

大米蛋白的研究进展

陈静静^{1,2}, 孙志高²

(1. 西南大学 食品科学学院, 重庆 400712;

2. 中国农业科学院柑桔研究所, 重庆 400712)

摘要: 大米蛋白是一种氨基酸组成好, 高生物效价, 并具有保健功能的蛋白质。论述了大米蛋白的结构、性质、营养保健功能、开发利用现状及提取技术等。

关键词: 大米蛋白; 分离提取; 营养价值; 开发利用

中图分类号: TS 201.2 文献标识码: A 文章编号: 1007- 7561(2008)06- 0008- 03

Headway of the research on rice protein

CHEN Jing jing^{1,2}, SUN Zhi gao²

(1. College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400712;

2. Citrus Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 400712)

Abstract: Rice protein has been confirmed to have better compose of amino acids, higher value of BV, and have potential functions for health care. This report mainly introduced the structure, properties, nutritional functions and utilization of rice protein, the technology of extracting rice protein is also introduced.

Key words: rice protein; extraction; nutritional value; utilizing

大米蛋白的品质优于小麦蛋白和玉米蛋白, 含有优质的赖氨酸, 且低过敏性, 这使大米蛋白非常适合开发婴幼儿食品^[1]。大米蛋白的氨基酸组成模式优于酪蛋白和大豆分离蛋白, 能够满足 2~ 5 岁儿童的氨基酸需求^[2]。此外大米蛋白可加工成酱油、高蛋白粉、蛋白饮料、蛋白胨和蛋白发泡粉等, 若将其降解成短肽或氨基酸, 则可制成营养价值极高的氨基酸营养液, 从而用于保健饮料、调味品、食品添加剂等。

全球对蛋白质的需求一直在增长, 尤其是可以提高食品附加值的蛋白质需求量更大。米糠是大米加工中的主要副产品, 提取米糠油后, 其脱脂后的米糠中含有高达 15.4% 的蛋白质^[3], 从中提取的蛋白质可以作为营养食品组分, 或制成高附加值的食品。而我国目前将米糠主要用作饲料, 未充分利用提供附加值, 因此开发大米蛋白很有意义。本文就大米蛋白的结构、性质、营养保健功能、开发利用现状及研究方法等进行了综述。

1 大米蛋白的组成和结构

1.1 大米蛋白的组成

大米蛋白主要由清蛋白、球蛋白、醇溶性蛋白和谷蛋白四种蛋白组成, 其中谷蛋白和球蛋白为主要成分, 各自占 80% 和 12%, 醇溶蛋白占 3%。球蛋白和清蛋白是大米胚乳中生理活性蛋白, 种类很多, 相对分子质量为 10~ 200 KDa 和 16~ 130 KDa。醇溶蛋白和谷蛋白是大米中的储藏蛋白, 醇溶蛋白含量不高, 但与胚乳蛋白体的形态密切相关。大米渣

中主要是胚乳蛋白, 由白蛋白(4%~ 9%)、盐溶性球蛋白(10%~ 11%)、醇溶性谷蛋白(3%)和碱溶性谷蛋白(66%~ 78%)组成。

1.2 大米蛋白的结构

大米蛋白主要以两种蛋白体(protein body, PB)形式存在, 即 PB-I 和 PB-II 两种类型。电子显微镜观察表明, PB-I 蛋白体呈片层结构, 致密颗粒直径为 0.5~ 2 μm, 醇溶蛋白即存在于 PB-I 中; 而 PB-II 呈椭圆形, 不分层, 质地均匀, 颗粒直径约 4 μm, 其外周膜不明显, 谷蛋白和球蛋白存在于 PB-II 中。两种蛋白体常相伴存在^[4-5]。表 1 是不同原料中大米蛋白的含量对比。

表 1 不同原料中大米蛋白的含量 %

原料种类	清蛋白	球蛋白	醇溶蛋白	谷蛋白
大米胚乳	2~ 5	2~ 10	1~ 5	75~ 90
米糠	34~ 40	33~ 39	19~ 25	3~ 8

2 大米蛋白的性质

大米蛋白的性质包括营养性质和功能性质两个方面。其功能性质包括溶解性、乳化性、起泡性、持水性、持油性、胶凝性, 以及风味结合性质等。其中溶解性往往影响增稠、起泡、乳化和胶凝等其他功能性质。王章存^[6]研究发现, 增加大米蛋白溶解性的措施均有利于改善大米蛋白的乳化性能。大米蛋白的乳化性能受 pH 值影响很大, 在 pH= 5 时大米蛋白的乳化活性最低, 其后随着 pH 的升高而增加, 这与它们的溶解性变化趋势一致。相关研究发现从米糠中提取的大米蛋白与酪蛋白相比, 虽然其起泡性较差, 但有较好的乳化性能, 并且在高浓度盐和糖的情况下仍保持稳定的乳化性能^[7]。

