

大豆多肽研究概况及其在运动饮料中的应用

龚树立

(中国食品发酵工业研究院 北京 100027)

摘要 阐述了大豆多肽研究的发展状况,以及其它的生理学活性和物理化学特性。介绍了大豆多肽在运动领域中的应用,以及通过饮用大豆多肽运动饮料后的人体试验结果。  
关键词 大豆多肽,生物活性,物理化学特性,运动饮料

在所有的植物蛋白中,只有大豆蛋白被联合国粮农组织 FAO/WHO/UNU 于 1985 年指定为 2~5 岁的儿童食用,因为它能提供所有的必须氨基酸。但由于大豆蛋白自身功能的一些缺陷,使它们的应用受到了较大的限制,如大豆蛋白溶解度低,无法作为功能性成分在乳制品、酸性饮料等食品体系中加以利用,又如大豆蛋白具有一定的抗原性,而且其消化率和生物效价远不及牛乳、鸡蛋等动物性蛋白。所有这些都大大限制了大豆蛋白的利用领域。为了改善大豆蛋白的功能特性,拓宽其应用领域、开发其潜力,因此提出了大豆蛋白水解,即大豆多肽的研究开发。

1974 年美国成立了专门研究水解蛋白课题的机构。20 世纪 70~90 年代日本不二制油公司在制油副产品的开发中也致力于大豆多肽的研究,从产酶菌株的选育,到水解工艺的确

定、水解产物的脱苦精制均取得了技术上的突破。20 世纪 80~90 年代我国也有多家高校及研究院所进行了大豆多肽的研究,“九五”期间我国将大豆多肽研究列为国家科技攻关课题——“大豆寡肽的功能研究”,由中国食品发酵工业研究院承担的这一课题已通过国家鉴定,并已在山东都庆生物技术有限公司实现工业化规模生产,设计年产量达到 2000 t,产品质量指标已接近日本不二制油公司的产品(见表 1)。随着对大豆多肽理化特性、功能特性和营养价值研究的不断深入,以大豆多肽为原料的功能食品在国内外不断被开发出来。此外,为了加强质量管理,保障生产及维护市场秩序,根据中轻联综 2003 J60 号文“大豆多肽行业标准”的制定工作已列入《二〇〇三年轻工业制定、修订国家标准、行业标准项目计划》。预计“大豆多肽行业标准”将在近期公布实施。

表 1 大豆多肽产品成分<sup>1)</sup>

产 品	一般分析				NSI	粗蛋白分析			10%水溶液	
	水分 /%	粗蛋白 含量 %	灰分 /%	糖及其他 含量 %		15%TCL 可溶 蛋白分析值/%	平均 肽链长	游离氨基酸 含量/%	pH	溶解 状态
大豆多肽 I	4.7	82.6	5.7	7.0	96.8	87.4	3.5	12.8	6.7	悬浊
大豆多肽 II	4.6	84.0	5.9	5.5	99.9	99.7	3.2	14.5	6.6	微浊
大豆多肽 III	4.9	83.7	6.3	5.1	100	99.7	3.2	13.7	6.7	透明

1) 1)大豆多肽 I 为日本不二制油公司产品,大豆多肽 II、III 为国产品 (2)TCL 为三氯醋酸,NSI 为可溶性氮指数 (3)肽链长分析采用 TNB2 4,6-三硝基苯磺酸法。

1 大豆多肽的生物特性及理化特性

1.1 大豆多肽的生物特性

1.1.1 高营养性及良好的消化吸收性

随着人们对蛋白质消化、吸收和蛋白质代

谢研究的深入,发现机体摄入蛋白质后,在消化道酶的作用后,并不一定完全以游离氨基酸形式吸收,更多的是以低肽(二肽,三肽)形式吸收的。体内同位素标记试验表明,大豆多肽消化吸收率比乳蛋白质及氨基酸更高。由于大豆多

第一作者 学士,高级工程师。  
收稿时间 2004-03-17,改回时间 2004-05-09

肽具有大豆蛋白质相同的必需氨基酸组成,而且其消化吸收率比蛋白质及氨基酸更佳。因此,大豆多肽可以作为肠道营养剂和流态食品应用于康复期病人、消化功能衰退的老年人、以及消化功能未成熟的婴幼儿服用。大豆多肽能帮助他们平衡营养状态,而不必注射氨基酸。

