



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103957724 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 30

(21) 申请号 201280056218. 8

C12P 21/06 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 11. 30

C08L 89/04 (2006. 01)

(30) 优先权数据

102011055889. 6 2011. 11. 30 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 05. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/004940 2012. 11. 30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/079208 DE 2013. 06. 06

(71) 申请人 OTC 有限责任公司

地址 德国奥伯豪森

(72) 发明人 G·达姆斯 A·容

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有

限公司 44205

代理人 张海文

(51) Int. Cl.

A23J 1/10 (2006. 01)

C07K 14/435 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

生产蛋白水解物的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种生产蛋白水解物的方法,包括以下步骤:提供一水性悬液形式的蛋白源;向所提供的蛋白源悬液中加入络合剂;向所提供的蛋白源悬液中加入碱;加热所得混合物到 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 的温度;调节混合物的 pH 值至 $2 \leq \text{pH} \leq 8$;以及过滤混合物。

1. 生产蛋白水解物的方法,包括以下步骤:
 - 提供一水性悬液形式的蛋白源;
 - 向所提供的蛋白源悬液中加入络合剂;
 - 向所提供的蛋白源悬液中加入碱;
 - 加热所得混合物到 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 的温度;
 - 调节获得的混合物的 pH 值至 $2 \leq \text{pH} \leq 8$;
 - 过滤混合物。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,蛋白源悬液的固含量在 $\geq 15\text{wt.}\%$ 和 $\leq 70\text{wt.}\%$ 之间,优选地,在 $\geq 20\text{wt.}\%$ 和 $\leq 60\text{wt.}\%$ 之间,更优选地,在 $\geq 25\text{wt.}\%$ 和 $\leq 40\text{wt.}\%$ 之间。
3. 根据前面权利要求中任一项所述的方法,其中提供的蛋白悬液包含分散剂,优选地,包含表面活性剂。
4. 根据前面权利要求中任一项所述的方法,其中碱选自碱性氢氧化物、碱土金属氢氧化物、氧化钙或它们的混合物组成的组。
5. 根据前面权利要求中任一项所述的方法,其中,加入的碱与获得的蛋白悬液的固含量的比率在 1:3 到 1:7 之间。
6. 根据前面权利要求中任一项所述的方法,其中所述络合剂选自乙二胺四乙酸(EDTA)、次氨基三乙酸(NTA)、乙二醇双(氨基乙基醚)-N,N'-四乙酸(EGTA)、乙二胺二琥珀酸(EDDS)、柠檬酸、2,3-二羟基丁二酸、吡罗克酮乙醇胺、植物螯合肽、天然或合成的多肽和氨基酸、冠醚、它们的衍生物或混合物组成的组。
7. 根据前面权利要求中任一项所述的方法,其中,向提供的蛋白源悬液中加入还原剂。
8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中加入选自碱性连二亚硫酸盐、碱性亚硫酸氢盐、亚硫酸氢碱土金属、胼、胱氨酸(半胱氨酸的二聚体)、谷胱甘肽二硫化物(GSSG)或它们的混合物组成的组中的化合物作为还原剂。
9. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法,其中,加入的还原剂与蛋白悬液的固含量的比率在 1:20 到 1:300 之间。
10. 根据前面权利要求中任一项所述的方法,其中所得混合物在升高的压力下加热,所述升高的压力优选地在 $\geq 1100\text{mbar}$ 和 $\leq 4000\text{mbar}$ 之间,更优选地,在 $\geq 1500\text{mbar}$ 和 $\leq 3000\text{mbar}$ 之间。
11. 根据权利要求 10 所述的方法,其中所述混合物加热到 100°C 到 150°C 之间,优选地,加热到 110°C 到 140°C 之间。
12. 根据前面权利要求中任一项所述的方法,其中向所述混合物中加入酸,以调节 pH 值至 $8 \geq \text{pH} \geq 2$ 之间。
13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述酸选自氢氯酸、硫酸、磷酸、亚磷酸、羧酸、羟基羧酸或它们的混合物组成的组。
14. 根据前面权利要求中任一项所述的方法,其中,在过滤之前,向所述混合物中加入过滤助剂。
15. 根据前面权利要求中任一项所述的方法,其中,使所得的滤液经历喷雾干燥或冷冻干燥过程。

