



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101184403 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 29

(21) 申请号 200680019008. 6

(22) 申请日 2006. 05. 30

(30) 优先权数据

157871/2005 2005. 05. 30 JP

057941/2006 2006. 03. 03 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 11. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2006/310751 2006. 05. 30

(87) PCT申请的公布数据

W02006/129647 JA 2006. 12. 07

(73) 专利权人 不二制油株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 佐本将彦 前渊元宏 宫崎千晶

钉谷博文 河野光登 福井健介

广塚元彦

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 段晓铃 李炳爱

(51) Int. Cl.

A23L 1/20(2006. 01)

A23J 1/14(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开平 9-23838 A, 1997. 01. 28, 实施例

1.

JP 特开平 5-43597 A, 1993. 02. 23, 实施例

1.

黄友如等. 醇洗豆粕对大豆分离蛋白功能性的影响(1). 《中国油脂》. 2003, 第 28 卷(第 10 期), 54-57.

华欲飞等. 醇变性大豆蛋白在物理改性条件下的溶出行为和机理. 《食品与发酵工业》. 2004, 第 30 卷(第 8 期), 125-129.

黄友如等. 醇洗豆粕对大豆分离蛋白溶液粘度影响. 《粮食与油脂》. 2005, (第 4 期), 18-21.

审查员 杨凯

权利要求书3页 说明书27页 附图3页

(54) 发明名称

分级的大豆蛋白质材料, 适用于该材料的加工后大豆, 及制备大豆蛋白质材料和加工后大豆的工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种将大豆蛋白质高效分离得到高纯度的 7S 球蛋白、11S 球蛋白或亲脂性蛋白质的方法, 该方法涉及将大豆蛋白质分离成具有特征性能的蛋白质(7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质)的分离技术, 而且是一种食品工业规模的实用性的方法。已经发现大豆蛋白质可以被高效分离成高纯度的 7S 球蛋白、11S 球蛋白或亲脂性蛋白质, 是由经过针对所需要的蛋白质进行了水不溶解化处理的加工后大豆提取豆奶并分级得到的豆奶或豆腐渣得到所需要的蛋白质。

1. 一种包括蛋白质组分和豆腐渣组分的加工后大豆,其 PDI 不少于 40 并少于 80,选择性水不溶性指数 (LP/MSP) 不超过 45%,而且所含蛋白质中的亲脂性蛋白质是选择性不溶于水的。

2. 如权利要求 1 所述的加工后大豆,其中选择性水不溶性指数 (LP/MSP) 不超过 35%。

3. 如权利要求 1 所述的加工后大豆,是用于分级一种或多种选自 7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质的可酸沉淀的大豆蛋白质。

4. 一种制备如权利要求 1 所述的加工后大豆的加工方法,包括用相同或更少重量的极性醇溶液浸渍作为原料的含有蛋白质组分和豆腐渣组分的大豆。

5. 如权利要求 4 所述的制备加工后大豆的加工方法,包括用极性醇溶液浸渍的步骤和在产品温度 30-95℃的加温处理步骤。

6. 一种制备如权利要求 1 所述的加工后大豆的加工方法,包括使作为原料的含有蛋白质组分和豆腐渣组分的大豆经受加热处理。

7. 如权利要求 1 所述的加工后大豆在制备分级的大豆蛋白质中的用途,其中至少一种选自 7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质的可酸沉淀的大豆蛋白质被浓缩。

8. 一种制备分级的大豆蛋白质的加工方法,包括用如权利要求 1 所述的加工后大豆制备豆奶或豆腐渣作为原料,然后从豆奶或豆腐渣中收集级分,使其中至少一种选自 7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质的可酸沉淀的大豆蛋白质被浓缩。

9. 一种制备大豆 11S 球蛋白的加工方法,包括将如权利要求 1 所述的加工后大豆制备的豆奶的 pH 调节至 5.2-6.4,然后收集不溶性级分。

10. 一种制备大豆 7S 球蛋白的加工方法,其包括将如权利要求 1 所述的加工后大豆制备的豆奶的 pH 调节至 5.2-6.4,分离不溶性级分以得到水溶性级分,将该水溶性级分的 pH 调节至 4-5.5,然后收集产生的不溶性级分。

11. 一种制备大豆 7S 球蛋白的加工方法,其包括将如权利要求 10 所述的水溶性级分的 pH 调节至 4-5.5,在 40-65℃加热该级分,调节该级分的 pH 至 5.3-5.7,分离产生的不溶性级分以得到水溶性级分,调节水溶性级分的 pH 至 4-5,然后收集产生的不溶性级分。

12. 一种制备大豆 7S 球蛋白的加工方法,包括将从权利要求 1 所述的加工后大豆制备的豆奶的 pH 调节至 4-5.5,在 40-65℃加热豆奶,调节豆奶的 pH 至 5.3-5.7,分离产生的不溶性级分以得到水溶性级分,将水溶性级分的 pH 调节至 4-5,然后收集产生的不溶性级分。

13. 一种由权利要求 1 所述的加工后大豆制备的豆腐渣分级得到的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质,其中通过以 2 : 1 的体积比混合的氯仿和甲醇的混合物作为溶剂萃取出的油组分含量不低于 7%。

14. 如权利要求 13 所述的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质,其具有的 LCI 值不低于 60%。

15. 一种制备非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质的加工方法,其包括向如权利要求 1 所述的加工后大豆制备的豆腐渣中加入水,热萃取混合物,然后回收萃取物。

16. 如权利要求 15 所述的制备非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质的加工方法,其包括将萃取物进行酸沉淀,然后收集产生的不溶性级分。

17. 一种由权利要求 1 所述的加工后大豆制备的豆奶分级得到的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质,其中通过以 2 : 1 的体积比混合的氯仿和甲醇的混合物作为溶剂萃取出的

油组分含量不低于 7%。

18. 如权利要求 17 所述的非 -7S/11S- 可酸沉淀的大豆蛋白质,具有的 LCI 值不低于 60%。

19. 一种制备非 -7S/11S- 可酸沉淀的大豆蛋白质的加工方法,其包括收集将如权利要求 11 所述的调节 pH 至 5.3-5.7 而产生的不溶性级分。

20. 由权利要求 1 所述的加工后大豆作为原料制备的豆奶。

21. 一种制备豆奶的加工方法,其包括用水萃取如权利要求 1 所述的加工后大豆,然后收集水溶性级分。

22. 由如权利要求 1 所述的加工后大豆作为原料制备的豆腐渣。

23. 一种制备豆腐渣的加工方法,其包括用水萃取如权利要求 1 所述的加工后大豆,然后收集不溶性级分。

24. 用如权利要求 1 所述的加工后大豆制备的豆奶作为原料得到的分离的大豆蛋白质。

25. 如权利要求 24 所述的分离的大豆蛋白质,具有的 LCI 值不高于 38%。

26. 一种分级大豆蛋白质的方法,其包括以下步骤:

(1) 向如权利要求 1 所述的加工后大豆中加入水,并且将混合物分离成豆奶和豆腐渣;

(2) 将步骤 (1) 得到的豆奶的 pH 调节至 5.2-6.4,并分离水溶性级分以得到作为不溶性级分的大豆 11S 球蛋白;

(3) 将步骤 (2) 得到的水溶性级分的 pH 调节至 4-5.5,在 40-65°C 加热级分,然后调节级分的 pH 至 5.3-5.7,和

分离产生的水溶性级分以得到作为不溶性级分的非 -7S/11S- 可酸沉淀的大豆蛋白质;和

(4) 将步骤 (3) 中调节 pH 至 5.3-5.7 后分离的水溶性级分的 pH 调节至 4-5 以得到作为不溶性级分的大豆 7S 球蛋白。

27. 如权利要求 1 所述的加工后大豆,其是 7S 球蛋白缺失的大豆。

28. 如权利要求 8 所述的制备分级大豆蛋白质的加工方法,其中的大豆是一种 7S 球蛋白缺失的大豆。

29. 一种制备非 -7S/11S- 可酸沉淀的大豆蛋白质的加工方法,其包括将由权利要求 27 所述的加工后大豆制备的豆奶的 pH 调节至 5.2-6.4,分离不溶性级分以得到水溶性级分,将水溶性级分的 pH 调节至 4-5,然后收集产生的不溶性级分。

30. 一种分级大豆蛋白质的方法,其包括以下步骤:

(1) 向如权利要求 27 所述的加工后大豆中加入水,并且将混合物分离成豆奶和豆腐渣;

(2) 将步骤 (1) 得到的豆奶的 pH 调节至 5.2-6.4,并分离水溶性级分以得到作为不溶性级分的大豆 11S 球蛋白;和

(3) 将步骤 (2) 得到的水溶性级分的 pH 调节至 4-5,分离产生的水溶性级分以得到作为不溶性级分的非 -7S/11S- 可酸沉淀的大豆蛋白质。

31. 一种用于降低血胆固醇的组合物,包括如权利要求 13 所述的非 -7S/11S- 可酸沉淀的大豆蛋白质。

32. 一种用于降低血胆固醇的组合物,包括如权利要求 17 所述的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质。

33. 权利要求 13 所述的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质在制备降低血胆固醇的组合物中的用途。

34. 权利要求 17 所述的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质在制备降低血胆固醇的组合物中的用途。

分级的大豆蛋白质材料,适用于该材料的加工后大豆, 及 制备大豆蛋白质材料和加工后大豆的工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种分级的大豆蛋白质材料,适用于该材料的加工大豆,及制备大豆蛋白质材料和加工大豆的工艺。尤其地,本发明涉及一种将大豆蛋白质转化为具有特征性能的蛋白质(7S 球蛋白,11S 球蛋白和亲脂蛋白质)的分级技术。

背景技术

[0002] 由于大豆蛋白质具有的特有的凝胶化性能,其已被广泛用于改善食物的物理特性,同时大豆蛋白质作为高营养保健食品材料的应用也在增加。

[0003] 大豆中的储藏蛋白质在 pH4.5 左右沉淀,因此大豆蛋白质相对易于被分离为主要含有可溶性组分而不是储藏蛋白质的酸溶性蛋白质组分和主要含有储藏蛋白质的可酸沉淀的蛋白质级分。可酸沉淀的蛋白质级分被收集以得到分离的大豆蛋白质,目前在食品工业中已被广泛使用。

[0004] 根据超离心分析的沉降系数,构成大豆蛋白质的蛋白质分为 2S 球蛋白,7S 球蛋白,11S 球蛋白和 15S 球蛋白。其中,7S 球蛋白和 11S 球蛋白是球蛋白级分中的主要的蛋白质构成组分。因此,按照免疫学命名的 β -伴大豆球蛋白和大豆球蛋白基本上分别与 7S 球蛋白和 11S 球蛋白相对应。

[0005] 构成大豆蛋白质的各种蛋白质在物理特性如粘度、凝聚性和表面活性以及营养生理功能方面各不相同。

[0006] 例如,有报道称 7S 球蛋白能降低血液中的中性脂肪(参见非专利文件 1)。11S 球蛋白被认为具有高的凝胶活性并且能控制豆腐的硬度和口感。

[0007] 因此,大豆蛋白质被分级成富含这些组分的级分,使得每一种蛋白质组分特有的生理功能或物理性能被极大地表现出来,可能会导致创造一种特性材料。所以,大豆蛋白质在食品工业中的应用领域的扩展是能够预期的。

[0008] 从图 1 中可以看到 7S 球蛋白和 11S 球蛋白在某个 pH 下的溶解性能,从图中可以看到,7S 球蛋白在大约 pH4.8 溶解性较低,而 11S 球蛋白在 pH4.5-6 溶解性较低。因此,通过首先在大约 pH6 沉淀出 11S 球蛋白,然后进一步降低 pH 沉淀出 7S 球蛋白,可以分级出高纯度的各种组分。

[0009] 然而事实上,当豆奶(soybean milk)被调节至 pH6 并被分离成不溶性级分和水溶性级分,对这些组分进行 SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳分析,得到的电泳图表明有相当数量的 7S 球蛋白和 11S 球蛋白混杂在两个级分中。

[0010] 因此,存在的问题是仅仅基于两种球蛋白在 pH 下的溶解性进行简单的分级并不能得到其高纯度的级分。

[0011] 为克服这一问题,一些用于分级 7S 球蛋白和 11S 球蛋白的技术被公开(参见非专利文件 2,专利文件 1-7 等)。

[0012] 另一方面,近年来报道了一种可酸沉淀的大豆蛋白质级分,该级分中除了 7S 球蛋

白和 11S 球蛋白之外,还包括对极性脂类如构成蛋白质体、油体的膜和包括细胞膜的类似物具有高亲和力的各种蛋白质(参见非专利文件 3)。

[0013] 基于此报道,本发明人进行了研究。结果发现当把硫酸钠加入低变性脱脂豆奶使其达到 1M 的浓度,并用盐酸调节豆奶的 pH 至 4.5 时,7S 球蛋白和 11S 球蛋白转化成酸溶性级分,而其它的各种蛋白质转化成可酸沉淀的级分(参见非专利文件 4)。

