(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108618151 A
(43)申请公布日 2018.10.09

(21)申请号 201810339574.X

(22)申请日 2018.04.16

(71)申请人 宁波御坊堂生物科技有限公司
地址 315012 浙江省宁波市海曙区段塘西路188号

(72)发明人 贾福怀 陶刚 袁媛 涂宏建 王彩霞 王俊 熊菲菲 雷蕾 许璐云

(74)专利代理机构 宁波诚源专利事务所有限公司 33102
代理人 胡志萍 张群

(51)Int.Cl.
A23L 33/135(2016.01)
A23P 10/30(2016.01)
A23L 33/125(2016.01)
A23L 33/21(2016.01)
A23L 33/105(2016.01)
A23L 33/19(2016.01)
A23L 29/238(2016.01)
A23L 29/231(2016.01)

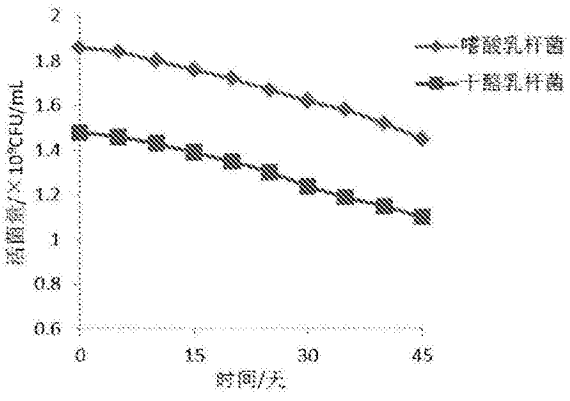
权利要求书2页 说明书12页 附图2页

(54)发明名称

一种保持菌种活性的益生菌微胶囊及其制备方法

(57)摘要

本发明涉及一种保持菌种活性的益生菌微胶囊及其制备方法，益生菌微胶囊采用由第一壁材、第二壁材构成的复合壁材结构，第一壁材为由酪蛋白、麦芽提取物及低聚木糖制成的蛋白质植物多糖复合凝胶，能很好地阻止光、热、氧和金属离子等对芯材的破坏，对包埋物的稳定性起到积极的促进作用；第二壁材为由银耳多糖、白及多糖、白术多糖、瓜尔胶及果胶制成的植物多糖复合物，能极大程度地减少真空冷冻干燥加工工艺对芯材益生菌菌种生物活性的影响；同时，在第一壁材外包覆第二壁材时，含有大量蛋白质的第一壁材能增加第二壁材的成膜性及包埋效果，从而在整体上提升复合壁材的性能，使复合壁材起到更好的保护芯材生物活性、显著提高芯材稳定性的作用。



CN 108618151 A

1.一种保持菌种活性的益生菌微胶囊，包括芯材及包覆在芯材外的壁材，所述芯材为益生菌，其特征在于：所述的壁材包括包覆在芯材外的第一壁材及包覆在第一壁材外的第二壁材，

所述第一壁材包括以下组分：酪蛋白、麦芽提取物及低聚木糖；

所述第二壁材包括以下组分：银耳多糖、白及多糖、白术多糖、瓜尔胶及果胶。

2.根据权利要求1所述的保持菌种活性的益生菌微胶囊，其特征在于：所述第一、第二壁材均使用无菌水作为溶剂稀释成混合溶液后进行包埋，所述第一、第二壁材稀释成混合溶液时使用的无菌水质量为壁材质量的3～5倍。

3.根据权利要求1所述的保持菌种活性的益生菌微胶囊，其特征在于：所述益生菌与第一壁材的质量比为1:(0.5～2)，按重量计，所述第一壁材中酪蛋白为5～15份，麦芽提取物为1～6份，低聚木糖为0.5～3份；所述益生菌与第二壁材的质量比为1:(0.5～1.5)，按重量计，所述第二壁材中银耳多糖为2～8份，白及多糖为2～5份，白术多糖为3～6份，瓜尔胶为0.2～0.6份，果胶为0.6～1.2份。

4.根据权利要求1或2或3所述的保持菌种活性的益生菌微胶囊，其特征在于：所述益生菌为乳杆菌、双歧杆菌、链球菌中的一种或几种。

5.一种权利要求1～4中任一权利要求所述保持菌种活性的益生菌微胶囊的制备方法，其特征在于：包括以下步骤

(1)将经活化增殖培养的益生菌培养液离心处理，处理完毕后去除上清液得到益生菌菌体；

(2)将酪蛋白、麦芽提取物及低聚木糖加入水中混合得到第一壁材的混合溶液，将上述益生菌菌体加入到第一壁材的混合溶液中，搅拌制得菌悬液，将该菌悬液用喷雾器缓慢喷入PH＝3.0～5.0的没食子酸溶液中，静置5～20min，收集小颗粒沉淀，将收集的小颗粒在PH为3.8～4.2的无菌水中洗涤；

(3)将银耳多糖、白及多糖、白术多糖、瓜尔胶及果胶加入水中混合得到第二壁材的混合溶液，将步骤(2)所得小颗粒投入到第二壁材的混合溶液中，搅拌制得菌悬液，再将该菌悬液用喷雾器缓慢喷入0.05～0.5mol/L的乳酸钙溶液中固化，洗涤、过滤制得微胶囊；

(4)将上述微胶囊通过真空冷冻干燥制得益生菌微胶囊干粉。

6.根据权利要求5所述的保持菌种活性的益生菌微胶囊的制备方法，其特征在于：步骤(1)中所述离心处理的离心转速为4000～6000r/min，离心时间为5～12min。

7.根据权利要求5所述的保持菌种活性的益生菌微胶囊的制备方法，其特征在于：步骤(4)中所述真空冷冻干燥的预冻初始温度-30至-40℃，预冻速率0.4～0.8℃/min，预冻终点温度-60℃，干燥室压力40～100pa，加热板温度30～40℃，干燥时间为12～20h。

8.根据权利要求5所述的保持菌种活性的益生菌微胶囊的制备方法，其特征在于：所述麦芽提取物的制备方法如下

(a)粉碎：将大麦芽或大麦通过超微粉碎技术粉碎成90～110μm的超细大麦芽粉或大麦粉；

(b)调浆：将大麦芽粉或大麦粉用纯净水配制成蛋白分散液，调节分散液的pH至6～7之间；

(c)酶解：加热并使分散液温度保持在40～50℃之间，接着在该分散液中分别加入α-淀

粉酶、β-淀粉酶及中性蛋白酶，搅拌均匀后酶解2h～4h，其中α-淀粉酶加入的量为底物含量的0.3%～0.5%，β-淀粉酶的加入量是底物含量0.1%～0.3%，中性蛋白酶的加入量是底物含量0.2%～0.4%，酶解结束后进行高温灭酶；

(d)离心过滤：将灭酶后的酶解液进行离心去杂，保持12000～16000r/min的离心转速，蠕动泵上料速度1.5～3.5L/min，收集上清液，启动膜过滤设备，上清液经过微孔滤膜过滤，滤膜厚度为90～150μm，过滤的粒径为4～8μm，操作压力为0.01～0.2MPa，确保滤液澄清透明，去除滤渣；