收稿日期: 2008- 04- 02

作者简介: 陈静静(1984-), 女, 硕士研究生。

大米蛋白分子间的交联和聚集很容易形成沉淀物而变性,可以用酸、碱、酶对蛋白质进行改性。研究发现利用碱性蛋白酶 Alcalase 对大米分离蛋白进行改性,可显著改善其溶解、乳化和发泡性能^[8]。利用不同浓度的盐酸对大米蛋白进行脱酰胺改性研究,实验结果发现脱酰胺度为 0~ 66.2% 范围内,大米蛋白的溶解度随酰胺度的增加呈线性增加,持水性和持油性均有提高;脱酰胺度在 25.1% ~ 33.4% 范围,大米蛋白的乳化性能最好;59.5% 的脱酰胺度起泡性比较理想;并且改性后的大米蛋白营养价值和消化率均有所提高^[9]。

3 大米蛋白的营养和保健功能

3.1 营养价值

大米蛋白质富含机体所需的氨基酸,其中蛋氨酸、精氨酸、赖氨酸含量高于其他谷类,生物利用率高,低过敏性,氨基酸组成平衡合理,与 WHO/FAO 推荐理想模式非常接近。

3.2 抗高血压和胆固醇

大米分离蛋白对幼鼠肾脏 *cyp4a* 和 *cyp2c* 表达的影响可以改善花生四烯酸的代谢,可用作抗高血压成分。研究发现大米分离蛋白(RPI)能增加信使核糖核酸(mRNAs)的量,mRNAs 负责肾脏中两种重要的蛋白质 CYP2C11 和 CYP2C23 的合成,这两种蛋白质在脂肪酸、aracidonic acid(花生四烯酸)和 20-HETE(羟二十碳四烯酸)代谢时起到很重要的作用,而 20-HETE 在调节血压方面很重要^[10]。临床研究发现大米分离蛋白能够降低胆固醇。大米中含有许多与其蛋白质组成相关的化学物质,包括维生素 E 衍生物、生育三烯酚和谷维素,这些物质对降低胆固醇有一定作用^[11]。

3.3 预防慢性疾病

合理的营养膳食可以预防一些慢性疾病,如心脏病和癌症。亚洲人患心脏病的几率要低于欧洲人,这可能与亚洲人以大米为主食有关。相关研究发现大米分离蛋白对遗传性的高胆固醇小鼠模型动脉粥样硬化有一定的抑制作用,可以降低动脉粥样硬化对动脉的破坏作用,其作用机理尚不明确,实验还表明膳食大米可以降低心脏病的发生率^[12]。

3.4 抗癌变

Molita 等对大米分离蛋白(Rice protein isolate, RPI)的研究结果表明:饲喂 RPI 的二甲基苯并蒽(DMBA)诱导雌性小白鼠肿瘤重量低于饲喂酪蛋白小白鼠,RPI 具有抵抗 DMBA 诱导癌变作用^[13]。此外大米分离蛋白对大鼠因化学诱导引起的乳腺癌起到日常预防作用。

4 大米蛋白的开发与利用

4.1 大米蛋白生物活性肽

Takahashi 等从大米清蛋白的胰蛋白酶水解物中分离纯化出一种叫 oryzatensin 的活性肽,其氨基酸

序列为 Gly- Tyr- Rro- Met- Tyr- Pro- Leu- Pro- Arg,具有引起豚鼠回肠收缩,抗吗啡和免疫调节活性^[14]。大米蛋白中含有大量的疏水性氨基酸,通过合适的蛋白酶在特异性位点进行酶解就会得到含有 C 末端为疏水性氨基酸的肽片段,即 ACE (angiotensin- converting enzyme 血管紧张素转化酶)活性肽片段。而 ACE 抑制剂是一种治疗高血压的主要药物,大米蛋白水解活性肽安全性高,无副作用,可以用来开发 ACE 活性肽。

4.2 营养补充剂

针对婴儿敏感性腹泻,大米蛋白以其低抗原性和高营养性,广泛被用于开发高蛋白低过敏婴儿配方米粉。大米蛋白是无面筋质的,适合于那些小麦不耐症、过敏或有腹腔疾病的人群。大米浓缩蛋白还可作为正常蛋白摄入量减少或蛋白质消化机能受到损害的病人的补充食物,维持氮平衡,可以作为消化性胃炎、渗压性利尿剂、外伤的辅助治疗。

