如下:



性能表征<sup>[3,4]</sup>:试样的氯仿溶液在红外光谱 445 nm 处有最大吸收峰。使用 UV—3400 紫外可见分光光度仪测得 UV:  $\lambda_{max}$  为 447, 470, 500。

## 1 叶黄素的应用

### 1.1 国内外应用现状

近年来,我国食用天然色素发展较快,但品种和产量有限<sup>[5]</sup>。类胡萝卜素分为胡萝卜素类和叶黄素类两大类,类胡萝卜素是食物中的正常成分,叶黄素是其中的重要营养物质<sup>[6]</sup>。我国对叶黄素提取工艺的研究及应用几乎是空白<sup>[2]</sup>。国内应用叶黄素的例子也很少,只是在烟草行业和鸡饲料上有少量应用<sup>[10]</sup>。

据文献报道,近些年来国外对于提取叶黄素的研究发展非常快,专利报道<sup>[8]</sup>也很多。早在 20 世纪 80 年代中期,西方医学人员即发现:植物所含的天然叶黄素是一种性能优异的抗氧化剂。将一定量的叶黄素加入到食品中,可预防人体器官衰老引起的一系列疾病。国外研究证实:叶黄素可以预防老年性眼球视网膜黄斑退化引起的视力下降与失明。为此,美国 Kemim 食品公司计划生产一种超视力饮料。叶黄素还有预防细胞衰老和肌体老化的功能<sup>[2]</sup>。

### 1.2 叶黄素的生物活性

#### 1.2.1 预防视黄斑退化

人类视网膜的总类胡萝卜素含量为 20 ng~25 ng。在视网膜中心的后部有小的黄色聚焦点即视网膜黄斑,该斑富含抗氧化剂色素,它的黄色是由高浓度的玉米黄素和叶黄素产生的。它们是  $\beta$ -胡萝卜素的羟基同系物,不是视黄醇的前体。因此它们被认为可以滤除有毒害作用的蓝光,并可淬灭单线态氧<sup>[7]</sup>。流行病学研究表明:经常食用富含类胡萝卜素,尤其是含叶黄素和玉米黄素的食品能够预防眼球视网膜黄斑退化。叶黄素积聚在视网膜上,增加视黄斑颜色。并通过闪烁光度法(flicker photometry)测定视网膜密度。研究表明:使用富含叶黄素的食物或纯化的叶黄素均能在 8 个星期内使视黄斑色素明显增加。哈佛医学院的 Lisa C. T. 等跟踪调查了 70 多万人(年龄 45 岁~71 岁)12 年内的饮食情况,发现叶黄素与玉米黄素高摄入量的人群患白内障的危险性比一般人群低 22%。

收稿日期:2003-11-24

作者简介:李永祥,1964 年出生,男,毕业于华北工学院,讲师,多年从事精细化工产品开发应用研究工作。

### 1.2.2 预防肿瘤和心血管疾病的发生和发展

文献<sup>[2,7,12]</sup>表明:人体吸收叶黄素后,可预防和抑制肿瘤和心血管疾病的发生和发展。叶黄素是人体血液中主要的类胡萝卜素之一,它在抑制肿瘤生长方面有着特殊的生物学功能。体外研究表明:叶黄素在抑制细胞膜脂质自氧化和氧化诱导的细胞损伤方面比胡萝卜素更有效。在饲料中添加叶黄素能抑制小鼠可转移乳腺肿瘤的生长并促进淋巴细胞增长。叶黄素可能是通过其抗氧化功能而表现抗癌活性,来抑制细胞恶性转化的。在体外实验中,发现叶黄素能使人的肝细胞免受氧化诱导的损伤,可淬灭单线态氧,防止脂质过氧化物的发生,从而抑制肿瘤的生长。除了抗氧化功能外,叶黄素还可通过其他机制,如免疫调节、细胞间通讯而发挥抗癌作用<sup>[7]</sup>。

研究表明:叶黄素与玉米黄素水平低时患动脉粥样硬化的可能性就大。血液低密度脂蛋白的氧化是导致动脉粥样硬化的主要原因之一,经饮食摄入的叶黄素可保护低密度脂蛋白免受单线态氧中介的氧化作用,从而预防心血管病的发生。