(e)真空浓缩：将滤液进行真空浓缩，浓缩温度65～85℃，真空度-0.07～-0.09Mpa，得浓缩液，相对密度控制在1.04～1.08之间；

(f)喷雾干燥：将上述浓缩液进行喷雾干燥，工艺参数为喷口温度175～190℃，出口温度80-95℃，上料速度1.5～3.5L/min，得到所述的麦芽提取物。

9.根据权利要求5所述的保持菌种活性的益生菌微胶囊的制备方法，其特征在于：所述白及多糖/白术多糖通过以下步骤获得

(a)动态逆流提取：取粉碎过的白及/白术，加入物料重量8～10倍的水，于90～100℃下动态逆流提取，得到提取液，提取次数为1～3次，每次提取时间为1～3小时；

(b)离心分离：将提取液进行离心分离，获得澄清液；

(c)浓缩醇沉：将澄清液进行真空浓缩，相对密度控制在1.10～1.20之间，浓缩液中加入食用酒精，使混合液中含醇量达到40～80%，充分搅拌均匀，静置过夜；上清液回收溶剂，留取沉淀备用；

(d)离子交换：将醇沉多糖溶解到4～8倍纯化水中，充分搅拌溶解后过滤，将过滤后的滤液经过离子交换柱及活性炭柱，进行脱杂脱色处理；

(e)减压真空浓缩：将离子交换后的溶液进行真空浓缩，浓缩温度60～80℃，真空度-0.07～-0.09Mpa，得多糖浓缩液，相对密度控制在1.03～1.06之间；

(f)喷雾干燥：将多糖浓缩液灭菌过滤后进行喷雾干燥，工艺参数为喷口温度170～185℃，出口温度75-95℃，上料速度2.0～4.0L/min，得到所述的白及多糖/白术多糖。

10.根据权利要求5所述的保持菌种活性的益生菌微胶囊的制备方法，其特征在于：所述银耳多糖通过以下步骤获得

(a)酶解：采用超微粉碎技术将银耳粉碎成90～110μm的银耳超细粉，加入物料重量30～50倍的水及0.5～2%的果胶酶，40～50℃恒温酶解30-90min，升温至95℃以上灭酶；

(b)提取：于95～100℃温度下保温浸提，500目筛网过滤得到银耳多糖提取液，提取次数为1～2次，每次提取时间为1～3小时；

(c)离子交换：将过滤后的银耳多糖提取液经过离子交换柱及活性炭柱，进行脱杂脱色处理；

(d)真空浓缩：将离子交换后的溶液进行真空浓缩，浓缩温度60～80℃，真空度-0.07～-0.09Mpa，得银耳多糖浓缩液，相对密度控制在1.02～1.04之间；

(e)真空冷冻干燥：将银耳多糖浓缩液通过真空冷冻干燥技术制成银耳多糖粉，其中预冻初始温度-35至-45℃，预冻速率0.2～0.5℃/min，预冻终点温度-65℃，干燥室压力50～120pa，加热板温度30～40℃，干燥时间为16～24h。

一种保持菌种活性的益生菌微胶囊及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生物技术领域，具体指一种保持菌种活性的益生菌微胶囊及其制备方法。

背景技术

[0002] 肠道是人体最大的消化器官及排毒器官，肠道的状态决定了人的容颜和美丽。人体的消化道展开面积相当于一个网球场那么大，其中小肠长约4-6米，大肠长约1.5米。肠道也是人体最大的免疫器官，有着人体最大的微生态环境，产生约80％的抵抗力，其中正常菌群重量约1.5kg，个数达100万亿个，菌群种类500～1000个。人体肠道实际上是自身器官与寄居微生物群共生的一个有机组成，其中，肠道有益菌群和有害菌群维持着一个动态平衡，可以帮助对食物进行消化、产生免疫成分、提升机体自身免疫力、促进某些维生素的合成、改善乳糖的吸收、保护人体不受病原菌侵害、促进肠蠕动、抑制肠内腐败。肠道屏障是人体重要的生物屏障，肠道菌群的失衡会造成肠道屏障遭到破坏，有害细菌或内毒素进入体内，导致炎症反应及各种不适。现代医学证据告诉我们“老化由肠道开始”、“肠癌、乳癌、心脏病、高血压、老年痴呆等重要成人疾病皆与肠道健康密切相关”。

[0003] 随着社会的发展，人们的生活方式和饮食结构正发生着巨大的变化，长时间使用电脑、手机及其它电子设备，工作压力大，熬夜加班，极少参加运动或锻炼，经常食用生、冷、辣等刺激性食物，生活饮食不规律或过量饮酒，这些都会导致胃肠道供血不足、免疫力下降、肠道有益菌群减少，从而产生亚健康状态。

[0004] 益生菌是具有生物活性的有益微生物，在服用足够数量后会改善宿主肠道的微生态平衡，进而对宿主身体健康产生有益影响。近几年来，益生菌产业快速发展，现已应用于医药、食品、保健品等多个领域。在医药领域，益生菌主要用于治疗腹泻、便秘和阴道炎等疾病；在食品行业，益生菌被广泛应用于发酵风味食品，如传统的酸奶、乳酸菌饮料、泡菜、食醋、白酒等；在保健食品行业，益生菌被制成片剂、胶囊剂、颗粒剂、粉剂等以期达到多种保健功能。

[0005] 益生菌要想发挥其健康作用、产生益生功能，在被人体摄入时必须保持足够的生物活性，摄入的益生菌活细胞数量需要达到10^6cfu/g，世界食品组织提出的官方标准是最低10^6～10^7cfu/g。目前液态益生菌活菌在4℃以下可以保存3～14天，使用传统工艺脱脂奶粉包埋益生菌的方法，其保质期一般为4℃下储存42天，很难再有显著的提升。益生菌中使用最广泛的为乳杆菌类(例如嗜酸乳杆菌、干酪乳杆菌、保加利亚乳杆菌等)、链球菌类(例如嗜热链球菌等)和双歧杆菌类(例如两歧双歧杆菌、婴儿双歧杆菌、长双歧杆菌、短双歧杆菌、青春双歧杆菌等)，它们在保存中极易受到外界环境的影响而失活，如何保持菌种活性、延长保质期，成为此类产品公认的技术难题。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是针对现有技术的现状，提供一种能减少环境因素对

益生菌活性的不良影响、长久保持菌种活性从而提高益生菌制品品质的益生菌微胶囊。

[0007] 本发明所要解决的另一个技术问题是针对现有技术的现状，提供一种上述益生菌微胶囊的制备方法，该方法能减少环境因素对益生菌活性的不良影响、长久保持菌种活性从而提高益生菌制品品质。

[0008] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为：一种保持菌种活性的益生菌微胶囊，包括芯材及包覆在芯材外的壁材，所述芯材为益生菌，其特征在于：所述的壁材包括包覆在芯材外的第一壁材及包覆在第一壁材外的第二壁材。

[0009] 所述第一壁材包括以下组分：酪蛋白、麦芽提取物及低聚木糖；

[0010] 所述第二壁材包括以下组分：银耳多糖、白及多糖、白术多糖、瓜尔胶及果胶。

[0011] 所述第一、第二壁材均使用壁材质量3～5倍的无菌水作为溶剂稀释成混合溶液后进行包埋。

[0012] 在上述方案中，所述益生菌与第一壁材的质量比为1:(0.5～2)，按重量计，所述第一壁材中酪蛋白为5～15份，麦芽提取物为1～6份，低聚木糖为0.5～3份。所述益生菌与第二壁材的质量比为1:(0.5～1.5)，按重量计，所述第二壁材中银耳多糖为2～8份，白及多糖为2～5份，白术多糖为3～6份，瓜尔胶为0.2～0.6份，果胶为0.6～1.2份。本发明通过优化调整了益生菌菌体与第一壁材、第二壁材的质量比及各壁材中原料的配比，使制得的微胶囊具有良好的菌种生物活性，使得壁材能完全包裹益生菌，且不造成活菌数偏低或浪费现象；同时提升了微胶囊在冷冻干燥、高温贮存、生产加工过程中的稳定性，提升了其菌种存活率，改善了菌种活性，减少浪费及不良品的产生。通过上述制备方法制得的益生菌微胶囊粒径大小为75-150μm，粒径分布均匀且质量可控，微胶囊包埋率大于96％。