生产蛋白水解物的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种生产蛋白水解物的方法。特别地,本发明涉及一种生产角蛋白水解物的方法。

背景技术

[0002] 如今,由于蛋白水解物具有多种用途以及普遍良好的可用性,其被多种工业用作原材料。此处引用的一应用领域例子是化妆品 (cosmetic product) 或身体护理产品的生产。作为生产蛋白水解物的原材料来源,植物或动物基质被采用。在其它领域如在食品工业中相应的植物或动物加工中产出的剩余材料也是可以在这里使用的。

[0003] 迄今为止,仅在很少程度上用于生产水解物的蛋白是角蛋白,虽然相应的角蛋白源可大量获得。因此,例如在家禽养殖中,可以获得大量角蛋白含量非常大的羽毛。然而,水解植物来源的蛋白,或水解动物来源的胶原蛋白通常不是问题,但是将包含角蛋白的蛋白源加工成相应的水解物就相当困难了。与其他蛋白相比,这种困难尤其是由角蛋白的结构引起的,其结构与其他蛋白相比具有大量的二硫键。正是因为这些二硫键,使得角蛋白获得高强度。但是同时,在水解的过程中,这些二硫键却阻碍角蛋白的分解。

[0004] 为了将存在于例如羽毛、羊毛或犄角中的角蛋白提供用于进一步的加工,必须破坏蛋白支架。为了达到这一目的,例如,可以使用现有技术已知的在水溶液中水解分裂。此处,将包含角蛋白的原材料,如羊毛,置于高温(如,大约 150℃)和高压(如,大约 350kPa)下 30 到 70 分钟的时间。在这样的条件下,角蛋白将会变性,并且随后很容易裂解,可是,这样的反应条件导致部分氨基酸被不可逆转地破坏。但是,对于水解物的质量来说其影响是可以忍受的。

[0005] 此外,现有技术已知,可在强酸或强碱溶液中,大约 100℃ 温度下加热含角蛋白的原材料。这样的处理是适用于分解原材料中包含的角蛋白的,但是,即使在这种情况下,氨基酸也被不可逆转地破坏。

[0006] 为了减弱这些缺陷,人们尝试将含角蛋白的材料进行酶分解。例如,EP-A-0499261 描述了一种水解角蛋白的方法,其中,含角蛋白的材料首先用含有亚硫酸根离子的水溶液处理,然后在蛋白水解酶的帮助下转化成角蛋白水解物。使用含有亚硫酸根离子的溶液进行预处理,在 pH 值 6 到 9,温度 60 到 100℃ 中处理 10 分钟到 4 小时。随后的蛋白水解通过将经过预处理的含角蛋白的材料多阶段地加入到含酶的水解混合物中进行。所描述的方法中,缺点是以下事实:没有可以连续处理含角蛋白材料的方法。而且,酶反应需要的反应时间非常长,并且最后必须热失活使用的酶,其中溶液的温度必须加热到大约 90℃。

[0007] W002/36801A1 公开了一种蛋白水解物,其通过连续酶解含蛋白的基质获得,其中,描述的水解是在挤出机中进行的。

[0008] 现有技术中已知的水解含角蛋白基质或原材料的方法具有很多的缺点,到目前为止阻碍或甚至阻止了含角蛋白原材料的大规模使用。已知的方法生产的产品因为含有毒性或潜在毒性的成分,不可用于敏感区,如化妆品或身体护理,或者由于它们加工时间长或获

得的水解物缺乏均一性而不经济。

发明内容

[0009] 因此,本发明的目的在于提供一种改善的生产蛋白水解物的方法,特别是基于含角蛋白的蛋白源,所述含角蛋白的蛋白源能够提供蛋白水解物,尤其具有改善的界面活性的蛋白水解物。

