

微胶囊及其制备方法和应用

技术领域

本申请属于食品生物技术领域。更具体地，本申请涉及一种微胶囊及其
5 制备方法，特别涉及一种包含活性物质的多层微胶囊及其制备方法。本申请
还涉及一种益生菌微胶囊及其制备方法，所述益生菌微胶囊具有一层或多层
包埋结构。并且，本申请涉及一种用于益生菌微胶囊的复合壁材、益生菌微
胶囊及其制备方法。本申请还涉及一种含益生菌微胶囊的食品或保健品，包
10 括含益生菌微胶囊的乳制品、发酵风味食品、饮料、巧克力、糖果、烘焙食
品、果蔬汁食品等，还涉及所述含益生菌微胶囊的食品或保健品的制备方法。
本申请还涉及一种益生菌微胶囊软颗粒及其制备方法，所述益生菌微胶囊软
颗粒包括益生菌微胶囊椰纤果软颗粒和益生菌微胶囊凝胶球软颗粒。

背景技术

15 除了可以给人们提供能量、满足人们的嗜好以及提供人体的各种成分之
外，很多食品成分还具有生理活性，可以调节人体的功能，例如包括增强免
疫力、预防疾病等功能特性。许多国家的食品科学家和食品企业越来越重视
这种功能性食品的研究和开发。

功能性食品是对于提高身体素质和慢性病营养干预非常重要，其涵盖营
20 养食品、特殊医学用途配方食品、特殊膳食食品以及保健食品和功能性普通
食品等，是健康产业中最具市场需求和发展潜力的黄金板块。大健康背景下，
功能性食品产业重构融合将为广大消费者提供完善的全流程健康解决方案。

功能性食品中包含的功能性成分包括：功能性多糖（包括壳聚糖、茶多
糖、膳食纤维等）；功能性脂类（包括如 DHA 等多不饱和脂肪酸等）；功能性
25 蛋白/肽/氨基酸（如牛磺酸、乳铁蛋白、免疫球蛋白等）；微生态调节剂（包
括益生菌、益生元、合生素）；以及维生素及矿物质等。

在功能性食品的制备工艺中，微胶囊技术作为一种有效并且有前景的方
法，通过在被包埋的活性物质周围形成一层或多层类似胶囊的保护膜，能显
著提高活性物质在不利环境中的存活率，并且，能部分掩盖被包埋物质的不
30 良风味。其中，制备工艺中包被材料、包埋方式、造粒方式及干燥方式等对

微胶囊作用的发挥至关重要。

现有的微胶囊包被材料多为明胶、果胶、海藻酸钠等食用胶材料，经常大量食用，对婴幼儿、老年人等特殊人群有一定副作用。单层微胶囊是微胶囊最常用的形式，然而，无论颗粒表面菌含量还是阻水阻气性能，单层的微胶囊都比双层或多层微胶囊弱，从而使其稳定性相对较低。

针对现有技术存在的不足，本申请的目的包括提供一种安全无毒无副作用、粒径小、富含活性物质的微胶囊，并且，其在常温条件下稳定性较好，具有缓释作用；而且，可以添加到水分活度高的产品中。

其中，益生菌作为一类对宿主健康有一定促进作用的微生物活体，在治疗保健等方面具有多重生理功能。但是普通益生菌如双歧杆菌等自身比较脆弱且易受周围环境因素的影响，芽孢类益生菌直接添加到产品中又容易对产品的状态、质量、货架期产生影响，因此目前的益生菌产品大多数需要低温冷藏保存，这样才能最大限度的保证其中活性益生菌的数量，且随时间增大菌落数量减少。在食品乃至乳制品领域中益生菌的应用中，在乳制品领域添加益生菌的产品，例如，常温酸奶中由于经过巴氏杀菌，产品中的各类益生菌已经被杀灭，已经不具备乳酸菌和益生菌的益生功能；另外在低温酸奶产品中，由于乳酸菌和其他益生菌的抗逆性差，受到胃酸和酶作用影响，导致最终进入肠道内的益生菌数量急剧减少而不能有效发挥其益生作用。

因此，如何有效提高益生菌活菌数量已成为当前亟待解决的课题。基于以上的问题，本申请采用微胶囊技术对益生菌进行包埋，通过在益生菌活菌体周围形成一层、双层或多层类似胶囊的保护膜，能显著提高益生菌在不利环境中的存活率，其中，壁材的选择、包埋方式、造粒方式及干燥方式对微胶囊保护作用的发挥至关重要。

另外，将益生菌微胶囊添加到食品或保健品中，可以保护益生菌的活性，有效阻止环境对益生菌的存活影响，同时还可以极大降低胃酸和酶作用影响，使益生菌到达人体肠道时保持相对较高的数量和活性。

发明内容

为了解决现有技术中存在的所述缺陷，本申请涉及一种的微胶囊及其制备方法，特别涉及一种包含被包埋活性物质的多层微胶囊及其制备方法。

一种微胶囊，所述微胶囊具有一层或多层包埋结构，其包括：丸芯和任选的至少一层包覆所述丸芯的外壳；其中，所述丸芯包括被包埋物质和微胶囊芯材，以及所述至少一层包覆所述丸芯的外壳包括一层、两层或更多层壁材。

- 5 所述微胶囊的丸芯的外径为约 50-500 μm （优选约 50~约 300 μm ），单层或多层包覆的微胶囊的外径为约 200~约 1000 μm （优选约 100~约 500 μm ）。

其中，被包埋物质包括具有功能性的活性物质，所述活性物质选自功能性多糖、功能性脂类、功能性蛋白/肽/氨基酸、微生物调节剂、维生素和矿物质中的一种或多种。

- 10 其中，所述功能性多糖选自壳聚糖、茶多糖、膳食纤维、葡聚糖中的一种或多种；优选地，所述功能性脂类选自卵磷脂、EPA 和 DHA 中的一种或多种；优选地，所述功能性蛋白/肽/氨基酸选自牛磺酸、乳铁蛋白、免疫球蛋白、乳清蛋白肽中的一种或多种；优选地，所述微生物调节剂选自益生菌、益生元、合生素中的一种或多种。

