

## 叶蛋白的提取工艺<sup>①</sup>

邓 勇<sup>②</sup> 沈 群 卢 山 涂海根

(中国农业大学食品学院)

**摘 要** 对叶蛋白主要提取工艺进行了分析比较,提出了改进叶蛋白提取工艺的建议:选择适当的原料,确定适宜的收获期,改进萃取和蛋白质絮凝技术及叶蛋白的纯化技术。

**关键词** 叶蛋白;提取;沉淀

**中图分类号** TS219

### A Preliminary Study of Leaf Protein Extraction Technology

Deng Yong Shen Qun Lu Shan Tu Haigen

(College of Food Science and Engineering, CAU)

**Abstract** The main technologies for leaf protein extraction are analyzed and compared. Suggestions of improvement of Leaf protein extraction technology are put forward as follows: selection of suitable raw materials, determination of appropriate harvesting time, improvement of extraction and flocculation technologies, as well as purification technology of leaf protein.

**Key words** leaf protein; extraction; precipitation

叶蛋白是将新鲜植物绿叶切碎压榨后从汁液中分离出的蛋白质制品。我国有 100 多种可开发利用的叶蛋白资源,包括树木鲜叶、农作物鲜叶、牧草和绿肥鲜叶三大类,遍布我国大江南北。大规模开发利用这些资源是提高蛋白质生产总量的有效途径,可缓解我国饲料蛋白质的严重不足,促进畜牧业发展,改善人民的膳食结构。

#### 1 叶蛋白的营养价值及作用

据实验分析,叶蛋白制品含蛋白质 50%~65%,脂肪 15%~30%,灰分 0.5%~1.5%,可利用碳水化合物 5%~20%,粗纤维 0.5%~1.5%(相对较宽的数值范围是由于植物绿叶和处理方法间的差异)。叶蛋白含有 18 种氨基酸,包括 8 种人体必需氨基酸,且其组成比例较为均衡,与联合国粮农组织推荐的成人氨基酸模式基本相符,特别是赖氨酸含量较高,这对多以谷物类为主食的第三世界国家尤为重要<sup>[1]</sup>。据肯尼亚、斯里兰卡、印度等国的儿童营养试验分析,食用叶蛋白的营养效果与喝牛奶相同,且明显优于习惯食谱组。叶蛋白制品富含叶黄素(1.0~

收稿日期:1997-06-02

①国家“九五”科技攻关项目

②邓 勇,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)113 信箱,100083

$1.3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ),平均利用效率为  $1.092 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,还含有大量的胡萝卜素、必需脂肪酸、多种维生素,以及铁、镁、钙、锌、铜等矿物质元素,具有防病治病、防衰抗衰、强身健体等多种生理功能,并可作为禽肉、蛋黄的天然着色剂。笔者在中国农业大学所做的叶蛋白强化膳食营养学试验也证明,进食叶蛋白能够显著提高大学生血红蛋白含量,改善贫血状况。

目前,我国饲料蛋白每年短缺约 1 000 万 t,随着人民生活水平的不断提高,膳食结构的改善和养殖业的发展,饲料蛋白的供需缺口将进一步扩大。我国人均粮食占有量不足 400 kg,不可能拿出更多的粮食用作饲料,也不可能用减少粮食作物种植面积的办法来增加油料作物的生产,这使大量增加饼粕类饲料蛋白受到了限制<sup>[2]</sup>。因此,开发新的蛋白资源,是当前的一项紧急任务。

## 2 叶蛋白研究的历史与现状

叶蛋白研究的历史可以追溯到 1773 年。当时 Roulle 用酒精从绿色植物中提取了有色絮凝物质,即叶蛋白,之后叶蛋白的研究一直未有多大的进展。20 世纪 40 年代初,英国科学家 N. W. Pirie 等,为解决蛋白食品短缺的问题,开始了从绿叶中提取蛋白质的研究,并于 1964 年在英国建立了全球性叶蛋白研究实验室。70 年代世界性蛋白饲料供应的紧张再度促成叶蛋白研究高潮。进入 80 年代后,国际上专门成立“绿色植物研究协会”协调交流叶蛋白的研究与开发工作。自 90 年代以来,叶蛋白研究范围进一步从单纯的叶蛋白粗制品向高档叶蛋白精制品、食品、医药保健产品及精细化工产品等方面发展,呈现出全方位、多层次、综合研究开发的特点。从 1982 年召开第 1 届叶蛋白国际会议到 1996 年已召开了 6 届叶蛋白国际会议,就叶蛋白研究和生产进行了广泛讨论和学术交流<sup>[3]</sup>。