[0013] 优选地，所述益生菌为乳杆菌、双歧杆菌、链球菌中的一种或几种，其中，乳杆菌可以是嗜酸乳杆菌、干酪乳杆菌、保加利亚乳杆菌等菌种、链球菌可以为嗜热链球菌等菌种，双歧杆菌可以是两歧双歧杆菌、婴儿双歧杆菌、长双歧杆菌、短双歧杆菌、青春双歧杆菌等菌种。

[0014] 一种上述保持菌种活性的益生菌微胶囊的制备方法，其特征在于：包括以下步骤

[0015] (1)将经活化增殖培养的益生菌培养液离心处理，处理完毕后去除上清液得到益生菌菌体；

[0016] (2)将酪蛋白、麦芽提取物及低聚木糖加入水中混合得到第一壁材的混合溶液，将上述益生菌菌体加入到第一壁材的混合溶液中，搅拌制得菌悬液，将该菌悬液用喷雾器缓慢喷入PH＝3.0～5.0的没食子酸溶液中，静置5～20min，收集小颗粒沉淀，将收集的小颗粒在PH为3.8～4.2的无菌水中洗涤；

[0017] (3)将银耳多糖、白及多糖、白术多糖、瓜尔胶及果胶加入水中混合得到第二壁材的混合溶液，将步骤(2)所得小颗粒投入到第二壁材的混合溶液中，搅拌制得菌悬液，再将该菌悬液用喷雾器缓慢喷入0.05～0.5mol/L的乳酸钙溶液中固化，洗涤、过滤制得微胶囊；

[0018] (4)将上述微胶囊通过真空冷冻干燥制得益生菌微胶囊干粉。

[0019] 上述益生菌培养液所使用培养基为MRS液体培养基，其培养温度为36～40℃，培养时间为24-36h，离心温度为0～10℃，离心转速4000～6000r/min，离心时间为5～12min。

[0020] 上述混合溶液、洗涤用水所用溶剂均为无菌水，上述MRS培养基、壁材混合溶液、没食子酸溶液、乳酸钙溶液均经过高温湿热灭菌处理，灭菌温度为115～125℃，灭菌时间为15

～30min。

[0021] 通过上述制备方法制得的益生菌微胶囊粒径大小为75～150μm，粒径分布均匀且质量可控，其微胶囊包埋率大于92％，以使所得的微胶囊具有良好的菌种活性，能适应光、热、氧、金属离子、酸碱度等多重环境因素变化，具有良好的稳定性。

[0022] 优选地，步骤(1)中所述离心处理的离心转速为4000～6000r/min，离心时间为5～12min。

[0023] 优选地，步骤(4)中所述真空冷冻干燥的预冻初始温度-30至-40℃，预冻速率0.4～0.8℃/min，预冻终点温度-60℃，干燥室压力40～100pa，加热板温度30～40℃，干燥时间为12～20h。

[0024] 优选地，所述麦芽提取物的制备方法如下

[0025] (a)粉碎：将大麦芽或大麦通过超微粉碎技术粉碎成90～110μm的超细大麦芽粉或大麦粉；

[0026] (b)调浆：将大麦芽粉或大麦粉用纯净水配制成蛋白分散液，调节分散液的pH至6～7之间；

[0027] (c)酶解：加热并使分散液温度保持在40～50℃之间，接着在该分散液中分别加入α-淀粉酶、β-淀粉酶及中性蛋白酶，搅拌均匀后酶解2h～4h，其中α-淀粉酶加入的量为底物含量的0.3％～0.5％，β-淀粉酶的加入量是底物含量0.1％～0.3％，中性蛋白酶的加入量是底物含量0.2％～0.4％，酶解结束后进行高温灭酶；

[0028] (d)离心过滤：将灭酶后的酶解液进行离心去杂，保持12000～16000r/min的离心转速，蠕动泵上料速度1.5～3.5L/min，收集上清液，启动膜过滤设备，上清液经过微孔滤膜过滤，滤膜厚度为90～150μm，过滤的粒径为4～8μm，操作压力为0.01～0.2MPa，确保滤液澄清透明，去除滤渣；

[0029] (e)真空浓缩：将滤液进行真空浓缩，浓缩温度65～85℃，真空度-0.07～-0.09Mpa，得浓缩液，相对密度控制在1.04～1.08之间；

[0030] (f)喷雾干燥：将上述浓缩液进行喷雾干燥，工艺参数为喷口温度175～190℃，出口温度80-95℃，上料速度1.5～3.5L/min，得到所述的麦芽提取物。

[0031] 上述麦芽提取物为精选优质大麦芽/大麦为原料，经粉碎、调浆、酶解后制成麦汁，再经过离心过滤、真空浓缩、喷雾干燥等生产工艺，得到优质的麦芽提取物。麦芽提取物其酶解率高达90％以上，能效提高机体对上述提取物的吸收利用率，达到无需消化或稍加消化即能吸收的效果。

[0032] 优选地，所述白及多糖/白术多糖通过以下步骤获得

[0033] (a)动态逆流提取：取粉碎过的白及/白术，加入物料重量8～10倍的水，于90～100℃下动态逆流提取，得到提取液，提取次数为1～3次，每次提取时间为1～3小时；

[0034] (b)离心分离：将提取液进行离心分离，获得澄清液；

[0035] (c)浓缩醇沉：将澄清液进行真空浓缩，相对密度控制在1.10～1.20之间，浓缩液中加入食用酒精，使混合液中含醇量达到40～80％，充分搅拌均匀，静置过夜；上清液回收溶剂，留取沉淀备用；

[0036] (d)离子交换：将醇沉多糖溶解到4～8倍纯化水中，充分搅拌溶解后过滤，将过滤后的滤液经过离子交换柱及活性炭柱，进行脱杂脱色处理；

[0037] (e)减压真空浓缩:将离子交换后的溶液进行真空浓缩,浓缩温度60～80℃,真空度-0.07～-0.09Mpa,得多糖浓缩液,相对密度控制在1.03～1.06之间;

[0038] (f)喷雾干燥:将多糖浓缩液灭菌过滤后进行喷雾干燥,工艺参数为喷口温度170～185℃,出口温度75-95℃,上料速度2.0～4.0L/min,得到所述的白及多糖/白术多糖。

[0039] 白及多糖/白术多糖的多糖提取率分别为35%及8%以上。白及多糖/白术多糖是将白及/白术经粉碎、动态逆流提取、离心分离、浓缩醇沉、离子交换、真空浓缩以及喷雾干燥等生产工艺后制备得到。动态逆流提取能够充分利用固液两相的浓度梯度,逐级将有效成分扩散至起始浓度较低的套提溶液中,使出料的提取液达到较高的平衡浓度,既可保证被提取物的提取率,又可节省能源,缩短提取时间,并大大减少后续浓缩工艺的工作量和能耗,可全面解决目前广泛使用的单罐间歇浸出存在的问题。