- 15 上述微胶囊的制备方法，包括以下步骤：

（1）一次丸芯制备：将被包埋物质和微胶囊芯材均匀混合并任选经固化、过滤收集湿粒，然后进行干燥得到一次丸芯干粒；和任选的

- 20 （2）多层微胶囊制备：将上述单层微胶囊干粒作为丸芯颗粒，在丸芯颗粒外均匀涂布一层壁材，并任选喷涂固化液使胶囊壁固化，将所制微胶囊干燥，收集双层微胶囊干粒或者将其继续再次或多次包衣。

其中，所述步骤（1）是通过优选挤出滚圆制粒法、离心制粒法、锐角挤压造粒法、或者流化床喷雾造粒法（优选挤出滚圆制粒法或者离心制粒法）来制备丸芯，将得到的丸芯干燥并收集。

所述步骤（2）是优选采用流化床喷雾的方式来涂布壁材。

- 25 例如，具体的实施方式包括通过挤出滚圆制芯（离心造粒制芯）与流化喷雾包衣相结合的方法来制备微胶囊颗粒；这样，既可以制出圆整度好的球形颗粒，也可以使得颗粒外层达到阻水阻味的效果而保护被包埋的活性物质，并且，将这样制得的颗粒后续添加到水性产品中而不受影响。挤出滚圆制粒法或离心造粒法，用于制出圆润球形的一次丸芯，后续将阻水包衣层材料和
30 亲水包衣层材料均匀流化到球形丸芯表面。后续流化阻水包衣层，使得微胶

囊颗粒遇水不崩解，且保护内部被包埋物质不易与外界（如水或其他溶剂）接触，从而延长微胶囊颗粒在水性产品中的货架期。

本申请的目的一包括提供一种可常温条件下长期保存的固态干粒微胶囊，采用一层、双层或多层壁材将益生菌包埋制成 50-500 μm 的固体颗粒，应用及保存条件受环境的影响较小，可应用到药品、保健品及食品领域。本申请所得的微胶囊尤其是双层和多层包衣的微胶囊，其微胶囊内的活菌量显著升高，颗粒大小均匀、有光泽。常温条件下能够长期储存，例如存放 30 天后、60 天或 120 天后微胶囊内活菌量下降较小，仍然保持了较高的活菌量。而且，上述微胶囊能够耐酸，使得最终进入肠道内的益生菌数量增多。此外，所述微胶囊还具有良好的疏水性，颗粒表面菌残留更低，从而减小了益生菌泄漏的发生几率。

本申请的另一目的是提供一种益生菌微胶囊的制备方法，所述益生菌微胶囊具有一层或多层包埋结构，包括以下步骤：

(1) 单层微胶囊制备：将菌粉或菌泥与第一壁材等材料均匀混合并任选经固化、过滤收集湿粒进行干燥得到单层微胶囊干粒；和任选的

(2) 多层微胶囊制备：将上述单层微胶囊干粒作为菌芯颗粒，在菌芯颗粒外均匀涂布一层壁材（优选通过流化床喷雾造粒法），并任选喷涂固化液使胶囊壁固化，将所制微胶囊干燥（优选于流化床中干燥），收集双层微胶囊干粒或者将其继续再次或多次包衣。

优选的，上述的双层或多层益生菌微胶囊，其中第一层包衣后得到的菌芯颗粒外径为约 50-500 μm （优选约 50~约 300 μm ），双层或多层微胶囊外径为约 200~约 1000 μm （优选约 100~约 500 μm ）。

在一方面，本申请还涉及上述益生菌微胶囊的制备方法中的壁材的预处理方法，其包括：将壁材与水混合，充分溶解后进行冷热交替处理形成稳定凝胶。

优选的，将所述壁材与水混匀，于低温约 2 至 8 $^{\circ}\text{C}$ 搅拌 4 至 16 小时，更优选进一步对乳清蛋白溶液进行约 75 至 96 $^{\circ}\text{C}$ ，约 30 至 180 分钟的热处理；再优选立即冷却，冷却温度 -20 至 4 $^{\circ}\text{C}$ ；4 $^{\circ}\text{C}$ 存放 10-60 小时以上得到乳清蛋白的凝胶溶液。更优选的，所述壁材为乳清蛋白。

在一方面，本申请还涉及一种益生菌微胶囊，所述益生菌微胶囊具有一

层或多层包埋结构，其根据上述的益生菌微胶囊的制备方法制备得到。

在一方面，本申请的益生菌微胶囊可运用于食品和保健品行业例如膳食补充剂中。本申请还涉及益生菌微胶囊作为食品添加剂的应用，例如用于热加工食品或冷冻食品中，优选用于发酵风味食品、饮料、巧克力、糖果如口香糖、烘焙食品例如布丁、果蔬汁食品等。

优选的，本申请的益生菌微胶囊为乳制品添加剂，更优选为添加到牛奶、酸奶、奶酪、冰激凌、奶粉、乳制品饮料中。

优选的，含有益生菌的微胶囊的添加量为 0.03~0.15%。

10 本申请的另一个目的是提供所述益生菌微胶囊的制备方法。本申请所采用的是挤压造粒与流化床喷雾造粒相结合的办法，相比现在使用的普通造粒法，所制得的益生菌微胶囊颗粒更致密，疏水性更好，颗粒表面菌残留更低，从而减小了益生菌泄漏发生的几率，相同保质期内活菌数更多，且扩大了微胶囊的使用范围。

15 本申请的另一目的是提供一种益生菌微胶囊的制备方法，所述益生菌微胶囊具有一层或多层包埋结构，包括：菌芯颗粒和任选的至少一层包覆所述菌芯颗粒的外壳，其中，所述菌芯颗粒包括芯材和第一层壁材，所述芯材包括一种或多种益生菌粉或菌泥，所述芯材被所述第一层壁材所包覆，以及所述至少一层包覆所述菌芯颗粒的外壳包括一层、两层或更多层壁材，分别为
20 第二层壁材、第三层壁材或者更多层壁材，其中，包括以下步骤：