大规模的饲料叶蛋白工业始于 20 世纪 60 年代,美国、新西兰、澳大利亚、日本、丹麦、法国、意大利和苏联等国都先后实现了工业化生产,其中以法国成效最为显著。叶蛋白工业生产历经半个多世纪的起伏,目前正处于低潮。叶蛋白工厂由于生产规模较小,发展方向不明确,产品单一,加工技术不完善,经济效益太低而纷纷倒闭。叶蛋白生产成本过高,商业化生产困难的问题必须解决。

## 3 叶蛋白提取工艺的分析比较

叶蛋白生产工艺三大关键性环节(压榨取汁、汁液中蛋白质的絮凝及分离和叶蛋白的浓缩干燥)中蛋白质的絮凝和分离是叶蛋白提取工艺的核心。下面就国内外现有的叶蛋白提取工艺分别予以分析和比较。

### 3.1 加热法

加热法是把汁液直接进行加热得到絮凝物,通过离心分离得到粗蛋白的方法,是应用最早、最普遍的传统方法。目前世界上叶蛋白生产规模最大的法国苜蓿公司采用的就是加热法。其主要优点是操作方便,沉淀快,絮凝物结构紧密,体积明显小于酸法和发酵法,易于过滤收集。此外,它能破坏多种活性酶,特别是脱镁叶绿素产生的叶绿素酶,使叶绿素得到保护。但它耗能大,成本高,不利于经济化生产,特别是在我国电力供应还十分紧张的情况下不可能普遍推广使用。

### 3.2 酸碱度法

酸碱度法的原理是利用蛋白质在等电点条件下或强碱作用下的变性沉淀。其中酸法是用盐酸等将汁液的pH值调节至4.0左右直至产生叶蛋白沉淀,通过离心分离和干燥得到粗蛋白。它操作方便、无须加热、节省能源、成本低、沉淀快、可减少生物碱含量,但此类絮凝物结构疏松,不易过滤分离,还加速了不饱和脂肪酸的氧化,胡萝卜素的损失增多。

碱法则是将pH值调节至强碱条件(大于10),以产生较好的絮凝效果。其优点基本上与酸法相同,并可破坏多种不利因子,如某些酶类、植物雌激素和皂素等;但不如酸法使用方便和普遍。

### 3.3 有机溶剂法

有机溶剂法是在汁液中加入有机溶剂,降低介电常数,使蛋白质沉淀析出通过离心分离得到粗蛋白沉淀物的方法。它具有其他方法不可比拟的优点,可除掉类脂化合物、叶绿素以及类胡萝卜素等植物色素和多酚类等导致叶蛋白有不良风味和颜色的物质,从而解决叶蛋白在干燥过程中变黑变硬的问题,使其易于干燥,食用消化率升高;但有机溶剂法操作复杂、设备投资大、成本高,一直未被用于生产。

### 3.4 发酵法

发酵法是利用乳酸菌发酵生成发酵酸(以乳酸为主)作为叶蛋白的沉淀剂,通过离心分离而得到粗蛋白沉淀物的方法。它包括直接发酵法和发酵酸法。前者是将菌种直接加入过滤汁液中进行发酵沉淀,后者是将预发酵的发酵酸加入汁液中混合沉淀。发酵法的最大优点是省能、无废物、无污染,而且使一些抗营养物质失去活性,工业化生产规模大小均可;但由于用发酵法制得的絮凝物结构疏松、难于分离,以及工序较多且复杂,目前使用不太普遍。

除上述4种方法外,还有超滤、电浓缩等叶蛋白提取方法,但都还不很成熟,仍处于探索阶段。

## 4 对叶蛋白提取工艺研究的建议

叶蛋白工业当前的困境是经营管理、规模效应、政策环境、技术经济等诸多因素造成的。现有叶蛋白提取技术还不完善,特别是我国叶蛋白提取技术的研究还有待深入研究和多层次深度开发,改进并完善现有技术,提高叶蛋白提取率和产品纯度,简化、规范生产技术,降低综合成本,使叶蛋白工业在我国得以迅速发展。笔者通过对叶蛋白提取工艺研究历史和现状的分析,提出如下的建议和构想。