#### 1.1.2 大豆多肽降低血压的作用

血管紧张素转换酶(angiotensin-converting enzyme, ACE)对稳定血液循环和高血压起着重要作用。由于血管中的ACE能使血管紧张素X转化成Y,后者能使末梢血管收缩,血压升高。Kawamura研究发现,大豆11S球蛋白和7S球蛋白中含有3个可抑制ACE活性的短肽,通过抑制ACE活性,因而可以防止血管末梢收缩,达到降血压作用。而大豆多肽对正常血压没有降压作用,所以它对有心血管疾病的患者有显著疗效,而对正常人体又无害,且安全可靠。

#### 1.1.3 大豆多肽降低胆固醇的作用

大豆蛋白具有降低血清胆固醇的作用,而大豆多肽不仅具有这样的功能,而且效果更佳。给大鼠分别饲用大豆蛋白和大豆多肽的试验结果表明,其血清胆固醇浓度(mg/mL):大豆蛋白组为( $34 \pm 2$ ),而大豆多肽组则为( $9.9 \pm 0.66$ );其肝脏胆固醇含量(mg/g)为:大豆蛋白组为( $69.5 \pm 27$ ),而大豆多肽为( $7.70 \pm 0.97$ ),这表明大豆多肽能显著降低血清及肝脏胆固醇含量。同时测定其粪便中胆固醇的含量,饲用大豆肽的老鼠粪便中胆固醇含量明显高于大豆蛋白组,从而可以推论大豆多肽降低胆固醇的作用机理,大豆多肽能阻碍肠道内的胆固醇的再吸收并促使其排出体外。对于其中的哪种成分有此效果的研究尚无结果。但是日本学者营野等已通过试验发现,大豆蛋白质的胰蛋白酶分解物,相对分子质量在5000以上的部分有降低胆固醇的效果,用微生物蛋白酶分解的未消化物也有同样的效果。大豆多肽降低胆固醇还有以下特殊的优点(1)对于胆固醇正常的人没有降低胆固醇的作用(2)对于胆固醇高的人具有降低总胆固醇的功效(3)胆固醇值正常的人,在食用高胆固醇含量的蛋、肉、动物内脏等

食品时,也有防止血清胆固醇升高的作用(4)大豆多肽能降低血清中有害的胆固醇(LDL)水平,但不会使有益的(HDL)胆固醇水平降低。因此,大豆多肽可以用于生产降胆固醇,降血压,预防心血管疾病的保健食品。

#### 1.1.4 大豆多肽促进脂肪代谢的作用

日本的动物试验表明,给大鼠喂食大豆多肽后,脂肪BAT产热的活性增强了。大豆多肽喂食越多,它的活性就越高。日本学者研究发现,在对儿童肥胖症患者的治疗中,采取低热量饮食的同时,以大豆多肽作为补充食品时,比仅仅用低热量食品时更能加速皮下脂肪的减少。因为大豆多肽有减少皮下脂肪的沉积及增加脂肪燃烧和基础代谢的作用。因此,大豆多肽可作为运动员增强体质,减轻体重的食品,同时对肥胖病人是一种安全效的减肥食品。

#### 1.1.5 大豆多肽有促进微生物发酵的作用

大豆多肽有促进微生物生长发育和活跃代谢作用,如小肽对乳酸菌、双歧杆菌和酵母菌等多种微生物的生长具有显著的促进作用。这一特性可用于生产酸乳、干酪、醋、酱油、火腿和面包等食品,能提高生产效率,改善品质,增强风味和增加营养价值,有利于食物营养的消化吸收。

#### 1.1.6 大豆多肽的低抗原性

大豆蛋白具有一定的抗原性,尤其是其中的7S和2S成分。通过酶解,大豆蛋白中的抗原性成分大大减少。酶免疫测定法研究发现:大豆多肽的抗原性只有大豆蛋白的1%~0.1%。最新的研究表明,当蛋白质的分子质量在3400u以下时则不会引起过敏反应,而大豆多肽的分子量在1000u以下,足以满足要求。这一性质在临床上有实用价值,可以给易引起食物过敏,如牛乳过敏、乳糖不耐症患者的人们提供一种比较安全的蛋白食品。

