

大豆加工利用研究进展

程莉君¹,石雪萍²,姚惠源³

(1. 南京第十三中学,南京 210008;2. 南京野生植物综合利用研究院,南京 210042;3. 江南大学食品学院,无锡 214036)

摘要 对大豆加工国内外发展概况、大豆营养价值、功能因子、以及大豆功能食品加工工艺几个方面作了综述,进一步认识到大豆的加工利用价值,为大豆的进一步开发提供参考。
关键词 大豆;功能特性;功能因子;研究进展
中图分类号 S565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2007)05-0775-06

RESEARCH PROGRESS ON THE PROCESSING AND UTILIZING OF SOYBEAN

CHENG Li-jun¹,SHI Xue-ping²,YAO Hui-yuan³

(1. *The Thirteenth Middle School of Nanjing,Nanjing 210008*;2. *Nanjing Institute for Comprehensive Utilization of Wild Plant,Nanjing 210042*;3. *School of Food Science,Southern Yangtze University,Wuxi 214036*)

Abstract In this article,the developing trends of soybean processing,the nutritional value,functional factor and process technique of the soybean functional food were summarized in detail.The exploitation prospect was further realized.This paper will provide a reference for the exploitation and utilization of soybean.
Key words Soybean;Functional characteristics;Functional factor;Research progress

近年来,随着人们对食物和人体健康关系的深入研究,大豆食品对人体的各种保健功能越来越成为国际医学界和食品加工业界热门的课题。目前,科技界对大豆中的异黄酮、皂角甙等所谓“抗营养因子”有了更新的认识,特别是发现了大豆中的多种微量生物活性物质能防治由于营养过剩而引起的“富贵病”——如高血压、高血脂、冠心病、糖尿病、乳腺癌等功效后,大豆身价陡增,成为新世纪的全球性健康食品。

1 国内外发展概况

目前,世界上对大豆食品研究开发和生产比较

先进的国家是美国和日本。美国在制订政策鼓励大豆生产的同时,还大力发展大豆蛋白生产,如脱脂大豆粉、浓缩大豆蛋白、分离大豆蛋白和组织状大豆蛋白等。美国的大豆制品广泛应用于食品、化工、医药等领域,仅添加大豆蛋白的食品就达 2500 种。在美国 50 个州中已有 40 个州将大豆分离蛋白加入中小学生的营养餐中。美国 FDA 已通过相关法规,允许含有大豆蛋白的食品在标签上注明其具有保健作用。从 20 世纪 90 年代初,大豆食品在美国每年以 10%~15% 的速度增长,成为美国食品工业发展最快的行业之一。

日本在年进口大豆约 500 万吨条件下,已形成

收稿日期:2006-12-12
作者简介:程莉君(1958-),女,副教授,南京市特级教师,研究方向为生物教学与研究。
通讯作者:石雪萍。E-mail:stbdw@yahoo.com.cn; Tel: 025-80828392

大规模的大豆加工产业。阿根廷 1997 年出口豆油 200 万吨、豆粕 920 万吨，分别占世界出口量的第一位和第二位，因而大豆在该国被称为“奇迹作物”。欧洲共同市场曾将 1991 年定为“欧洲黄豆年”，旨在推广黄豆制品，特别是豆腐。在以乳酪闻名世界的法国，人们称豆腐为“大豆乳酪”。法国人认为，乳酪含脂量通常都在 40% 以上，而豆腐却无此弊病，是最佳健康食品。

大豆的发展有赖于大豆加工业的发展。世界各国都高度重视对大豆的加工利用，大豆制品的花色品种越来越多，加工技术水平也不断提高。据统计，到目前为止，以大豆为原料加工制作或精炼提取的大豆制品已达 1.2 万种，其中包括具有几千年历史的中国式传统豆制品和近几十年来发展起来的采用新工艺新技术生产的新兴豆制品，如大豆纤维食品、大豆磷脂食品、大豆异黄酮产品、大豆肽和水解蛋白质产品、大豆仿肉制品等。美国仅在 16 种食品中，每年就添加大豆蛋白 140 万吨^[1,2]。