[0014] 还发现可酸沉淀的级分中氮的含量占脱脂豆奶中总含氮量的约 30%,这样大的数量是出人意料的。

[0015] 更进一步的,有报道工业生产的分离的大豆蛋白质含有大约 35% 的这些不同蛋白质,并且发现这样一组蛋白质影响传统大豆蛋白质材料如豆奶或分离的大豆蛋白质的味道(参见非专利文件 5)。

[0016] 未富含 7S 球蛋白和 11S 球蛋白的可酸沉淀的级分含有主要具有基于 SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳的 34Kda、24Kda 和 18Kda 的推算分子量的蛋白质,脂肪氧合酶,γ-伴大豆球蛋白(conglycinin)和其它多种蛋白质。这样的一组蛋白质对极性脂类具有亲和力。

[0017] 根据上述发现,能够理解以前的分级技术(非专利文件 2,专利文件 1-7)不能实质上获得高纯度的 7S 球蛋白和 11S 球蛋白级分,因为以前根本没有考虑过在可酸沉淀的大豆蛋白质级分中占据相当比例的亲脂性蛋白质。

[0018] 尽管非专利文件 4 提供了一种高纯度 7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质的分级方法,但是该方法需要在较高的离子强度下使用大量的还原剂从而需要一个脱盐步骤和洗涤步骤。所以,该方法在试验规模是有效的,却不适用于工业过程。

[0019] 因此,本申请人开发了一种技术,用于将大豆蛋白质分级成亲脂性蛋白质含量低的高纯度的大豆 7S 球蛋白级分和大豆 11S 球蛋白级分(参见专利文件 8 和 9)。该方法的工业化优点在于能够分级出高纯度的 7S 球蛋白。然而,为得到亲脂性蛋白质含量降低的高纯度的 11S 球蛋白级分,还需要比较麻烦的步骤。因此,该方法仍有可改进之处。

[0020] 换言之,需要开发一种工艺来制备总体上分离的大豆蛋白质或者均具有较低亲脂性蛋白质含量的 7S 球蛋白和 11S 球蛋白,而不是仅仅分级高纯度 7S 球蛋白。此外,还需要一种简单的方法来分别一一分级出高纯度的 7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质。

[0021] (参考文件)

[0022] 非专利文件 1:Okita T 等, J. Nutr. Sci. Vitaminol., 27(4), 379-388, 1981

[0023] 非专利文件 2:Thahn, V. H 和 Shibasaki, K., J. Agric. Foodchem., 24, 1117-1121, 1976

[0024] 非专利文件 3:Herman, Planta, 172, 336-345, 1987

[0025] 非专利文件 4:Samoto M 等, Biosci. Biotechnol. Biochem., 58(11), 2123-2125, 1994

[0026] 非专利文件 5:Samoto M 等, Biosci. Biotechnol. Biochem., 62(5), 935-940, 1998

[0027] 非专利文件 6:T. Nagano 等, Relationship between rheological properties and conformational states of 7S globulin from soybeans at acidic pH, Food Hydrocolloids: Structures, Properties, and Functions, Plenum Press, New York, 1994

[0028] 专利文件 1:JP-A 55-124457

[0029] 专利文件 2:JP-A 48-56843

- [0030] 专利文件 3 :JP-A 49-31843
[0031] 专利文件 4 :JP-A 58-36345
[0032] 专利文件 5 :JP-A 61-187755
[0033] 专利文件 6 :WO 00/58492
[0034] 专利文件 7 :USP 6171640
[0035] 专利文件 8 :WO 02/28198
[0036] 专利文件 9 :WO 2004/43160

发明内容

[0037] 本发明待解决的技术问题

[0038] 鉴于上述的问题,本发明的目的是提供一种手段,不仅用来分级 7S 球蛋白,而且用来高效率地、高纯度地分级出 7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质这三种级分。本发明的更进一步的目的是提供豆奶和具有较低亲脂性蛋白质含量的分级的大豆蛋白质。而且,本发明的另一个目的是提供食品工业规模的实用性方法。

[0039] 解决问题的手段

[0040] 为解决上述问题,本发明人深入研究的结果发现,当通过使低变性的含蛋白质和豆腐渣(soybean curd refuse)的大豆接受特殊的变性处理来制备加工过的大豆,然后由加工后的大豆作为原料提取出豆奶,通过简单的分级方法,该豆奶能够被高效率地、高纯度地分级成 7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质这三种级分,从而使上述问题得到解决。

[0041] 也就是说,本发明人发现,当加工后大豆是通过使大豆接受这样一种条件下的变性处理来制备,即 7S 球蛋白和 11S 球蛋白保持低变性而只有亲脂性蛋白质被选择性地变性处理,然后由加工后大豆作为原料提取出豆奶时,7S 球蛋白和 11S 球蛋白被基本上提取出来,而亲脂性蛋白质的提取被抑制并且相当数量的亲脂性蛋白质作为不溶性级分被保留在豆腐渣中。

[0042] 并且发现,仅通过将含少量亲脂性蛋白质的所得豆奶的 pH 调节至使 7S 球蛋白和 11S 球蛋白的溶解性差异较大的范围,就很容易实现两种球蛋白的高纯度的分级。

[0043] 更进一步地发现,通过向得到的豆腐渣中加入水并随后进行热萃取,以前难以与 7S 球蛋白和 11S 球蛋白分级的亲脂性蛋白质能够被高纯度地分级出来。本发明人检查了分级出的亲脂性蛋白质的生理学行为,结果发现与传统的分离的大豆蛋白质和分级的 7S 球蛋白和 11S 球蛋白相比,该亲脂性蛋白质具有显著的血胆固醇降低活性。

[0044] 更进一步地发现,从所含的亲脂性蛋白质被选择性地变性处理的加工后大豆中得到的豆奶和分离的大豆蛋白质,与那些从传统工艺得到的产品相比,具有极佳的味道。

[0045] 更进一步地发现,从所含的亲脂性蛋白质被选择性地变性处理的加工后大豆中得到的豆腐渣含有大量的亲脂性蛋白质。

[0046] 更进一步地,本发明的一种大豆蛋白质分级方法也可以用于通过 7S 球蛋白缺失的大豆的情况,并制得 11S 球蛋白和亲脂性蛋白质这两种级分。

[0047] 也就是说,本发明提供了:

[0048] 1. 一种包括蛋白质组分和豆腐渣组分的加工后大豆,其 PDI 不少于 40 并少于 80,而且所含蛋白质中的亲脂性蛋白质是选择性不溶于水的;

- [0049] 2. 如上述 1 所述的加工后大豆,其中选择性水不溶性指数 (LP/MSP) 不超过 45%;
- [0050] 3. 如上述 1 所述的加工后大豆,其中选择性水不溶性指数 (LP/MSP) 不超过 35%;
- [0051] 4. 如上述 1 所述的加工后大豆,是用于分级一种或多种选自 7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质的可酸沉淀的大豆蛋白质;
- [0052] 5. 一种制备如上述 1 所述的加工后大豆的方法,包括用相同或更少重量的极性醇溶液浸渍作为原料的含有蛋白质组分和豆腐渣组分的大豆;
- [0053] 6. 如上述 5 所述的制备加工后大豆的方法,包括用极性醇溶液浸渍的步骤和在产品温度 30-95℃的加温处理步骤;
- [0054] 7. 一种制备如上述 2 所述的加工后大豆的方法,包括使作为原料的含有蛋白质组分和豆腐渣组分的大豆经受加热处理;
- [0055] 8. 如上述 1 所述的加工后大豆在制备分级的大豆蛋白质中的用途,其中至少一种选自 7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质的可酸沉淀的大豆蛋白质被浓缩;
- [0056] 9. 一种制备分级的大豆蛋白质的方法,包括用如上述 1 所述的加工后大豆制备豆奶或豆腐渣作为原料,然后从豆奶或豆腐渣中收集级分,使其中至少一种选自 7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质的可酸沉淀的大豆蛋白质被浓缩;
- [0057] 10. 将如上述 1 所述的加工后大豆制备的豆奶分级得到的大豆 11S 球蛋白;
- [0058] 11. 一种制备大豆 11S 球蛋白的方法,包括将如上述 1 所述的加工后大豆制备的豆奶的 pH 调节至 5.2-6.4,然后收集不溶性级分;
- [0059] 12. 将如上述 1 所述的加工后大豆制备的豆奶分级得到的大豆 7S 球蛋白;
- [0060] 13. 一种制备大豆 7S 球蛋白的方法,其包括将如上述 1 所述的加工后大豆制备的豆奶的 pH 调节至 5.2-6.4,分离不溶性级分以得到水溶性级分,将该水溶性级分的 pH 调节至 4-5.5,然后收集产生的不溶性级分;
- [0061] 14. 一种制备大豆 7S 球蛋白的方法,其包括将如上述 13 所述的水溶性级分的 pH 调节至 4-5.5,在 40-65℃加热该级分,调节该级分的 pH 至 5.3-5.7,分离产生的不溶性级分以得到水溶性级分,调节水溶性级分的 pH 至 4-5,然后收集产生的不溶性级分;
- [0062] 15. 一种制备大豆 7S 球蛋白的方法,包括将从上述 1 所述的加工后大豆制备的豆奶的 pH 调节至 4-5.5,在 40-65℃加热豆奶,调节豆奶的 pH 至 5.3-5.7,分离产生的不溶性级分以得到水溶性级分,将水溶性级分的 pH 调节至 4-5,然后收集产生的不溶性级分;
- [0063] 16. 一种由上述 1 所述的加工后大豆制备的豆腐渣分级得到的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质,其中通过以 2 : 1 的体积比混合的氯仿和甲醇的混合物作为溶剂萃取出的油组分含量不低于 7%;
- [0064] 17. 如上述 16 所述的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质,其具有的 LCI 值不低于 60%;
- [0065] 18. 一种制备非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质的方法,其包括向如上述 1 所述的加工后大豆制备的豆腐渣中加入水,热萃取混合物,然后回收萃取物;
- [0066] 19. 一种制备如上述 18 所述的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质的方法,其包括将萃取物进行酸沉淀,然后收集产生的不溶性级分;
- [0067] 20. 一种由上述 1 所述的加工后大豆制备的豆奶分级得到的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质,其中通过以 2 : 1 的体积比混合的氯仿和甲醇的混合物作为溶剂萃取出的

油组分含量不低于 7% ;

[0068] 21. 如上述 20 所述的非 -7S/11S- 可酸沉淀的大豆蛋白质, 具有的 LCI 值不低于 60% ;

[0069] 22. 一种制备非 -7S/11S- 可酸沉淀的大豆蛋白质的方法, 其包括收集将如上述 14 所述的调节 pH 至 5.3-5.7 而产生的不溶性级分 ;

[0070] 23. 由上述 5 所述的加工后大豆作为原料制备的豆奶 ;

[0071] 24. 一种制备豆奶的方法, 其包括用水萃取如上述 5 所述的加工后大豆, 然后收集水溶性级分 ;

[0072] 25. 由如上述 5 所述的加工后大豆作为原料制备的豆腐渣 ;

[0073] 26. 一种制备豆腐渣的方法, 其包括用水萃取如上述 5 所述的加工后大豆, 然后收集不溶性级分 ;

[0074] 27. 用如上述 5 所述的加工后大豆制备的豆奶作为原料得到的分离的大豆蛋白质 ;

[0075] 28. 如上述 27 所述的分离的大豆蛋白质, 具有的 LCI 值不高于 38% ;

[0076] 29. 一种分级大豆蛋白质的方法, 其包括以下步骤 :

[0077] (1) 向如上述 1 所述的加工后大豆中加入水, 并且将混合物分离成豆奶和豆腐渣 ;

[0078] (2) 将步骤 (1) 得到的豆奶的 pH 调节至 5.2-6.4, 并分离水溶性级分以得到作为不溶性级分的大豆 11S 球蛋白 ;

[0079] (3) 将步骤 (2) 得到的水溶性级分的 pH 调节至 4-5.5, 在 40-65°C 加热级分, 然后调节级分的 pH 至 5.3-5.7, 和

[0080] 分离产生的水溶性级分以得到作为不溶性级分的非 -7S/11S- 可酸沉淀的大豆蛋白质 ; 和

[0081] (4) 将步骤 (3) 中调节 pH 至 5.3-5.7 后分离的水溶性级分的 pH 调节至 4-5 以得到作为不溶性级分的 7S 大豆球蛋白 ;

[0082] 30. 如上述 1 所述的加工后大豆, 其是 7S 球蛋白缺失的大豆 ;

[0083] 31. 制备如上述 9 所述的分级大豆蛋白质的方法, 其中的大豆是一种 7S 球蛋白缺失的大豆 ;