### 1.2.3 叶黄素的化学降解产物可提供烟草中的香味物质<sup>[13]</sup>

类胡萝卜素是一类重要的香味物质前躯体,在新鲜烟叶中已有18种类胡萝卜素被分离和表征。其中 $\beta$ -胡萝卜素和叶黄素是主要成分<sup>[11]</sup>。以乙醇为溶剂溶解叶黄素样品,用 $\text{AgNO}_3$ 作氧化剂和催化剂,再通入空气氧化,加热回流4h,经冷却、过滤后得到淡黄色清液即为降解产物。经气相色谱分析,产物有3-戊烯-2-庚酮、氯化异氟尔酮、环氧紫罗兰酮、二氢猕猴桃内酯和茶香螺酮等有重要价值的香味物质<sup>[10]</sup>。它们对卷烟的吸味品质有很大的影响<sup>[1,11]</sup>,使吸味变得醇、香气变得优雅并带有清甜的果香。

### 1.2.4 良好的着色功能

叶黄素是植物体内的一种天然色素,可用作着色剂来调节食品和饮料的色泽。它还可作为饲料添加剂添加到禽类饲料中,禽类食后蛋黄色泽诱人<sup>[12]</sup>。幼苗生长在黑暗处,叶子会发黄(如豆芽),就是因为叶绿素不能形成,使叶黄素显露出来的缘故。秋天叶子变黄是因为已形成的叶绿素破坏了,只剩下叶黄素和其他色素。

### 1.2.5 叶黄素的生物利用率

叶黄素的生物利用率与其存在形式、食品基质、营养状况等密切相关<sup>[10]</sup>。在植物界叶黄素主要以脂肪酯的形式存在,医学专家早已证实:叶黄素酯在人体内可自动转化成为叶黄素。叶黄素在被动物吸

收之前须经消化液水解才能被肠道有效吸收利用。食物中叶黄素的利用率与食品加工状态、细胞结构的破坏与否密切相关。在食品原料中,叶黄素被包埋在细胞结构中,因此破坏细胞结构的加工方式、烹饪方式均能改善其生物利用率。

### 1.2.6 良好的抗氧化性能

人体内氧自由基是导致许多与年龄相关病变的重要原因。叶黄素在防止自由基对生物膜的损害、淬灭单线态氧及捕获氧自由基方面具有独特的功效<sup>[10]</sup>。在细胞中类胡萝卜素与细胞膜中脂类结合可有效抑制脂类的氧化。研究表明:类胡萝卜素,尤其是叶黄素,是一种性能优良的抗氧化剂,能有效清除体内的自由基,改善人们的健康状况。

## 2 叶黄素的提取与分离

科学家们对叶黄素化学结构的研究表明:它具有3个属性中心,8种立体异构体(实际上自然界中只存在一种异构体)。因为工艺太复杂,在化学上人工合成单一异构体的叶黄素至今尚未成功<sup>[2]</sup>。目前只有从天然植物中提取出的叶黄素才含有具有抗氧化作用的生物活性物质。国外一些公司正在探索新的叶黄素生产途径。

富含叶黄素的天然植物主要有:万寿菊、金盏花、羽衣甘蓝、蚕沙、猕猴桃、菠菜、南瓜、苜蓿、蛋黄、黄色玉米等。其中万寿菊、金盏花中叶黄素含量较高。提取溶剂有环己烷、石油醚、丙酮、乙醇、四氢呋喃等。

### 2.1 国外公司研究现状

国外专利报道<sup>[2,8]</sup>的提取方法和检测方法较多:  
a) 从金盏花中同时用四氢呋喃提取和皂化叶黄素酯。  
b) 从绿色植物中分离类胡萝卜素。  
c) 从蚕沙中用丙酮和石油醚提取叶黄素。

意大利 Fabio 等人采用浓缩富集、离心分离、冷冻干燥等工艺,从苜蓿中分离得到富含胡萝卜素和叶黄素的浓缩物,而后联用 $\text{CO}_2$ 萃取工艺,在不同的萃取工艺下,分别得到胡萝卜素和叶黄素。美国凯明(Kemin)食品公司发明了生产叶黄素的新工艺,使叶黄素成为一种新型保健食品添加剂。该公司从大量野生的金盏花中提取叶黄素成品结晶<sup>[2]</sup>。另据报道,该公司正在计划生产富含叶黄素的“超视力饮料”。美国食品和药物管理局1995年即已批准叶黄素作为食品补充剂用于食品饮料,以提高其营养价值;德国巴斯夫维生素公司开发出含有叶黄素的鸡饲料添加剂,其产品在我国的海、广州、香港都有销售;南美洲的 Henkle 公司已从资源丰富的南瓜和