4.3 食品添加剂

用酶处理的米糠蛋白,其溶解性、起泡性、乳化特性等均有明显改善,特别是用内切蛋白酶和外切蛋白酶对米糠蛋白适度的水解和脱氨反应,获得了具有适度肽链长度和功能特性的蛋白水解产物,提高了米糠蛋白的溶解性,改善了其他功能特性。可以用作食品乳化剂、起泡剂、营养强化剂。

4.4 可食用膜

美国路易斯安那州南部研究中心用大米蛋白浓缩物与普鲁兰多糖的结合物开发出具有一定抗拉强度和抗水蒸汽的可食用膜,用作风味物质和营养添加剂的载体或作为分离、保护和防腐用的隔离物。

4.5 大米蛋白饲料

大米淀粉的副产品可以作为饲料级大米蛋白粉,其丰富的营养成分对畜禽有助长抗病的功能,并且可以提高饲料的利用率,是畜牧业及饲料工业的优良添加剂。

5 大米蛋白的提取技术

5.1 碱法提取

大米蛋白质 80% 以上为碱溶性米谷蛋白,稀碱可以使大米中紧密的淀粉质结构变得疏松,碱对大分子的米谷蛋白有降解作用,从而使大米淀粉颗粒中的蛋白质溶出而被分离。孙庆杰等^[15]研究用氢氧化钠(NaOH)提取大米蛋白的最佳工艺,NaOH 浓度为 0.09 mol/L 时,大米蛋白提取率达到 90.1%,随着 NaOH 浓度的增加,大米蛋白的提取率增加,但浓度太高,淀粉会糊化。碱法提取大米蛋白操作简单,但是由于高碱条件下的降解作用,蛋白质的得率一般较低,并会引起分子间的交叉耦合和重排,导致蛋白质营养价值下降,还可能形成有毒物质如 Lysine-alanine 等^[16]。碱法提取工艺为:大米粉或米糠 → 加碱 → 离心分离 → 蛋白液 → 酸沉 → 离心分离 → 水洗 →

酸中和 \rightarrow 干燥 \rightarrow 大米蛋白。

5.2 酶法提取

酶法提取是利用蛋白酶对大米蛋白的降解和修饰作用,使其变成可溶性的肽而被提取出来。目前用于提取大米蛋白的微生物蛋白酶有酸性蛋白酶、碱性蛋白酶、中性蛋白酶和复合蛋白酶。葛娜等^[17]研究发现酸性蛋白酶提取大米蛋白的提取率最高,碱性蛋白酶次之,风味蛋白酶和中性蛋白酶的提取效果最差,其原因可能是由于酸性蛋白酶能较好地与大分子米谷蛋白发生界面作用,同时使淀粉结构变得疏松,使蛋白酶能够扩散进入淀粉质内部促使蛋白的降解和溶解,达到较好的提取效果。通常单一酶作用效果不及复合酶,钱莹等^[18]用一种新型生料复合水解酶低温处理大米,得到高纯度的大米蛋白,蛋白质含量达75%以上。酶法提取制得的蛋白质功能性质较好,蛋白质消化率高,但是提取时间较长,成本较高。其工艺为:大米粉或米糠 \rightarrow 蛋白酶水解 \rightarrow 离心分离 \rightarrow 蛋白液 \rightarrow 超滤 \rightarrow 干燥 \rightarrow 大米蛋白。

5.3 分步水解法提取

分步水解提取法是将碱和酶结合起来分步进行提取。王亚林等^[19]先用碱溶法提取部分蛋白质,然后采用碱性蛋白酶对残渣轻微水解,以提高蛋白质溶解性,进行蛋白质二次提取,提取效果较好。迟明梅等^[20]采用酶碱两步法提取大米蛋白,先用 α -淀粉酶部分酶解淀粉,使淀粉和米谷蛋白的结合疏松化,然后对酶解产物进行碱溶酸沉来提取蛋白质,所得大米蛋白的纯度达85.1%,但分步水解法的分界点不容易控制,尚需进一步研究。

5.4 新的提取方法

国外研究发现,利用声波、冻结-融化、高压和高速度均质等物理处理与酶处理相结合提取大米糠中蛋白质效果较好。I Sereewatthanavut等^[21]开展利用亚临界水(subcritical water)水解法从脱脂米糠中提取大米蛋白质和氨基酸的研究。结果表明:在温度为200℃,反应时间为30min的亚临界水状态下,亚临界水能够有效从脱脂米糠中提取大米蛋白质和氨基酸,其蛋白质得率高于传统碱法水解提取。同时,随着温度升高蛋白质提取率提高,这是因为高温状态下蛋白质的溶解度增加。但是其主要原因是由于温度升高电离常数增加,在水合离子和氢氧离子存在的条件下,肽键断裂形成小分子溶解性的蛋白质和氨基酸。