[0084] 32. 一种制备非 -7S/11S- 可酸沉淀的大豆蛋白质的方法, 其包括包括将由上述 30 所述的加工后大豆制备的豆奶的 pH 调节至 5.2-6.4, 分离不溶性级分以得到水溶性级分, 将水溶性级分的 pH 调节至 4-5, 然后收集产生的不溶性级分 ;

[0085] 33. 一种分级大豆蛋白质的方法, 其包括以下步骤 :

[0086] (1) 向如上述 30 所述的加工后大豆中加入水, 并且将混合物分离成豆奶和豆腐渣 ;

[0087] (2) 将步骤 (1) 得到的豆奶的 pH 调节至 5.2-6.4, 并分离水溶性级分以得到作为不溶性级分的大豆 11S 球蛋白 ; 和

[0088] (3) 将步骤 (2) 得到的水溶性级分的 pH 调节至 4-5, 分离产生的水溶性级分以得到作为不溶性级分的非 -7S/11S- 可酸沉淀的大豆蛋白质 ;

[0089] 34. 一种用于降低血胆固醇的组合物, 包括如上述 16 所述的非 -7S/11S- 可酸沉淀的大豆蛋白质 ;

[0090] 35. 一种用于降低血胆固醇的组合物,包括如上述 20 所述的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质;

[0091] 36. 上述 16 所述的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质在制备降低血胆固醇的组合物中的用途;

[0092] 37. 上述 20 所述的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质在制备降低血胆固醇的组合物中的用途。

[0093] 发明的效果

[0094] 根据本发明的一个适用作高效生产工艺的简单方法,可将大豆蛋白质分级成高纯度的 7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质三种级分。由于所述的分级方法是一种主要包括调节 pH 而无需添加盐的方法,不象传统的包括添加盐的方法那样,因而它不需要稀释步骤和脱盐步骤来实现以沉淀的形式回收蛋白质所必需的低离子浓度环境。因此,所述的分级方法是一种简化分级操作的优良的方法。

[0095] 更进一步地,可提供来自本发明的加工后大豆的味道极佳且几乎不含亲脂蛋白质的豆奶和分离的大豆蛋白质。

[0096] 由于以本发明的加工后大豆为原料得到的豆奶、分离的大豆蛋白质、大豆 11S 蛋白质、大豆 7S 蛋白质、豆腐渣和非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质与传统的大豆蛋白质材料相比,具有令人愉悦的,清爽的和极好的味道,所以增加了其作为食品材料的应用价值。

[0097] 更进一步地,由于本发明的亲脂蛋白质具有比传统的分离的大豆蛋白质更显著的降低血胆固醇的作用,非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质这种新型材料作为保健功能材料具有较高的应用价值。

具体实施方式

[0098] 首先,解释一下本发明使用的术语。

[0099] “7S 球蛋白”也被称为 β -伴大豆球蛋白,是一种糖蛋白质,通常由三种子单元(α' , α , β)组成,并且其中的任何子单元可能缺失。这些子单元无规组合构成三聚体。7S 球蛋白在 pH4.8 左右和分子量 170,000 左右具有等电点。在下文中,7S 球蛋白在一些情况下被简写为“7S”。

[0100] “大豆 7S 蛋白质”是指具有纯度增加的 7S 的大豆蛋白质材料。

[0101] “11S 球蛋白”也被称为大豆球蛋白,是由 6 个分子形成的十二聚体,其中单个分子由一个酸子单元和一个碱子单元通过二硫键相互结合在一起构成。11S 球蛋白的分子量约为 360,000。在下文中,11S 球蛋白在一些情况下被简写为“11S”。

[0102] “大豆 11S 蛋白质”是指具有纯度增加的 11S 的大豆蛋白质材料。

[0103] 7S 和 11S 两者都是可酸沉淀的大豆蛋白质,是储藏在大豆蛋白质体内的主要储藏蛋白质。

[0104] “可酸沉淀的大豆蛋白质”在此处是指在大豆蛋白质中的那些当大豆蛋白质的溶液如脱脂豆奶的 pH 被调节至酸性 (pH4-6) 时沉淀出的蛋白质。因此,例如,分离的大豆蛋白质中包含的蛋白质相当于可酸沉淀的大豆蛋白质,而在分离的大豆蛋白质生产中不发生酸沉淀的乳清中包含的蛋白质不在可酸沉淀的大豆蛋白质之列。

[0105] 7S 和 11S,如同在考马斯亮蓝 (CBB) 染色后通过测密度法测量 SDS 凝胶电泳的峰

面积测定的那样,按照大豆的品种不同,在传统的分离的大豆蛋白质(SPI)或类似物所包含的全部大豆蛋白质中占据了大约70%。

[0106] 大豆蛋白质中7S和11S的总含量可通过下述的(方法1)和(方法2)测定。

[0107] 在下文中,7S和11S球蛋白在一些情况下被整体简写为“MSP”。

[0108] “亲脂性蛋白质”指的是在大豆中的可酸沉淀的大豆蛋白质中不同于7S和11S的较少的可酸沉淀的大豆蛋白质的群组,伴随着大量的极性脂质如卵磷脂和糖脂。在下文中,亲脂性蛋白质在一些情况下被简写为“LP”。

[0109] LP包括的蛋白质主要具有基于SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳的34Kda、24Kda和18Kda的推算分子量的蛋白质、脂肪氧合酶、 γ -伴大豆球蛋白和众多其它种类的蛋白质(参见图2,线条3)。

[0110] 正如图2所示,与7S和11S相比,LP难于在SDS-凝胶电泳中染色,因此真实的实体在以前没有被清楚地识别。基于此原因,在很多情况下,以前文件中当作7S和11S的单个条带描述的SDS-凝胶电泳上的条带实际上包括了相当数量的LP。

[0111] 由于LP是多种蛋白质的混合物,难以识别全部蛋白质中的单个蛋白质。但是,LP基于其溶解性能够被通过下述(方法1)和(方法2)分级。

[0112] “非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质”指的是具有纯度增加的LP的大豆蛋白质材料。在下文中,非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质在一些情况下被简写为“LP-SPI”。

[0113] “PDI”是“蛋白质分散性指数”的缩写,是在恒定的条件下按照AOCS官方方法(Ba10-65)测量大豆产品中含有的分散的蛋白质得到的指数。与包括温和搅拌的方法(例如,为达到“NSI”(AOCS官方方法Ba11-65))相反,AOCS官方方法(Ba10-65)包括激烈搅拌,并且通常导致更高的数值结果。在此处,水被加入大豆中,混合物被用搅拌器搅拌然后离心得到上清液。然后,测量上清液中的含氮量,计算上清液含氮量在大豆含氮量中的比例。当获得的数值较高时,大豆的蛋白质溶解性也较高。当大豆蛋白质由于热处理或类似情况变得难以溶解时,PDI值降低。

[0114] “选择性水不溶性指数”是数字化表征本发明中加工后大豆中含有的LP的选择性水不溶性程度的指数,以“LP/MSP”的比率的形式表达,其中LP和MSP分别是LP含氮量(%) 和MSP含氮量(%)与大豆的水溶性级分中的总含氮量的比值。

[0115] 接着,对本发明的范例作详细说明。

[0116] 本发明的第一个方面是包括蛋白质组分和豆腐渣组分的加工后大豆,其中PDI不少于40并少于80,而且所含蛋白质中的亲脂性蛋白质是选择性地不溶于水的。所述的加工后大豆可以被作为大豆原料以用于分级一种或多种选自7S球蛋白、11S球蛋白和亲脂性蛋白质的可酸沉淀的大豆蛋白质,从而这些蛋白质能够被有效地分级以得到各种特性的大豆蛋白质材料而无需麻烦的操作。

[0117] [作为原料的大豆]

[0118] 本发明中作为原料的大豆至少含有蛋白质组分和豆腐渣组分,而且对大豆的种类也没有特别的限制,因为只要大豆具有油体储藏脂类,就不存在不含LP或LP含量极低的大豆品种。任何种类的大豆都可用于本发明。

[0119] 通过育种技术或基因工程技术得到的富含7S的大豆和富含11S的大豆,以及大豆中特殊的组分被改变的例如脂肪氧合酶缺失的品种也能被用做原料。尤其是当一种大豆富

含 11S,即使用 7S 缺失的大豆作原料,也可以使用本发明的 LP 选择性水不溶解化技术来分级 11S 和 LP,其是大豆中含有的主要可酸沉淀的大豆蛋白质。

[0120] 然而,由于 LP 包括大量源自油体的蛋白质,优选使用具有低脂含量的大豆品种来有效地获得 7S 和 11S。此外,用作原料的大豆的下胚轴或外皮可以去除或不去除。

[0121] 由于大豆中含有的脂类会影响得到的蛋白质的纯度,因此当用本发明的加工后大豆作为原料制备各种大豆蛋白质材料如分离的大豆蛋白质、大豆 7S 蛋白质、大豆 11S 蛋白质和类似物时,优选使用脱脂大豆作为原料。作为脱脂大豆,可以使用通过有机溶剂如己烷对大豆脱脂得到的脱脂大豆,和通过压榨大豆减少其含油量得到的脱脂大豆。

[0122] 用作原料的大豆形式没有特别限制。优选使用研磨的大豆,并且适用的大豆粉末具有的最大粒子直径不超过 500 μm ,更优选不超过 300 μm ,进一步优选不超过 100 μm 。

[0123] 此外,在本发明的加工处理之前,原料大豆中的蛋白质没有充分进行变性是较理想的,而且优选使用 PDI 不低于 60 的大豆,其中的 PDI 表明了蛋白质萃取率。大豆中的含水量优选 2-15%,更优选 5-10%。

[0124] [加工后大豆]

[0125] 本发明的加工后大豆,其 PDI 不低于 40 且不高于 80,在其含有的蛋白质中的亲脂蛋白质是选择性水不溶性的,其特征在于在低变性状态下可酸沉淀的大豆蛋白质中的 7S 和 11S 是可选择的。

[0126] 换言之,本发明中的加工后大豆的特征在于用水萃取时的所谓蛋白质的选择性萃取,即水不溶性 LP 的受抑制的萃取和低变性 7S 和 11S 的选择性萃取。如果尝试通过传统的用于灭活脂肪氧合酶的加热处理或用大量乙醇洗涤来制备相似的加工后大豆,那么包括 7S 和 11S 在内的几乎全部蛋白质都成为水不溶性的并且该水不溶解化处理由此成为非选择性的。

[0127] 当使用长时间加热 (great thermal histroy) 且 PDI 低于 40 的加工后大豆时,大豆中会产生气味,由于热量的作用会产生一种烘烤的气味,一种烧焦的气味及类似气味,从质量的角度来看,这是不优选的。在这样一种加工后大豆中,会发生蛋白质的非选择性水不溶解化,即,不仅 LP,而且 7S 和 11S 也成为水不溶性的,因此从加工后大豆中蛋白质的萃取率会降低,同时,选择性萃取 7S 和 11S 也是困难的。

[0128] 加工后大豆是否具有仅 LP 是选择性水不溶的特征,不能仅凭 PDI 这一蛋白质不溶指数来判定。加工后大豆是否具有上述这样一个特征,可以通过选择性水不溶性指数 (LP/MSP) 来判定。

[0129] 当 LP/MSP 不超过 45%,可以认为 LP 是选择性水不溶的。LP/MSP 不超过 45%的加工后大豆足以用来获得蛋白质级分,并且 LP/MSP 更优选地不超过 35%,进一步优选地不超过 30%。

[0130] LP/MSP 可以不超过 28%,并且进一步地可以不超过 23%。

[0131] 如上面所述,加工后大豆中是否仅 LP 是选择性水不溶的,不能通过直接分析加工后大豆本身来判定,但是可以通过分析由水萃取加工后大豆得到的水溶性级分,即豆奶,的 LP/MSP 来判定。

[0132] LP/MSP 能够通过以下步骤来专门计算,按照下述方法 1 由加工后大豆得到水溶性级分,按照下述方法 2 将该级分分级成 LP 级分和 MSP 级分,然后通过基耶达氏测氮法

(Kjeldahl method) 得到每个级分的含氮量。

[0133] < 计算选择性水不溶性指数 (LP/MSP) 的方法 >

[0134] (方法 1)

[0135] 加工后大豆样品 (如果是全脂大豆, 需要事先用己烷脱脂至含油量低于 1.5%) 被磨碎, 并调整粒径到通过 60 目。向 1 重量份的大豆中加入 7 重量份的水。用氢氧化钠调节混合物的 pH 至 7.5, 室温下搅拌 30 分钟, 然后在 1000G 离心 10 分钟, 以分离出水溶性级分 A 和不溶性级分 A。进一步地, 将 5 重量份的水加入到不溶性级分 A 中, 并在室温下搅拌 30 分钟。混合物在 1000G 离心 10 分钟, 分离出水溶性级分 B 和不溶性级分 B。将水溶性级分 A 和 B 混合以得到水溶性级分。将不溶性级分 A 和 B 混合以得到不溶性级分。从加水到分离的操作是在 10-25°C 下进行。搅拌通过搅拌桨 (350rpm) 完成。