(1) 单层微胶囊制备：任选的将菌粉或菌泥与粘合剂混合造粒，而后与第一壁材均匀混合（优选锐角挤压造粒法）并任选经固化、过滤收集湿粒进行干燥得到单层微胶囊干粒；和任选的

(2) 多层微胶囊制备：将上述单层微胶囊干粒作为菌芯颗粒，在菌芯颗粒外均匀涂布一层壁材（优选通过流化床喷雾造粒法），并任选喷涂固化液使
25 胶囊壁固化而不溶于水，将所制微胶囊干燥（优选于流化床中干燥），收集双层微胶囊干粒或者将其继续再次或多次包衣。

本申请的另一目的是提供一种益生菌微胶囊的制备方法，该方法以流化床造粒和喷雾流化作为微胶囊的主要造粒和微胶囊多次包埋的方法：其以粉
30 末状或者颗粒状可以食用的固相组分如益生菌，以粘合剂溶液作为液相组分，

通过流化造粒的方式制成芯材，然后再通过流化床喷雾包衣的方式将一层或多层壁材均匀包裹芯材得到具有一层或多层包埋结构的益生菌微胶囊。

本申请使用流化床工艺进行益生菌微胶囊的制备，可以极大地降低微胶囊生产过程中水分和水分活度，特别适合对水分敏感的组分进行微胶囊制备。

- 5 尤其是其使用独特的多层包埋结构，微胶囊的中间层壁材可以有效地保护和隔离芯材与水分和空气的接触，即使微胶囊投放在水基液体中时也可以有效防止水分浸入微胶囊核心；外层壁材可以有效包裹和稳定微胶囊的整体结构，在微胶囊投放在水基液体中，可以帮助微胶囊悬浮在液体中。

- 10 本申请的目的是提供一种含有益生菌微胶囊的产品，包括含益生菌微胶囊的食品或保健品，例如含益生菌微胶囊的乳及乳制品、发酵风味食品、饮料、巧克力、糖果、烘焙食品、果蔬汁食品等。此外，本申请的食品或保健品还包括但不限于局限于下列产品：肉，鱼，家禽和野味；肉汁；腌渍、冷冻、干制及煮熟的水果和蔬菜；果冻，果酱，蜜饯；蛋；奶和奶制品；食用油和油脂。

- 15 所述微胶囊是可常温条件下长期保存的固态干粒微胶囊，采用一层、双层或多层壁材将益生菌包埋制成 50-500 μ m 的固体颗粒，应用及保存条件受环境的影响较小，可应用到药品、保健品及食品领域。本申请所得的微胶囊尤其是双层和多层包衣的微胶囊，其微胶囊内的活菌量显著升高，颗粒大小均匀、有光泽。常温条件下能够长期储存，例如存放 30 天后、60 天或 120 天
- 20 后微胶囊内活菌量下降较小，仍然保持了较高的活菌量。而且，上述微胶囊能够耐酸，使得最终进入肠道内的益生菌数量增多。此外，所述微胶囊还具有良好的疏水性，颗粒表面菌残留更低，从而减小了益生菌泄漏的发生几率。

本申请的另一目的是提供一种含有益生菌微胶囊的食品或保健品的制备方法，包括以下步骤：

- 25 (1) 益生菌微胶囊的制备；
- (2) 将益生菌微胶囊添加到食品或或保健品中，所述食品或或保健品包括但不限于含益生菌微胶囊的乳制品、发酵风味食品、饮料、巧克力、糖果、烘焙食品、果蔬汁食品，优选为添加到牛奶、酸奶、奶酪、冰激凌、奶粉、乳制品饮料中；
- 30 优选的，含有益生菌的微胶囊的添加量为 0.02~1%。

本申请的目的是提供一种益生菌微胶囊软颗粒，其包括益生菌微胶囊椰纤果软颗粒和益生菌微胶囊凝胶球软颗粒，其中益生菌微胶囊椰纤果软颗粒包括：椰子水、椰浆、椰果酱、蔗糖、白砂糖、果葡糖浆、木醋杆菌、酸度调节剂、益生菌微胶囊、乙醇和纯净水中的一种或多种，优选地，其中蔗糖含量为约 5-10%、白砂糖含量为约 3-5%、果葡糖浆含量为约 0-5%、磷酸二氢铵含量为约 0.3-0.8%、木醋杆菌含量为约 0.1-0.5%、酸度调节剂含量为约 1-5%。其中益生菌微胶囊凝胶球软颗粒包括：白砂糖、海藻酸钠、黄原胶、魔芋胶、卡拉胶、固化液（含乳酸钙、氯化钙）、益生菌微胶囊、色素、纯净水中的一种或多种，优选地，其中白砂糖含量为约 10-15%、海藻酸钠约 0.5-1%、黄原胶约 0.1-0.3%、魔芋胶约 0.1-0.2%，固化液中乳酸钙浓度约 1-3%。

所述益生菌微胶囊是可常温条件下长期保存的固态干粒微胶囊，采用一层、双层或多层壁材将益生菌包埋制成 50~500 μ m 的固体颗粒，应用及保存条件受环境的影响较小，可应用到药品、保健品及食品领域。所述的微胶囊尤其是双层和多层包衣的微胶囊，其微胶囊内的活菌量显著升高，颗粒大小均匀、有光泽。常温条件下能够长期储存，例如存放 30 天后、60 天或 120 天后微胶囊内活菌量下降较小，仍然保持了较高的活菌量。而且，上述微胶囊能够耐酸，使得最终进入肠道内的益生菌数量增多。此外，所述微胶囊还具有良好的疏水性，颗粒表面菌残留更低，从而减小了益生菌泄漏的发生几率。