[0010] 这个目标通过权利要求 1 的方法达到。本发明方法的具体实施方式可在从属权利要求和下面的描述中找到。

[0011] 因此,本发明提出了生产蛋白水解物的方法,包括步骤:

[0012] - 提供一水性悬液形式的蛋白源;

[0013] - 向所提供的蛋白源悬液中加入络合剂;

[0014] - 向所提供的蛋白源悬液中加入碱 (base);

[0015] - 加热所得混合物到 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 的温度;

[0016] - 调节混合物的 pH 值至 $2 \leq \text{pH} \leq 8$;

[0017] - 过滤混合物。

[0018] 出乎意料地发现,由此生产的蛋白水解物呈现出显著的改善的界面活性,以及负的氧化还原电位 (negative redox potential)。此处,改善的界面活性特别是指,根据本发明生产的蛋白水解物降低了区域中的界面张力,这种界面张力至今已知仅来源于传统的 O/W 乳化剂。根据本发明生产的蛋白水解物因此作为乳化剂 / 分散剂提供给各自的工业应用。

[0019] 出乎意料地发现,通过向反应混合物中加入络合剂,可以防止或至少显著地降低通过水解被裂解的二硫键的重新结合。不受理论的限制,假定加入合适的络合剂,那么,催化二硫键重新结合所需要的金属离子,如 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 或 Cu^{2+} 将不再能在反应溶液中用于必要的催化。通过这个方法,明显降低甚至避免了水解的恶臭副产物的产出。

[0020] 根据本发明方法的一优选实施例,所述络合剂选自由乙二胺四乙酸 (EDTA)、次氨基三乙酸 (NTA)、乙二醇双(氨基乙基醚)-N,N'-四乙酸 (ethylene-glycol-bis(aminoethyl ether)-N,N'-tetraacetic acid) (EGTA)、乙二胺二琥珀酸 (EDDS)、柠檬酸、2,3-二羟基丁二酸、吡罗克酮乙醇胺、植物螯合肽 (phytochelatin)、天然或合成的多肽和氨基酸、冠醚、它们的衍生物或混合物组成的组。我们发现,这些络合剂尤其适于在水解条件下,络合催化裂解了的二硫键重新结合所必须的金属离子,从而减少或避免恶臭副产物的产生。

[0021] 从本发明的意义上说,“蛋白水解物”指的是包含至少大约 15wt. % 多肽或寡肽的混合物,所述多肽或寡肽通过化学裂解待水解的蛋白产生。此处,所述多肽或寡肽主要具有低于水解前蛋白质分子量的分子量。

[0022] 通过本发明方法生产的蛋白水解物基本上可以由任何合适的蛋白源生产。然而,优选地,在根据本发明的方法中,使用包含至少角蛋白作为蛋白质的蛋白源。在根据本发明方法的一优选实施例背景下,获得的蛋白质水解物因此包括可由角蛋白降解获得的水解产物。然而,这并不妨碍根据本发明生产蛋白水解物,例如,可以使用包含多于一种类型的蛋白的蛋白源。合适的例子是,除了角蛋白外,蛋白源还包括胶原蛋白或谷蛋白,或两者。

[0023] 在一优选实施例中,包含蛋白的天然产品,特别是那些衍生自包含角蛋白的天然产品在本发明方法中充当蛋白源来使用。包含蛋白的天然产品,例如,包含植物蛋白的天然材料,如玉米、小麦、大麦、大豆,或包含动物蛋白产品的材料,如在兽体 (carcass) 加工过程中获得的屠宰场废料、羊毛、羽毛、毛发、蹄、角、猪鬃等是合适的。此外,海洋蛋白源,如鱼废弃物 (waste)、来自甲壳类动物和海藻的废弃物可在本发明方法中用作原材料。本发明背景下,尤其适合的是羽毛,特别是鸡毛。