### 4.1 合适的原料选择

试验表明,不同的原料蛋白质含量不同,加工适性差异甚大。原则上应选取蛋白质含量高、易加工提取、成品纯度高的原料,作为叶蛋白加工品种。紫苜蓿就是生产叶蛋白的优质原料。此外,籽粒苋也颇具开发潜力,其叶片蛋白质含量很高,经测定,红苋K112叶片的粗蛋白含量高达28.41%(干基),略高于紫苜蓿,且籽粒苋具有抗逆性强、适应性广、产量高等特性,适于在我国边疆和荒山荒地种植。自1982年从美国引进40多个优良品种以来,在各地试种成功,种植面积已扩大到5.33万hm<sup>2</sup>。笔者正从事于籽粒苋叶蛋白提取工艺的试验,以期在提取技术上攻克难关。高秆菠菜是1995年从中亚引进的一种饲料作物新品种,其最大特点是寿命长、抗寒、耐盐碱、生长快、高产、优质,是目前产草量和蛋白质含量最高的栽培作物之一,干物质中粗

蛋白含量为30%~40%,且其细胞壁薄、个体大、汁液多,特别适于加工叶蛋白。从笔者的初步试验结果看,其加工适性好,蛋白质易于提取分离,产品纯度高,蛋白质含量约60%,高于苜蓿叶蛋白制品,是理想的加工原料。这些优质原料有待深入研究和开发。

#### 4.2 适宜的采收期

叶蛋白加工对原料的老嫩程度有一定要求。鲜叶的干质量与叶蛋白提取效率一般呈负相关,干质量大者提取效率较低。这是由于干质量大的原料较老,纤维素含量高,妨碍叶蛋白的提取,故在叶蛋白加工时必须考虑原料的老嫩程度,确定适宜的采收期。采收期因原料而异,应在原料生长量适当,蛋白质含量高,鲜嫩多汁时采收,以利于加工操作。

#### 4.3 高效萃取技术的研究开发

不同溶剂对叶蛋白萃取效率有显著影响,同一溶剂pH值不同,叶蛋白萃取率也不同;因此,应根据原料特性,研究最佳的萃取溶剂和萃取条件,尤其是应研究和开发适于叶蛋白萃取、无毒、廉价的表面活性剂,以利于提高叶蛋白的提取率。

#### 4.4 叶蛋白絮凝工艺的优化

现有叶蛋白絮凝方法各有不同特点和适应性,目前还未发现一种适于所有原料的方法。特定的原料需要特定的絮凝方法,才能获得最佳的絮凝效果。叶蛋白工业上使用的絮凝方法多单一化,其最大缺点是蛋白质回收率低;因此,改进现行的单一方法,研究开发新的复合方法,是今后叶蛋白研究的重点。笔者正在探讨加热法与酸法结合的可行性,原理上讲是可行的,因为它们的絮凝机理不同,叶蛋白经受2种不同的处理,增加了絮凝机会和敏感性,故絮凝效果更佳。模拟发酵酸法为叶蛋白絮凝技术的又一研究热点。其较强的缓冲性,可使较宽范围等电点的叶蛋白沉淀,同时它的生物活性物质可促使蛋白质凝聚。发酵酸的化学本质是以乳酸为主,同时含有乙酸、丙酸、丁酸等的混合有机酸,其PKa值不同,对蛋白质的沉淀性能各异,使用时各自发挥作用,絮凝效果优于单一有机酸。笔者正试图模拟发酵酸的作用机理,研究开发絮凝效果好的各种有机酸和有机酸与无机酸的人工复配酸,最终开发出使用更加简便、效果更加突出、成本更加低廉的叶蛋白絮凝技术。

### 参 考 文 献

- 1 郑建仙. 食用蛋白新资源——叶蛋白. 全国首届叶蛋白学术讨论会论文集. 北京:全国饲料工业办公室, 1994. 68~70
- 2 刘继业. 将我国叶蛋白研究与开发推进到新的阶段. 全国首届叶蛋白学术讨论会论文集. 北京:全国饲料工业办公室, 1994. 1~2
- 3 李立人. 国际叶蛋白的研究及开发. 全国首届叶蛋白学术讨论会论文集. 北京:全国饲料工业办公室, 1994. 6~8