(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118891034 A
(43)申请公布日 2024.11.01

(21)申请号 202380025064.4
(22)申请日 2023.01.27
(30)优先权数据
2201083.9 2022.01.27 GB
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.09.02
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2023/052095 2023.01.27
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/144354 EN 2023.08.03
(71)申请人 安纳生物科技有限公司
地址 爱尔兰都柏林
(72)发明人 S·布莱尔
M·塞韦里克·巴卢诺维奇
(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有限公司 44205
专利代理师 黄琳娟
(51)Int.Cl.
A61K 9/19(2006.01)
A61K 35/00(2006.01)
A61K 9/50(2006.01)

权利要求书3页 说明书21页 附图9页

(54)发明名称

形成包含微胶囊化于变性植物蛋白质基质中的益生菌的组合物的方法

(57)摘要

形成包含包埋在变性植物蛋白质基质中的益生菌的组合物的方法,所述方法包括制备包含变性植物蛋白质的蛋白质悬浮液、制备水合益生菌悬浮液、混合蛋白质悬浮液和水合益生菌悬浮液以将益生菌包埋在变性豌豆蛋白质基质中、和使用螯合盐聚合变性植物蛋白质基质的步骤。混合步骤可以包括挤出蛋白质悬浮液和水合益生菌悬浮液以形成微滴,其中,聚合步骤包括在包含pH为5至6.5且摩尔浓度为0.05至0.15M的柠檬酸钙缓冲液的固化浴中固化挤出的微滴。混合步骤还可以包括混合蛋白质悬浮液和益生菌悬浮液以形成混合物,添加钙盐缓冲液至混合物以凝胶化混合物,和通过冷冻干燥或真空干燥干燥凝胶化的混合物。

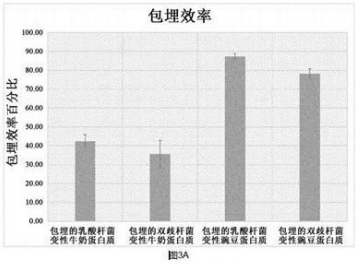


图3A

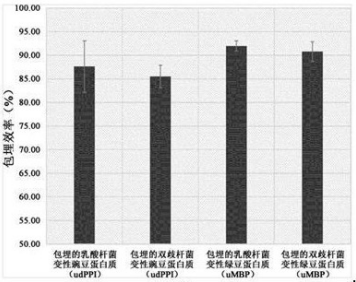


图3B

CN 118891034 A

1.形成包含包埋在变性植物蛋白质基质中的益生菌的微粒的方法,所述方法包括以下步骤:

制备包含变性植物蛋白质的蛋白质悬浮液;

将蛋白质悬浮液和益生菌混合以形成混合物;

处理所述混合物以形成包含包埋在变性植物蛋白质基质中的益生菌的微粒,其中处理步骤包括用钙盐聚合所述变性植物蛋白质基质或通过在流化床干燥器上喷雾包封形成所述微粒;和

干燥所述微粒。

2.根据权利要求1所述的方法,包括制备水合益生菌悬浮液的步骤,其中,混合步骤包括将所述蛋白质悬浮液和所述水合益生菌悬浮液混合。

3.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,形成所述蛋白质悬浮液的工艺包括以下步骤:

在pH为7至8的水性溶剂中,加热并搅拌,使植物蛋白质水合;

静置植物蛋白质的水悬浮液;

如有必要,调整所述水悬浮液的pH为7至8;

加热静置的水悬浮液以变性蛋白质;和

冷却加热的水悬浮液。

4.根据权利要求3所述的方法,其中,加热所述静置的水悬浮液以实现F0=3的热处理。

5.根据权利要求3所述的方法,其中,超高温加热所述静置的水悬浮液。

6.根据权利要求3所述的方法,其中,加热所述静置的水悬浮液至约138.5℃约3-4秒。

7.根据权利要求3所述的方法,其中,加热步骤包括:

在压力下,以60℃至70℃的第一加热温度预热所述静置的水悬浮液5秒至15分钟;和

在压力下,以90℃至100℃的第二加热温度加热预热的水悬浮液2秒至3分钟。

8.根据权利要求7所述的方法,其中,所述加热步骤在1.3mBar至1.6mBar的压力下进行。

9.根据权利要求3至8中任一项所述的方法,其中,所述水性溶剂的pH约为7.5。

10.根据权利要求3至9中任一项所述的方法,其中,冷却的蛋白质悬浮液可以在室温放置至少2小时。

11.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述蛋白质悬浮液包含1.0重量%至6.0重量%的简单碳水化合物。

12.根据权利要求11所述的方法,其中,所述简单碳水化合物包括麦芽糊精和葡萄糖。

13.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述植物蛋白质是豌豆蛋白质或绿豆蛋白质。

14.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述处理步骤包括挤出所述混合物以形成微滴,其中聚合步骤包括在包含钙盐的固化浴中固化挤出的微滴以形成所述微粒。

15.根据权利要求14所述的方法,其中,所述固化浴包含pH为5至6.5且摩尔浓度为0.05至0.15M的柠檬酸钙缓冲液。

16.根据权利要求1至13中任一项所述的方法,其中,所述处理步骤包括在所述混合物中添加钙盐缓冲液以使所述混合物凝胶化,通过冷冻干燥或真空干燥来干燥凝胶化的混合

物以形成干燥固体,并减小所述干燥固体的尺寸以提供所述微粒。

17.根据权利要求16所述的方法,其中,所述钙盐缓冲液包含pH为5至6.5且摩尔浓度为0.05至0.15M的柠檬酸钙缓冲液。

18.根据权利要求16或17所述的方法,其中,所述钙盐缓冲液以体积比1:100至1:300添加到所述混合物中。

19.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述蛋白质悬浮液包含10重量%至15重量%的变性植物蛋白质。

20.根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中,所述混合步骤包括将变性植物蛋白质悬浮液和所述水合益生菌悬浮液以1:5至1:25的变性植物蛋白质与益生菌干重比率混合。

21.根据权利要求2所述的方法,其中,所述水合益生菌悬浮液悬浮在0.05至0.15M的磷酸盐缓冲液中。

23.根据权利要求1至13中任一项所述的方法,其中,所述方法包括通过喷雾包封形成所述微粒,其中,所述混合步骤和所述处理步骤在流化床干燥器上进行。

24.根据权利要求23所述的方法,其中,所述方法包括添加载体材料和益生菌到流化床干燥器的床上,流化所述载体材料和益生菌,喷洒第一包衣材料到流化的载体材料和益生菌上以产生具有容纳在第一包衣材料的壳中的益生菌和载体的微粒,并干燥所述微粒。

25.根据权利要求23或24所述的方法,其中,在将所述第一包衣材料喷入所述流化床干燥器之前,将单糖喷入所述流化床干燥器,其中所述单糖产生颗粒,所述第一包衣材料包裹所述颗粒。

26.根据权利要求23至25中任一项所述的方法,其中,所述第一包衣材料选自变性植物蛋白质、油和单糖诸如麦芽糊精。

27.根据权利要求23至26中任一项所述的方法,其中,所述方法包括喷洒第二包衣材料到第一包衣材料的壳上,其中所述第一包衣材料和所述第二包衣材料中的至少一种是变性植物蛋白质。

28.根据权利要求27所述的方法,其中,所述方法包括喷洒螯合盐到变性植物蛋白质包衣上。

29.根据权利要求23所述的方法,其中,所述喷雾包封包括以下步骤:

(a)添加载体材料和活性剂到流化床干燥室的床上;

(b)流化和加热所述载体材料和活性剂以形成第一流化粉末;

(c)在升高的压力下,喷洒所述变性蛋白质悬浮液到所述流化床上,以提供第二流化粉末;

(d)在所述流化床上干燥第二流化粉末,以降低所述第二流化粉末的含水量;

(e)喷洒包封成分到所述第二流化粉末上以形成第三流化粉末,其中,所述包封成分选自螯合盐、食用油和单糖;

(f)在所述流化床上干燥所述第三流化粉末,以进一步降低流化粉末的含水量;

(g)在升高的压力下,喷洒所述变性蛋白质悬浮液到所述流化床上,以提供包含微粒的第四流化粉末;和

可选地,进一步干燥所述第四流化粉末,通常至含水量低于10%、8%或5%。

30.根据权利要求29所述的方法,其中,所述方法包括至少2或3轮步骤(f)和步骤(g)。

31.根据权利要求23所述的方法,其中,所述喷雾包封包括以下步骤:

在流化床干燥室的流化床上流化载体材料、活性剂和螯合盐;

将食用油喷入所述流化床干燥室;

将变性蛋白质悬浮液喷入所述流化床干燥室;

由此所述螯合盐与所述变性植物蛋白质反应以聚合蛋白质并形成具有聚合变性蛋白质包衣和包含活性剂和载体材料的核的聚集微粒。

32.根据权利要求31所述的方法,其中,首先将所述载体材料添加到所述流化床上,在所述载体材料之后将所述活性剂和螯合盐添加到流化床上。

33.根据权利要求31或32所述的方法,其中,在添加食用油之前,所述载体材料、活性剂和螯合盐在30-40℃流化以形成流化混合物。

34.根据权利要求31至33中任一项所述的方法,其中,在所述食用油之前,将单糖喷洒到所述流化混合物上以促进所述混合物的颗粒化。

35.根据权利要求1至34中任一项所述的方法得到的微粒,其中,所述微粒是胃耐受的和回肠敏感的。

36.包含包埋在聚合植物蛋白质基质中的益生菌的微粒。

37.根据权利要求36所述的微粒,其中,所述聚合植物蛋白质基质包含简单碳水化合物。

38.根据权利要求36或37所述的微粒,包含食用油包衣。

39.根据权利要求35至38中任一项所述的微粒,具有核壳结构,其中所述核包含所述益生菌和选自天然蛋白质和糖的载体材料,所述壳包含聚合植物蛋白质基质。

40.根据权利要求35至39中任一项所述的微粒,具有200μm至700μm的平均尺寸Dv。

41.耐贮存热处理的饮料,包含悬浮在液体中的根据权利要求35至40中任一项所述的微粒。

42.根据权利要求41所述的耐贮存热处理的饮料是巴氏杀菌的或UHT处理的。

形成包含微胶囊化于变性植物蛋白质基质中的益生菌的组合物的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及形成包含微胶囊化于变性植物蛋白质基质中的益生菌的组合物的方法。本发明还涉及形成变性植物蛋白质悬浮液的方法。本发明还提供根据本发明方法形成的产品和组合物。

背景技术

[0002] 生产稳固的、可保护包埋的益生菌的、并且储藏稳定的微胶囊化(microencapsulated)活性剂(诸如益生菌),需要使用具有高固体含量和溶液中高比率蛋白质的蛋白质悬浮液。WO2008/056344描述了使用冷凝胶化工艺将益生菌包埋在变性乳清蛋白质基质中,其中益生菌与变性乳清的悬浮液混合,挤出成微滴,在pH 4.6的酸性浴中固化。根据益生菌的不同,通过冷凝胶化方法向乳清蛋白质中添加益生菌时通常会产生不良反应,导致凝固和细胞数量减少。此外,产生乳清蛋白质冷凝胶所需的pH通常不利于益生菌的存活,例如pH 4.6。

[0003] 本发明的目的在于克服上述问题中的至少一个。

发明内容

[0004] 所述目的通过提供一种采用植物蛋白质作为包埋基质来包埋益生菌的方法来实现。申请人已经发现,使用诸如变性豌豆蛋白质和变性绿豆蛋白质的植物蛋白质作为益生菌的微胶囊化基质,致使更多数量的细菌在包埋过程中存活,例如,与基于乳制品的包埋系统(例如WPI或MPC)的40%-50%相比,细胞存活率>75%-80%。不受理论的限制,存活的增加被认为是由于植物蛋白质在6-7的pH下聚合,而乳清蛋白质在4.6的pH下聚合。本发明的另一个优势在于,使用植物蛋白质作为包埋基质使产品适合纯素食者和素食者使用。本公开描述了一些使用变性豌豆蛋白质和变性绿豆蛋白质(作为植物蛋白质的实例)包埋益生菌的方法,这些方法全部都使用钙盐螯合剂,其能够在弱酸性pH下聚合变性植物蛋白质,该pH对益生菌存活或代谢没有不利影响。本文提供的实施例显示了通过挤出到凝胶浴中,以及通过凝胶固定和干燥(例如冷冻或真空干燥)制备的包埋的益生菌。本发明还描述了制备植物蛋白质(通常为变性豌豆蛋白质或变性绿豆蛋白质)悬浮液的方法,该方法通过蛋白质在pH 7-8下进行水合,静置蛋白质悬浮液,以及通常在升高的压力下进行的两阶段加热步骤来获得。已经发现,该方法的实施方式生产的植物蛋白质悬浮液具有高固体含量(例如高达15%的固体),具有高比率的可溶性蛋白(例如90%或更高),并且不具有高酸性或高碱性pH,这使得该悬浮液对于微胶囊化pH敏感性试剂诸如益生菌是理想的。此外,采用另一种热处理(超高温(UHT)变性)来使植物蛋白质变性,由于降低了蛋白溶液的粘度,致使包埋过程更有效。本公开的方法还可用于包埋其他的活性剂,诸如植物提取物、维生素、矿物质、海洋生物活性物质和氨基酸。

[0005] 在第一方面,本发明提供形成包含包埋在变性植物蛋白质基质中的活性剂(诸如

益生菌)的微粒的方法,所述方法包括以下步骤:

[0006] 制备包含变性植物蛋白质的蛋白质悬浮液;

[0007] 将蛋白质悬浮液和活性剂混合以形成混合物;

[0008] 处理混合物以形成微粒,所述微粒包含包埋在变性植物蛋白质基质中的活性剂,其中处理步骤包括用钙盐聚合变性植物蛋白质基质或在流化床干燥器上喷雾包封;和

[0009] 干燥所述微粒。

[0010] 在任一实施方式中,方法包括制备水合益生菌悬浮液的步骤,其中,混合步骤包括将蛋白质悬浮液和水合益生菌悬浮液混合。

[0011] 在任一实施方式中,植物蛋白质为植物分离蛋白或包含植物分离蛋白。

[0012] 在任一实施方式中,植物蛋白质为豌豆蛋白质或绿豆蛋白质,或包含豌豆蛋白质或绿豆蛋白质。

[0013] 在任一实施方式中,将简单碳水化合物添加到蛋白质悬浮液中。实例包括单糖和/或二糖。将简单碳水化合物添加到预包埋的悬浮液中,以产生带电的浆液,从而增强变性植物蛋白质悬浮液与益生菌细胞的相容性,以在包埋过程中稳定蛋白质基质中的细胞平衡,并产生与益生菌的相应带电细胞膜相互作用的带电浆液。由于带电的简单碳水化合物和热处理后变性植物蛋白质之间的相互作用,简单碳水化合物也有助于产生瞬时螯合/聚合。这种电荷相互作用为敏感细菌的诱捕(entrapment)和包埋创造了坚固的晶格。

[0014] 在任一实施方式中,处理步骤包括挤出蛋白质悬浮液和活性剂悬浮液以形成微滴,其中聚合步骤包括在包含螯合剂(诸如钙盐)的固化浴中固化挤出的微滴以形成微胶囊。