尽管以豆腐为代表的中国式传统豆制品的生产已有 2000 多年的历史，但我国豆制品生产技术的发展是极其缓慢的。近几年，通过技术改造和引进国外先进技术，工人的劳动强度大大降低，生产效率大幅度提高。据不完全统计，全国豆制品自动、半自动生产流水线已达 1000 余条。我国的大豆制品还是以传统食品为主，90 年代，世界大豆分离蛋白年产量达到 70 万吨，美国占了 30 多万吨，我国目前还不足 3 万吨。我国大豆加工食品无论品种、数量还是质量都与世界先进国家相比有很大差距，远远不能满足消费者的需要。

2 大豆蛋白

2.1 大豆蛋白的营养保健价值

大豆及其产品蛋白质含量高，整粒大豆、大豆粉、浓缩大豆蛋白、大豆分离蛋白分别含 42%、50%、70%、90%~95% 的大豆蛋白。相当于稻米的 5 倍，小麦的 3.3 倍，鸡蛋的 3 倍，瘦猪肉、牛肉、鱼、虾、鸡的 2~3 倍。此外，大豆蛋白含有 8 种人体必需氨基酸，不但种类齐全，而且各种必需氨基酸含量构成比例评分较高。除蛋氨酸偏低，赖氨酸偏高，其他接近 WHO 推荐的“理想蛋白质”标准。粮谷类蛋白质中蛋氨酸含量丰富，赖氨酸含量偏低，因此豆类蛋白与粮谷蛋白质是非常理想的互补蛋白^[3]。大

豆蛋白以其很好的蛋白质特性而著称。大豆分离蛋白的生物活性成份主要有蛋白质(氨基酸)、异黄酮(三羟基异黄酮和黄豆甙原)、皂甙、蛋白酶抑制剂、微量元素及其它。有关专家证明，大豆中含有特殊物质具有防癌功效，即异黄酮、蛋白酶抑制剂、皂甙、肌醇元磷酸酶、植物固醇等，大豆蛋白防癌机理与其成配比有关^[4]。此外，由于大豆蛋白有少量异黄酮，具有弱雌激素活性，称植物性雌激素。因此，可用于防治骨质疏松和改善更年期综合征^[5]。

大豆蛋白对健康所起的积极作用主要有：(1)大豆蛋白有助于降低血浆胆固醇水平这已被大量证据证实。每天食用 47 g 大豆蛋白就能降低血液中低密度脂蛋白(LDL)胆固醇、总胆固醇和甘油三酯，而不会降低高密度脂蛋白(HDL)胆固醇。对于胆固醇水平很高的人群只要每日 25 g 大豆蛋白就能起到明显效果。由于高血浆胆固醇是导致心脏病、动脉粥样硬化的主要因素，因而大豆蛋白对防治心血管疾病，保证心脏健康有重要作用。(2)大豆蛋白能阻止尿钙损失，有助促进骨质健康。动物蛋白质富含含硫氨基酸，会加快尿钙损失，导致机体钙负平衡。大豆的含硫氨基酸含量偏低，是所有高蛋白食品中引起尿钙损失最少的。动物实验证明，食用大豆蛋白能阻止骨质丢失，从而减少患骨质疏松的危险。(3)大豆蛋白的摄入有促进肾功能的效果。对患肾脏疾病的动物试验中发现，摄食大豆蛋白食物的试验组的成活率高而且肾脏的受损程度低。有研究指出肾病患者食用大豆蛋白与限制蛋白食物可达到相同的效果，也就是说，大豆蛋白可以作为肾病患者相对安全的蛋白质来源。(4)大豆蛋白可被用于调节经前期妇女的生理周期，这一效应可能降低乳腺癌的发生率。一项长期日常饮食研究证实，大量食用大豆食品者患乳腺癌的机率下降^[6]。食用大豆蛋白在有关健康的几个方面显示出积极的效果，有些效果的机理尚在研究之中，实验中发现某些方面需要大豆蛋白与异黄酮。此外，由于大豆蛋白有少量异黄酮，具有弱雌激素活性，称植物性雌激素^[7]。因此，可用于防治骨质疏松和改善更年期综合征。(5)大豆蛋白可以降低胆固醇，研究表明大豆蛋白质可以十分有效的降低血液中脂肪性物质——血胆固醇的水平。