[0024] 根据本发明方法的另一个实施例,包含角蛋白的基质,如角、蹄、羊毛或羽毛以尺寸减小的形式用作蛋白源。合适的减小尺寸的方法有,例如切割、撕碎或磨碎。特别是使用羽毛作为包含角蛋白的蛋白源时,它们优选地以羽毛粉的形式提供。包含角蛋白的蛋白源减小尺寸的合适阶段 (stage) 是,例如,最长维度的尺寸为大约 2 厘米直至几 μm 。例如,如果采用羽毛作为包含角蛋白的蛋白源,那么,这些阶段可以是这样的尺寸预减小:折断羽根,以及羽毛尺寸为大约 1cm。然而,优选地,提供的包含角蛋白的蛋白源是平均粒径从 10 μm 到 1mm 的粉末。

[0025] 根据本发明方法的另一个实施例,提供的蛋白悬液的固含量 (solids content) 在 $\geq 15\text{wt.}\%$ 和 $\leq 70\text{wt.}\%$ 之间,优选地,在 $\geq 20\text{wt.}\%$ 和 $\leq 60\text{wt.}\%$ 之间,更优选地,在 $\geq 25\text{wt.}\%$ 和 $\leq 40\text{wt.}\%$ 之间。已经显示出,具备这样固含量的悬液具有良好的加工性,高产出水解物。

[0026] 本方法的又一个实施例中,公开了提供的悬液包含分散剂。合适的分散剂是,例如,表面活性剂如阴离子表面活性剂、阳离子表面活性剂或非离子型表面活性剂。合适的阴离子表面活性剂的例子包括醇硫酸盐、醇醚硫酸盐和蛋白表面活性剂和 / 或基于氨基酸的表面活性剂。阳离子表面活性剂的例子是十六烷基三甲基溴化铵 (CTAB) 和十六烷基三甲基氯化铵 (CTAC)。非离子型表面活性剂的例子是烷氧基化物或烷基聚葡萄糖苷。此处,我们发现,对于获得的水解物的分子量分布来说,水解的结果是独立于所用的表面活性剂的类型的。在本方法一特别优选的实施例中,使用获自包含角蛋白的蛋白源的蛋白水解物作为表面活性剂。从而减少了反应混合物中外来物质的量。例如,分散剂在这里用于增加反应性表面,以及改善使用的蛋白源的湿润度。

[0027] 本方法一优选实施例中,提供的蛋白源悬液中表面活性剂的浓度在 0.1wt. % 到 50.0wt. % 之间,优选地,在 0.1wt. % 到 20.0wt. % 之间。

[0028] 根据本方法的另一个实施例,加入一碱,其选自由碱性氢氧化物 (alkalhydroxide)、碱土金属氢氧化物、氧化钙、有机碱或它们的混合物组成的组。此处,特别提供的是,所述碱选自由 NaOH、KOH、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 CaO 组成的组。意外地发现,通过使用这些廉价的、环境接受的碱,也可实现蛋白源的充分水解。

[0029] 此处,本方法的一个实施例中,公开了加入的碱与蛋白悬液中固含量的比率在 1:3 到 1:7 之间。此处,该比率可以理解为,对于 1 份的碱,加入 3 到 7 份的固含量 (solids content) 到蛋白悬液中。此处,将 pH 值调节到 $\text{pH} \geq 10$ 的范围内,优选地,调节到 $14 \geq \text{pH} \geq 11$ 之间。

[0030] 根据本方法的另一个实施例,例如,添加的络合剂选自由乙二胺四乙酸 (EDTA)、次氨基三乙酸 (NTA)、乙二醇双 (氨基乙基醚) -N, N' - 四乙酸 (EGTA)、乙二胺二琥珀酸 (EDDS)、柠檬酸、2,3- 二羟基丁二酸、植物螯合肽、天然或合成的多肽和氨基酸、冠醚、它们

的衍生物或混合物组成的组,其在反应溶液中的浓度在 1×10^{-6} wt. % 到 10wt. % 之间,优选地,在 1×10^{-6} wt. % 到 5wt. % 之间。这样的浓度已证明足以基本上防止恶臭副产物的产生。