[0015] 在任一实施方式中,固化浴包含柠檬酸钙缓冲液。

[0016] 在任一实施方式中,固化浴包含pH为5至6.5的柠檬酸钙缓冲液。

[0017] 在任一实施方式中,固化浴包含摩尔浓度为0.05至0.15M的柠檬酸钙缓冲液。

[0018] 在任一实施方式中,固化浴包含pH为5.2至6.1的柠檬酸钙缓冲液。

[0019] 在任一实施方式中,固化浴包含摩尔浓度为0.1M的柠檬酸钙缓冲液。

[0020] 在任一实施方式中,固化浴包含氯化钙缓冲液。

[0021] 在任一实施方式中,固化浴包含pH为4.3至5的氯化钙缓冲液。

[0022] 在任一实施方式中,固化浴包含摩尔浓度为0.05至0.15M,或约01.M的氯化钙缓冲液。

[0023] 在任一实施方式中,固化浴包含表面活性剂,尤其是非离子表面活性剂,尤其是聚山梨醇酯型非离子表面活性剂。在任一实施方式中,固化浴包含0.01%至0.1%的表面活性剂,尤其是约0.05%的表面活性剂。

[0024] 在任一实施方式中,固化浴包含壳聚糖。在任一实施方式中,固化浴包含0.01%至0.1%的壳聚糖,尤其是约0.05%的壳聚糖。

[0025] 在任一实施方式中,处理步骤包括添加钙盐缓冲液以使混合物凝胶化,通过冷冻干燥或真空干燥来干燥凝胶化的混合物,并减小干燥的凝胶化混合物的尺寸以提供微粒。

[0026] 在任一实施方式中,钙盐缓冲液包含pH为5至6.5的柠檬酸钙缓冲液。

[0027] 在任一实施方式中,钙盐缓冲液包含摩尔浓度为0.05至0.15M的柠檬酸钙缓冲液。

[0028] 在任一实施方式中,钙盐缓冲液以体积比1:100至1:300添加到混合物中。

[0029] 在任一实施方式中,蛋白质悬浮液包含10重量%至15重量%、11重量%至15重量%、12重量%至15重量%、13重量%至15重量%或14重量%至15重量%的变性植物蛋白质。

[0030] 在任一实施方式中,植物蛋白质中至少90%、91%、92%、93%、94%或95%的蛋白质是可溶的。

[0031] 在任一实施方式中,蛋白质悬浮液包含0.5%至12.0%(w/v)、1.0%至6.0%(w/v)、1.0%至3.0%(w/v)或约2%(w/v)的单糖。

[0032] 在任一实施方式中,混合步骤包括将蛋白质悬浮液和活性剂悬浮液以1:5至1:25、或1:8至1:20的变性植物蛋白质与活性剂干重比率混合。

[0033] 在任一实施方式中,活性剂是益生菌,水合益生菌的悬浮液悬浮在0.05至0.15M、0.08至0.12M、或约0.1M的磷酸盐缓冲液中。

[0034] 在任一实施方式中,简单碳水化合物包含麦芽糊精和葡萄糖。GLUCIDEX是一种含有麦芽糊精和葡萄糖的商业化产品。

[0035] 在任一实施方式中,方法包括通过喷雾包封(spray englobing)形成微粒,其中混合步骤和处理步骤在流化床干燥器上进行。

[0036] 在任一实施方式中,方法包括添加载体材料和活性剂到流化床干燥器的床上,流化载体材料和活性剂,喷洒第一包衣材料到流化的载体材料和活性剂上以产生具有容纳在第一包衣材料的壳中的活性剂和载体的微粒,并干燥所述微粒。

[0037] 在任一实施方式中,在将第一包衣材料喷入流化床干燥器之前,将单糖喷入流化床干燥器,其中,单糖产生颗粒,第一包衣材料包裹所述颗粒。

[0038] 在任一实施方式中,第一包衣材料选自变性植物蛋白质、油和单糖(诸如麦芽糊精)。

[0039] 在任一实施方式中,该方法包括喷洒第二包衣材料到第一包衣材料的壳上,其中第一包衣材料和第二包衣材料中的至少一种是变性植物蛋白质。

[0040] 在任一实施方式中,方法包括喷洒螯合盐到变性植物蛋白质包衣上。

[0041] 设计了以下微粒:

[0042] 微粒1

[0043] 核:活性剂(例如益生菌)和载体材料

[0044] 包衣:聚合变性植物蛋白质

[0045] 微粒2

[0046] 核:活性剂(例如益生菌)、单糖和载体材料

[0047] 包衣:非聚合干燥变性植物蛋白质

[0048] 微粒3

[0049] 核:活性剂(例如益生菌)和载体材料

[0050] 内层包衣:聚合变性植物蛋白质

[0051] 外层包衣:非聚合干燥变性植物蛋白质

[0052] 中间层包衣:油

[0053] 微粒4

[0054] 核:活性剂(例如益生菌)和载体材料

[0055] 内层包衣:聚合变性植物蛋白质

[0056] 外层包衣:聚合变性植物蛋白质

[0057] 第一中间层包衣:油

[0058] 第二中间层包衣:非聚合干燥变性植物蛋白质

[0059] 在一个实施方式中,喷雾包封包括以下步骤:

[0060] (a)添加载体材料(例如天然蛋白质)、活性剂(例如益生菌)和可选的单糖到流化床干燥室的床上;

[0061] (b)流化和加热载体材料和活性剂以形成第一流化粉末;

[0062] (c)在升高的压力下(例如2-4.5Bar),喷洒变性蛋白质悬浮液到流化床上,以提供第二流化粉末;

[0063] (d)在流化床上干燥第二流化粉末,以降低第二流化粉末的含水量(例如降低含水量至少30%、40%或50%);

[0064] (e)喷洒包封成分到第二流化粉末上以形成第三流化粉末,其中,包封成分选自螯合盐(例如钙盐或镁盐)、食用油和单糖;

[0065] (f)在流化床上干燥第三流化粉末,以进一步降低流化粉末的含水量(例如进一步降低含水量至少10%、20%或25%);

[0066] (g)在升高的压力下(例如2-4.5Bar),喷洒变性蛋白质悬浮液到流化床上,以提供包含微粒的第四流化粉末;和

[0067] 可选地,进一步干燥第四流化粉末,通常至含水量低于10%、8%或5%。

[0068] 在任一实施方式中,方法包括至少2或3轮步骤(f)和步骤(g)。

[0069] 在任一实施方式中,当包封成分是食用油时,方法包括在第二干燥步骤之前喷洒螯合盐到第三流化粉末上的额外步骤。方法可以包含至少2至3轮喷洒食用油,然后喷洒螯合盐。

[0070] 通常,上述喷洒步骤是顶部喷洒,例如成分从流化床上方喷洒。

[0071] 在任一实施方式中,方法包括以下额外步骤:

[0072] (h)底部喷洒变性蛋白质悬浮液到第四流化混合物上,以形成第五流化粉末;

[0073] (i)在流化床上干燥第五流化粉末,以进一步降低流化粉末的含水量(例如进一步降低含水量至少10%、20%或25%);

[0074] (j)底部喷洒包封成分到第五流化粉末上以形成第六流化粉末,其中包封成分选自螯合盐(例如钙盐或镁盐)和食用油;

[0075] (k)在流化床上干燥第六流化粉末,以进一步降低流化粉末的含水量(例如进一步降低含水量至少10%、20%或25%);和

[0076] (l)可选地,进一步干燥第四流化粉末,通常至含水量低于10%、8%或5%。

[0077] 在任一实施方式中,方法包括至少2或3轮步骤(j)和步骤(k)。

[0078] 在任一实施方式中,当步骤(j)的包封成分是食用油时,方法包括在步骤(k)之前喷洒螯合盐到第六流化粉末上的额外步骤。方法可以包含至少2至3轮喷洒食用油,然后喷洒螯合盐。

[0079] 在任一实施方式中,流化床使用110至300m^3/小时的气流流化。

[0080] 在任一实施方式中,在方法的全部或部分过程中,流化床室被加热,通常加热至35

至45℃。

[0081] 在任一实施方式中,蛋白质溶液在升高的喷嘴压力下(例如2至4.5Bar)喷入流化床。

[0082] 在任一实施方式中,单糖以全部干燥固体的10%-20%的量添加到第二流化粉末中。

[0083] 在任一实施方式中,单糖为麦芽糊精或包含麦芽糊精。

[0084] 在任一实施方式中,螯合盐以0.2-0.4M的溶液进行添加。

[0085] 在任一实施方式中,食用油以全部干燥固体的5%-15%的量添加到第二流化粉末中。

[0086] 在任一实施方式中,步骤(a)包含将载体材料和活性剂以1:5至5:1的重量比添加到流化床干燥室的床上。

[0087] 载体材料通常是天然蛋白质,但是也可以是碳水化合物,诸如麦芽糊精或淀粉、益生元纤维粉末或任何胶体。

[0088] 在另一实施方式中,喷雾包封包括以下步骤:

[0089] 在流化床干燥室的流化床上流化载体材料(诸如天然蛋白质)、活性剂(诸如益生菌)和螯合盐;

[0090] 将食用油喷入流化床干燥室;

[0091] 将变性蛋白质悬浮液喷入流化床干燥室;

[0092] 由此螯合盐与变性植物蛋白质反应以聚合蛋白质并形成具有聚合变性蛋白质包衣和包含活性剂和载体材料的核的聚集微粒。

[0093] 在任一实施方式中,首先将载体材料添加到流化床上,在载体材料之后将活性剂和螯合盐添加到流化床上。

[0094] 在任一实施方式中,在添加活性剂和螯合盐之前载体材料在升高的温度(例如30-40℃)下流化。

[0095] 在任一实施方式中,在添加食用油之前,载体材料、活性剂和螯合盐在升高的温度(例如30-40℃)下流化以形成流化混合物。

[0096] 在任一实施方式中,在食用油之前将单糖喷洒到流化混合物上以促进混合物的颗粒化。

[0097] 在任一实施方式中,单糖以高流速(例如23至30RPM)、低气流(例如>150RMP)和低喷嘴压力(例如<1.5Bar)喷入流化床室。

[0098] 在任一实施方式中,油以低流速(例如18至22RPM)、高气流(例如>150RMP)和低喷嘴压力(例如<1.5Bar)喷入流化床室。

[0099] 在任一实施方式中,变性蛋白质悬浮液以高流速(例如23至30RPM)、高气流(例如>150RMP)和高喷嘴压力(例如>2.5Bar)喷入流化床室。

[0100] 在任一实施方式中,活性剂以水包油纳米乳液的形式添加,其中活性剂容纳在水包油纳米乳液的油相中。当活性剂是疏水的时,这是特别相关的。

[0101] 在任一实施方式中,水包油纳米乳液是本发明的水包油纳米乳液。

[0102] 在任一实施方式中,载体材料是天然蛋白质,通常具有约或低于5%、4%、3%或2%的含水量。

[0103] 在任一实施方式中,植物,油是食用油,诸如高油酸油。

[0104] 在任一实施方式中,床用30至40℃的空气以高气流速率(约30至55RPM)流化。

[0105] 在任一实施方式中,天然蛋白质和变性蛋白质是植物蛋白质,例如豌豆蛋白质或绿豆蛋白质。

[0106] 在任一实施方式中,天然蛋白质和变性蛋白质是分离蛋白。

[0107] 在任一实施方式中,变性植物蛋白质悬浮液是本发明的变性植物蛋白质悬浮液。

[0108] 在任一实施方式中,聚集微粒是胃耐受的和回肠敏感的。这意味着微粒可以完整地通过人的胃,并在回肠中分解,释放活性剂有效载荷。

[0109] 在任一实施方式中,形成蛋白质悬浮液的工艺包括以下步骤:

[0110] 在pH为7至8的水性溶剂中,搅拌并可选地加热,使植物蛋白质水合;

[0111] 静置植物蛋白质水悬浮液;

[0112] 如有必要,调整水悬浮液的pH为7至8;

[0113] 加热静置的水悬浮液,可选的在压力下加热;和

[0114] 冷却加热的水悬浮液。

[0115] 在任一实施方式中,植物蛋白质水悬浮液静置30、60或90分钟。

[0116] 在任一实施方式中,水合步骤在25至40℃、30至40℃、理想地约35℃的温度下进行。

[0117] 在任一实施方式中,加热步骤包括:

[0118] 在压力下,以60至70℃(例如约65℃)的第一加热温度预热静置的水悬浮液第一加热时间(例如5秒至15分钟);和

[0119] 在压力下,以90至100℃(例如约95℃)的第二加热温度加热预热的水悬浮液第二加热时间(2秒至3分钟)。

[0120] 在任一实施方式中,加热步骤包括加热植物蛋白质悬浮液以实现F0＝3的热处理。这导致植物蛋白质变性(例如达到至少80％变性),并杀死悬浮液中的细菌孢子。热处理也降低了蛋白质悬浮液的粘度,使其更容易处理。术语“F0”定义为输送到负载(产品)的在250°F(121℃)下蒸汽灭菌的等效分钟数。

[0121] 当使植物蛋白质变性时,超高温变性工艺有三个目的:(a)它杀死蛋白质悬浮液中的任何细菌孢子,使产品达到食品级质量,并确保它们对人类摄入是安全的,(b)在这样高的温度下变性是必要的,以提供聚合植物蛋白质的相关功能,和(c)它还产生粘度,允许在包封过程中有更好的流速,导致包封过程中更高的效率和包封过程中更高的产量。已经发现超高温变性工艺将植物蛋白质悬浮液的粘度从21+/-1℃时的300-550cP降低至21+/-1℃时的50-120cP。该工艺还有助于确保如果将本发明的微粒强化到饮料中,可以确认包埋的材料没有任何污染物,并且对于商业用途和人类摄入是可接受的。

[0122] 在任一实施方式中,加热步骤包括植物蛋白质悬浮液的超高温灭菌(UHT)。

[0123] 在任一实施方式中,加热步骤包括加热悬浮液至约138.5℃约3-4秒。

[0124] 在任一实施方式中,水性溶剂的pH约为7.5(例如7.3至7.7)。

[0125] 在任一实施方式中,加热步骤在1.3至1.6Bar的压力下进行。

[0126] 在任一实施方式中,豌豆蛋白质为豌豆分离蛋白或绿豆分离蛋白,或包含豌豆分离蛋白或绿豆分离蛋白。

[0127] 在任一实施方式中,冷却的蛋白质悬浮液可以在室温放置至少2小时。

[0128] 在任一实施方式中,方法包括添加简单碳水化合物到蛋白质悬浮液中的步骤,以提供通常包含0.5%至5.0%(w/v)、1%至3%(w/v)或约2%(w/v)简单碳水化合物的蛋白质悬浮液。

[0129] 在任一实施方式中,方法具有大于50%、55%、60%、65%、70%或75%的益生菌存活百分比。应用到本发明方法中的益生菌存活百分比是指在包埋工艺中存活的益生菌占比。计算益生菌存活百分比的方法如以下所提供。

[0130] 在另一方面,本发明提供根据本发明方法形成包含包埋在变性植物蛋白质基质的活性剂(诸如益生菌)的组合物。组合物通常是粒状的,例如微粒状,并且微粒可以是颗粒状的。