2.2 大豆蛋白的加工研究现状

工业上的大豆蛋白通常是由脱脂豆粕加工而成，按蛋白含量分为大豆粉(蛋白含量 50 % 以上)、

大豆浓缩蛋白(蛋白含量 70% 左右)和大豆分离蛋白(蛋白含量 90 % 以上)。国际上美国和日本技术领先,主要集中于大豆蛋白功能性的开发,已开发出多种专业化的大豆蛋白产品。如国际上生产大豆分离蛋白最具实力的 PTI 公司,其产品可以细分为高乳化型、高分散型、凝胶型等 80 多种产品,广泛应用于肉制品、乳制品、面制品等 10 类产品中。而 ADM 公司也公布有 18 种大豆分离蛋白产品,如高分散性用于注射肉、高溶解性用于调味品、低糖度用于乳品饮料及婴儿专用粉等。而我国由于长期以来只重视大豆制品的营养价值,导致了生产技术落后,以及盲目地引进国外大豆分离蛋白的生产技术和应用技术,结果使产品单一,基本上只能用于生产火腿肠这一种产品^[8]。

大豆蛋白的加工方法有碱提酸沉法和膜分离法。碱提酸沉是传统工艺,是目前国内生产大豆分离蛋白普遍采用的方法。利用大豆蛋白的溶解特性,此法分三步,萃取:采用弱碱性水溶液浸泡低温脱脂豆粕,使可溶性蛋白质及碳水化合物(低分子糖类)等萃取出来,再离心分离除去不溶性的纤维及其他残渣物,分离出来的湿渣送入流化床干燥器内进行干燥。酸沉淀:用一定量的酸(盐酸或硫酸)加入已溶解出来的蛋白质中,调节其 pH 值到大豆蛋白的等电点(约为 pH4.5),这时大部分蛋白质沉淀下来,只是有极少部分蛋白质溶解在溶液中,继续用离心机分离把蛋白凝胶与乳清分开。中和、灭菌与干燥:即将蛋白凝胶进行解碎,加入氢氧化钠碱液中和,在高温下快速灭菌经均质后进行喷雾干燥成粉状物。该法虽然简单易行,但存在着许多难以克服的不足,如可溶性成分去除不彻底,耗酸碱量大,产品纯度低、灰分高、色泽深、离子含量高,大大影响了我国大豆分离蛋白在国际市场上的竞争力。膜分离法即根据大豆中成分分子量的不同,在压力的作用下,一部分小分子透过膜,另外大分子物质就被截留,这样就可以把大豆蛋白和其他物质分离开来^[9]。膜分离方法的优点是(1)提取率高;(2)工艺简单、投资少;(3)酸碱消耗少;(4)产品功能特性好;(5)无废水污染。但膜法提取大豆蛋白,目前还没有很好地应用于工业化生产,主要原因是,膜分离过程中膜的污染使膜通量大幅度下降的问题没有解决。采用该工艺生产大豆分离蛋白,大豆蛋白提取率传统碱提酸沉大豆蛋白得率约为 85 %,超滤浓缩大豆蛋白得率达 93.5 % 以上^[10]。

为了提高大豆蛋白的功能性质,需要对大豆蛋白进行改性^[11]。改性是用化学因素(如化学试剂、酶制剂等)或物理因素(如热、高频电场、射线、机械振荡等)在蛋白质二级、三级和四级水平下,使其氨基酸残基和多肽链发生某种变化,引起蛋白大分子空间结构和理化性质的改变,从而获得较好的功能特性或营养特性。对改性蛋白质功能性的研究一般着重于食品方面的应用,如溶解性、粘度、凝胶性、乳化性等。