[0040] 优选地,所述银耳多糖通过以下步骤获得

[0041] (a)酶解:采用超微粉碎技术将银耳粉碎成90～110μm的银耳超细粉,加入物料重量30～50倍的水及0.5～2%的果胶酶,40～50℃恒温酶解30-90min,升温至95℃以上灭酶;

[0042] (b)提取:于95～100℃温度下保温浸提,500目筛网过滤得到银耳多糖提取液,提取次数为1～2次,每次提取时间为1～3小时;

[0043] (c)离子交换:将过滤后的银耳多糖提取液经过离子交换柱及活性炭柱,进行脱杂脱色处理;

[0044] (d)真空浓缩:将离子交换后的溶液进行真空浓缩,浓缩温度60～80℃,真空度-0.07～-0.09Mpa,得银耳多糖浓缩液,相对密度控制在1.02～1.04之间;

[0045] (e)真空冷冻干燥:将银耳多糖浓缩液通过真空冷冻干燥技术制成银耳多糖粉,其中预冻初始温度-35至-45℃,预冻速率0.2～0.5℃/min,预冻终点温度-65℃,干燥室压力50～120pa,加热板温度30～40℃,干燥时间为16～24h。

[0046] 上述银耳多糖将银耳经粉碎、酶解、提取、离子交换、真空浓缩以及真空冷冻干燥等生产工艺后制备得到。银耳多糖的多糖提取率高达36%以上。

[0047] 与现有技术相比,本发明的优点在于:本发明保持菌种活性的益生菌微胶囊采用由第一壁材、第二壁材构成的复合壁材结构,第一壁材为由酪蛋白、麦芽提取物及低聚木糖制成的蛋白质植物多糖复合凝胶,能很好地阻止光、热、氧和金属离子等对芯材的破坏,对包埋物的稳定性起到积极的促进作用;第二壁材为由银耳多糖、白及多糖、白术多糖、瓜尔胶及果胶制成的植物多糖复合物,能极大程度地减少真空冷冻干燥加工工艺对芯材益生菌菌种生物活性的影响;同时,在第一壁材外包覆第二壁材时,含有大量蛋白质的第一壁材能增加第二壁材的成膜性及包埋效果,从而在整体上提升复合壁材的性能,使复合壁材起到更好的保护芯材活性、显著提高芯材稳定性的作用,使所制备的微胶囊具有强的耐酸性能,从而能经受住胃酸的考验在肠道中定点释放增殖,提高益生菌的生物利用度。

[0048] 本发明的制备方法采用动态逆流提取、真空浓缩、酶解分离提纯、离子交换、微囊包埋、真空冷冻干燥对益生菌微胶囊进行制备,将天然原料同益生菌一起制成微胶囊,能最大限度地保留益生菌的生物活性,改善益生菌的性能,延长保质期。传统的益生菌微胶囊包埋方法多以阿拉伯胶、聚酰胺、聚乙烯醇、聚乙二醇、海藻酸钠及羧甲基纤维素钠作为囊材,这些包埋剂机械强度强、传质性能差,且其中有些原料有一定的毒性,存在一定的食品安全风险,而本发明使用天然原料改善益生菌的储存条件,从而实现保持菌种活性、改善胃肠道

功能的目的。

[0049] 具体的，白及为植物的干燥块茎，富含粘性多糖，性味苦、甘、涩，微寒，归肺、肝、胃经。功效为收敛止血，消肿生肌，用于内外伤出血，疮疡肿毒，皮肤皲裂。对胃肠道损伤、胃溃疡有很好的治疗作用，且能保护并修复胃粘膜。白术为植物的干燥根茎，富含多糖，味苦、甘、温，归脾、胃经。功效为健脾益气，燥湿利水，止汗安胎。用于脾虚食少，腹胀泄泻，痰饮眩悸，水肿，自汗，胎动不安，能健脾胃。银耳是门担子菌门真菌银耳的子实体，富含多糖类胶质成分，味甘、淡、性平无毒，既有强精补肾、润肠益胃的功效，又有益气和血、滋阴润肺、美容养颜的作用，且能提高人体免疫力，增强肿瘤患者对放、化疗的耐受能力。酪蛋白是一种含磷钙的结合蛋白，广泛存在于哺乳动物包括母牛，羊和人奶中，酪蛋白既是氨基酸的来源，也是钙和磷的来源，酪蛋白在胃中形成凝乳以便消化。酪蛋白可以治疗龋齿，防治骨质疏松与佝偻病，调节血压，治疗缺铁性贫血、缺镁性神经炎等多种生理功效，且能促进人体矿物质及微量元素的高效吸收。麦芽提取物是以精选优质大麦芽(大麦)为原料，完全源自谷物的天然食品，含有维生素、矿物质、可溶性膳食纤维，富含葡萄糖、麦芽糖、低聚糖、小分子蛋白肽、多种人体必需氨基酸和非必需氨基酸，而且含有活性多糖β-葡聚糖，是一种天然的营养物质。低聚木糖是一种益生元，由2～7个木糖分子以β-1,4糖苷键结合而成的功能性聚合糖，低聚木糖很难为人体消化酶所分解，具有减少有毒发酵产物及有害细菌酶的产生、抑制病原菌和腹泻、保护肝脏、降低血清胆固醇、降低血压、增强机体免疫力、刺激肠道蠕动防止便秘、促进动物消化道内有益菌的繁殖，改善微生物菌群平衡的功效。瓜尔胶是从广泛种植的豆科植物瓜尔豆中提取的一种高纯化天然多糖。瓜尔胶为大分子天然亲水胶体，属于天然半乳甘露聚糖，一种天然的增稠剂。果胶广泛存在于植物的果实、根茎叶中，是细胞壁的组成成分。果胶溶于水后形成乳白色粘稠状胶态溶液，呈弱酸性，耐热性强，能形成具有弹性的凝胶。

[0050] 本发明采用银耳、白及、白术等滋阴润肺、润肠益胃的中药，配合酪蛋白、麦芽提取物、低聚木糖以及果胶、瓜尔胶等天然来源的原料，能形成良好的微囊包埋，极大提升了益生菌的菌种活性，延长了保质期，增加了益生菌耐胃酸的能力，能顺利过渡到肠道从而释放出来，在改善肠道胃生态平衡的同时，壁材中的蛋白质、活性多糖能为益生菌提供充足的养分，更能起到润肠益胃的功效。

[0051] 本发明颠覆了传统的益生菌微胶囊单层包埋工艺，采用了天然原料双层微胶囊包埋工艺。首先使用蛋白质、低聚木糖、麦芽提取物等包裹在益生菌菌体上形成稳定的凝结核，然后再使用天然植物多糖及天然高分子化合物，继续在上述凝结核上二次包埋，通过固化工艺能在益生菌体外形成稳定的微胶囊壳。通过上述双层微胶囊包埋工艺制成的益生菌微胶囊，具有极为稳定的菌种生物活性，能抵御住胃酸的腐蚀，在到达肠道PH值升高后胶囊壳自然充分迅速的溶解，释放出大量益生菌，其在肠液中的释放率高达86％以上，并为肠道提供充足的营养。微胶囊化后的益生菌具有稳定的生物活性及耐久存性，在耐高温耐冷冻耐光照耐高氧活度方面有更为优异的表现，较未微胶囊化的益生菌产品，其保质期延长2.5倍以上。