[0136] (方法 2)

[0137] 将方法 1 得到的水溶性级分中加入盐酸调节其 pH 至 4.5。混合物在 1000G 离心 10 分钟并收集不溶性级分 C。进一步地, 向不溶性级分 C 中加入 5 倍于方法 1 使用的加工后大豆样品重量的 1M 的 Na₂SO₄ (含 20mM 的巯基乙醇) 溶液。混合物经充分搅拌, 在 10000G 离心 20 分钟, 分离出水溶性级分 D 和不溶性级分 D。水溶性级分 D 通过与上述同样的操作分离出水溶性级分 E 和不溶性级分 E。不溶性级分 D 和 E 结合得到 LP 级分, 水溶性级分 D 和 E 结合得到 7S 和 11S 级分 (MSP 级分)。操作温度是 10-25°C。通过基耶达氏测氮法得到的 LP 级分和 MSP 级分的含氮量, 从而得到它们之间的比率。

[0138] < 加工后大豆的制备 >

[0139] 只要得到的加工后大豆的选择性水不溶性指数 (LP/MSP) 不超过 45%, 对制备加工后大豆 (其中 LP 是选择性水不溶性的) 的方法没有特别的限制。例如, 可以使用已知的蛋白质变性的方法, 如热变性, 使用如醇类的蛋白质变性剂变性和类似方法, 并且本领域的技术人员能够由此适当地选用加工方法和条件。

[0140] (热变性处理)

[0141] 当使用热变性作为变性方法的一方面时, 加热大豆的方法包括, 但不限于, 使用烘烤设备、热空气加热设备、微波加热设备等的干式加热方法, 和使用增湿加热设备、蒸汽设备、蒸汽加热设备等的湿式加热方法。然而, 当浸泡在水中的大豆被加热时, 蛋白质被萃取出来。因此, 最好避免加热浸泡在水中的大豆。

[0142] 作为例子, 一种方法包括将大豆封闭在一个密封罐体中, 在相对湿度不低于 90% 的气氛下通过密封罐体外侧的夹套加热, 以使得产品的温度在大约 70°C - 大约 95°C。

[0143] 只要能使 LP 被选择性不溶解化, 对于加热条件例如温度和时间并无特殊限制。加热温度通常被设定为产品温度 60-95°C, 并且加热时间适当地介于 1 分钟和 10 小时之间。

[0144] (醇变性处理)

[0145] 当使用乙醇变性作为变性方法的另一方面时, 优选的方法包括把等量或更少的, 优选 2-100 重量份, 更优选 8-20 重量份, 进一步优选 10-15 重量份的极性醇溶液加入到 100 重量份的包含蛋白质组分和豆腐渣组分的原料大豆中, 从而用极性醇溶液浸渍原料大豆。按照所述方法, 很容易使得 LP/MSP 不超过 30%, 并且能够更有效地达到仅使 LP 选择性水不溶解化的目的。

[0146] 所述方法完全不同于包括将大豆浸没在很多倍量的醇中得到悬浮液, 并由此洗涤

大豆的非蛋白质组分如糖类的方法构思,例如,使用醇洗涤来生产浓缩大豆蛋白质的传统方法。所述方法包括向大豆中添加等量或更少的极性溶剂溶液,由此通过该溶剂浸渍大豆。在这种情况下,与溶剂混合的大豆的状态通常变成湿粉状。

[0147] 但是,当极性溶剂的加入量少于大豆重量的 2% 时,LP 的选择性水不溶解化是不充分的,接着在水萃取过程中抑制萃取 LP 的作用也是不充分的。相反地,当极性溶剂的加入量超出等同于大豆的重量时,容易造成使得 7S 和 11S 与 LP 一起发生水不溶解化的非选择性水不溶解化情况,甚至 7S 和 11S 的萃取也变得不充分。

[0148] 适用于促进 LP 选择性水不溶解化的适当极性溶剂的例子包括极性醇溶液(甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇等)。特别地,优选使用常用于食品工业的乙醇的水溶液。其中的水可以使用纯水,或者是酸性水溶液(盐酸水溶液、碳酸水溶液、柠檬酸水溶液等)、也可以使用碱的水溶液(氢氧化钠溶液、碳酸氢钠溶液等),或类似物。

[0149] 极性溶剂溶液的浓度优选 5-100%,更优选 50-80%。当极性溶剂溶液的浓度太低或太高时,LP 的水不溶解化由于变性而变得不充分。

[0150] 向大豆中加入极性溶剂溶液可以通过,例如,将溶剂溶液喷洒到 大豆粉末或者将溶剂溶液滴加大豆上实现,但没有特殊的限制。为实现极性溶剂溶液加入后的混合,例如,可以使用搅拌机如捏合机、高速搅拌机等。

[0151] 而且,优选结合使用加暖(warm)处理与上述醇浸渍处理。加暖温度优选大豆产品温度 30-95℃,更优选 40-90℃。加暖时间优选 5-100 分钟,更优选 10-60 分钟。

[0152] 当极性溶剂浸渍处理与加暖处理结合使用时,完成这些处理的顺序没有特殊要求。但是,优选在加暖处理之前进行极性溶剂的添加和混合,或者在极性溶剂加入和混合的过程中进行加暖处理。

[0153] 即使应用相对低的温度处理,极性溶剂浸渍处理与加暖处理的结合使用也能够使得大豆中含有的仅仅 LP 的选择性水不溶解化被充分地完成。此外,当极性溶剂浸渍处理与加暖处理结合使用时,因加热产生的变色和气味被抑制,从而加工后大豆的味道,或是以加工后大豆为原料的产品的味道能够被改善。

[0154] 而且,可以降低极性溶剂的加入量,因此,与传统的醇洗涤方法中相比,在处理去除极性溶剂的步骤变得极其容易,这有助于形成有效的生产工艺。

[0155] 通过加暖处理,加工后大豆中存留的几乎全部极性溶剂都可以被挥发掉,这使其可以直接进入萃取步骤。但是,如果希望极性溶剂的存留量进一步降低,可以在产品温度 40-60℃ 及减压(约 -10mmHg)条件下进一步加暖处理 10-60 分钟以完全挥发掉极性溶剂,因此,大豆的重量可以回到与极性溶剂加入前近乎相同的重量。

[0156] 挥发出的极性溶剂可以通过蒸馏回收然后重新使用,从生产工艺的角度来看这是有利的。

[0157] 下述的发明具有共同的技术特点即用 LP 被选择性水不溶解化的加工后大豆作原料来分级一种或多种选自 7S、11S 和 LP 的可酸沉淀的大豆蛋白质。

[0158] 换言之,本发明包括用加工后大豆制得的豆奶或豆腐渣作为原料,收集其中至少一种选自 7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质的可酸沉淀的大豆蛋白质被浓缩的级分,从而得到分级的大豆蛋白质。

[0159] (1) 豆奶

[0160] 本发明的豆奶是用加工后大豆作原料制得的。优选地,本发明的豆奶是由经上述醇变性处理得到的加工后大豆作为原料制得的。

[0161] 只要用所述加工后大豆作为原料,对生产本发明所述的豆奶的工艺没有特殊的限制。例如,原材料被用水性溶剂如水或碱的水溶液萃取,并且通过离心分离成豆奶和豆腐渣,然后收集水溶性级分以得到本发明的豆奶。

[0162] 水性溶剂的加入量优选是 6-12 倍于,更优选是 7-9 倍于加工后大豆的重量。当水性溶剂的加入量太小,混合物的粘度增加,并且当水性溶剂的加入量太大,混合物变成稀释的溶液,从而使豆乳的回收效率降低。

[0163] 萃取温度优选约 4℃到约 50℃,更优选约 10℃到约 30℃。当温度太高时,LP 易于溶解。当温度太低时,萃取效率降低。

[0164] 在中性 pH6-9 附近为不溶性的豆腐渣被通过离心等从产生的萃取物中被除去。为增加豆奶的回收量,向得到的豆腐渣中进一步加入 4-6 倍的水然后萃取,并重复这样的步骤。

[0165] 如上述的用本发明的加工后大豆作为原料制得的豆奶可以就此被商业化,或者其可以进一步加工成浓缩豆奶或粉状豆奶,或者可以通过添加适当的添加剂加工成改良的豆奶。

[0166] 这样得到的豆奶具有与传统的豆奶不同的极富特性的蛋白质组成。极富特性的蛋白质组成包括低的 LP 含量并且 LP/MSP 不超过 45%,优选不超过 35%,更优选不超过 30%,更优选不超过 28%,最优选不超过 23%。

[0167] 本发明的豆奶可以如下所述地被用来制备分级的大豆蛋白质。

[0168] 相反,通过传统工业制备的豆奶或者从含有非选择性不溶解化蛋白质的大豆中萃取的豆奶的 LP/MSP 超过 45% (参见表 1)。在此情况下,难以通过仅调节 pH 的简单方法将豆奶分级成为大豆 7S 球蛋白和大豆 11S 球蛋白,而且难以得到兼具良好味道和良好色调的各种大豆蛋白质材料。

[0169] (2) 分离的大豆蛋白质

[0170] 本发明的分离的大豆蛋白质的特征在于豆奶是以本发明的加工后的大豆蛋白质作为原料制备的,并且也能够通过传统使用的已知工艺制备,只是要使用这样的豆奶作为原料。

[0171] 典型地,向本发明中的豆奶中加入酸(盐酸、硫酸等)以使得豆奶的 pH 变为酸性。豆奶的 pH 可以被调节至大豆蛋白质的等电点附近,优选 pH4.2-5.2。在各种大豆蛋白质中,可酸沉淀的大豆蛋白质在将发生沉淀的 pH 范围内是水不溶性的。通过离心收集沉淀,然后加入碱溶液如氢氧化钠将其中和来制备大豆蛋白质的中性溶液,从而得到分离的大豆蛋白质。这样得到的大豆蛋白质被可选地消毒和干燥后,粉末状的分离的大豆蛋白质可以被原样使用,或者与适当的药用原料配制在一起制成制剂,然后在传统的各种食品中被用作分离的大豆蛋白质。作为上述方法的替代方法包括一个酸沉淀步骤,如国际公开号 W02004/13170 所述,可以通过用酸洗涤本发明的脱脂大豆,接着用水萃取得到分离的大豆蛋白质。

[0172] 这样得到的分离的大豆蛋白质的特征在于具有比传统的分离的大豆蛋白质更好的味道,可能是由于这样得到的分离的大豆蛋白质含有不低于 90%重量比的天然蛋白质含

量和较低的 LP 含量。

[0173] 接着,将介绍一种测量分离的大豆蛋白质中 LP 含量的方法。

[0174] 由于用作大豆蛋白质材料的分离的大豆蛋白质通常在最终的生产步骤中被热消毒,分离的大豆蛋白质中含有的 7S 和 11S 与 LP 一起被热变性。因此,要将商业化的分离的大豆蛋白质分级成 7S、11S 级分和 LP 级分,然后通过上述方法 1 和方法 2 测量 LP 的含量是困难的。

[0175] 在使用通常用来测量蛋白质组成的 SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳方法 (SDS-PAGE) 的情况下,难以用 CBB 染色 LP,而且通过所述方法也难以测量精确的 LP 含量。

[0176] 这样,可以采用以下方法,包括容易地选择 7S、11S 和 LP 蛋白质中含有的主要蛋白质,测定它们的染色比率,并且由该比率估计 LP 含量。

[0177] 所述的方法不仅能用于分级的大豆蛋白质而且能用于如大豆 7S 蛋白质,大豆 11S 蛋白质和 LP-SPI 的各种分级的大豆蛋白质。

[0178] [LP 含量的评估方法]

[0179] (a) 作为在各种蛋白质中各自的主要蛋白质,从 7S 中选择 α 子单元和 α' 子单元 ($\alpha + \alpha'$),从 11S 中选择酸性子单元 (AS) 和从 LP 中选择 34kDa 蛋白质和脂肪氧合酶 (P34+Lx)。然后,通过 SDS-PAGE 测量各种选择的蛋白质的染色比率。在如表 1 所示的条件下进行电泳。

[0180] (b) 计算 $X\% = (P34+Lx) / \{(P34+Lx) + (\alpha + \alpha') + AS\} \times 100(\%)$

[0181] (c) 由于从低变性脱脂大豆中制备的分离的大豆蛋白质中的 LP 含量为大约 38%,如在热消毒之前通过上述方法 1 和方法 2 的分级方法测量的, (P34+Lx) 乘以一个修正系数 $k^* = 6$,因此 X 成为 38(%)。

[0182] (d) 也就是说,通过下面的等式计算估计的 LP 含量 (亲脂性蛋白质含量指数,在下文中简称为“LCI”)

[0183] (表 1)

[0184]

