

文章编号:1007-6492(1999)04-0059-03

## 天然 $\beta$ -胡萝卜素的研究

刘家永<sup>1</sup>, 吴鸣建<sup>1</sup>, 沈国鹏<sup>1</sup>, 张留钦<sup>2</sup>

(1. 郑州工业大学化工学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南省农业学校, 河南, 郑州 450003)

**摘 要:** 对天然 $\beta$ -胡萝卜素的提取方法进行了研究。 $\beta$ -胡萝卜素是最重要的维生素A原, 而维生素A对人的视觉及多项生理机能具有极为重要的作用, 为了避免化学合成法所得产品对人体副作用较多的缺点, 并针对从盐藻中提取天然产品局限性较大等问题, 以生产玉米淀粉的副产物玉米蛋白粉为原料, 选择适当的萃取剂, 采用萃取—层析法提取天然 $\beta$ -胡萝卜素, 取得较高收率。此方法与盐藻法相比, 具有较高的社会与经济效益。

**关键词:**  $\beta$ -胡萝卜素; 萃取; 玉米蛋白粉

**中图分类号:** TQ 028.32; Q 562 **文献标识码:** A

### 0 引言

维生素A(化学名称为视黄醇)与人的视觉关系极为密切, 人的眼睛感受暗光的视色素为视紫红质, 它是由维生素A转变成的11-顺-视黄醛与视蛋白组成的结合蛋白。视黄醛与视蛋白在弱光中结合, 在强光中分解, 眼睛对弱光的感光能力取决于视紫红质浓度。只有维生素A供应正常, 视紫红质浓度才能正常。缺乏维生素A, 视紫红质不能合成, 则患夜盲症, 表现为暗适应丧失或缓慢<sup>[1]</sup>。

胡萝卜素分子式为 $C_{40}H_{56}$ , 存在 $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -三种异构体, 其分子结构相当于2个维生素A分子的基本结构, 在人或动物体内可转化为维生素A, 因此称为维生素A原。其中 $\beta$ -胡萝卜素的转化率高, 是重要的维生素A原, 在体内经过氧化还原可生成两分子视黄醇。

$\beta$ -胡萝卜素具有预防眼疾、保护视力的功能。此外, 研究结果显示, 还具有抑制细胞变异, 抗癌、防癌, 抗氧自由基, 增强机体抵抗力, 维护人体上皮组织的正常生理功能, 以及促进儿童生长发育, 美容等一系列重要作用。因此, 近年来在世界上许多国家被广泛用作食品的营养强化剂及添加剂<sup>[2-4]</sup>。

根据其来源不同,  $\beta$ -胡萝卜素分为天然与合

成两种。采用化学方法合成的 $\beta$ -胡萝卜素由于不能完全被人体吸收, 并对人体产生一定程度的毒副作用, 长期服用还会对人体产生不可逆转的病变, 因而不被大多数食品学家所接受, 在西方发达国家已被禁止用作食品添加剂等方面。天然提取的 $\beta$ -胡萝卜素易于被人体吸收, 并具有较好的抗氧化能力, 从而形成较高的需求热潮。

目前, 国内外生产天然 $\beta$ -胡萝卜素均是利用盐藻为原料提取的。然而, 从盐藻中提取天然 $\beta$ -胡萝卜素, 首先必须进行盐藻养殖, 需要特殊的气候条件和地理环境, 受自然条件约束很大, 产量扩大受到限制, 投资较高, 原料价格昂贵, 产品供不应求, 使得天然 $\beta$ -胡萝卜素的开发应用受到很大限制。

某些高等植物中亦含有微量的胡萝卜素, 如胡萝卜、菠菜、玉米、枸杞子等等。因此, 考虑从大规模生产玉米淀粉的副产品即玉米蛋白粉中提取天然 $\beta$ -胡萝卜素, 将具有较大的实用价值, 并可取得较好的效益。

### 1 提取原理及工艺路线设计

#### 1.1 提取原理

根据 $\beta$ -胡萝卜素的分子结构特征, 即以取代环己烯为两端基, 中间由18个碳原子组成的直链共轭键相连。按照“相似相溶”的基本原理, 选择不

收稿日期: 1999-06-02; 修订日期: 1999-08-29

基金项目: 河南省科技攻关项目(991090321)

作者简介: 刘家永(1954-), 男, 河南省睢县人, 郑州工业大学工程师, 主要从事精细化工方面的研究与开发工作。

同的有机溶剂,按一定比例混合后作为萃取剂,加入到原料中,经一定步骤进行提取.

## 1.2 工艺路线

工艺路线见图1.

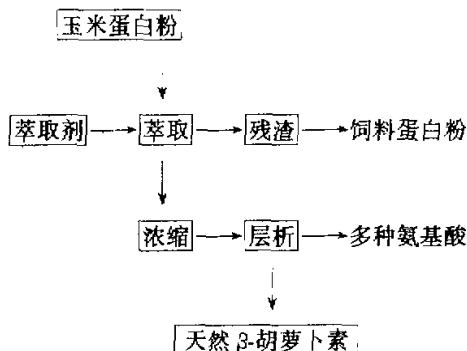


图1 合成β-胡萝卜素工艺路线

## 2 实验部分

### 2.1 实验原料

玉米蛋白粉:汤阴玉米综合利用加工厂生产玉米淀粉后的副产物;萃取剂:自制;活性氧化铝:工业品;硅胶:工业品;洗脱液:自制.

### 2.2 实验仪器

气相色谱仪,抽提器,离心机,恒温水浴仪,旋转蒸发器.