[0131] 在任一实施方式中,微粒可以具有50-700、200-700、300-700、400-700、500-600、50-400、50-300、50-200、50-150、50-100、20-100、20-50、100-500、100-400、100-300或100-200的平均尺寸(以微米计,μm)。当通过挤出到浴中形成时,微粒通常具有5000至600μm的平均尺寸。当使用单个喷嘴时,微粒具有连续的变性蛋白质基质和分布在整个基质中的益生菌(这些是术语微珠)。当使用同心喷嘴时,微粒具有核-壳形态,壳包含变性蛋白质,核包含益生菌(这些是术语微胶囊)。当通过凝胶固定形成时,微粒通常具有50至150μm的平均尺寸。当通过喷雾包封时,微粒通常具有50至500μm、100至500μm、200至500μm、300至400μm的平均尺寸Dv。

[0132] 在任一实施方式中,微粒是胃耐受的和回肠敏感的。这意味着微粒可以完整地通过人的胃,并在回肠中分解,释放益生菌有效载荷用于随后的定殖。

[0133] 在另一方面,本发明提供形成变性蛋白质悬浮液的方法,包括以下步骤:

[0134] 在pH为6-8或7-8的水性溶剂中,搅拌并可选地加热,使植物蛋白质水合;

[0135] 静置植物蛋白质水悬浮液;

[0136] 如有必要,调整水悬浮液的pH为6-8或7-8;

[0137] 加热静置的水悬浮液;和

[0138] 冷却加热的水悬浮液。

[0139] 在任一实施方式中,加热静置的水悬浮液以实现F0=3的热处理。

[0140] 在任一实施方式中,静置的水悬浮液经受超高温灭菌(UHT)。

[0141] 在任一实施方式中,加热静置的水悬浮液至约138.5℃约3-4秒。

[0142] 在任一实施方式中,植物蛋白质水悬浮液静置30、60或90分钟。

[0143] 在任一实施方式中,水合步骤在25至40℃、30至40℃、理想地约35℃的温度下进行。

[0144] 在任一实施方式中,加热步骤包括:

[0145] 在压力下,以60至70℃(例如约65℃)的第一加热温度预热静置的水悬浮液第一加热时间(例如5秒至15分钟);和

[0146] 在压力下,以90至100℃(例如约95℃)的第二加热温度加热预热的水悬浮液第二加热时间(2秒至3分钟)。

[0147] 在任一实施方式中,水性溶剂的pH约为7.5(例如7.3至7.7)。

[0148] 在任一实施方式中,加热步骤在1.3至1.6Bar的压力下进行。

[0149] 在任一实施方式中,植物蛋白质是植物分离蛋白。

[0150] 在任一实施方式中,植物蛋白质是豌豆蛋白质。

[0151] 在任一实施方式中,植物蛋白质是绿豆蛋白质。

[0152] 在任一实施方式中,冷却的蛋白质悬浮液可以在室温放置至少1、2、3、4或5小时。

[0153] 在任一实施方式中,方法包括添加简单碳水化合物到蛋白质悬浮液中的步骤,以提供通常包含0.5%至5.0%(w/v)、1%至3%(w/v)或约2%(w/v)简单碳水化合物的蛋白质悬浮液。

[0154] 在任一实施方式中,天然蛋白质和变性蛋白质是植物蛋白质,例如豌豆蛋白质或绿豆蛋白质。在任一实施方式中,天然蛋白质和变性蛋白质来源相同(例如都是豌豆蛋白质)。在任一实施方式中,天然蛋白质和变性蛋白质是分离蛋白。

[0155] 在任一实施方式中,变性植物蛋白质悬浮液是本发明的变性植物蛋白质悬浮液。

[0156] 在任一实施方式中,变性植物蛋白质悬浮液包含10重量%至15重量%、11重量%至15重量%、12重量%至15重量%、13重量%至15重量%或14重量%至15重量%的变性植物蛋白质。

[0157] 在任一实施方式中,变性植物蛋白质悬浮液中至少90%、91%、92%、93%、94%或95%的蛋白质是可溶的。

[0158] 在另一方面,本发明提供根据本发明方法形成的变性植物蛋白质悬浮液。

[0159] 在另一方面,本发明提供微粒组合物,其中微粒包含容纳在变性植物蛋白质结构内的活性剂,其中变性植物蛋白质结构通常包含聚合变性植物蛋白质。

[0160] 在任一实施方式中,活性剂容纳在载体内。载体可以是食用油滴,其中活性剂容纳在食用油滴中,或载体粉末(例如天然蛋白质)或糖(例如麦芽糊精或淀粉)。

[0161] 在任一实施方式中,聚合变性植物蛋白质结构是聚合变性植物蛋白质基质,并且油滴分布在基质内。

[0162] 在任一实施方式中,微粒具有包含变性植物蛋白质壳和通常包含在载体中的活性剂的核的壳-核结构。载体可以是粉末(如以上所描述的)、食用油滴或活性剂溶液/悬浮液。

[0163] 在任一实施方式中,变性植物蛋白质壳是聚合的。

[0164] 在任一实施方式中,微粒具有两层或更多层壳,其中至少一层壳是变性植物蛋白质壳,并且至少一层壳选自油壳和非聚合变性植物蛋白质壳。

[0165] 在任一实施方式中,微粒是颗粒。

[0166] 在另一方面,本发明提供食品、饮料或营养补剂,以任何形式,包含本发明的组合物。

[0167] 在任一实施方式中,饮料、食品或营养补剂是耐贮存的。

[0168] 在任一实施方式中,食品或饮料是巴氏杀菌的或UHT处理的。

[0169] 在任一实施方式中,饮料是碳酸饮料或非碳酸酸饮料。

[0170] 在任一实施方式中,饮料是发酵饮料(例如康普茶(kombucha))。

[0171] 在任一实施方式中,方法具有大于60%、65%、70%、75%、80%、85%或90%的益生菌存活百分比。

[0172] 在任一实施方式中,聚集微粒是胃耐受的和回肠敏感的。这意味着微粒可以完整地通过人的胃,并在回肠中分解,释放益生菌有效载荷。

[0173] 本发明其他方面和优选实施方式如以下其他权利要求所定义和描述。

附图说明

[0174] 图1:根据实施例20的方法形成的益生菌-变性豌豆蛋白质微粒在干燥阶段之前成像的图像。这张显微镜图像代表聚合的湿胶囊。平均尺寸是500-600μm。

[0175] 图2:根据实施例20的方法形成的益生菌-变性豌豆蛋白质微粒在干燥阶段之后成像的图像。显微镜图像显示了具有自由流动形式的单个微胶囊。平均尺寸是485-550μm。

[0176] 图3A:使用豌豆蛋白质与乳清(乳)蛋白质和单喷嘴包埋机进行益生菌包埋的益生菌存活百分比总结。

[0177] 图3B:使用多种植物蛋白质包埋材料和单喷嘴挤出技术进行益生菌包埋的益生菌存活百分比总结。

[0178] 图4:使用豌豆蛋白质和单嘴包埋机制备的益生菌包埋系统的粒径的比较。

[0179] 图5A:在使用单喷嘴包埋挤出技术制造的豌豆蛋白质包埋系统中,包埋的益生菌细胞的益生菌释放百分比。数据表示细胞释放作为体外人消化时间和GI截面的函数。

[0180] 图5B:在使用单喷嘴包埋/挤出技术生产的超变性豌豆蛋白质包埋系统中,包埋的益生菌细胞的益生菌释放百分比。数据表示细胞释放作为体外人消化时间和GI截面的函数。

[0181] 图6:HPLC蛋白质消化作为GI截面的函数。HPLC数据表明蛋白质在肠内开始分解,这表明受控的细胞释放。数据代表来自使用单喷嘴包埋挤出技术制造的豌豆蛋白质包埋系统的细胞解离消化曲线。

[0182] 图7:在人体体外消化分析中定量蛋白质分解的HPLC色谱图。数据展示了45分钟(黑色)和60分钟(粉红色)后小肠中蛋白质消化的开始,这表明由于植物蛋白质微胶囊的持续和受控消化,细胞释放受控。数据代表来自使用单喷嘴包埋挤出技术制造的豌豆蛋白质包埋系统的细胞解离消化曲线。

[0183] 图8:通过单喷嘴/挤出技术产生的包埋在植物蛋白质中的双歧杆菌(乳酸菌)的显微镜图像:(A)绿豆蛋白,(B)蚕豆蛋白,和(C)鹰嘴豆蛋白。

[0184] 图9:UHT植物蛋白变性前后植物蛋白的pH特性,(A)亚麻籽(Flax Seed(亚麻子(Linseed))分离蛋白和(B)南瓜籽分离蛋白。

[0185] 图10:UHT植物蛋白变性前后植物蛋白的pH特性。(A)蚕豆(Faba Bean)(蚕豆(Fava Bean)或胡豆(Broad Bean))分离蛋白和(B)绿豆分离蛋白。

[0186] 图11:UHT豌豆蛋白质变性程序前后豌豆蛋白质水解产物的pH特性。这验证了豌豆蛋白质材料变性是部分水解的。

具体实施方式

[0187] 本文提及的所有出版物、专利、专利申请和其他参考文献在此全部引入作为参考,如同每个单独的出版物、专利或专利申请被具体和单独地指出引入作为参考,并且其内容被全部引用。

[0188] 如本文所用并且除非另有特别指明,否则除了术语在本领域中可能享有的任何更宽(或更窄)的含义之外,以下术语旨在具有以下含义:

[0189] 除非上下文另有要求,否则本文使用的单数应理解为包括复数,反之亦然。与实体相关使用的术语“一(a)”或“一(an)”应被理解为指代一个或多个该实体。因此,术语“一(a)”(或“一(an)”)、“一个或多个”和“至少一个”在本文中可互换使用。

[0190] 如本文所用,术语“包含(comprise)”或其变体,例如“包含(comprises)”或“包含(comprising)”,应被理解为表示包括任何所述的整体(例如特征、元件、特性、性质、方法/过程步骤或限制)或整体组(例如特征、元件、特性、性质、方法/过程步骤或限制),但不排除任何其他整体或整体组。因此,如本文所用,术语“包含”是包含性的或开放式的,并且不排除额外的、未列举的整体或方法/工艺步骤。

[0191] 如本文所用,术语“植物蛋白质”是指由植物来源获得的蛋白质组合物。实施例包括植物蛋白质粉末、植物蛋白质浓缩物和植物分离蛋白。植物蛋白质组合物可以从豌豆、玉米蛋白、大麦、斯佩尔特小麦(spelt)、大豆、海藻、大麻、seiten(小麦面筋)、鹰嘴豆、豆腐、扁豆、绿豆、藜麦和其他植物来源获得。等电点高于pH 5、5.5或6的植物蛋白质是优选的。

[0192] 如本文所用,术语“简单碳水化合物”包括单糖(诸如葡萄糖、果糖和蔗糖)和二糖(诸如蔗糖、乳糖和麦芽糖),其混合物。在一个实施方式中,简单碳水化合物包含GLUCIDEX。

[0193] 如本文所用,术语“益生菌”是指天然存在于你体内的活的有益细菌和/或酵母。益生菌有助于保持你的身体健康和正常工作,包括在你有太多有害细菌时击退它们,帮助你感觉更好。本发明使用的益生菌可以包含不同益生菌的组合。尽管由很多类型的细菌可以被认为是益生菌,有两种特定类型的细菌是商店中常见的益生菌。其中包括乳酸杆菌和双歧杆菌。

[0194] 如本文所用,适用于根据本发明方法制备的组合物的术语“益生菌存活%”,是指在包埋过程(包括干燥过程,其中该过程包括干燥步骤)中存活的活细胞百分比。益生菌存活百分比可以通过确定过程中的活细胞输入并与输出产品中的细胞数量进行比较来测量。

[0195] 如本文所用,术语“活性剂”是指适于递送至哺乳动物小肠或回肠的任何成分,但通常是指对外部条件(例如热、pH、水分、压力、化学应激或酶)敏感的成分。因此,活性成分在储存期间可能对pH、酶(即蛋白酶)、高压、水分、高剪切力和温度滥用敏感。在本发明一个特别优选的实施方式中,活性剂包含益生菌或生物活性剂,生物活性剂选自,例如,咖啡因、脂溶性维生素(维生素A、维生素D、维生素E、维生素K)、水溶性微生物(维生素B和维生素C)、透明质酸、褪黑素和海洋生物活性物质(诸如褐藻多糖硫酸酯(fucoidan)和海带多糖、绿藻提取物、褐藻提取物和红藻提取物)。

[0196] “胃耐受”:是指在Minekus等人于1999年(A computer-controlled system to simulate conditions of the large intestine with peristaltic mixing,water absorption and absorption of fermentation product,Minekus,M.,Smeets-Peeters M,Bernalier A,Marol-Bonnin S,Havenaar R,Marteau P,Alric M,Fonty G,Huis in't Veld JH,Applied Microbiology Biotechnology.1999Dec;53(1):108-14)和2014年(Minekus et al.,2014,A standardised static in vitro digestion method suitable for food-an international consensus,Minekus,A.et al.,Food Function,2014,5,1113)描述的模拟胃消化模型中,微粒可以完整地存活至少60分钟。

[0197] “回肠敏感”是指微粒能够在哺乳动物的回肠(近端或远端)体内释放其内容物。

[0198] 示例

[0199] 现在将参考具体的实施例来描述本发明。这些仅仅是示例性的,并且仅用于说明的目的:它们并不旨在以任何方式限制所要求的专利的范围或者所描述的发明。这些实施例构成目前设想的实施本发明的最佳模式。

[0200] 实施例1

[0201] 制备用于变性的豌豆蛋白质溶液

[0202] -在水或0.1M pH 7.5的磷酸盐缓冲液中水合14%(w/v)豌豆分离蛋白。

[0203] -在30℃下水合45分钟。

[0204] -使用夹套容器或热板在30℃下以450RPM搅拌。

[0205] -按照要求的静置步骤,放置90min。

[0206] -检查水的pH,核查pH为7.5,如果不是,使用1N HCl/NaOH调整。

[0207] -按以下条件热处理:

[0208] • 在65℃预热最少2秒/最多15分钟。

[0209] • 在95.5℃最终加热最少2秒钟/最多3分钟。

[0210] • 冷却温度22-25℃。

[0211] • 流速:每分钟1.5L-20L。

[0212] • 压力1.3-1.6bar。

[0213] -让材料在室温下静置4小时,即可使用。

[0214] -这种材料被称为“dPPI”。

[0215] 实施例2

[0216] 制备超变性豌豆蛋白质

[0217] -在水或0.1M pH 7.5的磷酸盐缓冲液中水合14%(w/v)豌豆分离蛋白。

[0218] -在30℃下水合45分钟。

[0219] -使用夹套容器以450RPM搅拌。

[0220] -按照要求的静置步骤,放置90min。

[0221] -检查水的pH,核查pH为7.5,如果不是,使用1N HCl/NaOH调整。

[0222] -按以下条件热处理:

[0223] 在60-98℃预热最少2秒。

[0224] 在126-144.5℃最终加热。

[0225] 保持时间-每个步骤a最少2秒。

[0226] 冷却温度22-25℃。

[0227] 流速:每分钟1.45L-2.0L。

[0228] 压力1.0-6.0bar。

[0229] -让材料在室温下静置2小时,即可使用。

[0230] -这种材料被称为“udPPI”。

[0231] 实施例3

[0232] 制备超变性绿豆蛋白质

[0233] -在水或0.1M pH 7.5磷酸盐缓冲液中水合10%(w/v)绿豆分离蛋白。

[0234] -在30℃下水合90分钟。

[0235] -使用夹套容器以450RPM搅拌。

[0236] -按照要求的静置步骤,放置90min。

[0237] -检查水的pH,核查pH为7.5,如果不是,使用1N HCl/NaOH调整。

[0238] -按以下条件热处理:

[0239] 在60-90℃预热。

[0240] 在120-144℃最终加热最少2秒。

[0241] 冷却温度22-25℃,最少5秒。

[0242] 流速:每分钟1.5L-2.0L。

[0243] 压力1.0-6.0bar。

[0244] -让材料在室温下静置2小时,即可使用。

[0245] -这种材料被称为“udMBP”。

[0246] 实施例4

[0247] 益生菌的水合

[0248] -制备益生菌溶液储备液-在pH 0.1M的磷酸盐缓冲液中水合。

[0249] -在磷酸盐缓冲液中添加益生菌(液体或粉末形式)。

[0250] -室温下以200-450RPM搅拌10-45分钟,使细胞复苏。

[0251] -如有必要,使用Ultraturrax处理细胞悬浮液(9,000-11,000RPM处理30-90秒)。

[0252] 实施例5

[0253] 使用变性PPI将益生菌固定在PPI中

[0254] -使用实施例1制备的PPI和实施例4制备的水合益生菌,在410RPM转速下添加益生菌悬浮液到dPPI溶液中,以提供PPI和益生菌比率为9:1或18:1的悬浮液。

[0255] -在包埋前,向蛋白质溶液中加入2%的glucidex/简单碳水化合物(这增加了变性蛋白质溶液的电荷,为益生菌创造了相容的基质)。

[0256] -室温下水合2小时,温和搅拌以避免产生气泡。

[0257] -一旦添加了所有的益生菌,2分钟后添加0.1M/pH 6.1的柠檬酸钙缓冲液或氯化钙缓冲液。

[0258] -添加柠檬酸钙缓冲液,直到缓冲液/悬浮液比率为1:200。

[0259] -在调整pH过程中,保持室温450RPM高搅拌速度。

[0260] -保持搅拌最少15分钟,转移到干燥室。

[0261] -溶液将明显显得更粘稠。

[0262] -干燥(冷冻干燥或真空干燥)可以如下进行:

[0263] -冷冻干燥(见表1)。

[0264] 表1:两轮冷冻干燥(48小时一轮和72小时一轮)

[0265]

- 温度	时间	温度	时间
-25°C	23 小时	-25°C	18 小时
-10°C	25 小时	-10°C	12 小时
0°C	8 小时	0°C	2 小时
10°C	8 小时	10°C	2 小时
20°C	4 小时	25°C	2 小时
25°C	4 小时		
总干燥时间=72 小时		**总干燥时间=48 小时**	

[0266] -真空干燥:

[0267] 设置产品温度至25℃。

[0268] 在产品室创造真空。

[0269] 一旦达到完全真空,即<10mBar,干燥24小时。

[0270] 干燥后,可以使用高剪切固体分离器将干燥的产品减小尺寸成颗粒形式。

[0271] 实施例6

[0272] 使用变性绿豆胆蛋白质将益生菌固定在植物蛋白质中

[0273] -使用实施例3制备的dMBP和实施例4制备的水合益生菌,在410RPM转速下添加益生菌悬浮液到dMBP溶液中,以提供dMBP和益生菌比率为9:1或18:1的悬浮液。

[0274] -在包埋前,向蛋白质溶液中加入2%的glucidex/简单碳水化合物(这增加了变性蛋白质溶液的电荷,为益生菌创造了相容的基质)。

[0275] -室温下水合2小时,温和搅拌以避免产生气泡。

[0276] -一旦添加了所有的益生菌,2分钟后添加0.1M/pH 6.1的柠檬酸钙缓冲液或氯化钙缓冲液。

[0277] -添加柠檬酸钙缓冲液,直到缓冲液/悬浮液比率为1:200。

[0278] -在调整pH过程中,保持室温450RPM高搅拌速度。

[0279] -保持搅拌最少15分钟,转移到干燥室。

[0280] -溶液将明显显得更粘稠。

[0281] -干燥(冷冻干燥或真空干燥)可以如下进行:

[0282] -冷冻干燥(见表1)。

[0283] -真空干燥:

[0284] 设置产品温度至25℃。

[0285] 在产品室创造真空。

[0286] 一旦达到完全真空,即<10mBar,干燥24小时。

[0287] 干燥后,可以使用高剪切固体分离器将干燥的产品减小尺寸成颗粒形式。

[0288] 实施例7

[0289] 包含包埋在变性绿豆蛋白质中的益生菌的微珠-单喷嘴挤出

[0290] -使用实施例3制备的dMBP制备dMBP悬浮液,室温下以250RPM搅拌。

[0291] -在包埋前,向蛋白质溶液中加入2%的glucidex/简单碳水化合物(这增加了变性蛋白质溶液的电荷,为益生菌创造了相容的基质)。

[0292] -室温下水合2小时,温和搅拌以避免产生气泡。

[0293] -添加实施例4的水合益生菌悬浮液到室温搅拌中的dMBP溶液。

[0294] -以9:1或18:1(蛋白质:益生菌比率)添加益生菌悬浮液到蛋白质。

[0295] -以400-450RPM搅拌蛋白质-益生菌悬浮液10分钟。

[0296] 准备固化浴

[0297] -制备0.1M柠檬酸钙溶液;调整pH至5.2(范围是5.2-6.1)。添加0.05%的20%聚山梨醇酯作为表面活性剂。

[0298] -替代固化浴是0.1M氯化钙缓冲液;将pH值调节至4.8(范围为4.3-5.0)。添加0.05%的20%聚山梨醇酯作为表面活性剂。

[0299] -替代固化浴是0.1M柠檬酸钙缓冲液;含有0.05%壳聚糖钙(螯合剂)和0.05%的20%聚山梨醇酯(表面活性剂)。

[0300] -一旦益生菌完全水合,在室温下通过单喷嘴挤出机挤出蛋白质-益生菌溶液,用于在钙固化浴中聚合。

[0301] -聚合将在室温下的钙缓冲浴中发生。

[0302] -收集微胶囊,在pH 6.1的中性溶液中洗涤(防止干燥过程中微胶囊粘连,创造最佳产量)。

[0303] -微胶囊装载到相关干燥室。

[0304] -干燥按以下条件进行:

[0305] ○冷冻干燥48小时(见表1)。

[0306] ○流化床干燥:37℃干燥4-6小时。

[0307] ○真空干燥:于37℃,低于10mBar干燥最少24-48小时。

[0308] 实施例8

[0309] 包含包埋在变性植物蛋白质中的益生菌的微珠-单喷嘴挤出

[0310] -使用实施例1制备的变性植物蛋白质制备变性蛋白质悬浮液,室温下以250RPM搅拌。

[0311] -在包埋前,向蛋白质溶液中加入2%-4%的葡萄糖/简单碳水化合物(这增加了变性蛋白质溶液的电荷,为益生菌创造了相容的基质)。

[0312] -室温下水合2小时,温和搅拌以避免产生气泡。

[0313] -添加水合益生菌悬浮液到室温搅拌中的变性蛋白质溶液。

[0314] -以9:1或18:1(蛋白质:益生菌比率)添加益生菌悬浮液到蛋白质。

[0315] -以400-450RPM搅拌蛋白质-益生菌悬浮液10分钟。

[0316] 准备固化浴

[0317] -制备0.1M柠檬酸钙溶液;调整pH至5.2(范围是5.2-6.1)。添加0.05%的20%聚山梨醇酯作为表面活性剂。

[0318] -替代固化浴是0.1M钙阳离子缓冲液;将pH值调节至4.8(范围为4.3-5.0)。添加0.05%的20%聚山梨醇酯作为表面活性剂。

[0319] -替代固化浴是0.1M柠檬酸钙缓冲液;含有0.05%壳聚糖钙(螯合剂)和0.05%的

20％聚山梨醇酯(表面活性剂)。

[0320] -一旦益生菌完全水合,在室温下通过单喷嘴挤出机挤出蛋白质-益生菌溶液,用于在钙固化浴中聚合。

[0321] -聚合将在室温下的钙缓冲浴中发生。

[0322] -收集微胶囊,在pH 6.1的中性溶液中洗涤(防止干燥过程中微胶囊粘连,创造最佳产量)。

[0323] -微胶囊装载到相关干燥室。

[0324] -干燥按以下条件进行:

[0325] ○冷冻干燥48小时(见表1)。

[0326] ○流化床干燥:37℃干燥4-6小时。

[0327] ○真空干燥:于37℃,低于10mBar干燥最少24-48小时。

[0328] 实施例9

[0329] 包含包埋在变性绿豆蛋白质中的益生菌的微珠-双(同心)喷嘴挤出

[0330] -使用实施例3制备的dMBP制备dMBP悬浮液,室温下以250RPM搅拌。

[0331] -在包埋前,向蛋白质溶液中加入2％的glucidex/简单碳水化合物(这增加了变性蛋白质溶液的电荷,为益生菌创造了相容的基质)。

[0332] -室温下水合2小时,温和搅拌以避免产生气泡。

[0333] ○根据实施例7准备钙浴。

[0334] -使用同心喷嘴同时挤出dMBP悬浮液和水合益生菌到固化浴,dMBP/glucidex悬浮液通过外喷嘴挤出,益生菌悬浮液通过内喷嘴挤出。

[0335] -聚合将在室温下的钙缓冲浴中发生。

[0336] -收集微胶囊,在pH 6.1的中性溶液中洗涤(防止干燥过程中微胶囊粘连,创造最佳产量)。

[0337] -微胶囊装载到相关干燥室。

[0338] -干燥按以下条件进行:

[0339] ○冷冻干燥48小时(见表1)。

[0340] ○流化床干燥:37℃干燥4-6小时。

[0341] ○真空干燥:于37℃,低于10mBar干燥最少24-48小时。

[0342] 实施例10

[0343] 包含包埋在变性植物蛋白质中的益生菌的微珠-双(同心)喷嘴挤出

[0344] -使用实施例1制备的变性植物蛋白质制备变性蛋白质悬浮液,室温下以250RPM搅拌。

[0345] -在包埋前,向蛋白质溶液中加入2％-4％的glucidex/简单碳水化合物(这增加了变性蛋白质溶液的电荷,为益生菌创造了相容的基质)。

[0346] -室温下水合2小时,温和搅拌以避免产生气泡。

[0347] ○根据实施例7准备钙浴。

[0348] -使用同心喷嘴同时挤出dPP悬浮液和水合益生菌到固化浴,dPP/glucidex悬浮液通过外喷嘴挤出,益生菌悬浮液通过内喷嘴挤出。

[0349] -聚合将在室温下的钙缓冲浴中发生。

[0350] -收集微胶囊,在pH 6.1的中性溶液中洗涤(防止干燥过程中微胶囊粘连,创造最佳产量)。

[0351] -微胶囊装载到相关干燥室。

[0352] -干燥按以下条件进行:

[0353] ○冷冻干燥48小时(见表1)。

[0354] ○流化床干燥:37℃干燥4-6小时。

[0355] ○真空干燥:于37℃,低于10mBar干燥最少24-48小时。

[0356] 实施例11

[0357] 使用变性豌豆蛋白质dPPI喷雾包封益生菌

[0358] -制备干燥材料,并装载进室(蛋白质、益生菌和单糖)。

[0359] -制备变性蛋白质悬浮液。

[0360] -开始流化程序并启动加热(35-45℃)。

[0361] -使用设置进气温度的110-300m^3/hr的气流流化。

[0362] -一旦产品温度达到平衡,就开始使用变性蛋白质进行喷雾包封程序。

[0363] -喷嘴压力应该保持在2-4.5Bar之间,相应调整喷嘴压力气流。

[0364] -进行中间干燥步骤以减少50%的水分。

[0365] -使用麦芽糊精(15%w/v溶液)重新开始喷雾包封程序。

[0366] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0367] -使用变性蛋白质重新开始喷雾包封程序,并使用变性蛋白质和简单碳水化合物(麦芽糊精)溶液进行2-3轮喷雾包封。

[0368] -实施最终后干燥步骤,以产生低于5%的最终含水量。

[0369] 实施例12

[0370] 使用变性豌豆蛋白质dPPI和钙阳离子交联剂喷雾包封益生菌

[0371] -制备干燥材料(蛋白质、益生菌和单糖),并装载进室。

[0372] -制备变性蛋白质悬浮液和钙阳离子交联剂。

[0373] -开始流化程序并启动加热(35-45℃)。

[0374] -使用设置进气温度的110-300m^3/hr的气流流化。

[0375] -一旦产品温度达到平衡,就开始使用变性蛋白质进行喷雾包封程序。

[0376] -喷嘴压力应该保持在2-4.5Bar之间,相应调整喷嘴压力气流。

[0377] -进行中间干燥步骤以减少50%的水分。

[0378] -使用氯化钙(0.2-0.4M)重新开始喷雾包封程序。

[0379] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0380] -使用变性蛋白质重新开始喷雾包封程序,并使用变性蛋白质和钙交联剂进行2-3轮喷雾包封。

[0381] -实施最终后干燥步骤,以产生低于5%的最终含水量。

[0382] 实施例13

[0383] 使用变性豌豆蛋白质、高油酸椰子油和钙阳离子交联剂喷雾包封益生菌

[0384] -制备干燥材料(蛋白质、益生菌和单糖),并装载进室。

[0385] -制备变性豌豆蛋白质悬浮液和钙阳离子交联剂。

[0386] -开始流化程序并启动加热(35-45℃)。

[0387] -使用设置进气温度的110-300m^3/hr的气流流化。

[0388] -一旦产品温度达到平衡,就开始使用变性蛋白质进行喷雾包封程序。

[0389] -喷嘴压力应该保持在2-4.5Bar之间,相应调整喷嘴压力气流。

[0390] -进行中间干燥步骤以减少50%的水分。

[0391] -使用高油酸椰子油重新开始喷雾包封程序。

[0392] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0393] -使用氯化钙(0.2-0.4M)重新开始喷雾包封程序。

[0394] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0395] -使用变性蛋白质重新开始喷雾包封程序,并使用变性蛋白质和钙阳离子交联剂或镁阳离子交联剂进行2-3轮喷雾包封。

[0396] -实施最终后干燥步骤,以产生低于5%的最终含水量。

[0397] 实施例14

[0398] 使用变性绿豆蛋白质和钙阳离子交联剂喷雾包封益生菌

[0399] -制备干燥材料(蛋白质、益生菌和单糖),并装载进室。

[0400] -制备变性绿豆蛋白质悬浮液和钙阳离子交联剂。

[0401] -开始流化程序并启动加热(35-45℃)。

[0402] -使用设置进气温度的110-300m^3/hr的气流流化。

[0403] -一旦产品温度达到平衡,就开始使用变性蛋白质进行喷雾包封程序。

[0404] -喷嘴压力应该保持在2-4.5Bar之间,相应调整喷嘴压力气流。

[0405] -进行中间干燥步骤以减少50%的水分。

[0406] -使用氯化钙(0.2-0.4M)重新开始喷雾包封程序。

[0407] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0408] -使用变性蛋白质重新开始喷雾包封程序,并使用变性蛋白质和钙阳离子交联剂或镁阳离子交联剂进行2-3轮喷雾包封。