### 1.2 大豆多肽的理化特性

#### 1.2.1 高溶解度和低粘度

大豆多肽作为食品原料的适应性在于其低粘度和高溶解性。大豆蛋白的粘度随着浓度的增加而急剧升高,这是因为大豆蛋白溶液在浓度为10%以上经高温处理时,易产生殊水键结

合和二硫键结合形成网状聚合物,使得大豆蛋白溶液粘度达  $9 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ,造成后续操作的困难,从而限制了大豆分离蛋白在流质食品中的添加使用。而大豆多肽溶液在浓度达到 65% 以上时粘度只有  $2.2 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ,且溶解度高达 99% 以上,流动性良好,而且大豆多肽的溶解度对温度不敏感,在冷水中即可溶解。在加热情况下也不易凝固,因此大豆多肽可以开发高蛋白食品。

### 1.2.2 酸溶性

大豆蛋白在其等电点( $\text{pH}$  值为 4.3)附近会发生蛋白质变性沉淀现象,而大豆多肽的溶解性不受  $\text{pH}$  变化的影响,这为开发酸性蛋白饮料和食品提供了有利条件。

### 1.2.3 吸湿性和保湿性

由于大豆多肽具有良好的吸湿性和保湿性,在焙烤食品,如面包、蛋糕中添加大豆多肽可以防止这些食品变干并延长货架期。在化妆品行业中,大豆多肽可作为胶原蛋白及乳蛋白的替代品。用在护肤品中,其特点是高效、安全、无毒。另据研究,水解得到的低肽可以与金属元素在一定条件下形成复合氨基酸络合物,用于护发有很好的光泽效果和高效的保护作用,使头发免受环境条件和化学因素破坏。

## 2 大豆多肽在运动中的应用及多肽运动饮料的研究

### 2.1 多肽在运动中的应用

运动员在运动过程中,蛋白质的合成受到抑制,同时骨骼肌蛋白降解,氨基酸氧化和葡萄糖异生作用增加,引起体内蛋白质的利用增加,导致骨骼肌产生损伤,能量代谢物质减少,从而影响运动能力的发挥。为了维持或提高运动员的运动能力,增加肌肉含量和力量,并且快速消除疲劳,抑制或缩短体内“负氮平衡”。运动后及时、快速补充氮源,对减少肌肉蛋白质降解,弥补体内蛋白质的消耗,促进肌肉快速修复和运动疲劳的消除将产生良好作用。小分子的多肽是蛋白质的主要消化产物,因分子质量小而能以完整肽段的形式被直接吸收,因此多肽作为机体氮源的快速补充剂,与直接补充蛋白质或氨基酸相比更具优势。

近年来,许多活性肽产品被开发出来,并运用于运动实践。2001 年,英国 Quest 国际公司研制出称之为“Hyprol”的含肽运动饮料。Hyprol 可使高强度运动后恢复体力时间缩短一半,甚至可以预防过量训练。这一研究成果是运动饮料 10 年前首次进入市场以来的最大进展,该运动饮料一般可以把恢复体力时间从 24 h 减少到 10~15 h。荷兰 Maastricht 大学用运动员作临床试验研究,结果表明,运动员在运动后喝了这种含肽饮料,血浆氨基酸含量大幅上升,造成大量的胰岛素反应而刺激产生肝糖,使肌肉细胞修复得更为迅速,运动员的体力恢复得更快。日本的不二制油公司已将大豆多肽制成强化运动饮料,连续饮用可明显增强运动员的体力和耐力,使肌肉疲劳迅速消除并恢复体力。我国虽然对大豆多肽的研究起步较晚,但已取得了一定成效,如大豆多肽已实现工业化规模的生产,且产品质量稳定,各项技术指标已达到国外同类产品水平。这为研究、开发各种多肽食品打下了良好基础。最近,中国食品发酵工业研究院与国家运动医学研究所合作共同研发的大豆多肽运动饮料,经人体实验取得了较好的结果,同时也填补了我国多肽运动饮料的空白。中国食品发酵工业研究院与中国人民解放军总后勤部军需装备研究所侯作开发的野战流质食品——低聚肽体力恢复冲剂,低聚肽全营养粉正在进行功能性试验。