[0052] 本发明囊材选用白及多糖、银耳多糖、白术多糖、低聚木糖作为多糖组合物引入壁材体系，其中白及粘性多糖能收敛止血，消肿生肌，保护并修复胃肠道粘膜，银耳多糖益气和血、强精补肾、润肠益胃，白术多糖能健脾胃，这几味中药提取物与强效益生元低聚木糖

组合，在保持益生菌微胶囊菌种活性的同时还能保护胃肠道，促进益生菌的快速增殖，较大程度提升了上述微胶囊的实际效果及生物利用度。

[0053] 本发明的益生菌微胶囊制备方法普遍适用性较强，适合于乳杆菌、双歧杆菌、链球菌中的一种或几种益生菌的微胶囊生产加工，操作简单易行，工艺简便稳定，质量可控，生产效率高，经济附加值高，适合规模化工业化大生产。

附图说明

[0054] 图1为本发明实施例6中保质期内酸奶中益生菌活菌量变化趋势图；

[0055] 图2为本发明益生菌菌体及微胶囊粉活菌酸环境存活率变化趋势图；

[0056] 图3为本发明益生菌菌体及微胶囊粉菌种活性加速试验结果图。

具体实施方式

[0057] 以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。

[0058] 实施例1：

[0059] 本实施例中保持菌种活性的益生菌微胶囊包括芯材及包覆在芯材外的壁材，芯材为益生菌，壁材包括包覆在芯材外的第一壁材及包覆在第一壁材外的第二壁材，第一壁材包括以下组分：酪蛋白、麦芽提取物及低聚木糖；第二壁材包括以下组分：银耳多糖、白及多糖、白术多糖、瓜尔胶及果胶，益生菌为嗜酸乳杆菌，所述第一、第二壁材均使用4倍无菌水作为溶剂稀释成混合溶液后进行包埋。嗜酸乳杆菌菌体与第一壁材的质量比为1:1，第一壁材中酪蛋白为12份，麦芽提取物为6份，低聚木糖为0.5份。嗜酸乳杆菌菌体与第二壁材的质量比为1:1.5，第二壁材中银耳多糖为3份，白及多糖为5份，白术多糖为3份，瓜尔胶为0.2份，果胶为1份。

[0060] 本实施例中麦芽提取物将大麦芽(大麦)经粉碎、调浆、酶解、离心过滤、真空浓缩以及喷雾干燥等生产工艺后得到，具体制备步骤如下：

[0061] (a)粉碎：将大麦芽或大麦通过超微粉碎技术粉碎成100μm左右的超细粉；

[0062] (b)调浆：将大麦芽粉或大麦粉用纯净水配制成蛋白分散液，调节分散液的pH至6.5；

[0063] (c)酶解：加热并使其温度保持在45℃，接着在该分散液中分别加入α-淀粉酶、β-淀粉酶及中性蛋白酶，搅拌均匀后酶解2h，其中α-淀粉酶加入的量为底物含量的0.3％，β-淀粉酶的加入量是底物含量0.3％，中性蛋白酶的加入量是底物含量0.2％，酶解结束后进行高温灭酶；

[0064] (d)离心过滤：将灭酶后的酶解液进行离心去杂，保持14000r/min的离心转速，蠕动泵上料速度2.5L/min，收集上清液，启动膜过滤设备，上清液经过微孔滤膜过滤，滤膜厚度为90μm，过滤的粒径为8μm，操作压力为0.1MPa，确保滤液澄清透明，去除滤渣；

[0065] (e)真空浓缩：将滤液进行真空浓缩，浓缩温度75℃，真空度-0.08Mpa，得浓缩液，相对密度控制在1.04；

[0066] (f)喷雾干燥：将上述浓缩液进行喷雾干燥，工艺参数为喷口温度175℃，出口温度90℃，上料速度2.5L/min，得所需符合质量要求的麦芽提取物。

[0067] 上述麦芽提取物其酶解率高达90％以上，能效提高机体对上述提取物的吸收利用

率，达到无需消化或稍加消化即能吸收的效果。

[0068] 本实施例中白及多糖及白术多糖采用相同的制备方法，是将白及/白术经粉碎、动态逆流提取、离心分离、浓缩醇沉、离子交换、真空浓缩以及喷雾干燥等生产工艺后制备得到。具体制备流程如下：

[0069] (a)动态逆流提取：取粉碎过的白及或白术，加入物料重量10倍的水，于95℃下动态逆流提取，得到提取液，提取次数为2次，每次提取时间为2小时；

[0070] (b)离心分离：将提取液进行离心分离，获得澄清液；

[0071] (c)浓缩醇沉：将澄清液进行真空浓缩，相对密度控制在1.12，浓缩液中加入食用酒精，使混合液中含醇量达到50％，充分搅拌均匀，静置过夜。上清液回收溶剂，留取沉淀备用；

[0072] (d)离子交换：将醇沉多糖溶解到6倍纯化水中，充分搅拌溶解后过滤，将过滤后的滤液经过离子交换柱及活性炭柱，进行脱杂脱色处理；

[0073] (e)真空浓缩：将离子交换后的溶液进行真空浓缩，浓缩温度60℃，真空度-0.09Mpa，得多糖浓缩液，相对密度控制在1.04之间；

[0074] (f)喷雾干燥：将多糖浓缩液灭菌过滤后进行喷雾干燥，工艺参数为喷口温度180℃，出口温度85℃，上料速度2.0L/min，得到白及多糖或白术多糖。

[0075] 白及多糖、白术多糖的多糖提取率分别为35.2％及8.28％。

[0076] 本实施例中银耳多糖是将银耳经粉碎、酶解、提取、离子交换、真空浓缩以及真空冷冻干燥等生产工艺后制备得到。具体制备流程如下：

[0077] (a)酶解：取粉碎过的银耳超细粉，加入物料重量50倍的水及0.5％的果胶酶，50℃恒温酶解60min，升温至95℃以上灭酶；

[0078] (b)提取：于95℃温度下保温浸提，500目筛网过滤得到银耳多糖提取液，提取次数为2次，每次提取时间为2小时；

[0079] (c)离子交换：将过滤后的银耳多糖提取液经过离子交换柱及活性炭柱，进行脱杂脱色处理；

[0080] (d)真空浓缩：将离子交换后的溶液进行真空浓缩，浓缩温度65℃，真空度-0.09Mpa，得银耳多糖浓缩液，相对密度控制在1.02；

[0081] (e)真空冷冻干燥：将银耳多糖浓缩液通过真空冷冻干燥技术制成银耳多糖粉，其中预冻初始温度-45℃，预冻速率0.2℃/min，预冻终点温度-65℃，干燥室压力50pa，加热板温度30℃，干燥时间为24h。

[0082] 银耳多糖的多糖提取率高达37.4％。

[0083] 本实施例中保持菌种活性的益生菌微胶囊的制备方法如下：

[0084] (1)菌种培养分离：将嗜酸乳杆菌菌种植入MRS液体培养基中进行活化增殖培养，培养温度为37℃，培养时间为24h。将上述培养基进行低温离心处理，去除上清液，收集得到的嗜酸乳杆菌菌体，其中离心温度为4℃，离心转速5000r/min，离心时间为10min；