[0409] -实施最终后干燥步骤,以产生低于5%的最终含水量。

[0410] 实施例15

[0411] 使用变性绿豆蛋白质、高油酸葵花籽油和钙阳离子交联剂喷雾包封益生菌

[0412] -制备干燥材料(蛋白质、益生菌和单糖),并装载进室。

[0413] -制备变性绿豆蛋白质悬浮液和钙阳离子交联剂。

[0414] -开始流化程序并启动加热(35-45℃)。

[0415] -使用设置进气温度的110-300m^3/hr的气流流化。

[0416] -一旦产品温度达到平衡,就开始使用变性植物蛋白质进行喷雾包封程序。

[0417] -喷嘴压力应该保持在2-4.5Bar之间,相应调整喷嘴压力气流。

[0418] -进行中间干燥步骤以减少50%的水分。

[0419] -使用高油酸葵花籽油重新开始喷雾包封程序。

[0420] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0421] -使用氯化钙(0.2-0.4M)重新开始喷雾包封程序。

[0422] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0423] -使用变性蛋白质重新开始喷雾包封程序,并使用变性蛋白质和钙阳离子交联剂或镁阳离子交联剂进行2-3轮喷雾包封。

[0424] -实施最终后干燥步骤,以产生低于5%的最终含水量。

[0425] 实施例16

[0426] 使用变性绿豆蛋白质、高油酸椰子油和钙阳离子交联剂喷雾包封益生菌

[0427] -制备干燥材料(蛋白质、益生菌和单糖),并装载进室。

[0428] -制备变性绿豆蛋白质悬浮液和钙阳离子交联剂。

[0429] -开始流化程序并启动加热(35-45℃)。

[0430] -使用设置进气温度的110-300m^3/hr的气流流化。

[0431] -一旦产品温度达到平衡,就开始使用变性蛋白质进行喷雾包封程序。

[0432] -喷嘴压力应该保持在2-4.5Bar之间,相应调整喷嘴压力气流。

[0433] -进行中间干燥步骤以减少50%的水分。

[0434] -使用高油酸椰子油重新开始喷雾包封程序。

[0435] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0436] -使用高油酸葵花籽油重新开始喷雾包封程序。

[0437] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0438] -使用氯化钙(0.2-0.4M)重新开始喷雾包封程序。

[0439] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0440] -使用变性蛋白质重新开始喷雾包封程序,并使用变性蛋白质和钙阳离子交联剂进行2-3轮喷雾包封。

[0441] -实施最终后干燥步骤,以产生低于5%的最终含水量。

[0442] 实施例17

[0443] 使用变性豌豆蛋白质、高油酸椰子油喷雾包封益生菌

[0444] -制备干燥材料(蛋白质、益生菌),并装载进室。

[0445] -制备变性绿豆蛋白质悬浮液和钙阳离子交联剂。

[0446] -开始流化程序并启动加热(35-45℃)。

[0447] -使用设置进气温度的110-300m^3/hr的气流流化。

[0448] -一旦产品温度达到平衡,就开始使用变性蛋白质进行喷雾包封程序。

[0449] -喷嘴压力应该保持在2-4.5Bar之间,相应调整喷嘴压力气流。

[0450] -进行中间干燥步骤以减少50%的水分。

[0451] -使用高油酸椰子油重新开始喷雾包封程序。

[0452] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0453] -使用简单碳水化合物(麦芽糊精)重新开始喷雾包封程序。

[0454] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0455] -使用变性蛋白质重新开始喷雾包封程序,并使用变性蛋白质和简单碳水化合物溶液进行2-3轮喷雾包封。

[0456] -实施最终后干燥步骤,以产生低于5%的最终含水量。

[0457] 实施例18

[0458] 使用变性绿豆蛋白质和钙阳离子交联剂喷雾包封的具有优化包衣层的益生菌

[0459] -制备干燥材料(蛋白质、益生菌),并装载进室。

[0460] -制备变性绿豆蛋白质悬浮液和钙阳离子交联剂。

[0461] -开始顶部喷洒流化程序并启动加热(35-45℃)。

[0462] -使用设置进气温度的110-300m^3/hr的气流流化。

[0463] -一旦产品温度达到平衡,就开始使用变性蛋白质进行喷雾包封程序。

[0464] -喷嘴压力应该保持在2-4.5Bar之间,相应调整喷嘴压力气流。

[0465] -进行中间干燥步骤以减少50%的水分。

[0466] -使用氯化钙(0.2-0.4M)重新开始喷雾包封程序。

[0467] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0468] -使用变性蛋白质重新开始喷雾包封程序,并使用变性蛋白质和镁阳离子交联剂进行2-3轮喷雾包封。

[0469] -实施最终后干燥步骤,以产生低于5%的最终含水量。

[0470] -使用变性绿豆蛋白质启动底部喷雾包封。

[0471] -使用的喷嘴压力超过2Bar。

[0472] -在喷雾包封期间,保持加速器空气压力在1.5Bar以上。

[0473] -保持气流平衡(大约90-170m^3/hr)。

[0474] -保持产品温度在37-45℃。

[0475] -在45-55℃下进行间歇后干燥。

[0476] -实施至少2轮的钙交联喷雾包封步骤,随后间歇干燥,以实现含水量减少25%。

[0477] -进行最终后干燥步骤,以达到低于5%的最终含水量。

[0478] 实施例19

[0479] 使用变性绿豆蛋白质、高油酸椰子油和钙阳离子交联剂喷雾包封的具有优化包衣层的益生菌-制备干燥材料(蛋白质、益生菌),并装载进室。

[0480] -制备变性绿豆蛋白质悬浮液和钙阳离子交联剂。

[0481] -开始顶部喷洒流化程序并启动加热(35-45℃)。

[0482] -使用设置进气温度的110-300m^3/hr的气流流化。

[0483] -一旦产品温度达到平衡,就开始使用变性蛋白质进行喷雾包封程序。

[0484] -喷嘴压力应该保持在2-4.5Bar之间,相应调整喷嘴压力气流。

[0485] -进行中间干燥步骤以减少50%的水分。

[0486] -使用高油酸椰子油重新开始喷雾包封程序。

[0487] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0488] -使用氯化钙(0.2-0.4M)重新开始喷雾包封程序。

[0489] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0490] -使用变性蛋白质重新开始喷雾包封程序,并使用变性蛋白质和镁阳离子交联剂进行2-3轮喷雾包封。

[0491] -实施最终后干燥步骤,以产生低于5%的最终含水量。

[0492] -使用变性蛋白质启动底部喷雾包封。

[0493] -使用的喷嘴压力超过2Bar。

[0494] -在喷雾包封期间,保持加速器空气压力在1.5Bar以上。

[0495] -保持气流平衡(大约90-170m^3/hr)。

[0496] -保持产品温度在37-45℃。

[0497] -在45-55℃下进行间歇后干燥。

[0498] -使用高油酸椰子油进行喷雾包封程序。

[0499] -进行中间干燥步骤以减少25%的水分。

[0500] -实施至少2轮的钙交联喷雾包封步骤,随后间歇干燥,以实现含水量减少25%。

[0501] -进行最终后干燥步骤,以达到低于5%的最终含水量。

[0502] 实施例20

[0503] 包含包埋在变性PPI(dPPI)中的益生菌的微珠-单喷嘴挤出

[0504] -使用实施例1制备的dPPI制备dPPI悬浮液,室温下以250RPM搅拌。

[0505] -在包埋前,向蛋白质溶液中加入2%的glucidex/简单碳水化合物(这增加了变性蛋白质溶液的电荷,为益生菌创造了相容的基质)。

[0506] -室温下水合2小时,温和搅拌以避免产生气泡。

[0507] -添加实施例2的水合益生菌悬浮液到室温搅拌中的dPPI溶液。

[0508] -以9:1或18:1(蛋白质:益生菌比率)添加益生菌悬浮液到蛋白质。

[0509] -以400-450RPM搅拌蛋白质-益生菌悬浮液10分钟。

[0510] 准备固化浴

[0511] -制备0.1M柠檬酸钙溶液;调整pH至5.2(范围是5.2-6.1)。添加0.05(w/w)%的20%聚山梨醇酯作为表面活性剂。

[0512] -替代固化浴是0.1M氯化钙缓冲液;将pH值调节至4.8(范围为4.3-5.0)。添加0.05%的20%聚山梨醇酯作为表面活性剂。

[0513] -替代固化浴是0.1M柠檬酸钙缓冲液;含有0.05%壳聚糖钙(螯合剂)和0.05%(w/aw)的20%聚山梨醇酯(表面活性剂)。

[0514] -一旦益生菌完全水合,在室温下通过单喷嘴挤出机挤出蛋白质-益生菌溶液,用于在钙固化浴中聚合。

[0515] -聚合将在室温下的钙缓冲浴中发生。

[0516] -收集微胶囊,在pH 6.1的中性溶液中洗涤(防止干燥过程中微胶囊粘连,创造最佳产量)。

[0517] -微胶囊装载到相关干燥室。

[0518] -干燥按以下条件进行:

[0519] ○冷冻干燥48小时(见表1)。

[0520] ○流化床干燥:37℃干燥4-6小时。

[0521] ○真空干燥:于37℃,低于10mBar干燥最少24-48小时。

[0522] 实施例21

[0523] 包含包埋在变性PPI中的益生菌的微珠-双(同心)喷嘴挤出

[0524] -使用实施例1制备的dPPI制备dPPI悬浮液,室温下以250RPM搅拌。

[0525] -在包埋前,向蛋白质溶液中加入2%的glucidex/简单碳水化合物(这增加了变性蛋白质溶液的电荷,为益生菌创造了相容的基质)。

[0526] -室温下水合2小时,温和搅拌以避免产生气泡。

[0527] ○根据实施例7准备钙浴。

[0528] -使用同心喷嘴同时挤出dPPI悬浮液和水合益生菌到固化浴,dPPI/glucidex悬浮液通过外喷嘴挤出,益生菌悬浮液通过内喷嘴挤出。

[0529] -聚合将在室温下的钙缓冲浴中发生。

[0530] -收集微胶囊,在pH 6.1的中性溶液中洗涤(防止干燥过程中微胶囊粘连,创造最佳产量)。

[0531] -微胶囊装载到相关干燥室。

[0532] -干燥按以下条件进行:

[0533] ○冷冻干燥48小时(见表1)。

[0534] ○流化床干燥:37℃干燥4-6小时。

[0535] ○真空干燥:于37℃,低于10mBar干燥最少24-48小时。

[0536] 实施例22

[0537] 喷雾包封益生菌、生物活性物质在变性PPI中

[0538] -使用实施例1制备的dPPI制备dPPI悬浮液,室温下以250RPM搅拌。

[0539] -在包埋前,向蛋白质溶液中加入2%的glucidex/简单碳水化合物(这增加了变性蛋白质溶液的电荷,为益生菌创造了相容的基质)。

[0540] -室温下水合2小时,温和搅拌以避免产生气泡。

[0541] -将干燥豌豆蛋白质粉末(天然粉末;约2%水分)装载到流化床室。

[0542] -在37℃下,高气流流化。

[0543] -以5:1或10:1的比率将益生菌培养物添加到粉末中。

[0544] -添加15柠檬酸钙或氯化钙到室,并流化。

[0545] -以高流速(20-30RPM)、高气流(>150RPM)和低喷嘴压力(<1.5bar)将10%glucidex溶液喷洒到材料上,促进聚集。

[0546] -以低流速(18-22RPM)、高气流(>150RPM)和高喷嘴压力(>2.5bar)将椰子油/葵花籽油/高油酸油喷洒到粉末上。

[0547] -以高流速(25-30RPM)、高气流(>150RPM)和高喷嘴压力(>2.5bar)将dPPI-glucidex溶液喷洒进室。

[0548] -后干燥材料以达到Aw<0.15。

[0549] 等效

[0550] 前述描述细节代表本发明优选的实施方式。在考虑这些描述的基础上,本领域的技术人员可以想到其实践中的许多修改和变化。这些修改和变化旨在包含在所附权利要求中。