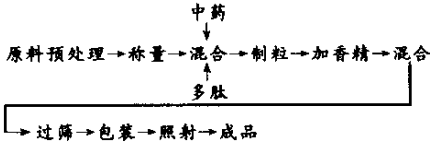
### 2.2 多肽运动饮料的研究

#### 2.2.1 大豆多肽运动饮料的研制

##### 2.2.1.1 试验原料

大豆多肽由山东都庆生物技术有限公司提供,经质谱法测定,该大豆多肽主要含五肽、六肽和八肽,多肽的氨基酸序列为 (1) Leu Ala Pro Glu Glu (2) Met Ser Leu Pro Thr Asn (3) Arg Leu Met Leu His Leu Ala Pro。

##### 2.2.1.2 工艺流程



### 2.2.1.3 中草药对饮料风味的影响

大豆多肽运动饮料是根据国家体育总局运动医学研究所提供的基础配方配制,其中一重要功能成分为中草药,且中草药的剂量必须要保持在一定的水平,为使配制的饮料具有良好的风味,对中草药采用微胶囊包埋技术,其较佳条件:芯材与壁材的质量比为1:2~3,喷雾前将药液可溶性固形物调整到20~25°Brix,喷雾干燥进口温度125~132℃,出口温度75~81℃,供料流速9~10(仪表读数)。经处理的中草药粉按配方加入饮料中,与未经处理的中草药粉相比,中草药味大大降低,再经适当调配,饮料几乎无中草药味。

### 2.2.1.4 配方中多肽对饮料风味的影响

将大豆蛋白酶解成肽后,常常不可避免会产生少量苦味及水解蛋白的腥臭味,尽管在多肽的制备过程中也采取了相应的脱苦、脱臭工艺,但多肽添加量达到一定量时,还会影响产品的风味,这也是研制多肽运动饮料所要解决的主要问题之一。研究发现,当多肽含量达到1%时,就能明显地品尝到多肽的苦味及腥臭味,而运动饮料要求多肽的含量要达到2%~3%。在试验中选用了多种风味增香剂、异味包埋剂及其不同的配比及适当的加工工艺,最终研制出“橙味”及“草莓味”2种多肽运动饮料,经专家鉴评认为风味独特,能满足消费者的饮用要求。

## 2.3 大豆多肽运动饮料应用效果观察

### 2.3.1 补充大豆多肽对中长跑运动员训练期生化指标的影响。

#### 2.3.1.1 试验用饮料

(A)大豆多肽固体饮料,主要含大豆多肽8g,糖35g。(B)糖对照饮料,主要含糖35g。(C)空白对照液。B、C外观及口感与大豆多肽饮料相近。

#### 2.3.1.2 试验对象

省级水平男子中长跑运动员21名,平均年龄 $(22.22 \pm 2.00)$ 岁,身高 $(175.33 \pm 6.43)$ cm,体重 $(61.90 \pm 5.87)$ kg,运动等级为 $(2.00 \pm 0.84)$ 级。

#### 2.3.1.3 试验设计

将21名运动员随机分为3组:对照组7人,补糖组6人和补肽组8人,受试对象每堂训练课后即刻分别补充A、B和C饮料1包(上下午各1包)。试验共进行4周,每周训练5次(周六、日除外),每天训练4~6h,要求各受试对象在4周大强度训练中的计划基本相同。试验期除正常饮用A、B和C3种试验用饮料外,受试者不使用其他营养保健品。

#### 2.3.1.4 检测项目

(1)身体成分测试(2)主观感觉测试(3)血液生化测试,包括血色素测试,骨骼肌组织损伤评定指标测试,蛋白质合成分解代谢评定指标测试,免疫球蛋白测定。

#### 2.3.1.5 统计分析

对试验结果用平均数±标准差表示,使用SPSS for Windows11.0版对各组试验数据进行分析。同一时间不同组间进行因素方差检验,显著性水平取 $P < 0.05$ ;不同时间的同一组间进行配对T检验,显著性水平取 $P < 0.05$ 。