[0085] (2)包覆第一壁材：将上述嗜酸乳杆菌菌体加入到第一壁材的混合溶液中，充分搅拌制得菌悬液，搅拌时间为8min，再将上述菌悬液用离心式喷雾器缓慢喷入PH＝4.0的没食子酸溶液中，静置15min，收集小颗粒沉淀，用调节PH至4.0的无菌水洗涤数次；

[0086] (3)包覆第二壁材：将上述小颗粒投入到壁材二混合溶液中，均匀搅拌5min制得菌

悬液，再将上述菌悬液用离心式喷雾器缓慢喷入0.2mol/L的乳酸钙溶液中，固化30min，洗涤过滤制得微胶囊；

[0087] (4)真空冷冻干燥：将上述微胶囊通过真空冷冻干燥制得嗜酸乳杆菌微胶囊干粉，其中预冻初始温度-35℃，预冻速率0.6℃/min，预冻终点温度-60℃，干燥室压力60pa，加热板温度35℃，干燥时间为18h。

[0088] 上述混合溶液、洗涤用水所用溶剂均为无菌水，上述MRS培养基、壁材混合溶液、没食子酸溶液、乳酸钙溶液均经过高温湿热灭菌处理，灭菌温度为121℃，灭菌时间为20min。通过上述制备方法制得的嗜酸乳杆菌微胶囊干粉其活菌数为1.92×10^{11}CFU/mL，粒径大小为100μm，粒径分布均匀且质量可控，其微胶囊包埋率大于92％，以使所得的微胶囊具有良好的菌种活性，能适应光、热、氧、金属离子、PH等多重环境因素变化，具有良好的稳定性。

[0089] 实施例2：本实施例中保持菌种活性的益生菌微胶囊制备方法与实施例1相同，区别在于：本实施例中益生菌为长双歧杆菌，所述第一、第二壁材均使用壁材质量5倍的无菌水作为溶剂稀释成混合溶液后进行包埋。益生菌与第一壁材的质量比为1:0.75，第一壁材中酪蛋白为15份，麦芽提取物为6份，低聚木糖为3份。益生菌与第二壁材的质量比为1:1.2，第二壁材中银耳多糖为8份，白及多糖为5份，白术多糖为6份，瓜尔胶为0.6份，果胶为1.2份。

[0090] 本实施例中麦芽提取物将大麦芽(大麦)经粉碎、调浆、酶解、离心过滤、真空浓缩以及喷雾干燥等生产工艺后得到，具体制备步骤如下：

[0091] (a)粉碎：将大麦芽或大麦通过超微粉碎技术粉碎成110μm左右的超细粉；

[0092] (b)调浆：将大麦芽粉或大麦粉用纯净水配制成蛋白分散液，调节分散液的pH至6.0；

[0093] (c)酶解：加热并使其温度保持在40℃，接着在该分散液中分别加入α-淀粉酶、β-淀粉酶及中性蛋白酶，搅拌均匀后酶解2h，其中α-淀粉酶加入的量为底物含量的0.4％，β-淀粉酶的加入量是底物含量0.2％，中性蛋白酶的加入量是底物含量0.3％，酶解结束后进行高温灭酶；

[0094] (d)离心过滤：将灭酶后的酶解液进行离心去杂，保持14000r/min的离心转速，蠕动泵上料速度3.0L/min，收集上清液，启动膜过滤设备，上清液经过微孔滤膜过滤，滤膜厚度为90μm，过滤的粒径为6μm，操作压力为0.15MPa，确保滤液澄清透明，去除滤渣；

[0095] (e)真空浓缩：将滤液进行真空浓缩，浓缩温度80℃，真空度-0.08Mpa，得浓缩液，相对密度控制在1.05；

[0096] (f)喷雾干燥：将上述浓缩液进行喷雾干燥，工艺参数为喷口温度180℃，出口温度85℃，上料速度2.0L/min，得所需符合质量要求的麦芽提取物。

[0097] 上述麦芽提取物其酶解率高达90％以上，能效提高机体对上述提取物的吸收利用率，达到无需消化或稍加消化即能吸收的效果。

[0098] 本实施例中白及多糖及白术多糖采用相同的制备方法，是将白及/白术经粉碎、动态逆流提取、离心分离、浓缩醇沉、离子交换、真空浓缩以及喷雾干燥等生产工艺后制备得到。具体制备流程如下：

[0099] (a)动态逆流提取：取粉碎过的白及或白术，加入物料重量9倍的水，于95℃下动态逆流提取，得到提取液，提取次数为2次，每次提取时间为1.5小时；

[0100] (b)离心分离:将提取液进行离心分离,获得澄清液;

[0101] (c)浓缩醇沉:将澄清液进行真空浓缩,相对密度控制在1.10,浓缩液中加入食用酒精,使混合液中含醇量达到60%,充分搅拌均匀,静置过夜。上清液回收溶剂,留取沉淀备用;

[0102] (d)离子交换:将醇沉多糖溶解到6倍纯化水中,充分搅拌溶解后过滤,将过滤后的滤液经过离子交换柱及活性炭柱,进行脱杂脱色处理;

[0103] (e)真空浓缩:将离子交换后的溶液进行真空浓缩,浓缩温度70℃,真空度-0.09Mpa,得多糖浓缩液,相对密度控制在1.03之间;

[0104] (f)喷雾干燥:将多糖浓缩液灭菌过滤后进行喷雾干燥,工艺参数为喷口温度180℃,出口温度85℃,上料速度2.0L/min,得到白及多糖或白术多糖。

[0105] 白及多糖、白术多糖的多糖提取率分别为35.4%及8.24%。

[0106] 本实施例中银耳多糖是将银耳经粉碎、酶解、提取、离子交换、真空浓缩以及真空冷冻干燥等生产工艺后制备得到。具体制备流程如下:

[0107] (a)酶解:取粉碎过的银耳超细粉,加入物料重量50倍的水及1%的果胶酶,50℃恒温酶解80min,升温至95℃以上灭酶;

[0108] (b)提取:于95℃温度下保温浸提,500目筛网过滤得到银耳多糖提取液,提取次数为2次,每次提取时间为2小时;

[0109] (c)离子交换:将过滤后的银耳多糖提取液经过离子交换柱及活性炭柱,进行脱杂脱色处理;

[0110] (d)真空浓缩:将离子交换后的溶液进行真空浓缩,浓缩温度65℃,真空度-0.09Mpa,得银耳多糖浓缩液,相对密度控制在1.02;

[0111] (e)真空冷冻干燥:将银耳多糖浓缩液通过真空冷冻干燥技术制成银耳多糖粉,其中预冻初始温度-40℃,预冻速率0.3℃/min,预冻终点温度-65℃,干燥室压力50pa,加热板温度35℃,干燥时间为24h。

[0112] 银耳多糖的多糖提取率高达36.9%。

[0113] 本实施例中保持菌种活性的益生菌微胶囊的制备方法如下:

[0114] (1)菌种培养分离:将长双歧杆菌菌种植入MRS液体培养基中进行活化增殖培养,培养温度为36℃,培养时间为36h。将上述培养基进行低温离心处理,去除上清液,收集得到的长双歧杆菌菌体,其中离心温度为10℃,离心转速4000r/min,离心时间为8min;

[0115] (2)包覆第一壁材:将上述长双歧杆菌菌体加入到第一壁材混合溶液中,搅拌时间为10min,再将上述菌悬液用离心式喷雾器缓慢喷入PH=3.6的没食子酸溶液中,静置10min,收集小颗粒沉淀,用调节PH至4.0的无菌水洗涤数次;