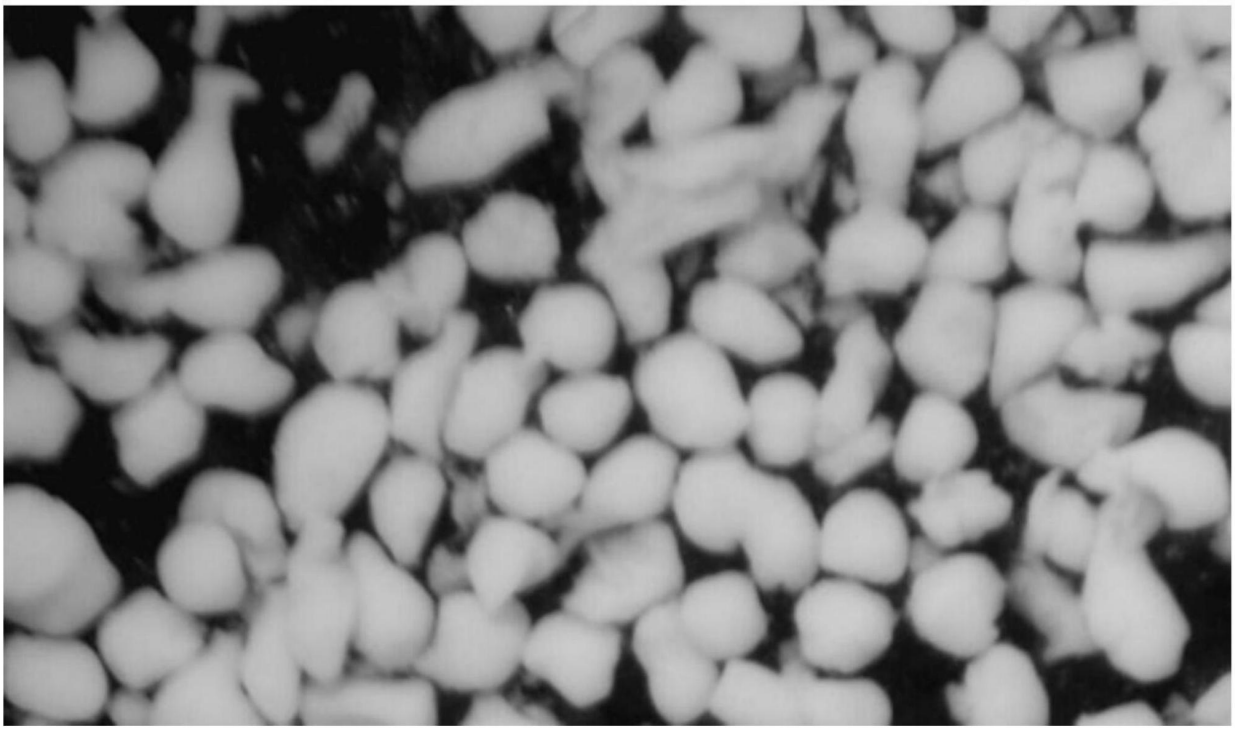


图1

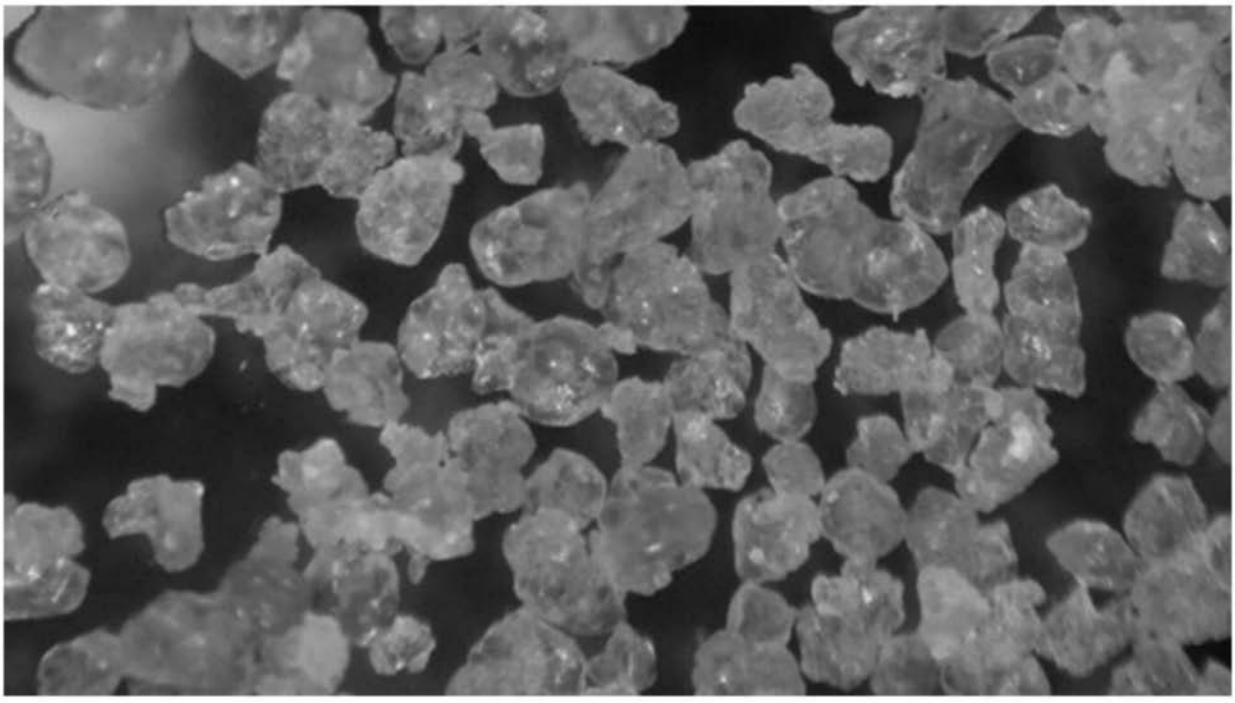


图2

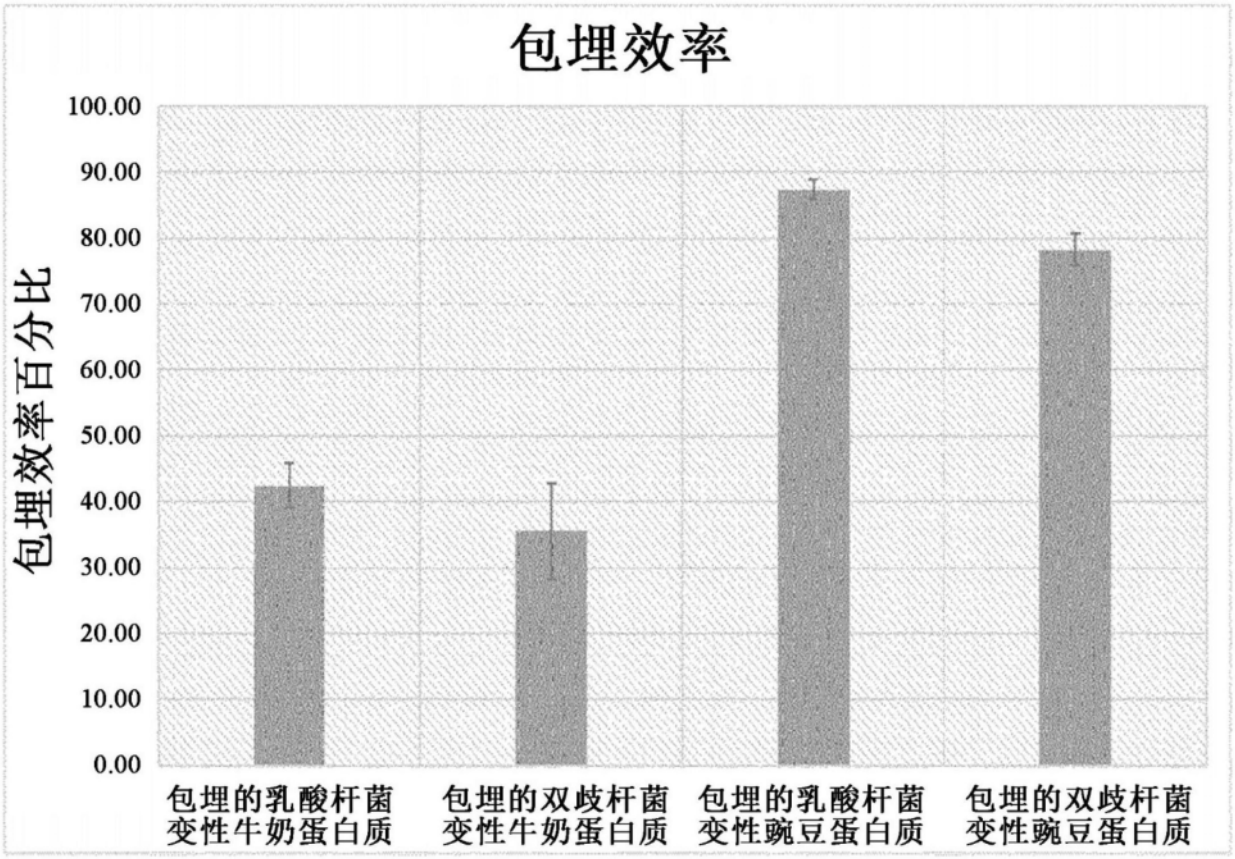

包埋效率
包埋效率百分比
100.00
90.00
80.00
70.00
60.00
50.00
40.00
30.00
20.00
10.00
0.00
包埋的乳酸杆菌变性牛奶蛋白质
包埋的双歧杆菌变性牛奶蛋白质
包埋的乳酸杆菌变性豌豆蛋白质
包埋的双歧杆菌变性豌豆蛋白质

图3A

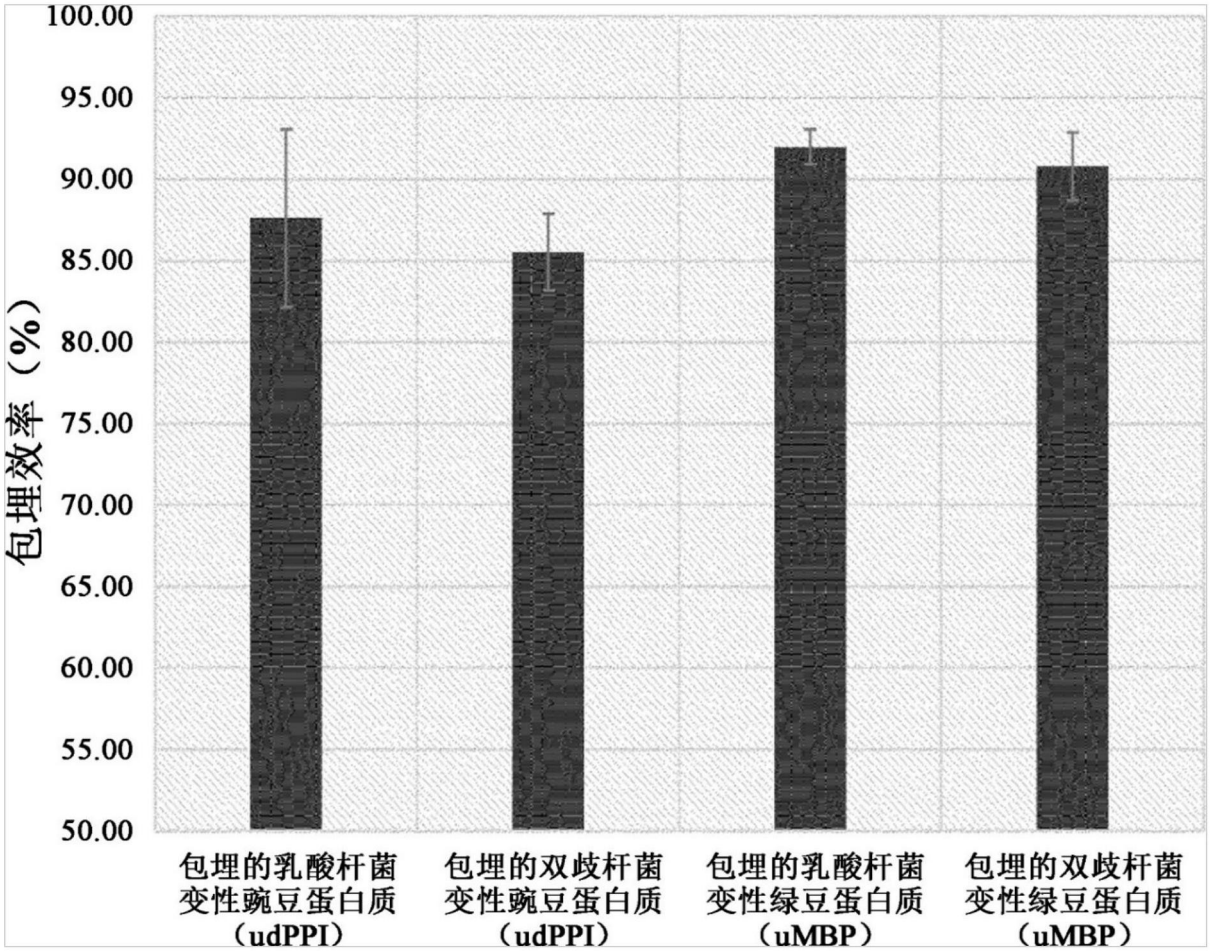

100.00
95.00
90.00
85.00
80.00
75.00
70.00
65.00
60.00
55.00
50.00
包埋效率（%）
包埋的乳酸杆菌变性豌豆蛋白质（udPPI）
包埋的双歧杆菌变性豌豆蛋白质（udPPI）
包埋的乳酸杆菌变性绿豆蛋白质（uMBP）
包埋的双歧杆菌变性绿豆蛋白质（uMBP）

图3B

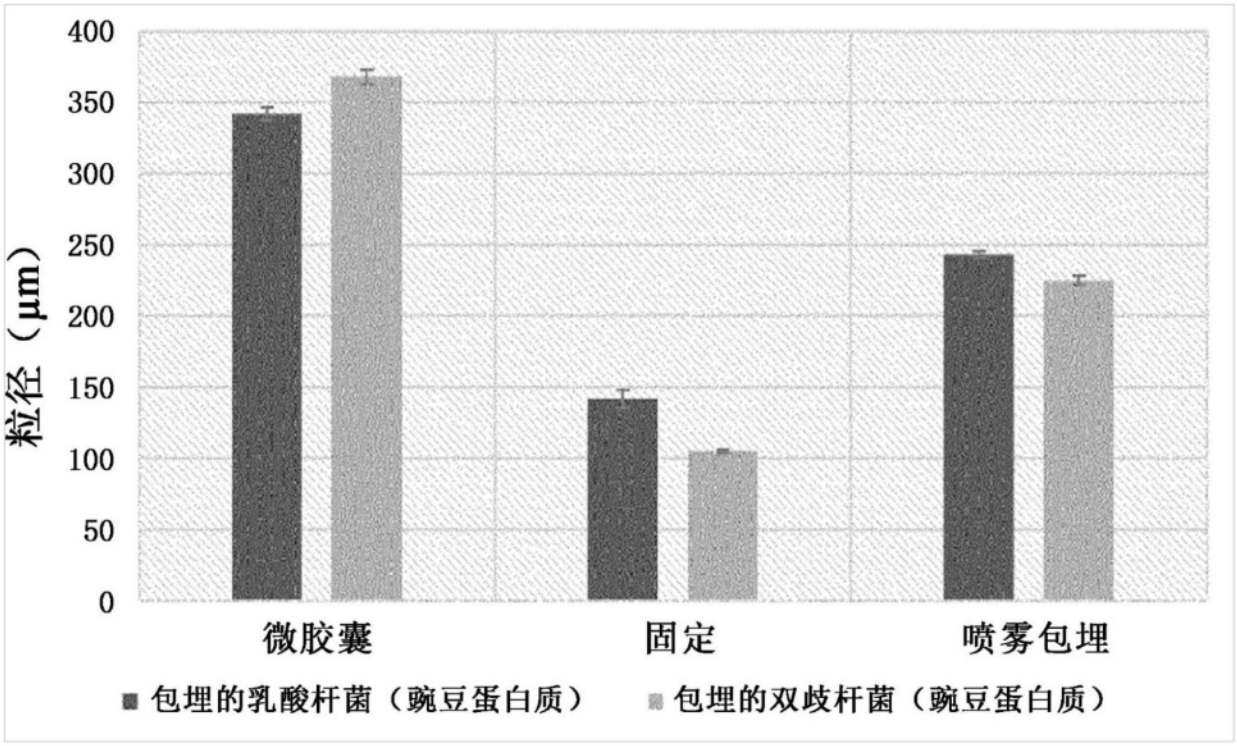

400
350
300
250
200
150
100
50
0
粒径（μm）
微胶囊
固定
喷雾包埋
包埋的乳酸杆菌（豌豆蛋白质）
包埋的双歧杆菌（豌豆蛋白质）