3 大豆中的其它功能因子

随着食品科技、医学、生物技术水平的不断提高及人们饮食观念的更新,大豆中的一些成分的功能特性被重新认识,这就为新型大豆功能性食品的开发提供了新的途径。

3.1 大豆多肽

大豆多肽是以大豆蛋白为原料经蛋白酶水解并经分离精制所得到的以分子量低于 1000 为主的低分子肽,其氨基酸组成几乎与大豆蛋白完全一样,必需氨基酸含量高。大豆多肽除具有优于大豆蛋白的加工特性(如高保湿性、发泡性、非酸沉性等)外,还具有许多独特的生理功能特性:(1)易消化吸收性和低抗原性。现代生物代谢研究表明,人类摄食蛋白质经消化道酶作用后主要是以肽形式(二肽、三肽)吸收,并且比氨基酸更易更快被机体吸收利用,同时多肽的低抗原性使食后不会引起过敏反应,所以大豆多肽可作为肠道营养剂或手术后恢复病人的食品;(2)大豆多肽具有降压和阻止胆固醇水平升高的作用;(3)国内外研究还表明,选择适当的酶类、水解条件以及分离精制方法生产高支链氨基酸和低芳香族氨基酸含量组成的肽对肝性脑病有较高的治疗效果^[12~14]。近年来,科学家发现活性肽通过小肠吸收能直接进入血液,并具有独特的生物学功能。它能防治血栓、高血脂和高血压,还可以延缓衰老、提高机体免疫力^[15]。大豆蛋白活性肽等于将部分人体完成困难的消化过程拿到体外进行,是新兴的营养保健源,还是应用广泛的食物添加剂,有着诱人的经济前景。

3.2 大豆低聚糖

大豆低聚糖是大豆中所含可溶性碳水化合物的总称,其主要成分是水苏糖、棉子糖和蔗糖,大豆低聚糖的甜度约为蔗糖的 70%,热值仅为蔗糖的

50%,且具有良好的热、酸稳定性。大豆低聚糖中除蔗糖外其他糖类均不能为人体所消化吸收,但水苏糖和棉子糖作为双歧增殖因子,能够活化肠道内的有益菌—双歧杆菌并促进其增长繁殖,产生大量醋酸、乳酸降低肠内的 pH 值从而抑制大肠杆菌等有害菌的生长繁殖;同时大豆低聚糖属水溶性膳食纤维,不能为人体消化吸收,但能促进肠道蠕动,防止便秘,还具有提高免疫能力、分解致癌物质的作用。

3.3 大豆膳食纤维

大豆膳食纤维主要是指大豆中那些不能为人体消化酶所消化的高分子糖类的总称,主要包括纤维素、果胶质、木聚糖、甘露糖等,膳食纤维尽管不能为人体提供任何营养成分,但对人体具有重要的生理作用。是预防高血压、冠心病、肥胖症等“富贵病”的重要食物成分,因此医学及营养学界公认膳食纤维是“第七大营养素”。

3.4 大豆卵磷脂

大豆毛油中含约 1.1% ~ 3.5% 的磷脂,以卵磷脂、脑磷脂及磷脂酰肌醇为主,其中卵磷脂是一种强乳化剂,能够阻止胆固醇在血管内壁的沉积并清除部分沉积物,使之保持悬浮状态。促使脂类通过管壁为组织所吸收利用,同时还可以降低血液粘度,促进血液循环,对预防心脑血管病有重要作用。食物中的卵磷脂被机体消化吸收释放出胆碱,并随血液循环系统送至大脑,促进大脑活力提高,记忆力增强。它是大豆中主要的健脑益智、延缓衰老成分^[2]。

3.5 植物雌激素

大豆中含有的植物雌激素(羟基异黄酮及木脂素)具有抗氧化的功效。动物实验证实,高植物雌激素饮食显著降低了脂质过氧化物的形成^[16]。这种植物雌激素能保护血管内皮细胞,使其不被氧化破坏。对日本妇女的研究发现,由于植物雌激素的替代作用,多食豆制品可以显著减少绝经后综合症的发生^[17,18]。

研究发现,大豆中的植物雌激素可以有效抑制睾酮,后者是诱发男性前列腺癌的重要物质。有人观察到移居美国的日本男性,经过两代后他们的前列腺癌发病率明显高于日本本土的男性,并确认与豆制品摄入减少有关。大豆植物雌激素同样也能抑制乳腺细胞的雌激素受体,减少妇女乳腺癌的发病率。此外,关节炎患者多食用豆制品可以减少非