[0116] (3)包覆第二壁材:将上述小颗粒投入到第二壁材混合溶液中,均匀搅拌8min制得菌悬液,再将上述菌悬液用离心式喷雾器缓慢喷入0.15mol/L的乳酸钙溶液中,固化50min,洗涤过滤制得微胶囊;

[0117] (4)真空冷冻干燥:将上述微胶囊通过真空冷冻干燥制得长双歧杆菌微胶囊干粉,其中预冻初始温度-30℃,预冻速率0.8℃/min,预冻终点温度-60℃,干燥室压力80pa,加热板温度30℃,干燥时间为20h。

[0118] 上述混合溶液、洗涤用水所用溶剂均为无菌水,上述MRS培养基、壁材混合溶液、没

食子酸溶液、乳酸钙溶液均经过高温湿热灭菌处理，灭菌温度为125℃，灭菌时间为15min。通过上述制备方法制得的长双歧杆菌微胶囊干粉活菌数为1.39×10^{11}CFU/mL，粒径大小为80μm，粒径分布均匀且质量可控，其微胶囊包埋率大于92％，以使所得的微胶囊具有良好的菌种活性，能适应光、热、氧、金属离子、PH等多重环境因素变化，具有良好的稳定性。

[0119] 实施例3：

[0120] 本实施例中益生菌微胶囊片剂的制备方法为：

[0121] 将上述实施例1、2中制得的嗜酸乳杆菌微胶囊粉、长双歧杆菌微胶囊粉按照2:1的比例混合，称取上述益生菌微胶囊粉总重量10％的微晶纤维素，1％的硬脂酸镁投入上述混合物中，搅拌5min，即用此颗粒压片，0.45g/片，制得益生菌微胶囊片剂。上述片剂在2年保质期之后，其总活菌数为刚生产时的31％，菌种活性良好，存活率较高。

[0122] 实施例4：

[0123] 本实施例中益生菌微胶囊胶囊剂的制备方法为：

[0124] 将上述实施例1、2中制得的嗜酸乳杆菌微胶囊粉、长双歧杆菌微胶囊粉按照1:1的比例混合，称取上述益生菌微胶囊粉总重量15％的麦芽糊精，1.5％的硬脂酸镁投入上述混合物中，搅拌5min，即用此颗粒填充0#胶囊，0.35g/粒，制得益生菌微胶囊胶囊剂。上述胶囊剂在2年保质期之后，其总活菌数为刚生产时的34％，菌种活性良好，存活率较高。

[0125] 实施例5：

[0126] 本实施例中益生菌微胶囊颗粒剂的制备方法为：

[0127] 将上述实施例1、2中制得的嗜酸乳杆菌微胶囊粉、长双歧杆菌微胶囊粉按照3:1的比例混合，称取上述益生菌微胶囊粉总重量1％的低聚木糖，25％的麦芽糊精，1％的二氧化硅投入上述混合物中，搅拌5min，即用此颗粒填充铝箔条包包装袋，5g/袋，制得益生菌微胶囊颗粒剂。上述颗粒剂在2年保质期之后，其总活菌数为刚生产时的29％，菌种活性良好，存活率较高。

[0128] 实施例6：

[0129] 本实施例中益生菌微胶囊酸奶的制备方法为：

[0130] 在制成的酸奶中，加入上述实施例1、2中制得的嗜酸乳杆菌微胶囊粉、干酪乳杆菌微胶囊粉，添加量各为酸奶重量的1％，搅拌均匀制得益生菌微胶囊酸奶，通过取样不同存放日期的酸奶，测定其两种益生菌的活菌数，反映了添加益生菌微胶囊的酸奶保质期以内益生菌活菌数的变化，如下图1所示可看出嗜酸乳杆菌和干酪乳杆菌的活菌量随着时间变化的趋势。

[0131] 酸奶的PH值较低，不适合大多数益生菌的生存，由于本发明特殊微胶囊包埋层的影响，益生菌微胶囊在酸奶中会形成凝聚体，充分保护内部的益生菌，直到饮用后进入小肠内，PH显著提升，凝聚现象逐渐消失，胶囊壳溶解成蛋白质、多糖等营养物质，益生菌充分释放出来在肠道内产生应有的功效。

[0132] 嗜酸乳杆菌由起始的1.86×10^{9}CFU/mL活菌数下降到1.45×10^{9}CFU/mL，仅下降了22.1％。干酪乳杆菌由起始的1.48×10^{9}CFU/mL活菌数下降到1.1×10^{9}CFU/mL，仅下降了25.7％。由以上数据可知益生菌在酸奶保质期内的存活率较高，其活菌量并没有掉数量级。

[0133] 本发明还对实施例1、2中制备的益生菌微胶囊的酸稳定性、耐久存放性及热稳定性进行了测试，具体为：

[0134] 1.1益生菌微胶囊稳定性试验

[0135] 本发明益生菌微胶囊中的微胶囊壳主要成分为蛋白质及复合植物多糖，他们形成的凝聚体结构，在酸性环境下不会溶解，可以保护芯材益生菌安全通过胃液进入肠道中溶解定殖，胶囊壳中的释放出的营养物质可以给益生菌菌体迅速提供营养，益生菌借此快速繁殖。因此微胶囊包埋的意义在于隔绝益生菌和外部的恶劣环境直接接触，控制益生菌释放的地点及时机，还能为益生菌提供营养来源，较大程度维持了菌种活性的稳定性，提升了益生菌的生物利用度。

[0136] 此酸稳定性试验以嗜酸乳杆菌、长双歧杆菌、干酪乳杆菌未包埋菌体和微胶囊包埋干粉作为试验材料，材料试验处理环境为人工胃酸溶液(PH＝2.1)，着重考察微胶囊包埋对菌种酸环境下存活率的影响，结果如下图2所示。由图2可知，未经微胶囊包埋的益生菌菌体在强酸性环境下迅速死亡，存活率极低，而微胶囊包埋的益生菌耐酸性能优异，存活率较高。由上可知，本发明的微胶囊包埋方式可以显著改善菌种的耐酸性能，提升存活率及菌种活性。

[0137] 1.2益生菌微胶囊耐久存性试验

[0138] 此耐久存性试验以嗜酸乳杆菌、长双歧杆菌、干酪乳杆菌未包埋菌体和微胶囊包埋干粉作为试验材料，着重考察微胶囊包埋对菌种加速试验环境(40℃，湿度75％)下35天内存活率的影响，结果如下图3所示。由图3可知，三种益生菌微胶囊粉在加速试验环境下5周后，菌种活菌数只降低了1个对数，菌种存活率较高，而未包埋的三种益生菌菌体，至少损失了5～6个对数以上，菌种存活率较低。由上可知，本发明的微胶囊包埋方式可以显著提升菌种存活率，保持菌种活性。

[0139] 1.3益生菌微胶囊热稳定性试验

[0140] 本发明除了具有优异的耐酸、耐久存特性，还具有卓越的耐高温特性，热稳定性较好。以嗜酸乳杆菌微囊粉、长双歧杆菌微囊粉、干酪乳杆菌微囊粉作为试验材料，考察其在不同温度和时间条件下其菌种存活率的变化，具体数据如下表1所示。

[0141] 表1益生菌微胶囊热稳定性试验结果

[0142]