本申请所述的益生菌微胶囊软颗粒既具有椰果功能性又具有益生菌的益生特性，具有丰富的营养、极佳的风味、良好的咀嚼口感和较强益生菌存活性和功能。相比现有的含椰果软颗粒的产品，该产品不但能在至少 6 个月的常温货架储存条件下保持较高稳定性，且益生菌数量及菌活力更高，充分保证了产品食用后抵达人类肠道的益生菌数量，真正发挥更好的益生作用。

本产品添加的微胶囊采用的是椰果包埋微胶囊的方式。相比直接添加微胶囊，该产品不但增加了椰果的功能特性，并且对于益生菌进行了二次保护，使得益生菌菌数存活率比直接添加微胶囊更高，效果更好。同时，爽脆的椰果口感充分保证了终产品的口感口味。此外，本产品添加的微胶囊还采用将其加入至海藻酸钠溶液，滴入固化液中形成海藻酸钙包裹益生菌微胶囊的小球的方式。

定义

除非另有说明，本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属领域的技术人员通常理解相同的含义，但如有冲突，则以本说明书中的定义为准。

5 如说明书和权利要求书中所用，单数形式“一”、“一个”和“该(所述)”包括复数形式，除非上下文另有明确说明。

如无特殊说明，本说明书中的百分比(%)均为重量百分比(重量%)。

在说明书和权利要求书中使用的涉及组分量、工艺条件等的所有数值或表述在所有情形中均应理解被“约”修饰。术语“约”当指数量或数值范围时，
10 意思是所指数量或者数值范围是试验变异性内(或统计学实验误差内)的近似值，因此该数量或者数值范围可以在所述数量或数值范围的例如 ± 5 之间变化。

涉及相同组分或性质的所有范围均包括端点，该端点可独立地组合。由于这些范围是连续的，因此它们包括在最小值与最大值之间的每一数值。还应理解的是，本申请引用的任何数值范围预期包括该范围内的所有子范围。

15 当本申请针对物理性质例如分子量或者针对化学性质范围时，应包括范围的所有组合和亚组合以及其内的具体实施方式。术语“包含”(以及相关术语例如“含有”或“含”或“具有”或“包括”)包括这样一些实施方式，该实施方式为例如，物质、组合物、方法或过程等的任何组合，其“由所描述的特征组成”或者“基本上由所描述的特征组成”。

20 本说明书和权利要求中使用的“和/或”，应当理解为相关联的组分“二者择一或二者”，即组分在一些情况中联合存在而在另一些情况中分开存在。多个用“和/或”列出的组分应当以同样的方式理解，即“一种或多种”相关联的组分。除了“和/或”从句具体确定的组分，其它组分可任选地存在，无论与那些具体确定的组分相关还是不相关。因此，作为非限制性实例，提及“A 和/或 B”，
25 当用于连接开放式结尾的文字如“包括”，在一个实施方案中，可仅指 A(任选地包括除 B 外的组分)；在另一实施方案，可仅指 B(任选地包括除 A 外的组分)；在再一实施方案中，指 A 和 B(任选的包括其它组分)等。

本说明书和权利要求书中所用的“或”，应当理解为和上述定义的“和/或”具有相同的含义。例如，当在列表中分隔项目时，“或”或“和/或”应当译为包
30 括在内的，即，包括多个或列表组分中的至少一个，但也包括多于一个，和

任选的其它未列出的项目。只有术语明确地指向对立面，如“仅一个”或“正好一个”，或在权利要求书中使用的“由...组成”应当指的是包括多个或列表组分中的正好一个。通常，本文所用的术语“或”仅仅当有排他性的先行词如“要么”“之一”“仅一个”或“正好一个”时才被认为指向排他性的选择(即，一个或另一个但不是两者)。

应当理解，除非明确地相反指示，否则在本文要求保护的包括多于一步或一个行为的任何方法中，该方法的步骤和行为的顺序不必限制于所叙及的方法的步骤和行为的顺序。

本申请使用的缩写具有在食品、生物学和化学领域的通常含义。

- 10 益生菌：本申请的益生菌微胶囊内的益生菌类型，使用国家批准的任何益生菌作为微胶囊包埋芯材的保护对象。包括：青春双歧杆菌、动物双歧杆菌（乳双歧杆菌）、两歧双歧杆菌、短双歧杆菌、婴儿双歧杆菌、长双歧杆菌、嗜酸乳杆菌、干酪乳杆菌、卷曲乳杆菌、德氏乳杆菌保加利亚亚种、德氏乳杆菌乳亚种、发酵乳杆菌、格氏乳杆菌、瑞士乳杆菌、约氏乳杆菌、副干酪乳杆菌、植物乳杆菌、罗伊氏乳杆菌、鼠李糖乳杆菌、唾液乳杆菌、嗜热链球菌、凝结芽孢杆菌等益生菌中一种或多种。具体如附表 A-D 所示。

A. 可用于食品的菌种名单

	名称	拉丁学名	菌株号
一	双歧杆菌属	Bifidobacterium	
1	青春双歧杆菌	Bifidobacterium adolescentis	
2	动物双歧杆菌 (乳双歧杆菌)	Bifidobacterium animalis (Bifidobacterium lactis)	
3	两歧双歧杆菌	Bifidobacterium bifidum	
4	短双歧杆菌	Bifidobacterium breve	M-16V
5	婴儿双歧杆菌	Bifidobacterium infantis	
6	长双歧杆菌	Bifidobacterium longum	
二	乳杆菌属	Lactobacillus	
1	嗜酸乳杆菌	Lactobacillus acidophilus	DSM13241 R0052
2	干酪乳杆菌	Lactobacillus casei	
3	卷曲乳杆菌	Lactobacillus crispatus	
4	德氏乳杆菌保加利亚亚种 (保加利亚乳杆菌)	Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus (Lactobacillus bulgaricus)	
5	德氏乳杆菌乳亚种	Lactobacillus delbrueckii subsp. Lactis	
6	发酵乳杆菌	Lactobacillus fermentum	CECT5716
7	格氏乳杆菌	Lactobacillus gasseri	
8	瑞士乳杆菌	Lactobacillus helveticus	
9	约氏乳杆菌	Lactobacillus johnsonii	
10	副干酪乳杆菌	Lactobacillus paracasei	GM080 GMNL-33
11	植物乳杆菌	Lactobacillus plantarum	CGMCC