### 2.3.2 大豆多肽固体饮料对举重运动员部分生化指标的影响

#### 2.3.2.1 试验用饮料

同2.3.1.1

#### 2.3.2.2 试验对象

北京市男子举重队8名运动员,平均年龄 $(19 \pm 4)$ 岁,身高 $(171 \pm 6.0)$ cm,体重 $(88 \pm 16)$ kg,训练期限 $(6 \pm 3)$ 年。

#### 2.3.2.3 试验设计

将8名运动员随机分为3组,按表2于上、下午训练课后即刻服用A、B、C3种类型饮料,试验期共3周,每周1、2、3、4连续服用4、3d后,即下1周改服另1种饮料,3周后所有运动员均服用3种饮料,试验期间除正常饮食和服用A、B、C3种试验用饮料外,受试者没有使用其他营养液或保健品。

表 2 运动员饮料服用表

运动员	第一周	第二周	第三周
1	A	C	B
2	A	C	B
3	A	C	B
4	B	A	C
5	B	A	C
6	B	A	C
7	C	B	A
8	C	B	A

2.3.2.4 检测项目及指标

(1)血清尿素氮、肌酸激酶 :每周 1~5 ,每日早晨训练前采集手指末梢血 40  $\mu$ L ,用 BS224 型半自动生化分析仪测定血清尿素氮 ,肌酸激酶。

(2)尿 10 项 :测定运动后 15 min 及每日晨尿 10 项。

(3)体重、脉搏 :每日晨起床前测定 1 min 脉搏 ,起床后测定空腹体重。

(3)肌电测定 :测定定量负荷状态下的肌电 ,训练安排 :每周 1、5 为后蹲 ,每周 3 为前蹲。深蹲的重量为运动员最大蹲起重量的 80 %。

3.3.2.5 统计分析

对实验结果用平均数  $\pm$  标准差表示 ,运用 EXCEL 和 SPSS 对实验数据进行统计分析 ,显著性水平取  $P < 0.05$ 。

3 小 结

大豆多肽是指大豆蛋白质经酶解作用后 ,再经特殊处理后得到的蛋白质水解产物 ,主要成分为 3~8 肽 ,其分子质量以低于 100 u 为主 ,主要出峰位置在分子质量 300~700 u 的范围内 ,由于分子质量相对于蛋白质分子小得多 ,表现出很高的生物活性 ,少量的肽就能发挥出非常重要的作用 ,所以称为活性肽。大豆多肽的生理活性主要表现为 :

(1)易消化性和吸收性。小分子的多肽比蛋白质或氨基酸更易被吸收 ,其在肠道的吸收率最好。

(2)降血压作用。大豆多肽能抑制血管紧张素转换酶(ACE)的活性 ,防止血管末梢收缩 ,达以降血压的作用。

(3)降低胆固醇作用。大豆多肽具有降低血清胆固醇的作用。其机理在于大豆多肽能阻碍肠道内胆固醇的再吸收 ,并能促使其排出体外。

(4)促进脂质代谢作用。大豆多肽有减少皮下脂肪沉积 ,增加脂肪燃烧及促进基础代谢作用。

(5)促进微生物生长作用。大豆多肽有促进微生物生长发育和活跃代谢的作用 ,可用于生产酸乳、干酪、醋等发酵食品中 ,提高生产效率 ,改善品质 ,增加营养价值。

(6)低抗原性。其抗原性为大豆蛋白的 1%~0.1%。可供牛乳过敏及乳糖不耐症患者食用 ,大豆多肽还表现出良好的理化加工特性。

(7)高溶解性及低粘度。大豆多肽的溶解度高达 99% ,其 65% 浓度的溶解粘度只有 2.2 Pa·s ,为开发高蛋白食品提供了可能。

(8)酸溶性。大豆多肽的溶解性不受 pH 变化的影响 ,为开发酸性蛋白饮料提供了有利条件。

(9)良好吸湿性和保湿性。在焙烤食品中加入大豆多肽可防止面包、蛋糕变干 ,延长货架期。

(10)服用大豆多肽可促进中长跑运动员(瘦体重的)提高血清睾酮水平及降低训练后主观用力率(RPE)等级。通过测试举重运动员 80% 最大负荷时腿部和腰部肌肉肌电信号的变化。均反映出大豆多肽可促进蛋白质合成 ,并具有较好的抗疲劳能力。