应用量	每孔 10 μ l 蛋白质 0.1%的溶液样品
孔宽度	5mm
孔体积	30 μ l
染色溶液	考马斯亮蓝(CBB)1g, 甲醇 500ml, 冰醋酸 70ml(待 CBB 完全溶解于甲醇后, 加入醋酸和水至 1L)
染色时间	15 小时
脱色时间	6 小时
密度测量仪	GS-710 Calibrated Imaging Densitometer/Quantity One Software V.4.2.3(Bio Rad Japan Co. Ltd)
	扫描宽度: 5.3mm,
	灵敏度: 30

[0185] (数学公式 1)

$$[0186] \quad LCI(\%) = \frac{k^* \times (P34 + Lx)}{k^* \times (P34 + Lx) + (\alpha + \alpha') + AS} \times 100$$

[0187] k^* :校正系数 (6)

[0188] P34:LP 主要组分, 34kDa 蛋白质

[0189] Lx:LP 主要组分, 脂肪氧合酶

[0190] α :7S 主要组分, α 子单元

[0191] α' :7S 主要组分, α' 子单元

[0192] AS:11S 主要组分, 酸性子单元

[0193] 本发明中得到的分离的大豆蛋白质具有的 LCI 不超过 38%, 优选不超过 35%, 更优选不超过 30%, 进一步优选不超过 25%。当 LCI 超过 38% 时, 这样的 LCI 值接近于通过传统工艺得到的分离的大豆蛋白质具有的 LCI 值, 所以其质量没有不同于传统的分离的大豆蛋白质的质量。另一方面, 当 LCI 值越小, 味道越佳。

[0194] (3) 大豆 11S 蛋白质和大豆 7S 蛋白质

[0195] 为了将可酸沉淀的大豆蛋白质分级成 11S 和 7S, 已经尝试了背景技术中的多种方法。本发明的大豆 11S 蛋白质和大豆 7S 蛋白质的特征在于两者都是通过分级由本发明的加工后大豆制备的豆奶得到的。

[0196] 因此, 7S 和 11S 能够通过简单的方式被分离为两种级分, 其中每一种级分都含有高纯度的每一种蛋白质, 而无需通过传统的复杂方式来制备分级的大豆蛋白质 (大豆 7S 蛋白质, 大豆 11S 蛋白质)。

[0197] 至于分级 7S 和 11S 的方法, 只要使用本发明的加工后大豆作为原料, 上述背景技术中的任何已知的方法都可以制备具有高纯度和低 LP 含量的大豆 11S 蛋白质。因此, 本领域的技术人员能够确定选择适用的分级方法来建立生产工艺。但是, 特别地, 下述方法更为

简单和优选。

[0198] [大豆 11S 蛋白质的制备实例]

[0199] 就本发明的 11S 蛋白质而论,本发明的豆奶被调节至一个特定的 pH,并收集产生的不溶性级分,并且可选择地中和、消毒和干燥,然后以粉末的形式应用,或者与适当的药用原料配制在一起制成制剂,从而可有效地得到高纯度的大豆蛋白质材料。

[0200] 用酸(可用任意种类的酸)调节 pH 优选至 5.2-6.4,更优选至 5.7-6.2。

[0201] 得到的级分的电泳图表明其如本发明的豆奶的电泳图(参见图 4)所示的具有低的 LP 值,并且级分的味道是极佳的。

[0202] 当使用上述的方法时,在加入还原剂如亚硫酸钠后,豆奶可以被调节至上述的 pH 范围。因此,可分离性进一步得到改善。在用传统方法分离 11S 时,还原剂通常被加入至约 10mM。但是在用本发明的豆奶时,加入约 1mM 的还原剂就能导致良好的分离。

[0203] 分级方法的另一个例子包括一种包含通过冷却来沉淀 11S 的方法(其是传统的 11S 分级方法(参见非专利文件 2 和 6)),该方法是可用的。也就是说,向本发明的豆奶中加入还原剂,豆奶被调节至 pH6.1-6.5,冷却至 4-6°C,然后静置半天,收集产生的沉淀,从而回收 11S 球蛋白。为分离 11S,通常加入 10mM 的还原剂。然而,在使用本发明的豆奶时,加入大约 1mM 的还原剂已经足够导致良好的分离。

[0204] 由于这样获得的大豆 11S 蛋白质的纯度不低于 75%重量,优选不低于 85%重量,更优选不低于 90%重量,因此有可能通过使用大豆 11S 蛋白质而利用 11S 特有的性能。由于 11S 在被加热时具有低粘度和高凝胶强度,大豆 11S 蛋白质可以被用作如凝胶剂或是蛋清的替代品。此外,由于硬(hard)豆腐是通过应用大豆 11S 蛋白质得到的,因此大豆 11S 蛋白质可以赋予豆腐硬度。

[0205] 此外,大豆 11S 蛋白质具有不超过 30%的 LCI 值,更优选不超过 25%,进一步优选不超过 20%,以及极低的 LP 含量和优良的味道。

[0206] [大豆 7S 蛋白质的制备范例]

[0207] 关于本发明的 7S 蛋白质,在分级上述 11S 之后得到的水溶性的级分溶液的 pH 被用酸调节至 4-5.5,优选至 4.3-4.8,收集产生的水不溶级分并且可选择地中和或不中和,消毒和干燥,然后以粉末的形式应用,或者与适当的药用原料配制在一起制成制剂,从而可以得到分级的大豆蛋白质材料。在这种情况下,大豆 7S 蛋白质中的 7S 的纯度至少不低于 38%,优选不低于 40%,更优选不低于 50%,进一步优选不低于 60%。

[0208] 为进一步增加 7S 的纯化程度,在上述步骤前 LP 可以被作为不溶性级分去除。

[0209] 也就是说,从本发明大豆 11S 蛋白质的制备中得到的水溶性级分被调节至 pH4-5.5,优选 pH4.8-5.2,在 40-65°C 加热,然后调节至 pH5.3-5.7,由此除 7S 外的其它蛋白质(主要是 LP)成为不溶性的并且所述的蛋白质可被作为不溶性级分去除。当不需要从豆奶中同时回收 7S 和 11S 时,使用本发明的豆奶代替水溶性级分,仅有 7S 能被从豆奶中直接分级出来,11S 和 LP 可以被作为不溶性级分去除。

[0210] 然后,去除不溶性级分后的水溶性级分的 pH 被用酸调节至 4-5,优选 4.3-4.8,然后收集产生的不溶性级分以得到具有高纯化程度的大豆 7S 蛋白质。

[0211] 大豆 7S 蛋白质的制备方法不限于所述方法,而且可选择地,可以采用分级 7S 的传统方法。例如,存在一种方法,如 Nagano 等的方法(参见非专利文件 6)中描述的那样,该

方法包括向豆奶中加入 NaCl, 在 0.25M 的浓度下使 11S 球蛋白被去除, 调节 pH 至 5.0, 去除不溶性级分, 向不溶性级分中加入 3 倍量的水, 调节 pH 至 4.5, 收集产生的沉淀。另外可选择的, 如 Samoto 等的方法 (参见非专利文件 5) 中描述的那样, 该方法包括用硫酸将已经去除 11S 球蛋白的豆奶调节至 pH2.8-3.5, 去除产生的沉淀, 向可溶性级分中加入 2 倍量的水, 调节 pH 至 4.5, 回收产生的沉淀。

[0212] 按照这些方法中的任意方法, LP 被阻止与 7S 蛋白质级分相混合, 因此制得的 7S 蛋白质可以具有较高的纯度和良好的质量。

[0213] 由于这样得到的高纯度大豆 7S 蛋白质的 7S 纯度不低于 80%, 有可能通过使用大豆 7S 蛋白质而利用 7S 特有的性能。例如, 大豆 7S 蛋白质能够被用作营养功能剂如血中性脂降低剂或体脂 (body fat) 降低剂, 或者高粘性材料。

[0214] 此外, 这样得到的大豆 7S 蛋白质具有极低的不超过 30% 的 LCI 含量, 优选不超过 25%, 进一步优选不超过 20%, 并且具有极佳的味道。

[0215] (4) 豆腐渣

[0216] 本发明的豆腐渣是通过用水萃取作为原料的本发明的加工后大豆, 并回收不溶性级分得到的。

[0217] 由于本发明的加工后大豆中含有的 LP 是选择性水不溶的, 当如上所述用水萃取加工后大豆时, 7S 和 11S 被主要萃取到豆奶中, 而 LP 被主要萃取到豆腐渣中。

[0218] 因此, 本发明的豆腐渣的特征在于富含 LP。本发明的豆腐渣中的 LP 含量是干固体物质的 35-60 重量%。相反, 传统的豆腐渣中的 LP 含量是干固体物质的约 10-约 20 重量%。在大豆的可酸沉淀的大豆蛋白质中, LP 独有一种优异的血胆固醇降低活性。因此, 根据本发明, 通常作为豆奶副产品而抛弃的豆腐渣很可能被赋予极高的价值。

[0219] 本发明的豆腐渣通过在如上所述由离心分离等制备豆奶期间分离的收集的不溶性级分获得的。所述豆腐渣可任选地经受例如消毒、冰冻、研磨、干燥等处理以制造各种形式的产品。

[0220] (5) 非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质 (LP-SPI)

[0221] LP 被认为会恶化传统大豆蛋白质材料的味道。然而, 高度分级的 LP 中含有的非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质具有各种用途来利用 LP 的独有的特性。

[0222] 本发明的 LP-SPI 在使用上述的处理后大豆作为原料制得的豆腐渣的情况下和使用豆奶作为原料的情况下能够通过两种分级方法得到。

[0223] 制备 LP 的第一种方法包括分级使用上述的处理后大豆制得的豆腐渣。这样得到的 LP 级分的油含量不低于 7%, 优选不低于 8%, 其中的油组分由以 2 : 1 的体积比混合的氯仿和甲醇的混合物作为溶剂萃取。下面是一个制备实例。

[0224] [LP-SPI 的制备实例]

[0225] 由于本发明的加工后大豆中含有的 LP 是选择性不溶的, 可以通过萃取由加工后大豆制得的豆奶得到作为残渣的豆腐渣, 然后分级豆腐渣来得到 LP。

[0226] 分级可以通过向豆腐渣中加入水, 接着热萃取, 然后收集萃取物来实现。每 100 重量份的豆腐渣中的水加入量优选 50-500 重量份。加热温度优选 100-150℃。加热时间优选从数秒到数分钟。

[0227] 根据上述方法, 其 LCI 按重量计不低于 50%, 优选不低于 60% 的 LP-SPI 能够作为

萃取物。此外,通过加入酸调节萃取物的 pH 至 4-5,优选至 4.3-4.8,并收集产生的沉淀,能够得到纯度更高的 LP-SPI。沉淀物被用氢氧化钠中和以制备中性溶液,该溶液被消毒,加热和干燥。按照上述方法,LP-SPI 能够被作为高纯度产品提供,其具有的 LCI 按重量计不低于 60%,优选不低于 65%。

[0228] 制备 LP 的第二种方法包括分级由上述加工后大豆制得的豆奶。这样得到的 LP 级分的油含量不低于 7%,优选不低于 8%,其中的油组分由以 2 : 1 的体积比混合的氯仿和甲醇的混合物作为溶剂萃取。下面是一个制备实例。

[0229] [LP-SPI 的制备实例]

[0230] 本发明的加工后大豆中的 LP 总含量的大约 50-80%是选择性不溶性的,并且所述总含量的大约 20-50%被萃取进豆奶中。所以,从本发明的加工后大豆制备的豆奶中萃取 LP 也是有可能的。

[0231] 具体说来,可以通过收集从本发明的加工后大豆制备的豆奶被调节至 pH5.2-6.4 时产生的不溶性级分,该不溶性级分被分离以得到水溶性级分,并且水溶性级分被调节至 pH4-5.5,在 40-65°C 加热,然后调节 pH 至 5.3-5.7,从本发明的加工后大豆在用于制备大豆 7S 蛋白质的上述方法中获得。

[0232] 当使用 7S 球蛋白缺失的大豆时,不需要分级 7S 和 LP 的步骤,因此分级操作更加简单。具体地,通过简单地调节加工后大豆制备的豆奶至 pH5.2-6.4,分离不溶性级分(11S 级分)以得到水溶性级分,调节水溶性级分至 pH4-5,并收集不溶性级分,得到高纯度的 LP 级分。

[0233] 通过上述方法得到的级分被用氢氧化钠中和以制备中性溶液,如需要的话,该溶液被消毒,加热,然后干燥。

[0234] 按照上述方法,LP-SPI 能够被作为高纯度产品提供,其具有的 LCI 按重量计不低于 60%。

[0235] 通过上述两种方法分级的 LP 对脂类具有很强的亲和性。因此,究竟一种大豆蛋白质材料是否符合本发明的 LP-SPI,能够通过蛋白质中的油组分含量按重量计是否不低于 7%重量来确定,优选 8-15 重量%,更优选 9-15 重量%,该油组分是由以 2 : 1 的体积比混合的氯仿和甲醇的混合物作为溶剂(在下文中,简称为“氯仿-甲醇油含量”)萃取出的。但是,当 LP-SPI 中用乙醚萃取出的油组分含量不少于 2%时,必须从氯仿-甲醇油含量的数值中扣除乙醚萃取的油组分的含量。萃取的极性脂类主要包括卵磷脂和糖脂。