类固醇消炎药的用量。而且,大豆蛋白同样能使慢性肾衰患者尿蛋白丢失减少,延缓肾脏纤维化过程^[12]。

4 大豆功能性食品的生产工艺

4.1 大豆多肽的生产工艺

大豆多肽的生产原料为低变性脱脂大豆粕。豆粕首先要经弱碱浸泡、磨浆分离、酸沉、中和调浆一系列工序得到浓度约 10% 的分离大豆蛋白溶液:接着在 pH 值为 8.0,温度为 70℃ 条件下加热 10 min,主要目的是提高酶解速率;然后在温度为 45℃、酶用量为 E/S = 2%, pH = 8.0 条件下水解 4 h。加酸调 pH 值至 4.3 使未水解的大豆蛋白酸沉而除去,并加热升温至 70℃,维持 15 min 钝化蛋白酶,因此得到水解率为 70℃ 的大豆蛋白水解物溶液;随后用固液比为 1: 10 的活性碳粉在 50℃ 下搅拌 30 min 后冷却过滤,可达到明显的脱色、脱苦、脱臭效果^[19]。脱色、脱苦、脱臭后使大豆多肽溶液缓缓流经阴阳离子交换树脂除去酸沉、中和调浆及水解过程中所加入的酸碱生成的盐最后在 670 mmHg 的真空度下浓缩 30 min,即得到成品大豆浓缩液为澄清的浅黄色溶液,无豆腥和其他任何异味;可直接作为流食食用;亦可与果汁、糖、酸按一定比例制成酸甜适口的蛋白类饮料。

4.2 大豆低聚糖浆生产工艺

大豆低聚糖的生产是以生产浓缩大豆蛋白或分离大豆蛋白时的上清液即大豆乳清的原料,大豆乳清中以含大豆低聚糖为主,还含有少量大豆乳清蛋白(非酸沉蛋白质)和离子成分如氯化钠,所以生产大豆低聚糖首先要除去乳清中的蛋白质,本工艺采用超滤法除去大豆乳清蛋白,已知大豆乳清蛋白的平均分子量为 15 000,故选用截留分子量为 10 000 的聚砜膜,组件形式采用中空纤维式,有效膜面积 3.5 m²;脱色采用碳液重量体积比为 0.2% (w/v) 的活性碳粉于 50℃ 处理 30 min;由于生产蛋白时采用碱提酸沉法添加了酸碱而生成了盐,所以要除低聚糖溶液中的离子成分如 Na⁺ 和 Cl⁻。脱盐后的低聚糖溶液要进行超高温瞬时杀菌,最后进行真空浓缩至固形物含量为 76%,即得成品大豆低聚糖浆,该产品为无色透明液体状,水苏糖和棉子糖含量分别为 18% 和 6%,可直接作口服液,亦可替代蔗糖添加至清凉饮料、酸奶、乳酸菌饮料中以满足低热量

要求^[20]。

4.3 大豆膳食纤维加工工艺

豆渣作为大豆蛋白生产中的副产品,长期以来作为饲料,随着食品科学的发展,人们从营养学角度重新认识豆渣,豆渣(干基)含蛋白质 20%,碳水化合物 53.3%,脂肪 3.3%,此外还含有钙、磷、铁等矿物质,用豆渣生产膳食纤维是大豆综合利用的一条新途径。为了改善膳食纤维的口感和气味,首先要采用加碱蒸煮脱腥法,碱液浓度为 0.85%,蒸煮温度为 110℃,时间为 15 min,豆腥味脱除彻底。脱腥后的豆渣加入浓度为 1.5%的过氧化氢溶液在 40℃下处理 1.5 h 进行脱色处理,脱色效果良好为了去除豆渣中残存的过氧化氢,加入强还原剂 H_2SO_3 对其进行分解,然后用水冲洗三次,可以有效去除残存的过氧化氢接着将豆渣送入挤压蒸煮机在压力为 0.8~1.0 MPa,温度为 180℃左右条件下进行挤压、剪切、蒸煮处理,不但改善了大豆膳食纤维的色泽和风味,更重要的是由于高温、高剪切力作用,使得大分子的不溶性纤维组分的部分连接键断裂,转变成较小分子的可溶性膳食纤维,由此更加强了产品的功能特性;同时又起到了高温短时杀菌作用。随后经干燥、冷却、粉碎后即得成品大豆膳食纤维,外观为乳白色,无豆腥味,粒度为 100~2000 μm ,膳食纤维含量为 60%,大豆蛋白质含量为 18%,可以直接作糖尿病的食品,满足低热量和高蛋白的要求,亦可以作为功能性食品基料添加至面包、饮料等食品中。