			NO.1258
			299v
			ST-III
12	罗伊氏乳杆菌	Lactobacillus reuteri	
13	鼠李糖乳杆菌	Lactobacillus rhamnosus	R0011
14	唾液乳杆菌	Lactobacillus salivarius	
15	清酒乳杆菌	Lactobacillus sakei	
三	链球菌属	Streptococcus	
1	嗜热链球菌	Streptococcus thermophilus	
四	乳球菌属	Lactococcus	
1	乳酸乳球菌乳酸亚种	Lactococcus Lactis subsp. Lactis	
2	乳酸乳球菌乳脂亚种	Lactococcus Lactis subsp. Cremoris	
3	乳酸乳球菌双乙酰亚种	Lactococcus Lactis subsp. Diacetylactis	
五	丙酸杆菌属	Propionibacterium	
1	费氏丙酸杆菌谢氏亚种	Propionibacterium freudenreichii subsp. Shermanii	
2	产丙酸丙酸杆菌	Propionibacterium acidipropionici	
六	明串球菌属	Leuconostoc	
1	肠膜明串球菌肠膜亚种	Leuconostoc mesenteroides subsp. Mesenteroides	
七	马克斯克鲁维酵母	Kluyveromyces marxianus	
八	片球菌属	Pediococcus	
1	乳酸片球菌	Pediococcus acidilactici	
2	戊糖片球菌	Pediococcus pentosaceus	
九	葡萄球菌	Staphylococcus	
1	小牛葡萄球菌	Staphylococcus vitulinus	
2	肉葡萄球菌	Staphylococcus xylosus	
3	木糖葡萄球菌	Staphylococcus carnosus	
十	芽孢杆菌	Bacillus	
1	凝结芽孢杆菌	Bacillus coagulans	

B. 可用于保健食品的益生菌菌种名单

序号	名称	拉丁学名	备注
一	双歧杆菌属	Bifidobacterium	
1	两歧双歧杆菌	Bifidobacterium bifidum	
2	婴儿双歧杆菌	Bifidobacterium infantis	
3	长双歧杆菌	Bifidobacterium longum	
4	短双歧杆菌	Bifidobacterium breve	
5	青春双歧杆菌	Bifidobacterium adolescentis	
二	乳杆菌属	Lactobacillus	
1	保加利亚乳杆菌	Lactobacillus bulgaricus	
2	嗜酸乳杆菌	Lactobacillus acidophilus	
3	干酪乳杆菌干酪亚种	Lactobacillus casei subsp. Casei	
4	罗伊氏乳杆菌	Lactobacillus reuteri	
5	鼠李糖乳杆菌	Lactobacillus rhamnosus	
三	链球菌属	Streptococcus	
1	嗜热链球菌	Streptococcus thermophilus	

C. 可用于婴幼儿食品的菌种名单

序号	菌种名称	拉丁学名	菌株号
1	嗜酸乳杆菌*	Lactobacillus acidophilus	NCFM
2	动物双歧杆菌	Bifidobacterium animalis	Bb-12
3	乳双歧杆菌	Bifidobacterium lactis	HN019 Bi-07

4	鼠李糖乳杆菌	Lactobacillus rhamnosus	LGG
5	罗伊氏乳杆菌	Lactobacillus reuteri	HN001
6	发酵乳杆菌	Lactobacillus fermentum	DSM17938
			CECT5716

D. 可用于保健食品的真菌菌种名单

序号	中文名	英文名
1	酿酒酵母	Saccharomyces cerevisiae
2	产阮假丝酵母	Candida atilis
3	乳酸克鲁维酵母	Kluyveromyces lactis
4	卡氏酵母	Saccharomyces carlsbergensis
5	蝙蝠拟青霉	Paecilomyces hepiali Chen et Dai, sp. Nov
6	蝙蝠蛾被毛孢	Hirsutella hepiali Chen et Shen
7	灵芝	Ganoderma lucidum
8	紫芝	Ganoderma sinensis
9	松杉灵芝	Ganoderma tsugae
10	红曲霉	Monascus anka
11	紫红曲霉	Monascus purpureus

壁材：用来包覆、保护或控制释放芯材的成囊物质称为微胶囊的壁材、囊壁或囊壳。壁材是构成微胶囊外壳的材料，也可以称为包衣或包材。

在选择壁材时要考虑壁材本身的性能，如渗透性、稳定性、机械强度、溶解性、可聚合性、电性能、吸湿性及成膜性等，对于生物活性物质的芯材，还要着重考虑壁材的毒性，与芯材的相容性。在本申请中选择具有无毒、成膜性或成球性较好、免疫原性低、生物相容性好、可降解且产物无毒副作用的壁材。

在本申请中，优选与活菌具有很好的生物相容性的成膜材料、食品中可选用的肠溶材料、具有阻湿性的成膜材料、具有阻氧性的成膜材料。

10 优选的，具体的实例包括下列的一种或多种的组合：

(1) 可食用蛋白类：包括动物蛋白如乳蛋白、卵蛋白、酪蛋白，植物蛋白如谷类蛋白等；

优选的，本申请的益生菌微胶囊的壁材选自乳清蛋白：

15 包括浓缩乳清蛋白(WPC)、分离乳清蛋白(WPI)或乳清蛋白肽，尤其优选分离乳清蛋白(WPI)；其中，WPI是在浓缩乳清蛋白(WPC)的基础上经过进一步工艺处理得到的高纯度乳清蛋白，纯度可达90%以上，且更易消化吸收，安全无毒无副作用；