(11)通过测试中长跑及举重运动员运动后血清肌酸激酶的水平 ,显示大豆多肽有促进骨骼肌损伤组织的修复以及减少细胞内肌酸激酶外渗作用。

参 考 文 献

1 Soybean Peptide .http ://www.smissilk.com  
2 潘进柱 ,刘来云 .大豆多肽研究概论[ J ].中国调味品 ,2003 2 :6~10  
3 刘玉德 ,曹雁平 .生物蛋白肽的开发研究展望[ J ].食品科学 ,2002 23( 8 ) :319~320  
4 Sports Drink Will Halve Recovery Time[ J ]. Food

Manufacture 2001 ,11 :16

- 5 龚树立,刘 剑.大豆多肽运动饮料的研制,中国食品与发酵工业 2003 29(4):86~87
- 6 李进成,杨则宜.活性肽及其在运动中的应用[J].中国运动医学杂志 2003 22(2):174~176
- 7 王启荣.补充大豆多肽对中长跑运动员训练期生化

指标的影响[J].中国运动医学杂志 2004 23(1):33~37

- 8 High-Powered Protein Drink ,http://www.foodproductdesign.com
- 9 Soy Peptide ,http://my.ecplaza.net/zealousInternationalfood

## A Research Summary of Soy Peptide and the Application in Sports Drink

### Gong Shuli

(China National Research Institute of Food & Fermentation Industries ,Beijing ,100027)

**ABSTRACT** The general developing situation on research of soy peptide was expounded ,including the excellent physiological activity and good physical and chemical properties. The author especially recommended the application of soy peptide in sports field. In addition ,the result was made through the body experiments by taking soy peptide sports drink.

**Key words** soy peptide biological activity ,physical and chemical properties ,sports drink

#### 市场动态

### 中国罐头行业拓展国际市场

2003 年我国罐头产量 265 万 t ,同比增长 14.7% ;出口 160.73 万 t ,同比增长 15.13% ;出口额 12.23 亿美元 ,同比增长 14.71% ;内销 95.27 万 t ,同比增长 14.01%。近几年我国罐头工业发展迅速 ,产量和出口量保持持续增长势头 ,罐头食品的年出口额居食品工业出口前列。

我国出口罐头品种多达几百个规格品种 ,主要有蔬菜、水果、肉类和水产品 ,年出口额超过 1 亿美元的品种有竹笋、番茄酱、蘑菇和橘子等产品 ,年出口额超过 5000 万美元的产品有芦笋、马蹄和肉类 ,主要出口欧盟、日本和美国等 135 个国家和地区 ,有些品种已经成为在国际市场有竞争力的优势产品。我国新疆等地生产的番茄酱 ,红色素等主要质量指标达到国际先进水平。近几年 ,成功引进 50 多套现代化生产设备 ,生产规模和水平迅速提高 ,成为世界番茄生产大国。新疆番茄产业的发展提高了我国产品的市场占有率 ,带动了新疆的农业经济发展。我国橘子罐头的出口生产 ,采用了先进的加工工艺和设备 ,产品质量进一步提高 ,在国际市场的竞争力增强。现在 ,我国罐头出口继蘑菇以后 ,又有橘子、芦笋、竹笋、马蹄、番茄酱等产品在国际市场占有较大份额或呈迅速增长态势。这些产品的崛起将进一步稳定我国罐头产品在国际市场的地位 ,为国家换取更多的外汇。

#### 信息窗

### 日本利用蛋黄生产健脑营养品

日本 QP 公司从鸡蛋黄中提取出胆碱和  $V_{B_{12}}$  ,并且把它们组合在一起 ,从而生产出可改善脑功能的营养保健品。

乙酸胆碱的减少是导致老年痴呆症的原因之一 ,患者通过食用蛋黄或大豆等食品可以补充 ,但鸡蛋黄中含有胆碱要比大豆多 ,并且易于被大脑吸收 ,维生素  $B_{12}$  则是把胆碱合成为乙酸胆碱所必需的营养素。基于此 ,这家公司决定利用从蛋黄中提取的胆碱和维生素  $B_{12}$  生产脑营养健康品 ,并申请了专利。据悉 ,QP 公司还以这种蛋黄胆碱加  $V_{B_{12}}$  为基础 ,添加银杏叶和柿子肉等植物提取物生产其他保健新产品。