[0236] 附带提一下,传统的非分级的分离的大豆蛋白质具有的氯仿-甲醇油含量按重量计为大约 4- 大约 5%,高纯度的大豆 7S 蛋白质和高纯度的 11S 大豆蛋白质仅具有不高于 3%的氯仿-甲醇油含量。

[0237] [包括 LP-SPI 的血胆固醇降低组合物]

[0238] 可以通过将根据本发明得到的 LP-SPI 掺混入组合物中得到血胆固醇降低组合物。无论使用了上述那种方法来分级,任何的 LP-SPI 都具有血胆固醇降低活性。

[0239] 当 LP-SPI 被供给大鼠时,本发明人证实了 LP-SPI 对大鼠血胆固醇浓度的影响。结果,与分离的大豆蛋白质、大豆 7S 蛋白质和大豆 11S 蛋白质相对比,LP-SPI 显示出显著更强的血胆固醇降低活性。此外,也证实了 7S 具有高的纯度,也就是说,所述的试验中使用的具有低 LP 含量的 7S 几乎没有显示出血胆固醇降低活性。

[0240] 更进一步地,已经证实通过乙醇洗涤 LP-SPI 一次以除去氯仿-甲醇萃取物,并再次向其中加入氯仿-甲醇萃取物获得的产品,显示出比用乙醇洗涤之前的 LP-SPI 更弱的血胆固醇降低活性。

[0241] 因此,LP-SPI 之所以显示出很强的血胆固醇降低活性,是因为有 LP 和氯仿-甲醇萃取物的共同存在,并且它们以复合物的形式存在于 LP-SPI 中。

[0242] 本发明的血胆固醇降低组合物中的 LP-SPI 的含量可以根据组合物的量和形式来适当地确定。通常,本领域的技术人员能够根据组合物的每日服用量来确定 LP-SPI 在血胆固醇降低组合物中的含量以便能够摄取每日需要摄入的活性成分的量。例如,当每日需要摄入的 LP-SPI 的量是 4.5g 并且每日需要摄入的组合物的量是 10g 时,组合物中活性成分的含量按重量计可以是 45%。本发明的每日需要摄入的 LP-SPI 的量没有特殊的限制,但其可以是 4-10g。

[0243] 本发明的血胆固醇降低组合物可以含有,与 LP-SPI 相结合的,据说具有血胆固醇降低活性的成分。例如,可以含有异黄酮、豆奶、分离的大豆蛋白质、浓缩的大豆蛋白质、卵磷脂、乳酸菌、多酚、多糖或类似物。

[0244] 本发明的血胆固醇降低组合物可采用药剂或食品的形式。

[0245] 当采用药剂的形式时,本发明的组合物可以配制成各种剂量形式的制剂。当采用口服给药时,本发明的组合物能够以固体制剂的形式给药,如药片、硬胶囊、软胶囊、颗粒和药丸,或者以液体制剂的形式给药,如溶液、乳液和悬浊液。当采用不经肠道给药时,本发明的组合物能够以注射液、栓剂或类似物的形式使用。至于这些制剂的配方,可以结合使用配方中可接受的添加剂、例如、赋形剂、稳定剂、防腐剂、润湿剂、乳化剂、润滑剂、甜味剂、染色剂、香料、紧张调节剂、缓冲剂、抗氧化剂、pH 调节剂和类似物。

[0246] 当采用食品的形式时,本发明的组合物可以并入各种食品例如软饮料、奶制品、豆奶、发酵豆奶、大豆蛋白质饮料、豆腐、发酵大豆(纳豆)、薄煎豆腐(aburaage)、厚煎豆腐(atsuage),含有各种蔬菜末的煎豆腐(ganmodoki)、汉堡、肉丸、煎鸡肉、各种日常菜肴、糕点甜食例如烤饼、营养条、麦片、糖果、口香糖、果冻等、饼、面包、炒米等食品的常见形式。更进一步地,当采用食品的形式时,本发明的组合物可以并入各种保健食品例如在日本使用的特有的健康食品,并且在包装或广告媒体如食品宣传册上直接或间接地标注该食品含有 LP-SPI 作为活性添加剂从而该食品具有血胆固醇降低活性。

[0247] 如上面所述,本发明的第一个优点是 LP 的选择性水不溶解化促进了从前需要复杂操作的高纯度的 7S、11S 和 LP 的有效分级。使用本发明的加工后的大豆为原料,仅通过在各自特有的等电点沉淀组分就可以分级出高纯度的 7S 和 11S 的混合物。此外,能以较高的纯度分级出从前没有充分认识的 LP。含有高浓度 LP 的 LP-SPI 具有比分离的大豆蛋白质更强的血胆固醇降低活性,并能够用作新型的大豆蛋白质材料。

[0248] 本发明的第二个优点是能够改善已有的大豆蛋白质材料如豆奶和分离的大豆蛋白质的味道。也就是说,通过本发明的大豆加工处理后的 LP 是选择性水不溶的,因此能够引导脂类与 LP 结合而难于萃取的状态。因此可以极大地改善萃取的豆奶和由豆奶制备的各种大豆蛋白质材料的味道。

[0249] 同时,对 LP 的选择性水不溶解化处理导致大豆中内原酶的灭活,例如与脂类劣化有关的脂肪氧合酶。特别地,与水性极性有机溶剂的接触导致酶系统的灭活,因此萃取期间

的异味 (off-flavor) 的产生被抑制。异味是处理过程中产生的气味组分,主要是醛类和酮类,所谓的羰基化合物,是由脂类中的不饱和脂肪酸通过发酵或化学氧化反应产生。这些物质会导致不令人愉快的味道。本发明加工后大豆的特征还在于产生的羰基化合物非常少。

[0250] 更进一步地,本发明的加工后大豆中,由于加工处理,细菌的数量被减少。这导致在用水进行加工处理期间细菌的增殖被抑制。因此,本发明的加工后大豆不仅有利于味道方面,而且也有利于卫生方面。

[0251] 由于从本发明的加工后大豆制得的豆奶具有极佳的味道,其可以被提供作为高质量的豆奶材料。更进一步地,通过分级豆奶得到的分离的大豆蛋白质,大豆 7S 蛋白质和大豆 11S 蛋白质具有明显的良好 颜色和味道,并且,例如,即使它们经受了猛烈的加热处理例如灭菌处理,其颜色也不加深而且味道也不变差。

[0252] 此外,本发明使用极性醇导致与氧化降解有关的酶灭活和细菌减少的加工处理不仅能应用于脱脂大豆,而且能应用于全脂大豆。因此,本发明也有效改善了由全脂大豆制备的豆奶的味道。

[0253] 实施例

[0254] 本发明的实施例如下面所述,但本发明不限于以下实施例,在不背离本发明主旨的范围内可以具有各种变化。

[0255] < 加工后脱脂大豆的制备 >

[0256] 实施例 1 :乙醇处理 1

[0257] 在密封的容器中,在混合下将 100g 的乙醇水溶液 (10%、50%、60%、70% 或 80%) 喷洒到 1kg 的低变性脱脂大豆 (PDI :83,水含量 :7.0%) 上。加热密封容器的外部使得脱脂大豆的温度达到 70℃,然后保持 30 分钟。从容器中取出脱脂大豆,使其冷却以得到加工后的脱脂大豆。这样得到的加工后脱脂大豆的 PDI 分别为 71、67、64、65 和 64。

[0258] 实施例 2 :乙醇处理 2

[0259] 除去喷洒的乙醇水溶液 (70%) 的量增加至 150g 外,用与实施例 1 相同的方式制备加工后脱脂大豆。加工后脱脂大豆的 PDI 为 72。

[0260] 实施例 3 :乙醇处理 3

[0261] 除去喷洒的乙醇水溶液 (70%) 的量增加至 200g 外,用与实施例 1 相同的方式制备加工后脱脂大豆。加工后脱脂大豆的 PDI 为 45。

[0262] 实施例 4 :湿式加热处理 1

[0263] 在密封的容器中放入 1kg 的脱脂大豆 (PDI :83,水含量 :7.0%),在其处于相对湿度不低于 90% 的气氛下加热容器的外侧,使得脱脂大豆的温度达到 75℃,然后保持 30 分钟。从容器中取出脱脂大豆,以得到加工后的脱脂大豆。加工后脱脂大豆的 PDI 为 73。

[0264] 实施例 5 :湿式加热处理 2

[0265] 除去加热容器的外侧以使得脱脂大豆的温度达到 85℃,然后保持 60 分钟外,用与实施例 4 相同的方式制备加工后脱脂大豆。加工后脱脂大豆的 PDI 为 66。

[0266] 实施例 6 :乙醇处理 4

[0267] 除去喷洒的乙醇水溶液 (70%) 的量降低至 30g 外,用与实施例 1 相同的方式制备加工后脱脂大豆。加工后脱脂大豆的 PDI 为 79。

[0268] 对比例 1 :乙醇处理 5

[0269] 除去喷洒的乙醇水溶液(80%)的量增加至1.5kg并且加热保持时间延长至60分钟外,用与实施例1相同的方式制备加工后脱脂大豆。加工后脱脂大豆的PDI为32。

[0270] 对比实验例1:脱脂豆奶的制备和组分分析

[0271] 在本实施例中,将检测来自实施例1-6和对比例1的加工后脱脂大豆是否具有仅LP是被选择性水不溶解化的特征。按照上述(方法1),豆腐渣被从脱脂大豆中分离以制备豆奶。按照上述(方法2),从豆奶中分离出乳清级分,剩余级分被进一步分级成7S和11S级分(MSP级分)以及LP级分。

[0272] 然后,对这样得到的乳清级分、豆腐渣级分、LP级分、MSP级分的含氮量通过基耶达氏测氮法分析,并在假设脱脂大豆中的总含氮量为100%前提下,计算氮转移进各种级分的比率(%)。然后,计算表征LP级分和MSP级分之间氮比率的选择性水不溶性指数。

[0273] 相似地,作为对照,从未经过加工处理的低变性脱脂大豆中萃取出豆奶,并且对其进行分析。

[0274] 结果如表2所示。

[0275]

(表 2) 从各种加工后脱脂大豆中萃取的豆奶的分析结果

	加工 方法	乙醇 加入量	湿式 加热 时间	PDI	氮转化率			LP	豆腐渣	LP/ MSP
					乳清	MSP (7S+11S)				
对比例	未处理	0%	-	83	10	48		23	19	48%
实施例 1	10% 乙醇	10%	-	71	10	48		14	28	29%
	50% 乙醇	10%	-	67	10	48		13	29	27%
	60% 乙醇	10%	-	64	10	48		12	30	25%
	70% 乙醇	10%	-	65	9	48		12	31	25%
	80% 乙醇	10%	-	64	9	48		12	31	25%
实施例 2	70% 乙醇	15%	-	72	9	46		9	36	20%
实施例 3	70% 乙醇	20%	-	45	9	36		10	45	28%
实施例 4	湿式加热 75°C	-	30 min	73	10	48		18	24	38%
实施例 5	湿式加热 85°C	-	60 min	66	10	39		12	39	31%
实施例 6	70% 乙醇	3%	-	79	10	48		20	22	42%
对比例 1	80% 乙醇	150%	-	32	9	25		12	54	48%

[0276] [0277] 从实验结果中可以看到,与对比例 1 和对照相比,从如实施例 1-6 所示的处理条件下的加工后脱脂大豆中萃取的豆奶表现出了明显较低的选择性水不溶性指数 (LP/MSP)。从而证实了加工后脱脂大豆中含有的 LP 是选择性水不溶的,并且当用水进行萃

取时,大约 50- 大约 80%的 LP 保留在豆腐渣级分中。

[0277] 尽管在几个实施例中,如实施例 3 中,氮转化进入 MSP 的比率降低并且得率也降低,但在几乎全部实施例中,氮进入 MSP 的转化率不低于 45%,并接近 48%,即未经处理的对照中的氮进入 MSP 的转化率。由此证实了 7S 和 11S 被以较高的得率萃取到豆奶内。

[0278] 正如从实施例 1-3,实施例 6 和对比例 1 中可以看出的那样,当乙醇的浓度更高并且乙醇的加入量更多时,表现出更低的 PDI 值并且脱脂大豆的变性程度也降低。另一方面,当乙醇的加入量增加至一定程度时,氮转移进 LP 级分的比率的降低趋势变得更小,并且相反地,氮转移进 MSP 的比率趋于降低。结果导致 LP/MSP 趋于增加。在对比例 1 中,LP/MSP 与其在对照中的相同。