20 乳蛋白：包括酪蛋白或乳清蛋白。乳清蛋白质是指溶解分散在乳清中的蛋白，约占乳蛋白质的18%~20%，可分为热稳定和热不稳定乳清蛋白两部分。

浓缩乳清蛋白(WPC)

将乳清直接烘干后，可得到乳清粉末，其中的乳清蛋白极低，一般为百分之十几，不超过百分之三十。乳清经过澄清、超滤、干燥等过程后得到的产物就是浓缩乳清蛋白。过滤程度的不同可以得到蛋白浓度从 34-80%不等的产品。

分离乳清蛋白(WPI)

分离乳清蛋白是在浓缩乳清蛋白的基础上经过进一步的工艺处理得到的高纯度乳清蛋白，纯度可达 90%以上。其价格昂贵，是浓缩乳清蛋白的 2-3 倍，但是它也更容易消化吸收。分离乳清蛋白的真正妙处在于它的营养价值，它拥有高含量的优质蛋白，能为某些特定需要的人群比如婴儿和住院病人提供所需优质蛋白。此外，分离乳清蛋白所含有的生物活性化合物如 α -乳白蛋白和 β -乳球蛋白、乳铁蛋白以及免疫球蛋白，都为市场注入了新鲜的活力。

乳清蛋白肽

乳清蛋白肽是乳清蛋白的水解产物，是乳清蛋白的精华，它在机体中能更快地参与肌肉合成的过程。

优选的，本申请的益生菌微胶囊的壁材选自下列中的一种或者多种的组合：

植物蛋白：包括油料种子蛋白、豆类蛋白质、谷类蛋白等，

其中，油料种子蛋白包括：花生蛋白、芝麻蛋白、油菜子蛋白、向日葵蛋白、棉子蛋白、红花蛋白、椰子蛋白等；

其中，豆类蛋白包括：大豆蛋白、蚕豆蛋白、豌豆蛋白、绿豆蛋白、红小豆蛋白、芸豆蛋白等；

其中，谷类蛋白包括：稻类（籼稻、粳稻、糯稻）蛋白、麦类（小麦、大麦、燕麦、黑麦）蛋白、玉米蛋白、高粱蛋白、粟蛋白、黍蛋白、黄米蛋白、荞麦蛋白等，以及薯类蛋白：包括甘薯蛋白、马铃薯蛋白、山药蛋白、芋蛋白、木薯蛋白等；

其中，玉米蛋白包括玉米醇溶蛋白、玉米胚蛋白等；

优选的，本申请的益生菌微胶囊的壁材选自玉米蛋白，包括玉米醇溶蛋白、玉米胚蛋白，尤其优选玉米醇溶蛋白。

(2) 油脂类：

本申请中，油脂是油和脂肪的统称，是脂肪族羧酸与甘油所形成的酯，在室温下呈液态的称为油，呈固态或半固态的称为脂肪。天然油脂大都是混合甘油酯。从植物种子中得到的大多为油，来自动物的大多为脂肪。

本申请中，根据脂肪酸的种类，各种天然脂肪酸分子是由不同碳链（4~
5 24C）所组成的直链脂肪酸。除个别例外，碳原子均为双数。此类脂肪酸有两种分类法：一种是根据碳原子数将脂肪酸分为短链（4-6C）、中链（8-12C）及长链（12C 以上）脂肪酸。另一种是将脂肪酸分为饱和及不饱和脂肪酸。饱和脂肪酸的一般分子式为 $C_nH_{2n}O_2$ ，而不饱和脂肪酸带有 1、2、3 个以至更多的双键，其一般分子式为 $C_nH_{2n-2}O_2$ 、 $C_nH_{2n-4}O_2$ 、 $C_nH_{2n-6}O_2$ 。其中有两个以上双键的亚油酸、亚麻酸及花生四烯酸称为多不饱和脂肪酸。除直接脂肪酸
10 外，还有环状脂肪酸，大枫子油中的大枫子油酸与亚大枫子油酸。

本申请中的油脂中的脂肪酸大多是含偶数碳原子的饱和的或不饱和的脂肪酸，常见的有肉豆蔻酸（C14）、软脂酸（C16）、硬脂酸（C18）等饱和酸和棕榈油酸（C16，单烯）、油酸（C18，单烯）、亚油酸（C18，二烯）、亚麻酸（C18，
15 三烯）等不饱和酸。某些油脂中含有若干特殊的脂肪酸，如桐油中的桐油酸，菜油中的油菜酸，蓖麻油中的蓖麻酸，椰子油中的橘酸等。

根据来源将脂肪分成动物性脂肪和植物性脂肪。动物性脂肪又有两大类，一类为水产动物脂肪，如鱼类、虾、海豹等另一类是陆生动物脂肪，其中大部分含饱和脂肪酸和较少量的不饱和脂肪酸。植物性脂肪如棉子油、花生油、
20 菜子油、豆油等，其脂肪中主要含不饱和脂肪酸，而且多不饱和脂肪酸（亚油酸）含量很高，占脂肪总量的 40~50%。但椰子油中的脂肪酸主要是饱和的脂肪酸。

中链甘油三酯（MCT）：其为己酸（C6）到月桂酸（C12）组成的甘油三酯，尤其是指其组成中的脂肪酸为辛酸、癸酸等六碳链到十二碳链的脂肪酸的一种
25 结构脂质，天然的 MCT 主要来源于椰子油、棕榈油等植物油中。低于己酸构成的甘油三酯为短链脂肪酸甘油三酯（SCT），高于月桂酸组成的甘油三酯称为长链脂肪酸甘油三酯（LCT）。

棕榈油：又称棕油、棕皮油，包括：毛棕榈油（CPO）、棕榈粕（PE）、毛棕榈仁油（CPKO）、棕榈仁粕（PKE）、-精炼棕榈油（RBD PO）、棕榈油
30 色拉油（RBD PKO）、棕榈油酸（PFAD）、棕榈液油（简称 OLEAN）、棕榈