6 结语

从米糠中提取大米蛋白是目前大米综合利用的方向,在此基础上开发高附加值的大米蛋白粉和活性肽等产品大有可为。我国是稻米生产大国,具有丰富的大米蛋白资源。大米蛋白的研究和开发不仅有利于稻米的深加工综合利用,提高经济效益,还可以为食品工业和人们的营养保健提供更多的蛋白质

基料及蛋白补充剂,具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] Burks, A. W., & Helm, R. M. Hypoallergenicity of rice protein. In: Presented at the annual meeting of the American Association of Cereal Chemists, Nashville, TN, 1994.
- [2] Wang, M., Hettiarachdy, N. S., Qi, M., Burks, W., & Siebermogen, T. Preparation and functional properties of rice bran protein isolate [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999, 47: 411-416.
- [3] Hamada, J. S. Characterization and functional properties of rice bran proteins modified by commercial exoproteases and endoproteases [J]. Journal of Food Science, 2000, 65(2), 305-310.
- [4] H Sawai, Morita Y. Studies on rice glutelin II. Gross structure of glutelin from rice endosperm [J]. Agr Biol Chem, 1968, 32(4): 496-500.
- [5] K Collier. A study of indigestible protein fraction of rice endosperm [J]. Cereal Science, 1998, 27(1): 95-101.
- [6] 王章存, 姚惠源. 大米蛋白乳化学性质研究 [J]. 食品科学, 2005, 26(2): 43-46.
- [7] Gupreet Kaur Chandi. Functional properties of rice bran protein concentrates [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 79: 592-597.
- [8] 王章存, 姚惠源. 大米蛋白质的酶法水解及其性质研究 [J]. 中国粮油学报, 2003, 18(5): 5-8.
- [9] 易翠平, 姚惠源. 大米浓缩蛋白脱酰胺研究(II) 酸法脱酰胺改性对大米蛋白功能特性及营养性质的影响 [J]. 食品科学, 2005, 26(3): 79-83.
- [10] Ronis, M. J., Dahl, C., Badger, T. M. Effects of a rice protein isolate diet on cyp4a and cyp2c expression in rat kidney at weaning may alter aradidonic acid metabolism in favor of anti-hypertensive products [J]. The FASEB Journal, 2004, 18(4): 581-582.
- [11] M A Ronis, M A Reeves, H A Hardy et al. Effect of weaning to diets containing rice protein isolate on growth, plasma IgF1, cyp2c11 and cyp4A1 in rat liver [J]. Chemicke Listy, 2003, 97: 109.
- [12] Nagarajan, S., Stewart B. W. Rice protein isolates (RPI) inhibit the onset of atherogenesis in a genetically pre-disposed hypercholesterolemic mouse model [J]. The FASEB Journal, 2006, 20(4): A1000.
- [13] Morit T. Rice protein isolate alters 7, 12- dimethylbenzanthracene-induced mammary tumor developed in female rats [J]. J. Nutr. Sci. Vitaminol, 1996, 42(4): 325-337.
- [14] Takahashi M, Moriguchi s, Yoshikawa M, et al. Isolate and characterization of oryzatensin: A novel bioactive peptide with ileum-contracting and immunomodulating activities derived from rice albumin [J]. Biochem Mol Biol Int, 1994, 33: 1151-1158.
- [15] 孙庆杰, 田正文. 碱法提取浓缩大米蛋白工艺条件的研究 [J]. 食品工业科技, 2003, 24(9): 40-42.
- [16] Degroot A P, Slumps P. Effect of Severe Alkali Treatment of Protein on Amino Acid Composition and Nutritive Value [J]. Journal of Nutrition, 1969, 98: 45-48.
- [17] 葛娜, 易翠平, 姚惠源. 酸性蛋白酶提取大米水解蛋白的研究 [J]. 食品与机械, 2006, 22(1): 53-56.
- [18] 钱莹, 段钢. 高纯度活性大米蛋白的制备 [J]. 食品与发酵工业 2006, 32(4): 61-63.
- [19] 王亚林, 陶兴无, 钟方旭. 碱酶两步法提取米糠中蛋白质的工艺研究 [J]. 中国油脂, 2002, 27(3): 53-54.
- [20] 迟明梅, 马莺. 酶碱两步法提取大米蛋白的研究 [J]. 粮食加工, 2004, 3: 43-45.
- [21] I Sereewatthanavut, S Prapintip, K Watchiranuji et al. Extraction of protein and amino acids from deoiled rice bran by subcritical water hydrolysis [J]. Bioresource Technology, 2008, 99(3): 555-561. 园