4.4 大豆卵磷脂和工艺

生产大豆卵磷脂的原料是大豆毛油水化脱胶时的油脚,这种油脚含油 30%,含水化磷脂为 70%,利用卵磷脂溶于乙醇而脑磷脂不溶于乙醇且二者都不溶于丙酮的特性,来分离精制大豆卵磷脂。水化油脚含水分较高,需及时进行浓缩,为防止磷脂颜色变深,采用真空浓缩法,在 670 mmHg 的真空度下浓缩至水分含量为 5%,接着加入等体积的 95%的乙醇溶液,并加热至 60℃同时进行搅拌,使卵磷脂溶于乙醇溶液中,待乙醇浸提液呈棕黄色时,停止搅拌,静置 10 min,将含卵磷脂的乙醇浸提液与脑磷脂沉淀物加以分离;通过减压蒸馏回收乙醇后,加入浓度为 1.5%~2.0%的 H_2O_2 溶液,调节 pH 值至 4.0,进行 2~3 h 的脱色处理,最后通过加热将 H_2O_2 蒸发掉;往脱色漂白的卵磷脂混合物中加入等量的无水丙酮同时进行搅拌,浸出混合物中少量的油脂和脂

肪酸,静置 15 min 后,将上清液去除;将脱油后的卵磷脂送入真空干燥箱,在真空度为 650 mmHg 和温度为 60℃条件下处理约 2 h,直至无丙酮味为止,即得成品大豆卵磷脂,需避光、密闭保存。

利用大豆加工中的副产品开发生产出大豆多肽、大豆低聚糖、大豆膳食纤维及大豆卵磷脂、大豆异黄酮这些高附加值的功能性食品,不仅可改善全民的营养健康水平,同时也为大豆加工企业的资源综合利用提供了一条新的有效途径。

5 展望

在追求科学营养、绿色食品的消费趋势中,人们越来越青睐富含蛋白质和高质量油脂、能预防高血压等“富贵病”的大豆食品。消费热使大豆产业迅速壮大。据统计,1950 年至今,世界大豆产量已从 0.14 亿吨增长到 1.5 亿吨。世界农业展望理事会主席杰拉尔德·班根博士认为,从世界农业贸易的长远走势来看,市场对植物油、肉类和大豆食品的需求将会有较大幅度的上升。

大豆的消费潜力在国内市场更为明显。据中国医学科学院专家测算,目前我国人均大豆蛋白质日摄入量应不少于 70 g。按照这一营养标准推算,近 13 亿人口每年对大豆蛋白的需求折合成大豆就超过 1000 万吨。加上畜牧业、食品加工业等用途,我国每年对大豆的潜在需求总量约 3 000 万吨。即使达到这一理想化的消费目标,我国人均大豆消费量也只有 17.8 kg,远低于发达国家水平。随着人们对大豆营养价值认识的提高,国内相关的宣传报道增加,国内形成了大豆制品开发和销售的大好局面,不少有实力的公司和食品工程研究所不断推出各类大豆制品新的生产线和系列新产品。但和日本等国家相比,生产质量稳定性差些,包装有些粗糙简单,生产工业化程度不高,自动计量、密封包装以及延长保质期等各方面都不同程度地处于落后局面。鉴于大豆制品营养价值高,在产品种类和风味上我国占有传统优势,加上国家对大豆制品的重视,例如“国家大豆行动计划”的实施,展示出大豆制品的广阔开发前景,在以后的开发中,要注意在工艺的标准化、生产自动化、品种多样化、包装精致化、管理科学化等各方面作努力,力争使大豆制品这一有重要价值的产品,为我国人民的身体健康发挥更大的作用。

参 考 文 献

[1] 吕凤霞,陆兆新.大豆生理活性物质功能的研究进展[J].食品科技,2001,5:69-71.

[2] 刘小杰,袁长贵.大豆磷脂的研究进展[J].中国食品添加剂,2001,4:15-19.

[3] 刘炳智,王涛.大豆成分的功能及其应用研究进展[J].食品研究与开发,2001,22(2):25-28.