[0031] 根据本方法的另一个实施例,公开了向提供的蛋白源悬液中加入还原剂。还原剂的加入使包含角蛋白的蛋白质中存在的二硫键容易断裂。在这里,根据本发明,可以使用无机和 / 或有机还原剂。例如,合适的无机还原剂是碱性连二亚硫酸盐、碱性亚硫酸氢盐 (alkali hydrogen sulfite)、亚硫酸氢碱土金属 (alkaline earth hydrogen sulfite) 或它们的混合物。在这里,发现连二亚硫酸钠是特别优选的还原剂,因为它廉价,以及作为食品技术上认可的物质,其本质上对环境没有损害。有机还原剂的例子是胍、胱氨酸 (半胱氨酸的二聚体)、谷胱甘肽二硫化物 (GSSG) 以及它们的衍生物或混合物。

[0032] 根据本发明方法,加入的还原剂浓度与蛋白悬液中的固含量之比在 1:20 到 1:300 之间。在这里,该比率应理解为在蛋白悬液中,有一份还原剂就有 20 份固含量。

[0033] 根据本方法的另一个实施例,公开了在升高的压力下,优选在 ≥ 1100 mbar 和 ≤ 4000 mbar 之间,更优选地,在 ≥ 1500 mbar 和 ≤ 3000 mbar 之间,加热蛋白悬液、碱、络合剂和任选的还原剂的所得混合物。在这里,尤其公开了将所得混合物加热到 100°C 到 150°C 之间,优选地,在 110°C 到 140°C 之间。据显示,压力的升高和 / 或温度的升高导致所需的反应时间显著减少。在常压下,在 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 并 $\leq 100^{\circ}\text{C}$ 的固定温度下,大约 4 小时的反应时间足以达到经济上合理的水解结果,而随压力和 / 或温度的升高,反应时间可以减少到 1.0-2.0 小时,优选 1.5 小时。这样的结果是,由于节省了能源,工艺管理获得了显著的经济和环境利益。

[0034] 根据本发明方法的另一个实施例,公开了加入酸来调节 pH 值至 $8 \geq \text{pH} \geq 2$ 之间。优选地,加入的酸选自氢卤酸,特别是氢氯酸或氢溴酸,硫酸、磷酸、羧酸、羟基羧酸或它们的混合物组成的组。术语硫酸和磷酸指的是基于硫或磷的酸的相应氧化阶段的变形;氢卤酸在本文背景中包括基于卤素的酸的氧化阶段的变形。通过从上述的组中选择酸,可有利地实现从水解反应中得到的全部残留物对环境无害,这样,除了所需的水解物外,还产生完全生物无害并可降解的副产物和残余物。

[0035] 本方法的另一个实施例中,在过滤步骤之前,向混合物中加入过滤助剂。此处,时序说明“过滤步骤之前”指的是过滤助剂可在过滤步骤之前立刻加入、在水解反应过程中加入或者甚至在开始时加入到反应混合物中。合适的过滤助剂是,例如,基于矽藻或硅藻土、二氧化硅、铝硅酸盐如沸石和活性炭的那些。根据本发明的方法,可以在开始时就已经将活性炭加入到反应溶液中。可使用已知的过滤技术来完成过滤步骤,如通过具有不同孔径 (从 $1 \mu\text{m}$ 到 $200 \mu\text{m}$) 的所谓的过滤袋来过滤,以及通过在同样具有不同孔径的滤板或滤膜上抽吸或压滤来过滤。此外,可以使用离心机,其能通过滤布将反应混合物中的固体成分从液相中分离出来。在这里,为了获得有效的分离,不仅可以改变离心机的旋转速度,而且可以改变滤布的孔隙度。

[0036] 根据本发明方法的另一个实施例,公开了在过滤步骤后,可以实施分别将水解物和所得的水解液固化的加工步骤。例如,可以通过冷冻干燥法和 / 或喷雾干燥法实施这种固化。由此获得的固体水解物可采用有利的方式进行运输,并且由于它的水溶性,能很容易用于不同的工业加工中。

[0037] 我们发现,根据本发明的方法生产的角蛋白水解物,其分子量分布在 200g/mol 到

100000g/mol 之间,优选地,在 4000g/mol 到 5500g/mol 之间,这基本上与现有技术已知的,例如通过酶反应获得的角蛋白水解物的分子量分布相对应。