[0279] 在实施例 4 和 5 的使用湿式加热的脱脂大豆处理方法中,PDI 值与其在用加入乙醇的方法中的数值几乎相等,并且 LP 是选择性水不溶解化的。在强烈加热的实施例 5 中,进入 MSP 级分的氮转移率降低,而且 LP/MSP 的比率略高于其在使用乙醇加入的情况。在对湿式加热方法和加入乙醇方法的对比中,通过乙醇加入的情况得到的 LP/MSP 较小,而且存在 LP 更加选择性水不溶的趋势。

[0280] 从上述结果中可以看出,旨在使 LP 选择性水不溶解化的对脱脂大豆加工处理的优选条件是能够制备具有 PDI 不低于 40 且低于 80 并且 LP/MSP 不高于 45%。作为满足这样的条件的加工处理方法的特定的实施例,包括湿式加热控制的方法和包括向大豆中加入按重量计 5-100%的浓度为 5-100%的乙醇水溶液的方法都是适用的。特别地,按照包括加入乙醇水溶液的方法,LP/MSP 能够被降低至 35%或更低。

[0281] 对比实验例 2:证实豆奶和分离的大豆蛋白质溶液的味道

[0282] 将从对比实验例 1 中的每种加工后脱脂大豆制备的豆奶煮沸 10 分钟,然后冷却至室温以制得进行味道测试的豆奶。

[0283] 另外,用盐酸将豆奶的 pH 调节至 4.5,并通过离心收集沉淀从而去除乳清级分。用氢氧化钠中和收集的沉淀,然后加水至 3%的浓度。中和的溶液被煮沸 10 分钟,然后冷却至室温以制备用于味道测试的分离的大豆蛋白质溶液。在如表 1 所示的条件下使分离的大豆蛋白质溶液经历 SDS- 聚丙烯酰胺凝胶电泳分析,然后计算作为估计的 LP 含量的 LCI 值(参见数学公式 1),根据上述的方法估计 LP 的含量。

[0284] 这样得到的豆奶和分离的大豆蛋白质溶液通过 10 名参加者(panelist)来测试其味道。分数从 1 到 10,分数越高,表示味道越好。作为标准,规定由未处理的大豆制得的试样的分数为 5。通过划分各参加者的总分得到的平均分数被表示出来。

[0285] (表 3) 由每一种加工后脱脂大豆制得的脱脂豆奶和分离的大豆蛋白质溶液的味道测试

[0286]

	加工方法	脱脂豆奶	分离的大豆蛋白质	LCI 值	备注
对比例	未处理	5	5	40	生豆气味 混杂的味道
实施例 1	10% 乙醇	7.1	7.3	30	
	50% 乙醇	7.6	7.5	29	
	60% 乙醇	7.8	7.1	27	
	70% 乙醇	7.3	8.2	25	
	80% 乙醇	7.7	7.6	25	
实施例 2	70% 乙醇	8.9	9.4	23	清爽
实施例 3	70% 乙醇	8.5	9.3	26	
实施例 4	湿式加热 75°C	6.2	6.4	37	
实施例 5	湿式加热 85°C	6.0	6.8	36	烘烤气味
实施例 6	70% 乙醇	5.9	6.0	34	
对比例 1	80% 乙醇	8.2	9.3	39	低回收率

[0287] 从实施例 1-3 和 6(乙醇加入处理)中得到的加工后脱脂大豆中萃取的脱脂豆奶和分离的大豆蛋白质溶液被评估为具有清爽的味道并且几乎没有不愉快的口感。而且在实施例 4 和 5 中,味道有所改善,但是乙醇处理的改善效果更大。在实施例 5(湿式加热处理)中,由于几乎没有混杂的味道而分数增加,但却感觉出一种烘烤的气味。在对比例 1 中,其味道被评估为良好,但是 MSP 级分的萃取量却太小,这从生产加工的角度来看是有问题的。

[0288] 对比实验例 3:从萃取的豆奶中制备大豆 7S 蛋白质和大豆 11S 蛋白质

[0289] 用盐酸将从对比实验例 1 中的每种加工后脱脂大豆制备的豆奶的 pH 调节至 5.8,并通过在 1000G 下离心 10 分钟收集产生的沉淀。不溶性的级分被用作大豆 11S 蛋白质。

[0290] 此外,离心分离后的水溶性级分进一步由盐酸调节至 pH4.5,且产生的不溶性级分通过在 1000G 下离心 10 分钟收集产生的不溶性级分。不溶性的级分被用作大豆 7S 蛋白质。

[0291] 作为样品的每一种蛋白质的固体物质 (3.7 μ g) 通过带有 SDS-PAGE 的 SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳进行纯度测试。纯度测试通过如下完成:用考马斯亮蓝 (CBB) 染色凝胶,然后将该凝胶通过密度测量仪,并计算出与 7S 或 11S 对应的每个条带的密度与全部蛋白质的条带的密度的比率。另外,计算样品的 LCI 值。结果如表 4 所示。(表 4) 由加工后脱脂大豆制备的大豆 11S 蛋白质和大豆 7S 蛋白质的纯度和回收率

[0292]

	加工方法	LP/MSP	纯度		固体物质回收率*	
			11 S	7 S	11 S	7 S
未处理	未处理	48%	73% (31)	37% (58)	11%	21%
实施例 1	10% 乙醇	29%	90% (19)	50% (53)	13%	16%
	50% 乙醇	27%	92% (16)	56% (50)	13%	14%
	60% 乙醇	25%	91% (19)	53% (52)	13%	15%
	70% 乙醇	25%	92% (17)	53% (52)	13%	15%
	80% 乙醇	25%	93% (15)	53% (51)	13%	15%
实施例 2	70% 乙醇	20%	96% (12)	62% (45)	13%	13%
实施例 3	70% 乙醇	28%	97% (11)	64% (43)	12%	11%
实施例 4	湿式加热	38%	85% (28)	46% (55)	12%	18%
实施例 5	湿式加热	31%	75% (34)	38% (57)	10%	16%
实施例 6	70% 乙醇	42%	85% (28)	45% (56)	12%	20%
对比例 1	80% 乙醇	48%	90% (20)	41% (58)	6%	9%

[0293] * 固体物质回收率假设脱脂大豆的固体含量为 100%

[0294] () 内的数值 :LCI 值

[0295] 在全部实施例中,大豆 11S 蛋白质的纯度不低于 75%,特别是,实施例 1-3 中的大豆 11S 蛋白质的纯度高达不低于 90%,大豆 11S 蛋白质的回收率相当于或高于未处理制备的回收率。大豆 7S 蛋白质的纯度在全部实施例中均不低于 38%,特别是,在实施例 1-3 中的纯度不低于 50%,并且在一些实施例中超过了 60%。这些蛋白质被评估为具有清爽的味道并且几乎没有不愉快的口感。

[0296] 在对比例 1 中,大豆 11S 蛋白质的纯度与各实施例中的几乎相等,但是大豆 11S 蛋白质的回收率显著地降低至 6%。这可能是由于 7S 和 11S 转移进入豆腐渣中的总量较大,并且 LP 的选择性水不溶解化不够充分。

[0297] 实施例 7:高纯度大豆 7S 蛋白质的制备

[0298] 为了增加纯度,可以通过以下方法来处理大豆 7S 蛋白质。

[0299] 在从实施例 2 中制备的加工后脱脂大豆根据对比实验例 3 得到大豆 11S 蛋白质后,用盐酸将剩余的水溶性级分调节至 pH5.0,在 60℃ 加热 15 分钟,用氢氧化钠调节至 pH5.5,用搅拌桨 (300-350rpm) 搅拌 30 分钟,然后在 1000G 下离心 10 分钟以去除不溶性级分 A (图 4:7S 杂质)。用盐酸将上清液调节至 pH4.5,通过在 1000G 下离心 10 分钟收集产生的不溶性级分 B。该不溶性级分 B 被用作大豆 7S 蛋白质,并根据对比实验例 3 用 SDS-PAGE 进行纯度测试。结果表明,大豆 7S 蛋白质的纯度是 91% (图 4:7S 球蛋白)。此外,LCI 值是 12。

[0300] 该蛋白质被评估为具有清爽的味道并且几乎没有不愉快的口感。

[0301] 实施例 8:LP-SPI 的制备 1

[0302] 在从实施例 2 中制备的加工后脱脂大豆根据对比实验例 2 得到大豆 11S 蛋白质后,向豆腐渣中加入等重的水,在 110℃加热 30 分钟,然后离心(1000G,10 分钟)以收集水溶性级分。通过加入盐酸将该水溶性级分调节至 pH4.5,通过离心(1000G,10 分钟)收集产生的不溶性级分。该不溶性级分被用作 LP-SPI(图 4:LP 条带)。考虑到蛋白质固体物质中含有的油组分,用乙醚萃取的油组分含量为 1%,用 2:1 的氯仿:甲醇的溶剂混合物萃取的油组分含量为 11%。这表明蛋白质中含有大量对极性脂类有亲和力的 LP。

[0303] 由于得到的 LP-SPI 中含有大量的被认为是引起分离的大豆蛋白质味道劣化的一种要因组分的 LP,预计 LP-SPI 会具有不愉快的味道。然而,当对 LP-SPI 进行实际的味道测试时,出人意料的是,味道很好而且没有令人不愉快的味道。这时的 LCI 值是 72%。

[0304] 实施例 9:LP-SPI 的制备 2

[0305] 收集用与实施例 7 相同的方法得到的不溶性级分 A,并将该级分用作 LP-SPI。考虑到蛋白质固体物质中含有的油组分,用乙醚萃取的油组分的量为 1%,用 2:1 的氯仿:甲醇的溶剂混合物萃取的油组分的量为 9%。这表明蛋白质中含有大量对极性脂类有亲和力的 LP。

[0306] 得到的 LP-SPI,与实施例 7 中的 LP-SPI 相似,出人意料地展示了很好的味道而且没有令人不愉快的味道。这时的 LCI 值是 71%。

[0307] 营养测试 1:证实 LP-SPI 的血胆固醇降低活性

[0308] 由对比实验例 3,实施例 6 和实施例 7 得到的各种大豆蛋白质材料的血胆固醇降低活性被证实。

[0309] 将按重量计含 20%的基于 AIN-93G 组成(REEVES P.G. 等人, J. NUTR, 123, 1939-1951, 1993)的酪蛋白“无维生素酪蛋白”(由 OrientalYeast 制造,在下文中称之为“酪蛋白”)的食物作为对比例。通过用(1)分离的大豆蛋白质“Fujipro F”(FUJI OIL COMPANY Limited 制造), (2)如对比实验例 3 中所述制备的大豆 11 S 蛋白质, (3)如实施例 7 中所述制备的大豆 7S 蛋白质, (4)如实施例 8 中所述制备的 LP-SPI, 或 (5)如实施例 9 中所述制备的 LP-SPI 替换对照食物中 10%的蛋白质来源来制备测试食物(表 5)。这些食物通过下述方法以每天 2g 蛋白质的量被供给实验动物。

[0310] 作为实验动物,使用 36 只 6 周龄(JAPAN SLC 销售)的 WISTAR 雄鼠。在预培养一周后,这些动物被分成 6 组,每组 6 只,这样各组之间的平均体重大致相等,然后用测试食物培养二周。

[0311] (表 5)

	掺混	测试组	酪蛋白组 (对比组)
	大豆蛋白质材料	10.0	-
	酪蛋白	10.0	20.0
	蔗糖	10.0	10.0
	B 玉米淀粉	39.4	39.4
	A 玉米淀粉	13.2	13.2
[0312]	大豆油	7.0	7.0
	维生素混合物*	1.0	1.0
	矿物质混合物**	3.5	3.5
	纤维素	5.0	5.0
	重酒石酸(Bitartaric acid)	0.25	0.25
	胆碱		
	胆固醇	0.5	0.5
	胆酸钠	0.125	0.125
	总计	100	100

[0313] *AIN-93 组合物, **AIN-93G 组合物

[0314] 在测试期结束后,从早上 8:00 开始动物禁食 6 小时,然后打开它们的腹部在麻醉状态下从腹部主动脉抽血。经过肝素处理后,血液在 3000rpm 下离心 15 分钟。得到的血浆被作为样品进行血总胆固醇 (TC) 和排泄物的固醇类排泄量测量。

[0315] 用 Fuji Drichem 5500(Fuji Photo Film Co., Ltd.) 对 TC 进行测量。通过收集解剖之前三天的排泄物,真空冷冻并磨碎排泄物,按照 Miettinen 等人的方法 (Miettinen, T. A. ;Ahrens, E. H. Jr. ;Grundy, S. M. Quantitative isolation and gas-liquid chromatographic analysis of total dietary and fecal neutral steroids. J. Lipids Res. ,6,411-424,1965) 和 Grundy 等人的方法 (Grundy, S. M. ;Ahrens, E. H. Jr. ;Miettinen, T. A. Quantitative isolation and gas-liquid chromatographic analysis of total fecal bile acids. J. lipid Res. ,6,397-410,1965) 通过气相色谱分析排泄的中性和酸性固醇类,然后加和得到的数值来计算排泄物的固醇类排泄量。