### 2.3 实验步骤

按比例将一定量的玉米蛋白粉和萃取剂浸泡8 h后,放入提取器中,在65℃进行提取,时间为1 h,然后进行离心分离,取出萃取液浓缩,将浓缩液装入层析柱层析,用洗脱液洗脱后浓缩结晶,得产品.

## 3 结果与讨论

### 3.1 萃取剂的选择

萃取剂的种类、分子结构与比例对于萃取率的提高具有非常重要的作用.经过实验,选择分子结构不同的多种有机溶剂作为萃取剂,其复配结果和萃取率如表1、表2所示.

表1 萃取剂的复配

溶剂类型	配比				
	1*	2*	3*	4*	5*
酮类	20	25	30	35	40
醚类	30	25	20	15	10
醇类	25	25	20	30	15
烷类	25	25	30	20	35

实验结果表明,提高萃取率的关键是萃取剂

的选择与复配.图2为不同溶剂对萃取率的影响.从图中可以看出,萃取率随着A(酮类溶剂,官能团为 $>C=O$ )的比例增加而提高,同时,B(醚类溶剂,官能团为 $-O-$ )的比例增加时,萃取率随之减少.考虑溶剂沸点、价格等综合因素,采用5\*萃取剂得到较高的萃取率,达80%以上.

表2 不同萃取剂的萃取率

试样编号	萃取率				
	1*	2*	3*	4*	5*
I	65	72	74	82	80
II	64	70	76	80	84
III	66	74	77	80	82
平均	65	72	75	81	82

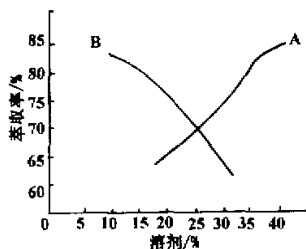


图2 不同溶剂对萃取率的影响

### 3.2 产物性能分析

外观:紫色结晶;天然β-胡萝卜素质量含量 $\geq 93\%$ ;溶剂残留量 $< 0.005\%$ ;重金属含量均符合食品卫生要求(含量测定方法依据GB 12389-90).

### 3.3 与盐藻法比较

盐藻是世界上已知β-胡萝卜素含量最高的一种耐盐性海藻,据测定,其β-胡萝卜素含量为胡萝卜的 $10^4$ 倍.但盐藻需要在人造内陆湖中培养,受自然条件限制,而且在工艺上多采用静电吸附法提取.综合起来,设备投资较大,成本价格较高.

本方法选择的原料玉米蛋白粉是生产玉米淀粉后的副产品,通常用做饲料.提取β-胡萝卜素后,仍可作饲料用,提高了玉米综合利用的附加值,并且无三废产生.

## 4 经济效益分析

中国是玉米生产大国,从玉米蛋白粉中提取天然β-胡萝卜素,具有广阔的原料市场.积极开展玉米的深加工,提高利用率,增加社会效益和经济效益,具有极为重要的意义.

表3列出了从玉米蛋白粉中提取天然β-胡萝卜素的经济效益指标,并与以盐藻为原料生产进

行了比较.

表3 经济效益指标分析

原料种类	来源特点	提取率/%	纯度/%	工艺	成本/(元/kg)	利润/(元/kg)	年产400 kg 投资/万元
玉米蛋白粉	便宜、易得	82	93	萃取、层析	10600	14400	149
盐藻	养殖受条件限制	80	90	静电吸附	18030	6970	800

## 5 结束语

$\beta$ -胡萝卜素是最重要的维生素A原,具有防衰老、抗癌变、抗氧自由基,提高人体免疫能力,增加抗病能力,预防眼疾等一系列重要作用,对于提高人体的综合健康水平,产生相应的社会效益.

以玉米淀粉加工过程中的副产品玉米蛋白粉为原料,采用萃取-层析工艺提取天然 $\beta$ -胡萝卜素,与从盐藻中提取技术相比,具有资源丰富,原料易得,产品成本低的特点.同时,从我国国情出发,扩大了玉米的综合利用,使其附加值提高,经济效益显著,具有较高的推广应用价值.

## 参考文献:

- [1] 魏述众.生物化学[M].北京:中国轻工业出版社,1996.11.
- [2] NIERENBERG D. Determinants of increase in plasma concentration of beta-carotene after chronic oral supplementation[J]. Am J Clin Nutr, 1991, 53(6): 3-9.
- [3] STAHELIN H, GEY K F, EICHHOLZER M. Plasma antioxidant vitamins and subsequent cancer mortality[J]. Am J Epidemiol, 1995, 133(8): 766-775.
- [4] VANEENWYK J, DAVIS F, BOWEN P. Dietary and serum carotenoids and cervical intraepithelial neoplasia[J]. Int J Cancer, 1990, 48(1): 34-38.

## Study on Natural $\beta$ -Carotene

LIU Jia-yong<sup>1</sup>, WU Ming-jian<sup>1</sup>, SHEN Guo-peng<sup>1</sup>, ZHANG Liu-qin<sup>2</sup>

(1. College of Chemical Engineering, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China; 2. Henan Agriculture School, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** In this paper, the extraction of the natural  $\beta$ -carotene is studied.  $\beta$ -carotene is the most important source of vitamin A, and vitamin A plays a very important part in the visual sense and some physiological functions of human body. In order to avoid the side effects of the by-products produced by chemical synthesis, natural  $\beta$ -carotene is extracted by proper solvents from maize protein meal, and higher yield is attained. Compared with the method of salt algae, it can bring about efficient social and economic benefits.

**Key words:**  $\beta$ -carotene; extract; maize protein meal