具体实施方式

[0038] 下文将引用例子对根据本发明的方法进行阐述。

[0039] 在一个可加热的不锈钢容器中,配制下表列出的混合物,并且在所示的条件下进行水解。为此,将水以各指定量放到容器中,随后通过反复抽真空并鼓吹氮气来惰化(inerted)容器。然后,加入指定量的充当络合剂的 EDTA,并溶解。往由此获得的混合物中加入指定量的充当还原剂的连二亚硫酸钠。向此溶液中加入分别指定量的羽毛粉末和碱(在这里,是苛性钠)。然后,封闭容器,加热到指定温度,维持表中指定的时间。反应时间过后,将容器冷却到 70℃,并鼓吹氮气。向相应的冷却的反应溶液中加入充当过滤助剂的 Celite545(在每个实验中,每 500kg 反应混合物中加入大约 34kg)。随后,将反应溶液冷却到大约 47℃,用指定的酸将 pH 值调节到 4.6-5.9 之间,然后过滤溶液。在适当的干燥步骤后,包含在滤液中的水解物在灰分含量和平均分子量方面来展示出所述的性质。

[0040] 表 1:水解实验

[0041]

实验序号	1	2	3	4	5	6	7
	[wt.%]	[wt.%]	[wt.%]	[wt.%]	[wt.%]	[wt.%]	[wt.%]
A 相							
羽毛粉末	17.8250	23.0830	23.0681	27.0252	26.6184	0.0000	23.5082
B 相							
水	71.3000	69.2489	69.2042	67.5630	67.4333	80.2568	68.5656
Plantacare 2000 UP (癸基葡糖苷)	4.4562	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Lamepon S (椰油 酰水解胶原钾)	0.0000	0.4617	0.4844	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
NaOH (50%)	6.2387	6.9249	6.9204	5.0672	5.8560	0.0000	7.8361
KOH (50%)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.4778	0.0000
C 相							
EDTA 粉末	0.0018	0.0046	0.0461	0.0068	0.0035	0.2140	0.0118
连二亚硫酸钠	0.1782	0.2770	0.2768	0.3378	0.0887	0.0000	0.0784
总量	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
乳酸 80%			X	X	X	X	X
磷酸 (H ₃ PO ₃ , 30%)		X					
盐酸 (37%)	X						
起始 pH	12.5	13.1	12.8	12.3	11.9	13.5	12.5
调节后最终 pH	5.9	4.8	4.6	5.1	4.8	5.1	4.7
温度[℃]	85	90	125	90	95	98	130

[0042]

反应时间[h]	4	2.5	1	4	4	4	1.5
蒸发残留物[%]	13.2	12.8	19.7	18.7	18.9	22.2	25.5
氮含量[%]	1.46	1.5	1.97	1.65	1.84	2.61	2.28
分子量[Da]	4800	5100	5000	5100	4900	5000	5100

[0043] 通过本发明方法生产的角蛋白水解物,其临界胶束浓度(CMC)的范围是0.05mM到0.5mM。因此,通过本发明方法生产的角蛋白水解物的CMC比现有技术已知的角蛋白水解物的CMC明显更低。如此低的CMC有助于改善本发明生产的水解物在洗涤工艺中作为清洁剂或表面活性剂的效力。图1显示了在25℃测量温度下,水性溶液的表面张力是根据本发明生产的角蛋白水解物100以及对照品100(Kera-Tein, Tri-K 工业有限公司)的浓度的函数。从各自浓度曲线上的拐点纵坐标值获得临界胶束浓度。可见,根据本发明生产的角蛋白水解物展示的CMC值与对照品相比,低大约两个数量级。因此,考虑到本发明范围内的平均分子量,可以得到CMC的范围是在大约0.05mM到0.5mM。