硬脂（简称 STEARINE 或 ST）等。棕榈油在常温下呈半固态，其稠度和熔点在很大程度上取决于游离脂肪酸的含量。常把低酸值的棕榈油叫做软油，高酸值的油则叫做硬油。

本申请的益生菌微胶囊的壁材优选选自棕榈油，尤其优选约 33℃ 棕榈油、约 40℃ 棕榈油、约 44℃ 棕榈油、约 52℃ 棕榈油、约 58℃ 棕榈油，更优选熔点为约 40℃ 以上的棕榈油，尤其是熔点为约 40-50℃ 的棕榈油，例如熔点为约 40℃ 的棕榈油。

优选的，本申请的益生菌微胶囊的壁材选自下列中的一种或者多种的组合：

10 植物油：包括代可可脂、可可脂、菜籽油、大豆油、玉米油、花生油、棉籽油、葵花籽油、棕榈油（固体棕榈油或者液体棕榈油）、棕仁油、椰子油等；或者

动物油：猪油、牛油、鱼油、乳脂、羊脂等。

15 优选的，本申请的益生菌微胶囊的壁材选自优选熔点为约 40℃ 以上的油脂，尤其是熔点为约 40-50℃ 的油脂，例如熔点为约 40℃ 的棕榈油或 MCT。

尤其优选下列中的一种或者多种的组合：中链甘油三酯（MCT）、代可可脂、棕榈油、卵磷脂、棕榈油甘油单酯、氢化油脂（如：氢化棕榈油、硬化油、氢化大豆油）等，它们的熔点优选约 40℃ 以上，尤其优选熔点为约 40-50℃。

20 （3）其他材料：

包括：海藻酸钠、虫胶、CMC-Na、胶凝糖、黄原胶、k-角叉菜胶、醋酸邻苯二甲酸纤维素、麦芽糊精、淀粉、糊精、蔗糖、乳糖、葡聚糖、玉米糖浆、果胶、阿拉伯胶、壳聚糖、乙酰化单双甘油脂肪酸酯、魔芋胶、卡拉胶、蜡质或明胶等的一种或者多种的组合。

25 肠溶性壁材：肠溶性指微胶囊顺利通过胃环境，而不被破坏或降解，最终进入肠道，壁材发生崩解、溶解或降解，导致胶囊内部的芯材被释放出来的过程。肠溶性壁材可以是某一种单独的壁材，也可是复合壁材。包括：虫胶、果胶、海藻酸钠、甘油单酯、甘油三酯、氢化油脂（如：棕榈油、氢化棕榈油，硬化油，氢化大豆油等）等。

30 优选的，本申请的益生菌微胶囊的壁材具备肠溶性。

复合壁材

本申请的复合壁材是指将两种或者多种前述壁材混合复配以得到更优性能的壁材。本申请的复合壁材具有良好的协同作用，有利于提高壁材中含有这些成分的微胶囊的稳定性和致密性，改善微胶囊产品的品质，进而促进微胶囊技术在各行业的应用。

亲水胶体：通常是指能溶解于水，并在一定条件下充分水化形成黏稠、滑腻或胶冻溶液的大分子物质，在食品、医药、化工及其他许多领域中广泛应用。亲水胶体按来源可分为：植物分泌物，如果胶、瓜尔豆胶、阿拉伯胶等；微生物发酵、代谢产物，如黄原胶、结冷胶等；海藻胶提取物，如卡拉胶、琼脂、海藻酸盐等。

果胶：果胶是从植物细胞壁中提取的天然多糖类高分子化合物，柑橘果皮、苹果糊、甜菜浆等是提取果胶最常见的原料。根据果胶分子中酯化的半乳糖醛酸基的比例可将其分为高甲氧基果胶（包括高甲氧基水溶性番茄果胶与高甲氧基柑橘果胶等）和低甲氧基果胶（酯化度 50 %为区分值）。

固化剂：本申请中的固化剂包括至少一种下列化合物：乙酸钠、冰乙酸、柠檬酸、柠檬酸钠、钙盐、表面活性剂。

固化剂优选乙酸钠、冰乙酸和表面活性剂混合液，这样可以使蛋白在非共价键和共价键（如二硫键）的可共同作用下形成不可逆的化学凝胶，并结合表面活性剂的作用，提高蛋白颗粒凝胶强度和在分散相中的稳定性。

优选地，固化剂浓度为约 0.5mol/L，pH 为约 4.5 至约 5.3，并含有占固化液溶液体积约 0.01%~0.1%的表面活性剂。

粘合剂：包括淀粉、变性淀粉、可压性淀粉、糊精、乳糖、动物胶如明胶、阿拉伯胶、蔗糖、西黄芪胶、液状葡萄糖、虫胶、皮胶、松香、羟甲基纤维素钠、甲基纤维素、聚维酮、羟丙基纤维素、乙基纤维素、羟丙甲基纤维素、聚乙二醇、微晶纤维素、无机盐类等。用于本申请的益生菌微胶囊的优选粘合剂为：淀粉，优选的粘合剂浓度为 5%-20%。

具体实施方式

微胶囊颗粒

一种微胶囊，所述微胶囊具有一层或多层包埋结构，其包括：丸芯和任

选的至少一层包覆所述丸芯的外壳；

其中，所述丸芯包括被包埋物质和微胶囊芯材，以及

所述至少一层包覆所述丸芯的外壳包括一层、两层或更多层壁材。

在一种实施方式中，所述微胶囊的丸芯的外径为约 50-500 μm （优选约
5 50~约 300 μm ），单层或多层包覆的微胶囊的外径为约 200~约 1000 μm （优选
约 100~约 500 μm ）。

在一种实施方式中，其中，被包埋物质包括具有功能性的活性物质，所
述活性物质选自功能性多糖、功能性脂类、功能性蛋白/肽/氨基酸、微生态调
节剂、维生素和矿物质中的一种或多种。