榨汁后的橘渣中提取出叶黄素酯(Xangold)。由于叶黄素酯在人体内可自动转化成为叶黄素,因此叶黄素酯的成功提取大大拓展了叶黄素的来源。

## 2.2 国内研究现状

叶黄素的应用在我国尚未引起食品和医药行业的重视,有关国内开发叶黄素及富含叶黄素的保健品未见有报道。下面是作者了解到的一些信息:山西恒康乳业公司下属天成生物公司<sup>[13]</sup>从万寿菊中提取含有叶黄素的类胡萝卜素产品,用于鸡饲料中做添加剂,并在吕梁地区广泛栽培万寿菊(形成当地的观赏旅游型农业)设厂生产;华北工学院化学工程系对于从蚕沙中提取叶黄素的工艺研究取得了一定的进展;青岛大学天然色素研究所经过大量科研人员的多年研究,对于叶黄素的分离纯化、降解等方面取得了一些成果,生产出比较纯的叶黄素产品,但未形成大批量生产。叶黄素在我国烟草行业也有一定的应用,但对于提取叶黄素的工业化生产企业的产品和含有叶黄素的保健食品在我国市场上还未见有销售。

## 3 展望

叶黄素作为一种具有双重功效(增色和营养)的食品、医药添加剂,因其独特的生物活性,在食品加工和保健药品中将会受到人们越来越多的关注。从天然植物中提取叶黄素比使用合成色素有很多优点:它对人体使用安全、无毒、无害,属于绿色环保产品。且具有很好的生物活性和生物利用率,富含人体所需的营养物质。要使叶黄素的提取和应用实现工业化大生产,应从以下几方面进行深入研究。

### 3.1 提取工艺研究

国外专利报道的提取方法有数种,但目前国内的研究还不多,工业化生产就更少,只是对于降解的机理有了比较清楚的认识。因此我们要加大这一方面的研究力度,促进我国叶黄素产业化发展。

### 3.2 分离纯化方法的研究

叶黄素的分离纯化是应用的基础,只有得到纯度较高的叶黄素才能适用较广泛的应用。

### 3.3 医药工业的应用研究

医学专家证实:叶黄素酯在人体内可自动降解

为叶黄素,故叶黄素酯与叶黄素均能作为医药产品添加剂及新型食品添加剂。叶黄素不仅可以作为着色剂,而且在预防黄斑退化、肿瘤的发生与发展、心血管疾病、增强肌体免疫力等方面都有着广泛的生物活性。我国医药行业应制定出相应的制度,允许这些产品的生产,并尽快开发出国产的叶黄素产品和富含叶黄素的保健食品,这对于促进我国国民经济发展具有非常重大的意义。相信经过人们的努力,医药保健品市场将会掀起一场叶黄素的革命,它将是一种真正的“脑黄金”产品,并将在本世纪保健品市场上占有一席之地。

## 参考文献:

- [1] 古 昆,陈静波,刘 玫,等.叶黄素的几类降解反应研究[J].化学研究与应用,1999,11(6):543~544.
- [2] 田家纪.国内叶黄素开发应用是空白[N].中国化工报(日化周刊),2001-11-01.
- [3] 凌关庭.天然食品添加剂手册[M].北京:化学工业出版社,2000.237.
- [4] 杨 苹.发酵制备[J].食品科学,1998,19(8):20~22.
- [5] 植中强,李红缨,杨海贵.天然色素提取工艺与稳定性研究的状况[J].广州化工,1999,27(4):18~20.
- [6] 姚国循.食品生物化学[M].北京:轻工业出版社,1981.399~404.
- [7] 李浩明.万寿菊叶黄素及其生理功能研究概况[J].中国食品添加剂,2001(4):31~33.
- [8] Khachik. Process for extraction of lutein, zeaxanthin and rare carotenoids from marigold flowers and plants [P]. US 6262284, 2001.
- [9] 黄梅丽.食品色、香、味化学[M].北京:中国轻工业出版社,1987.
- [10] 金闻博,戴 亚.烟草化学[M].北京:清华大学出版社,1999.43~44.
- [11] 缪明明,王昆文,古 昆,等.叶黄素的降解产物及机理研究[J].烟草科技,1998(2):30~31.
- [12] 杜桂彩,滕大为,李荣贵.金盏花中叶黄素的分离纯化及高效液相色谱法[J].精细化工,2001,18(8):467~468.
- [13] 霍秉垠.4 000 万亩万寿菊花红似火[N].山西生活晨报,2002-08-20.

(英文摘要下转第40页)