温度/时间	嗜酸乳杆菌微囊（CFU/g）	存活率	长双歧杆菌微囊（CFU/g）	存活率	干酪乳杆菌微囊（CFU/g）	存活率
50℃/0min	1.9×10^{11}	100%	1.4×10^{11}	100%	1.5×10^{11}	100%
50℃/30min	1.1×10^{11}	60%	4.9×10^{10}	35%	6.8×10^{10}	45%
50℃/60min	9.9×10^{10}	52%	2.8×10^{10}	20%	4.8×10^{10}	32%
60℃/30min	8.6×10^{10}	45%	3.5×10^{10}	25%	5.2×10^{10}	35%
60℃/60min	6.3×10^{10}	33%	2.1×10^{10}	15%	3.9×10^{10}	26%

[0143] 由表1数据可知，微胶囊包埋后的益生菌具有卓越的耐高温特性，可以承受住严苛的加工工艺的考验后，仍存在较大的存活率，菌种活性优良，热稳定性良好，可以有更广阔的工业实际应用前景。

[0144] 以上所述仅为本发明的优选实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明权利要求书内容所作的等效结构或流程变换，或在不脱离本发明原理的前提下做出

的若干改进和润饰，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

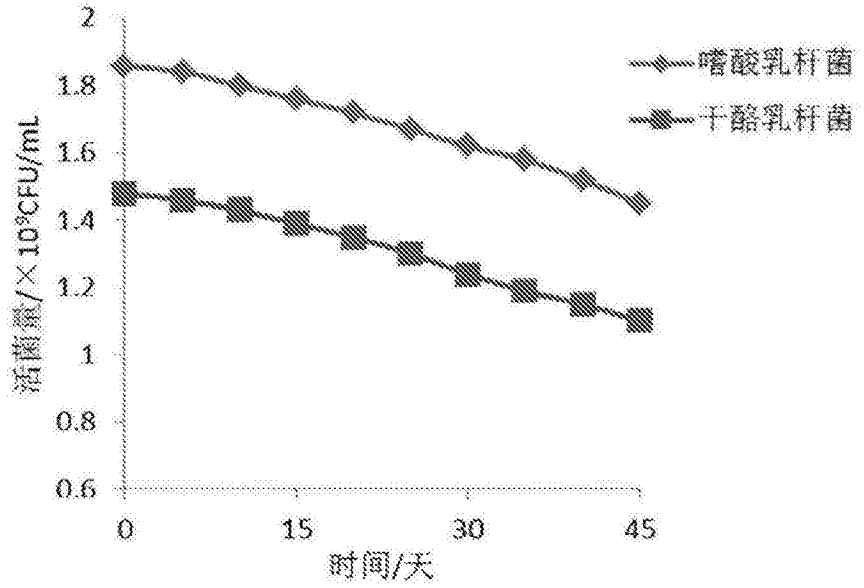

2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
活菌量/×10⁹CFU/mL
0
15
30
45
时间/天
嗜酸乳杆菌
干酪乳杆菌

图1

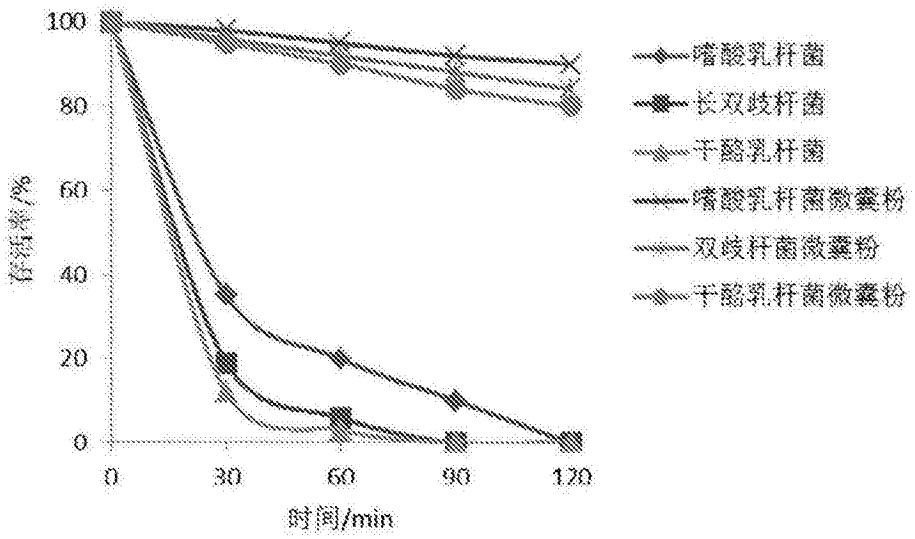

100
80
60
40
20
0
存活率/%
0
30
60
90
120
时间/min
嗜酸乳杆菌
长双歧杆菌
干酪乳杆菌
嗜酸乳杆菌微囊粉
双歧杆菌微囊粉
干酪乳杆菌微囊粉

图2

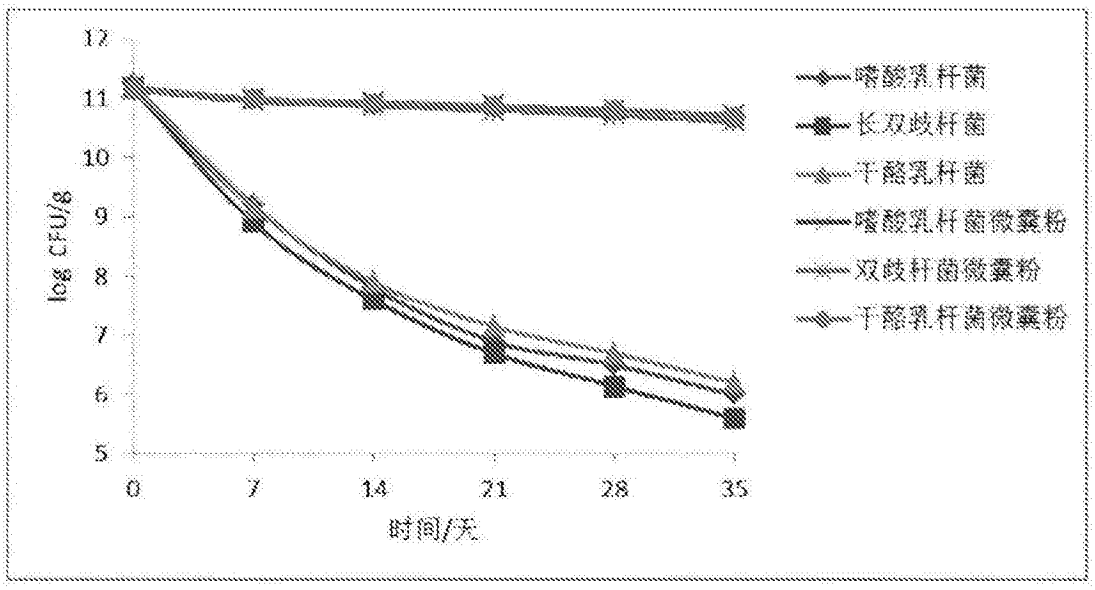

12
11
10
9
8
7
6
5
log cfu/g
0
7
14
21
28
35
时间/天
嗜酸乳杆菌
长双歧杆菌
干酪乳杆菌
嗜酸乳杆菌微囊粉
双歧杆菌微囊粉
干酪乳杆菌微囊粉

图3