[0316] 用测试食物培养两周后,与大鼠体内胆固醇水平的变化和排泄物的总固醇类排泄量相关的结果如表 6 所示。

[0317] (表 6) 结果 :用测试食物培养两周的大鼠中的胆固醇水平变化

[0318]

	氯仿-甲醇 萃取量	LCI 值	TC (mg/dl)	排泄物总固醇 类排泄量 (mg/day)
LP-SPI 组 (实施例 8)	11.2%	72%	137±9a	83.9±1.8ab
LP-SPI 组 (实施例 9)	9.3%	71%	139±8a	88.6±3.8a
SPI 组 (Fujipro F)	4.5%	39%	176±4bc	73.7±2.9ab
11S 组	2.1%	14%	166±9ab	74.8±4.3ab
7S 组	0.5%	12%	202±5c	79.0±4.4ab
对比组 (酪蛋白)	-	-	199±12bc	68.5±4.8c

[0319] (备注) 显著性差异测试: 在各组的不同符号之间存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

[0320] 从上述结果可以看出, 与分离的大豆蛋白质和大豆 7S 蛋白质相比, LP-SPI 的摄入显著降低了血胆固醇水平。更进一步地, 与大豆 11S 蛋白质相比, LP-SPI 具有降低血胆固醇水平的倾向。由此发现通过本发明的方法分级的 LP-SPI 是一种比传统的大豆蛋白质材料具有更强的血胆固醇降低活性的材料。

[0321] 营养测试 2

[0322] 接下来, 用乙醇洗涤 LP-SPI 以去除其中的氯仿-甲醇萃取物, 并且检测所述的去除对 LP-SPI 的血胆固醇降低活性的影响。

[0323] 将如实施例 8 制备的 LP-SPI 用 10 倍量的 70% 乙醇洗涤一次, 用 3 倍量的 70% 乙醇洗涤一次, 然后用 2 倍量的 99.5% 乙醇。室温下干燥过夜后, LP-SPI 被在 60°C 下干燥 1 小时以得到乙醇洗过的 LP-SPI (LP-EW)。LP-EW 含有 1.4% 的氯仿-甲醇萃取物。

[0324] 然后, 通过蒸发器 (50-55°C) 使乙醇洗涤溶液中的乙醇挥发, 且残余物被真空冷冻以得到脂类。脂类被溶解在如表 5 所示的大豆油中, 其与 LP-EW 结合用来制备测试作为样品的食物 (LP-EW+ 脂类), 其中脂类和 LP-EW 被再次混合。

[0325] 以与营养测试 1 相同的方式, 将含有按重量计含 20% 的酪蛋白的食物用作对照, 通过替换 LP-SPI、LP-EW 或 LP-EW+ 脂类作为 10% 的蛋白质来源来制备测试食物 (表 5)。这些食物通过下述方法以每天 2g 蛋白质的量被供给实验动物。各个蛋白质摄入组分别是酪蛋白组 (对照组)、LP-SPI 组、LP-EW 组、和 LP-EW+ 脂类组。实验动物是 24 只 6 周龄 (JAPAN SLC 销售) 的 WISTAR 雄鼠。在预培养一周后, 这些动物被分成 6 只一组, 这样各组之间的平均体重大致相等, 然后用测试食物培养二周。在测试期结束后, 以与营养测试 1 中相同的方式检测用测试食物培养二周后的大鼠血胆固醇水平的变化。结果如表 7 所示。

[0326] (表 7) 用测试食物培养二周后的大鼠胆固醇水平的变化

[0327]		TC(mg/dl)
	LP-SPI 组	166±6a
	LP-EW 组	192±6b
	LP-EW+脂类组	250±18c
	对照组 (酪蛋白)	204±8b

[0328] (备注) 显著性差异测试 : 在各组的不同符号之间存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

[0329] 从表 7 的结果可以看出,一旦用乙醇将氯仿-甲醇萃取物从 LP-SPI 中去除后,即使氯仿-甲醇萃取物与 LP-SPI 再次混合,LP-SPI 也失去了强的血胆固醇降低活性。因此,我们认为当氯仿-甲醇萃取物对共存的 LP 如卵磷脂具有较高的亲和力而且与 LP 形成复合物时,本发明的 LP-SPI 展示了比 LP 单独存在时更加强烈的血胆固醇降低活性。

[0330] 工业实用性

[0331] 通过使用本发明的加工后大豆作原料,能够简单地将大豆蛋白质分级成高纯度的 7S 球蛋白、11S 球蛋白和亲脂性蛋白质,从而明显改善了传统的分级方法中的复杂的生产方法。

[0332] 此外,本发明能够提供高纯度的大豆 7S 蛋白质、大豆 11S 蛋白质和非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质,从而可能生产更多应用这些蛋白质的物理特性和营养生理功能的食品。特别地,非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质是新型的此前尚未被商业化的大豆蛋白质材料。由于非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质具有比传统的分离的大豆蛋白质更高的胆固醇降低活性,预期可以将其用于营养改进目的,例如,用作专门的健康用途的食品。

[0333] 更进一步地,本发明得到的豆奶,分离的大豆蛋白质、大豆 7S 蛋白质、大豆 11S 蛋白质、豆腐渣和非-7S/11S-可酸沉淀的大豆蛋白质具有比传统的大豆蛋白质材料更好的味道,其在改善用传统的大豆蛋白质材料制备的传统食品质量方面具有极大的应用价值。

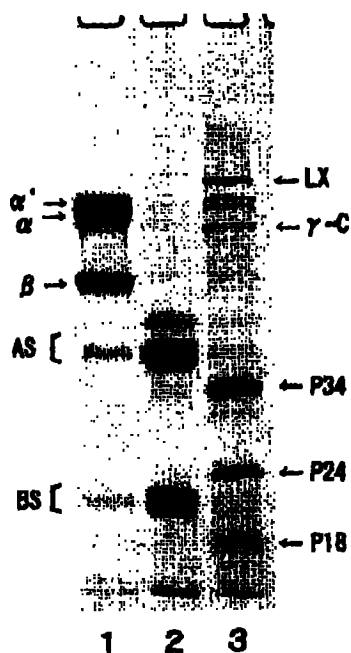
[0334] 附图简述

[0335] 图 1 是表明 7S 球蛋白和 11S 球蛋白在各自的 pH 下的溶解性能的图形。

[0336] 图 2 是替代附图的照片,表明了 7S 球蛋白级分、11S 球蛋白级分和亲脂性蛋白质级分通过 SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳得到的电泳图。

[0337] 图 3 是替代附图的照片,表明了由实施例 2 和对比例 1 的加工后脱脂大豆制得的大豆 11S 球蛋白和豆腐渣通过 SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳得到的电泳图。

[0338] 图 4 是替代附图的照片,表明了由实施例 2 的加工后脱脂大豆制得的各级分(豆腐渣、脱脂豆奶、11S 球蛋白、7S 杂质、7S 球蛋白、乳清、亲脂性蛋白质)通过 SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳得到的电泳图。



条带1: 7S球蛋白
 α' , α , β 子单元

条带2: 11S球蛋白
 酸子单元 (AS), 碱子单元 (BS)

条带3: 亲脂性蛋白质 (LP)
 P24, P18 (膜蛋白质)
 P34 (原蛋白质)
 Lx (脂肪氧合酶)
 γ -C (γ 伴大豆球蛋白)
 其它各种蛋白质

图 1

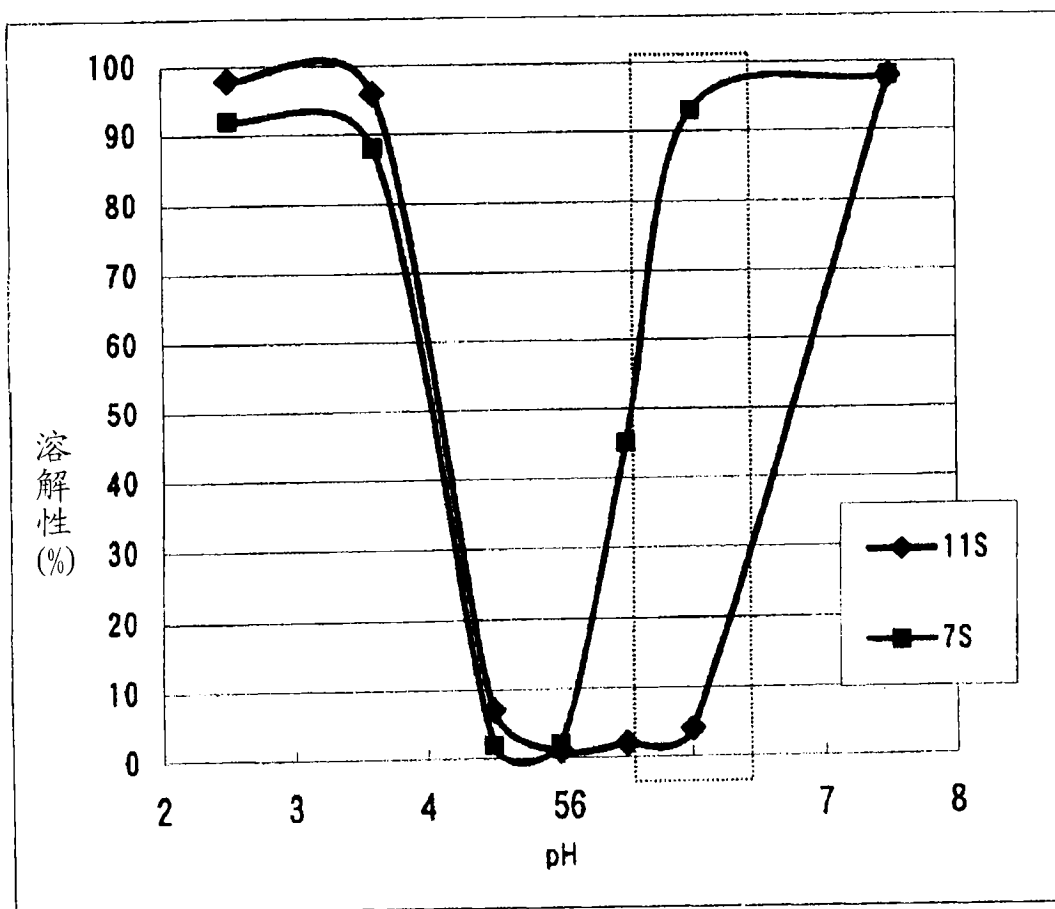
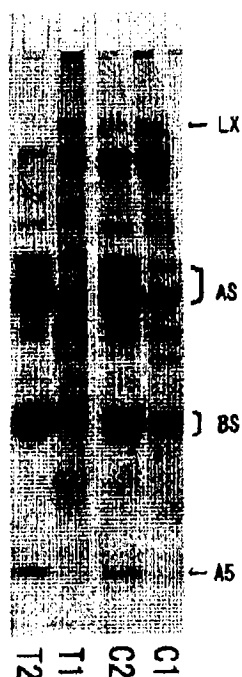
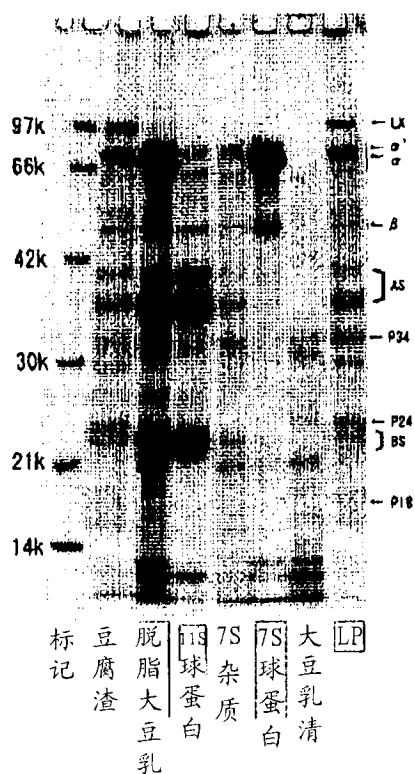


图 2



- C1: 对比例1的豆腐渣中的蛋白质
 C2: 由对比例1的豆奶制得的11S球蛋白组分
 T1: 实施例2的豆腐渣中的蛋白质
 T2: 由实施例2的豆奶制得的11S球蛋白组分
- Lx: 脂肪氧合酶
 AS: 11S球蛋白的酸子单元
 BS: 11S球蛋白的
 A5: 11S球蛋白的A5子单元

图 3



- 7S球蛋白: α' 、 α 、 β 子单元
 11S球蛋白: 酸子单元 (AS)
 碱子单元 (BS)
 亲脂性蛋白质 (LP): P24, P18 (膜蛋白质)
 P34 (原蛋白质)
 Lx (脂肪氧合酶)
 其它各种蛋白质

图 4