图4

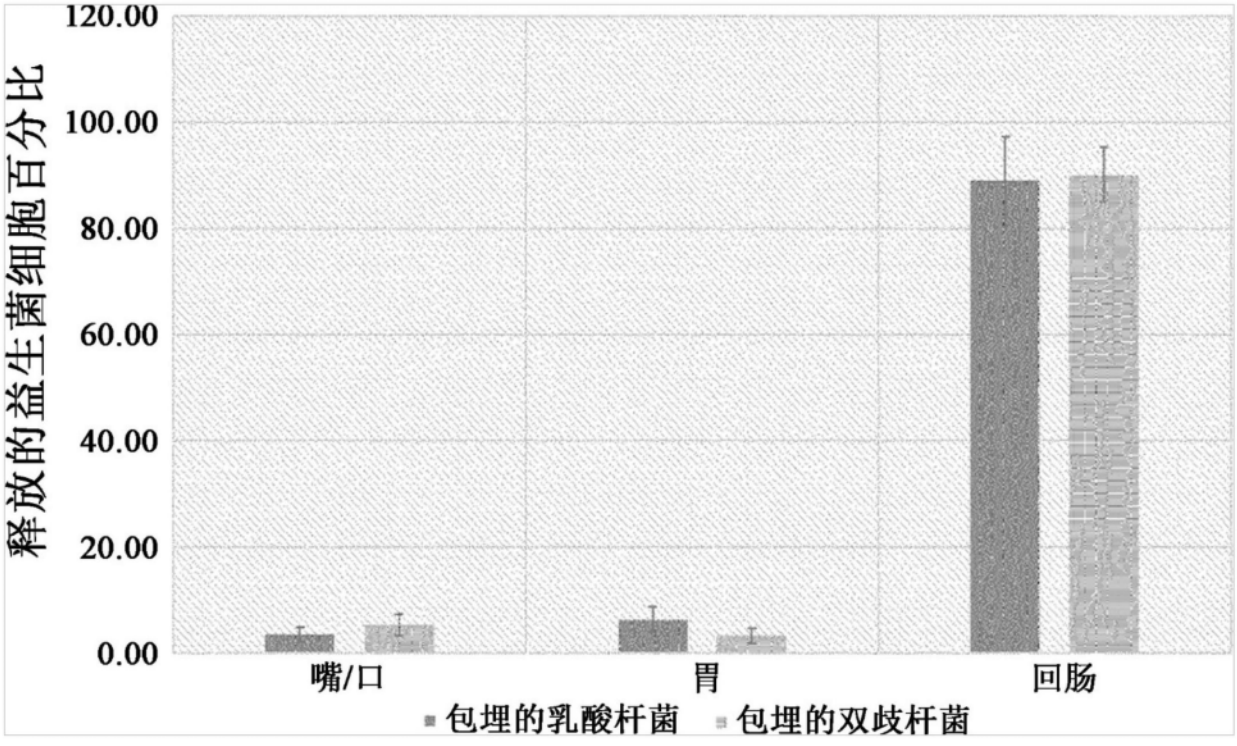

120.00
100.00
80.00
60.00
40.00
20.00
0.00
释放的益生菌细胞百分比
嘴/口
胃
回肠
包埋的乳酸杆菌
包埋的双歧杆菌

图5A

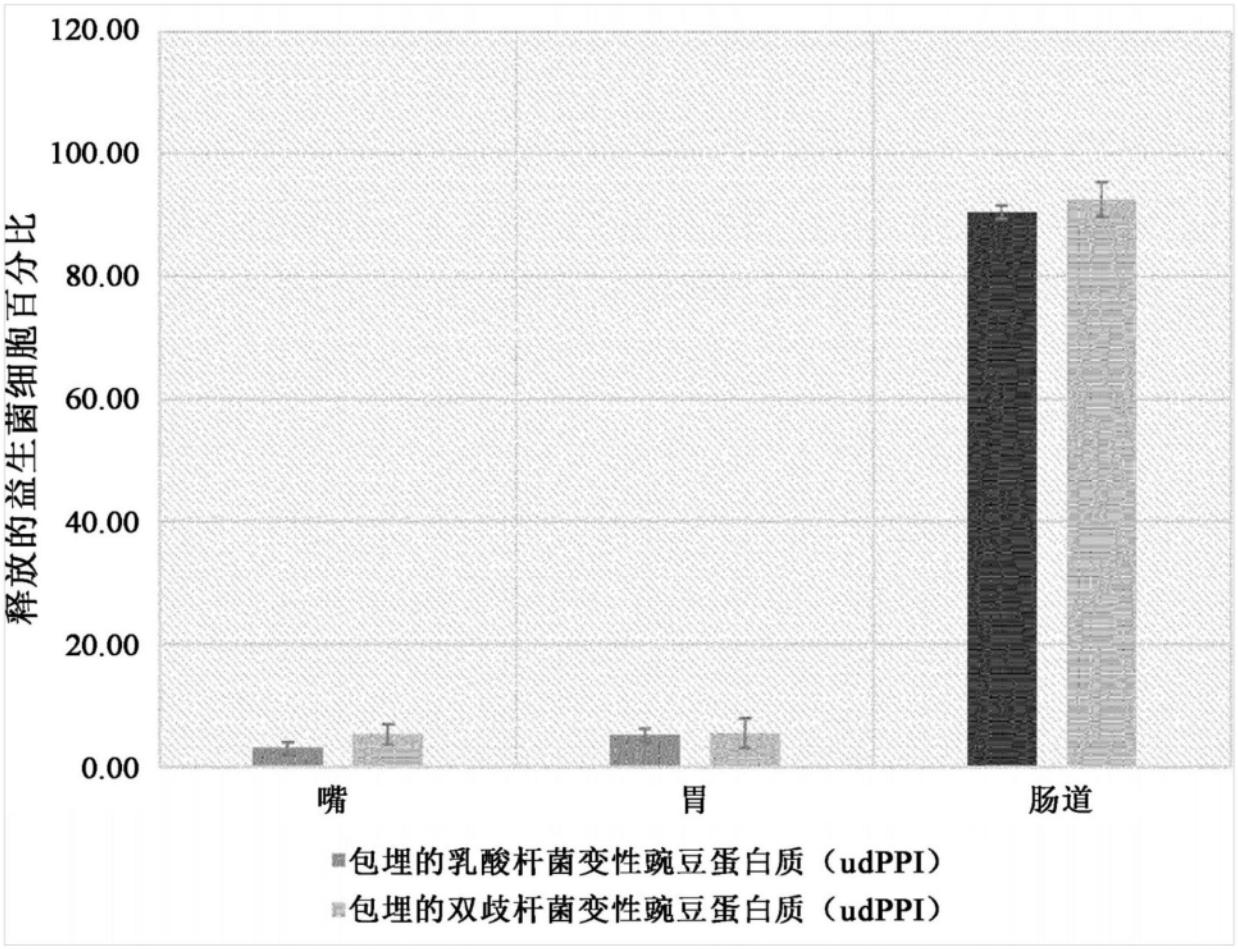

120.00
100.00
80.00
60.00
40.00
20.00
0.00
释放的益生菌细胞百分比
嘴
胃
肠道
包埋的乳酸杆菌变性豌豆蛋白质（udPPI）
包埋的双歧杆菌变性豌豆蛋白质（udPPI）