[0044] 图2显示了根据本发明生产的角蛋白水解物100作为干燥物质的IR光谱的例子。特别地,作为这里的特征谱带,1035cm⁻¹和1120cm⁻¹处的振动被确认。在这里,1120cm⁻¹处的吸收推测是属于脂肪族伯酰胺的NH₂变形振动(摇摆(rock)),而1035cm⁻¹处的吸收属于脂肪族伯醇的CO伸缩振动。图3显示了对照品200(Kera-Tein, Tri-K 工业有限公司)的IR光谱,其中没有这些特征吸光谱带。

[0045] 图4显示了根据本发明生产的25wt. %角蛋白水解物100的水溶液的IR光谱。在误差范围内以及预期的溶液迁移内,还可以在1124cm⁻¹和1040cm⁻¹处找到特征谱带。此外,在酰胺I区域有明显的谱带分裂,结论是具有二级结构。这一区域中的特征谱带属于羰基的伸缩振动,其中这条带的分裂表示激发的羰基与两个不同的结合伴侣形成氢桥。另一方面,图5中的酰胺I区域显示了在溶液中具有相同浓度的对照品200(Kera-Tein)的IR光谱,其没有分裂的带。这引出的假设是,根据本发明生产的角蛋白水解物与对照品相比,具有不同的二级结构。

[0046] 图6显示了根据本发明生产的角蛋白水解物100与对照品200(Kera-Tein)的¹H-NMR光谱之间的比较。两个光谱呈现出明显的不同。尤其是对照品与根据本发明生产的水解物相比,显示出明显更高的信号值,这引出的假设是,根据本发明生产的角蛋白水解物是一种明显更均一、更明确(defined)的产品。