[4] 于志萍,王昌禄,顾晓波.大豆皂苷的研究与进展[J].粮油食品科技,2002,10(3):17-18

[5] 毛峻琴,宓鹤鸣.大豆异黄酮的研究进展[J].中草药,2000,31(1):61-64.

[6] 刘志胜,李里特,辰巳英三.大豆蛋白营养品质和生理功能研究进展[J].大豆科学,2000,19(3):264-268.

[7] 高俊涛,赵春燕,宫丹.大豆异黄酮的研究进展[J].第四军医大学吉林军医学院(现吉林医药学院)学报,2005,26(1):56-58.

[8] 黄曼,卞科.大豆蛋白在工业上的开发利用及理化改性研究进展[J].郑州工程学院学报,2002,23(1):61-64.

[9] 李书国,陈辉,杜进民.中空纤维超滤器生产大豆分离蛋白的工艺研究[J].中国粮油学报,1999,14(4):21-24.

[10] 周伯川,杨帆.膜法提取大豆分离蛋白的研究[J].膜科学与技

术,1998,18(6):22-24.

[11] 郭永.大豆蛋白改性的研究现状及发展趋势[J].粮油加工与食品机械,2003,7:46-50.

[12] 周瑞宝,周兵.脱脂豆粕的加工和利用[J].中国油脂,2001,26(6):75-78.

[13] 李雄辉,黄晓萍,赵萍.大豆多肽生产与应用研究进展[J].江西科学,2004,22(4):311-316.

[14] 郭红莲.大豆蛋白生物降解及大豆肽的研究进展[J].粮油加工与食品机械,2005,4:50-52.

[15] 梁宇柱,张存劳,史晓峰.大豆蛋白质资源的开发与利用[J].中国油脂,1998,23(5):29-30.

[16] Wang H J,Murphy P A. Isoflavone content in commercial soybean foods [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,1994,42:1666.

[17] Pratt D E,Birac P M. Source of antioxidant activity of soybeans and soy products[J]. Journal Food Science,1979,44:1720.

[18] 庆伟,梅其炳,周四元.大豆植物雌激素药动力学研究进展[J].中国药学杂志,2002,37(12):887-889.

[19] 赵芳芳,张日俊.大豆肽研究进展[J].中国饲料,2004,1:22-23.

[20] 杨国龙,赵谋明,杨晓泉.超滤法生产大豆浓缩蛋白[J].食品与发酵工业,2004,30(8):120-124.

欢迎订阅 2008 年《中国农业科学》中、英文版

《中国农业科学》由农业部主管、中国农业科学院主办。主要刊登农牧业基础科学和应用科学研究论文;作物遗传育种·种质资源·分子遗传学;耕作栽培·生理生化;植物保护;土壤肥料·节水灌溉·农业生态环境;园艺·园林·贮藏·保鲜·加工;畜牧·兽医·资源昆虫;综述与专论;研究简报;快讯等。读者对象是国内外农业科学研究院(所)、农业大专院校、综合性大学的农业科研、教学与管理人员。

《中国农业科学》中文版多年来一直被国内外著名数据库收录。影响因子、总被引频次连续多年居全国农业科技期刊前列。

《中国农业科学》英文版(Agricultural Sciences in China)2002 年创刊,自 2006 年 1 月起,正式与国际著名的 Elsevier 出版集团合作,海外发行将由 Elsevier 全面代理,其电子版全文数据将登上 Elsevier 的 ScienceDirect 平台面向世界发行。

《中国农业科学》中文版大 16 开,每月 10 日出版,国内外公开发行。每期 320 页,定价 70.00 元,全年定价 840.00 元,国内统一刊号:CN11-1328/S,国际标准刊号:ISSN0578-1752,邮发代号:2-138,国外代号:BM43。

《中国农业科学》英文版大 16 开,每月 20 日出版,每期 128 页,国内订价 20.00 元,全年 240.00 元,国内统一刊号:CN11-4720/S,国际标准刊号:ISSN1671-2927,邮发代号:2-851,国外代号:1591M。

邮 编:100081;地址:北京 中关村南大街 12 号《中国农业科学》编辑部

电 话:010-62191637,68919808,62191638;传真:010-68976244

网 址:www.ChinaAgriSci.com E-mail:zgnykx@mail.caas.net.cn