图5B

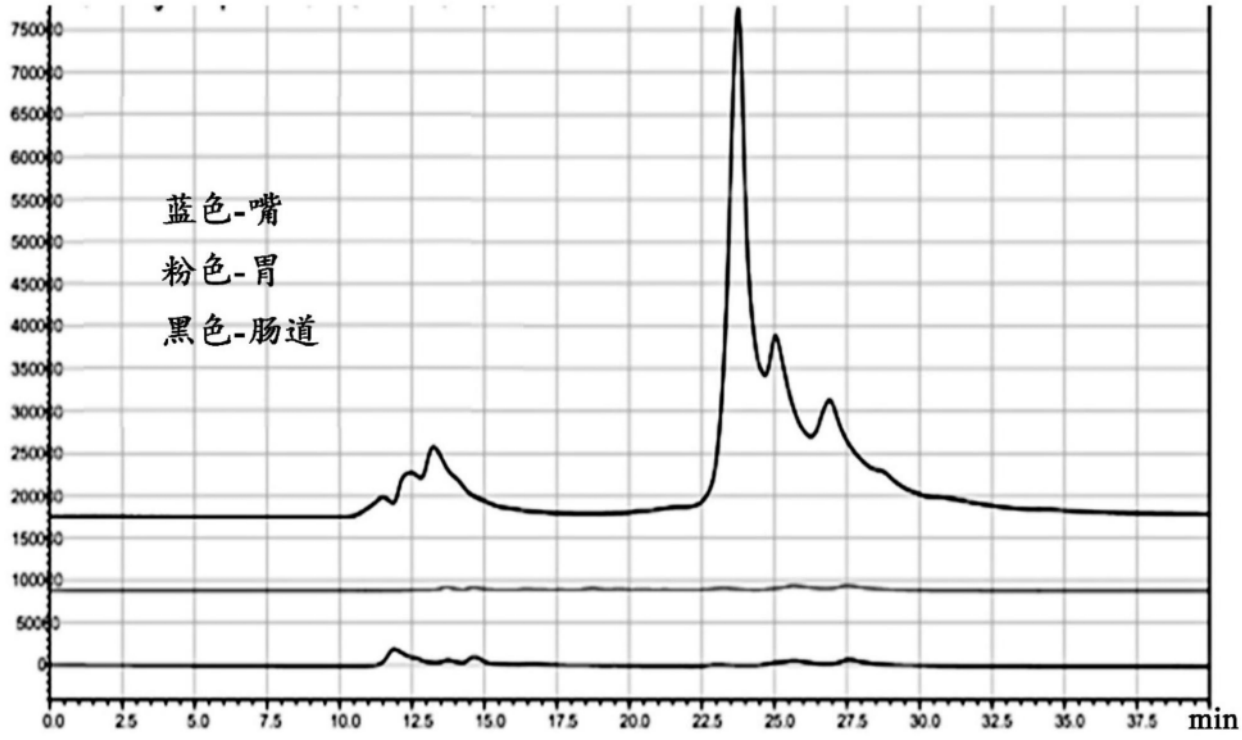


图6

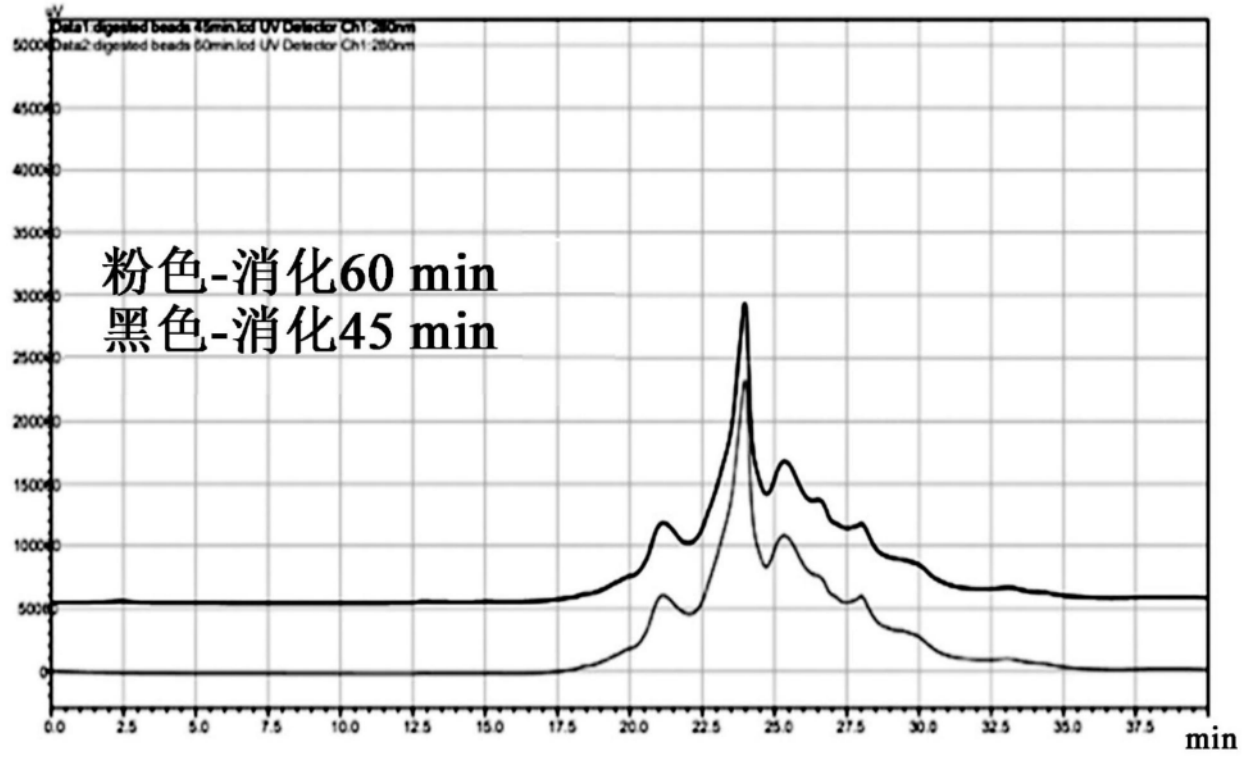


图7

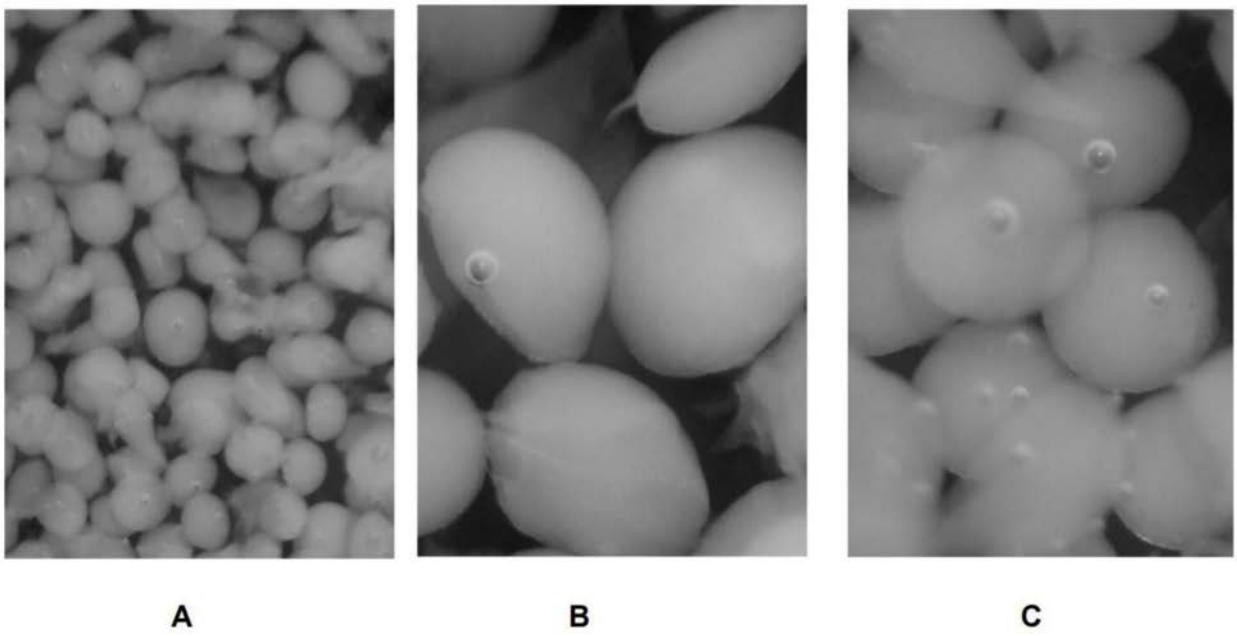

A
B
C

图8

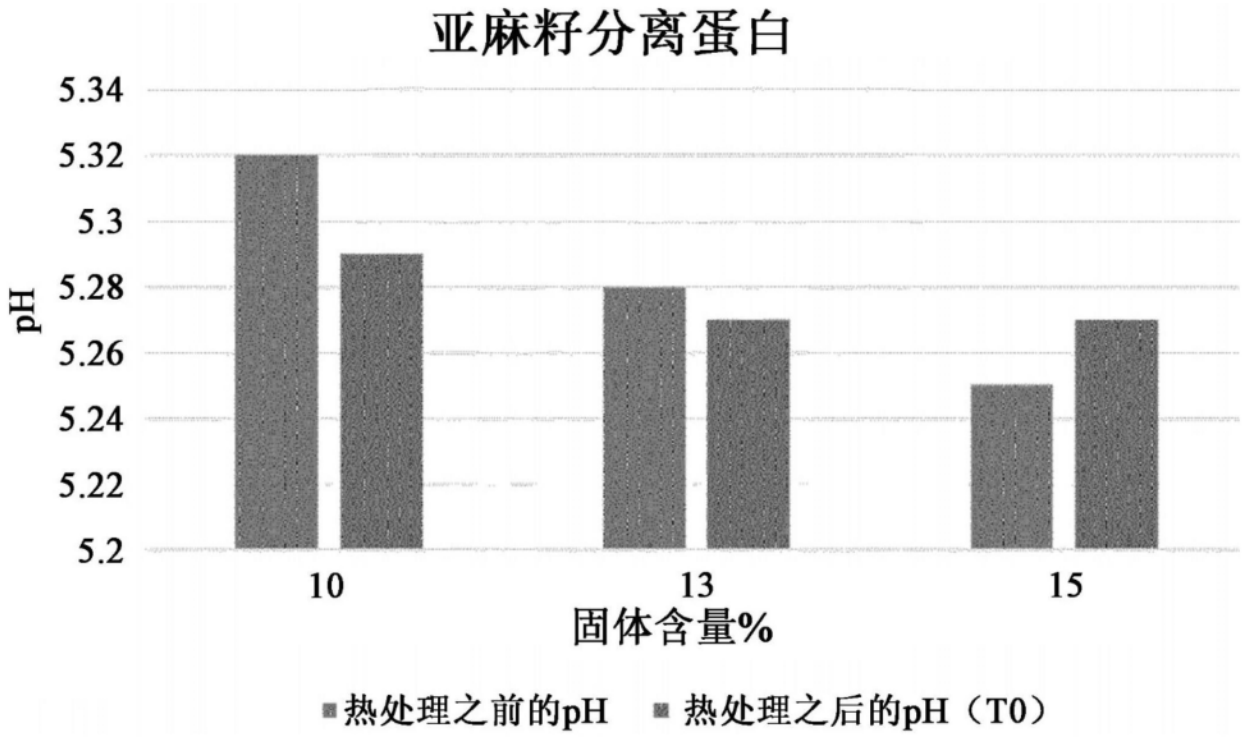

亚麻籽分离蛋白
5.34
5.32
5.3
5.28
5.26
5.24
5.22
5.2
pH
10
13
15
固体含量%
热处理之前的pH
热处理之后的pH（T0）

图9A

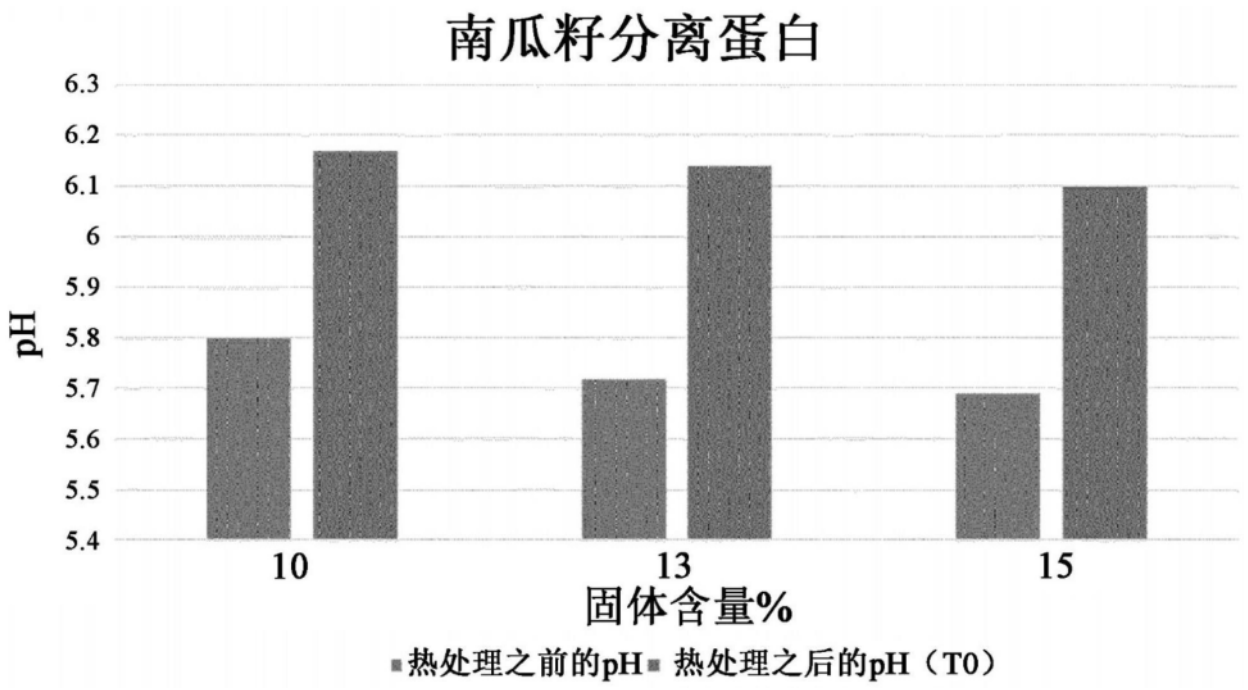

南瓜籽分离蛋白
6.3
6.2
6.1
6
5.9
5.8
5.7
5.6
5.5
5.4
pH
10
13
15
固体含量%
热处理之前的pH
热处理之后的pH（T0）

图9B

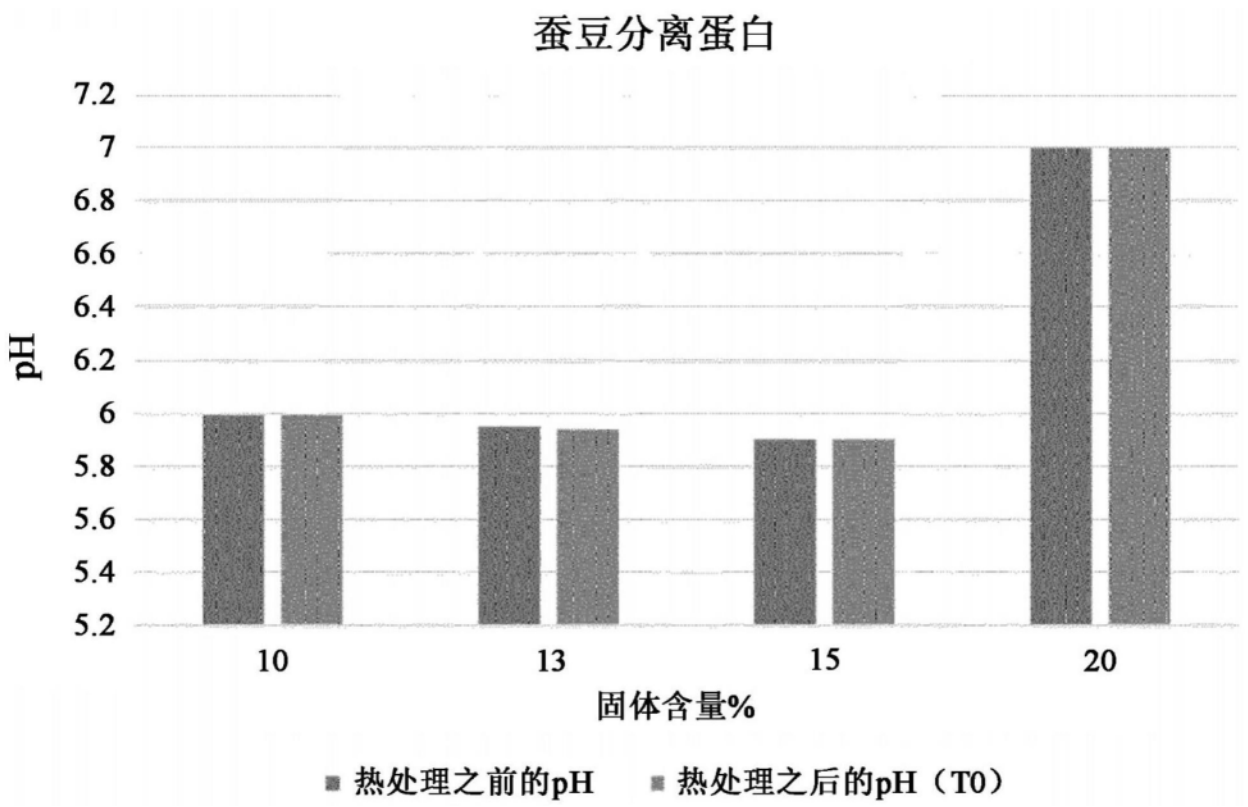

蚕豆分离蛋白
7.2
7
6.8
6.6
6.4
6.2
6
5.8
5.6
5.4
5.2
pH
10
13
15
20
固体含量%
热处理之前的pH
热处理之后的pH（T0）

图10A

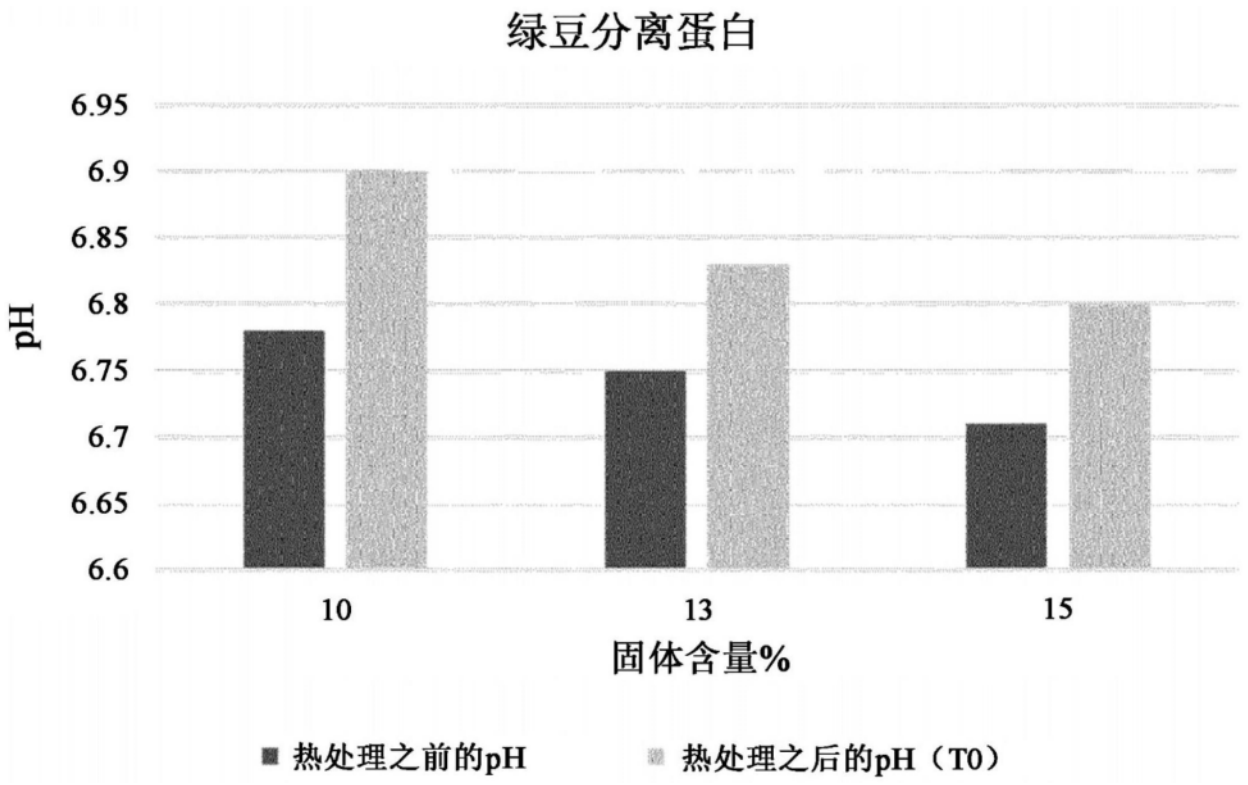

绿豆分离蛋白
6.95
6.9
6.85
6.8
6.75
6.7
6.65
6.6
pH
10
13
15
固体含量%
热处理之前的pH
热处理之后的pH（T0）

图10B

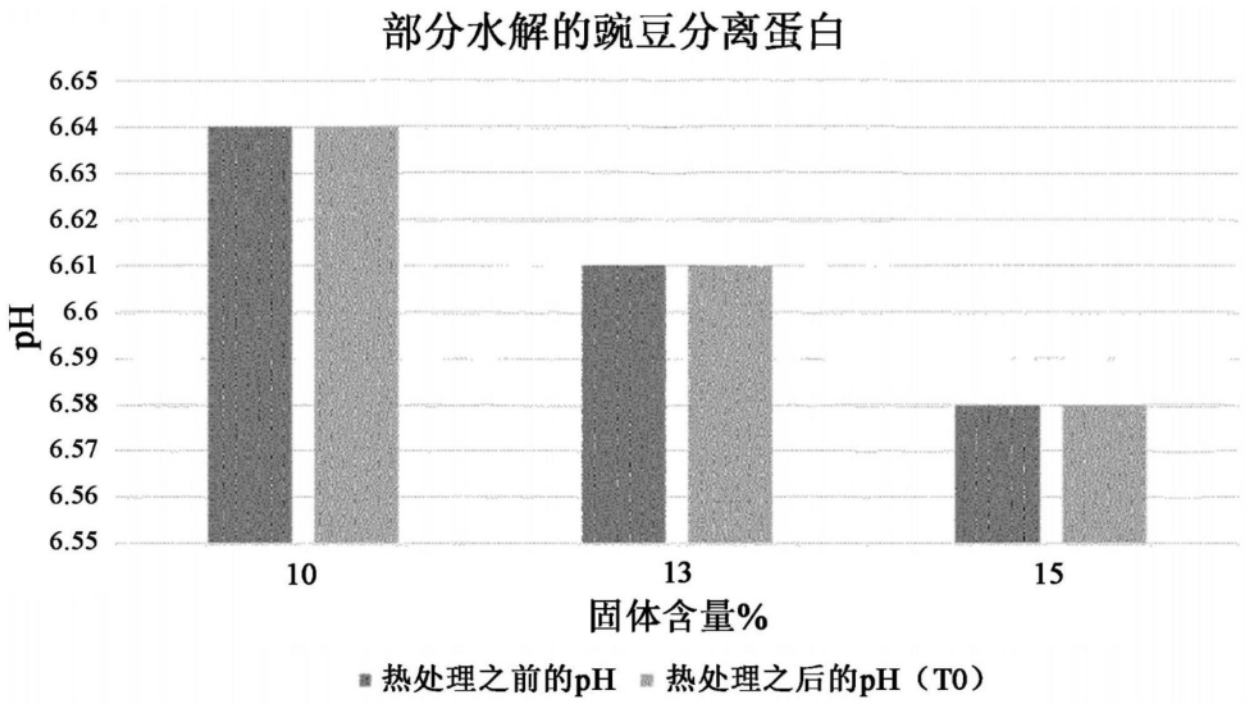

部分水解的豌豆分离蛋白
6.65
6.64
6.63
6.62
6.61
6.6
6.59
6.58
6.57
6.56
6.55
pH
10
13
15
固体含量%
热处理之前的pH
热处理之后的pH（T0）

图11