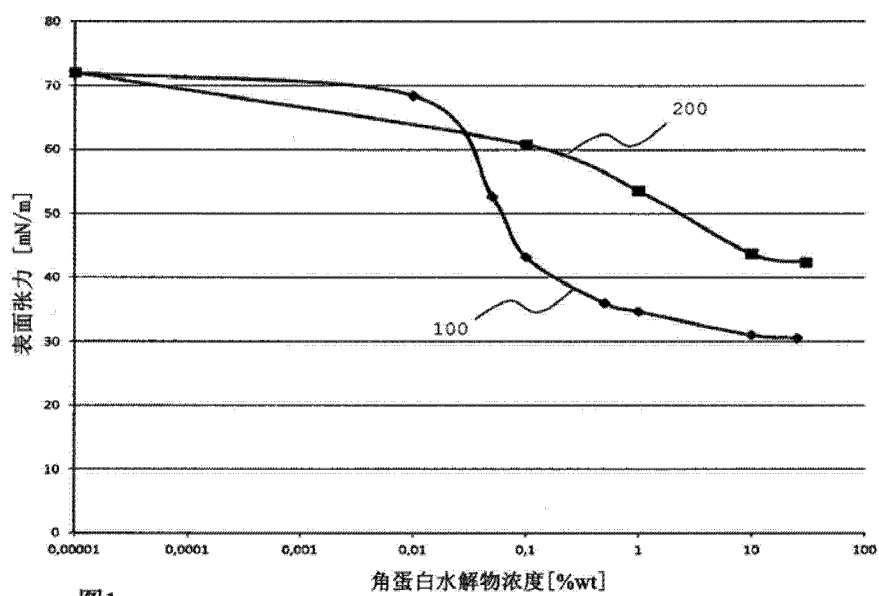


图1

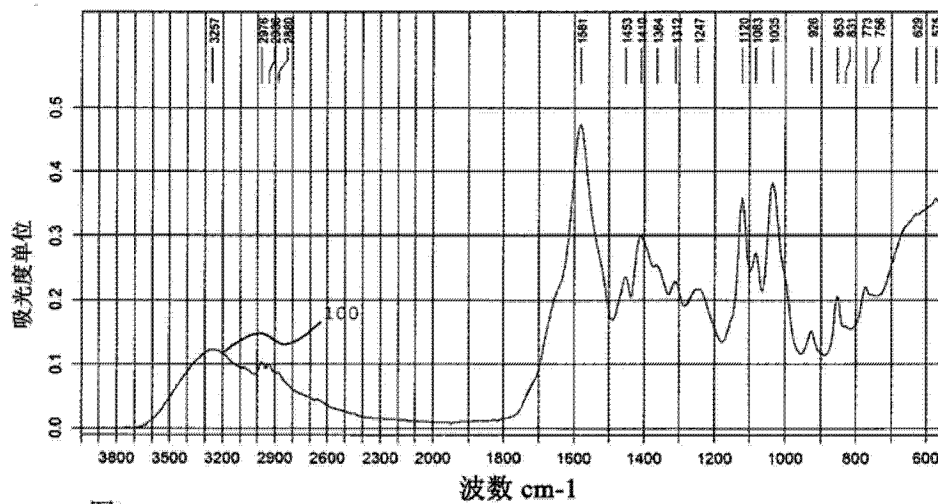


图2

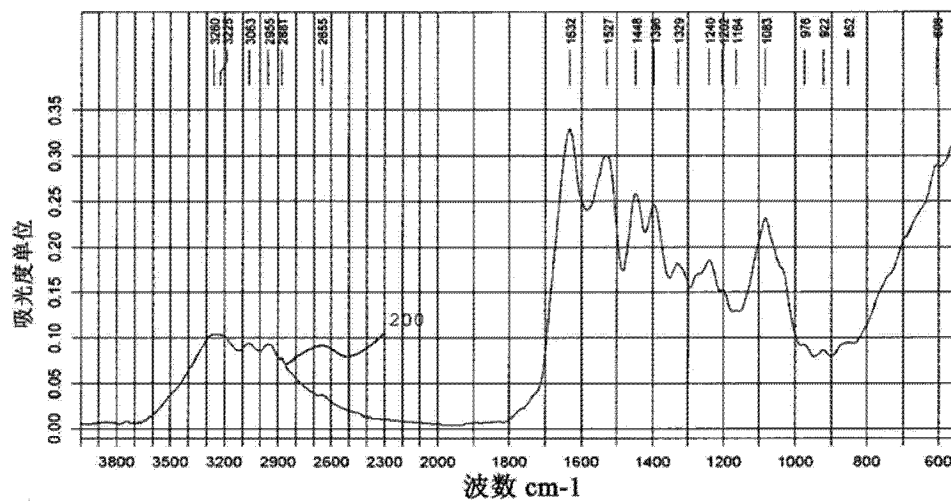


图3

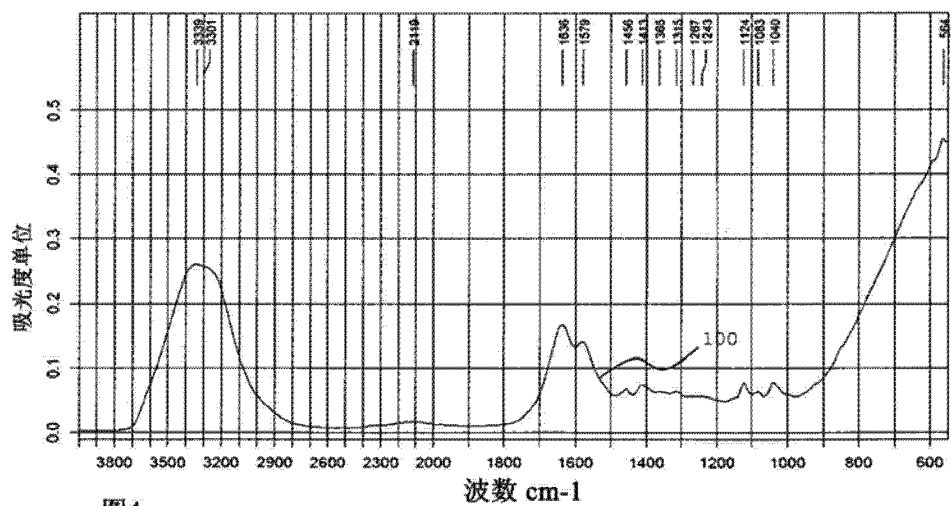


图4