10 优选地，被包埋物质和微胶囊芯材的重量比为 1:6-1:2.5（更优选为
1:5-1:4）。

在一种实施方式中，其中所述功能性多糖选自壳聚糖、茶多糖、膳食纤维
、葡聚糖中的一种或多种；优选地，所述功能性脂类选自卵磷脂、EPA 和
DHA 中的一种或多种；优选地，所述功能性蛋白/肽/氨基酸选自牛磺酸、乳
15 铁蛋白、免疫球蛋白、乳清蛋白肽中的一种或多种；优选地，所述微生态调
节剂选自益生菌、益生元、合生素中的一种或多种。

在一种实施方式中，所述壁材选自下列中的一种或者多种的组合：

植物蛋白，例如大豆蛋白、大米蛋白、小麦蛋白、玉米蛋白等；优选为
玉米蛋白，或

20 动物蛋白，例如乳清蛋白、酪蛋白等；优选浓缩乳清蛋白(WPC)、分离
乳清蛋白（WPI）或乳清蛋白肽，尤其优选分离乳清蛋白（WPI）；或者

油脂，例如熔点为 40 $^{\circ}\text{C}$ 以上的油脂，优选熔点为 40-50 $^{\circ}\text{C}$ 的油脂，尤其
优选棕榈油、中链甘油酯（MCT）、氢化油脂（如：氢化棕榈油、硬化油、氢
化大豆油）、卵磷脂、代可可脂、棕榈油甘油单酯、椰子油、豆油、花生油、
25 葵花籽油，或者

其他材料，例如甘油、油酸、海藻酸钠、虫胶、CMC-Na、胶凝糖、黄
原胶、k-角叉菜胶、醋酸邻苯二甲酸纤维素、麦芽糊精、淀粉、糊精、蔗糖、
乳糖、葡聚糖、玉米糖浆、果胶、阿拉伯胶、壳聚糖、乙酰化单双甘油脂肪
酸酯、魔芋胶、卡拉胶、蜡质或明胶等。

30 优选地，所述壁材选自乳清蛋白或者油脂，尤其优选 WPI 或者 MCT。

在一种实施方式中，所述微胶囊芯材包括下述的一种或者多种的组合：

植物蛋白，例如大豆蛋白、大米蛋白、小麦蛋白、玉米蛋白等；优选为玉米蛋白，或

- 5 动物蛋白，例如乳清蛋白、酪蛋白等；优选浓缩乳清蛋白(WPC)、分离乳清蛋白(WPI)或乳清蛋白肽，尤其优选分离乳清蛋白(WPI)；或者

油脂，例如熔点为40°C以上的油脂，优选熔点为40-50°C的油脂，尤其优选棕榈油、中链甘油酯(MCT)、氢化油脂(如：氢化棕榈油、硬化油、氢化大豆油)、卵磷脂、代可可脂、棕榈油甘油单酯、椰子油、豆油、花生油、

- 10 葵花籽油，或者

其他材料，例如微晶纤维素(MCC)、甘油、油酸、海藻酸钠、虫胶、CMC-Na、胶凝糖、黄原胶、k-角叉菜胶、醋酸邻苯二甲酸纤维素、麦芽糊精、淀粉、糊精、蔗糖、乳糖、葡聚糖、玉米糖浆、果胶、阿拉伯胶、壳聚糖、乙酰化单双甘油脂肪酸酯、魔芋胶、卡拉胶、蜡质或明胶等。

- 15 更优选地，所述微胶囊芯材包括微晶纤维素(MCC)。

在一种实施方式中，其中，被包埋物质包括益生菌；

优选地，所述益生菌选自青春双歧杆菌、动物双歧杆菌(乳双歧杆菌)、两歧双歧杆菌、短双歧杆菌、婴儿双歧杆菌、长双歧杆菌、嗜酸乳杆菌干酪乳杆菌、卷曲乳杆菌、德氏乳杆菌保加利亚亚种、德氏乳杆菌乳亚种、发酵乳杆菌、格氏乳杆菌、瑞士乳杆菌、约氏乳杆菌、副干酪乳杆菌、植物乳杆菌、罗伊氏乳杆菌、鼠李糖乳杆菌、唾液乳杆菌、嗜热链球菌、凝结芽孢杆菌等益生菌中的一种或多种。

- 25 优选地，本申请的微胶囊颗粒为(淡)黄色300-500微米粒径的圆球形颗粒。其主要由三部分构成：一次丸芯、阻水包衣层及亲水包衣层。其中阻水包衣层可根据被包埋物质的特性选择包埋层数，最少一层。多层包埋的微胶囊颗粒主要为了被包埋物质在产品中添加时不受产品环境影响，且不对产品进行影响。同时，对于某些在人体小肠内产生作用的功能性物质(如益生菌)可以达到微胶囊促进其缓释的作用。

- 30 一次丸芯，主要由被包埋的具有功能性的(活性)物质及微胶囊芯材构成。该结构的主要作用为将被包埋物质制成圆球形颗粒，以便后续阻水包衣

层及亲水包衣层能够更好地包覆在丸芯外，形成均匀的球状颗粒。其中，被包埋物质可为亲水性或疏水性的具有功能性的成分（例如：功能蛋白、功能油脂、维生素、益生菌等）。被包埋物质根据其特性（如粘度等）与微胶囊芯材以比例为（1:3—4:1）进行混合。微胶囊芯材主要为微晶纤维素（MCC），
5 可选择性添加或替换为蔗糖、乳糖、壳聚糖等。被包埋物质与微胶囊芯材进行均匀混合后制成 250-450 微米的一次丸芯。

阻水包衣层的主要作用为将被包埋物质与产品（或环境）中的水分阻隔开来，以及具有保护被包埋物质不被胃酸影响而到达人体肠道的作用。阻水包衣层主要以醇溶蛋白为基础，以 3%-10% 的添加比例添加能够增加醇溶蛋白塑性和韧性的物质来提升阻水包衣层的性能，其中包括甘油、油酸等物质。
10 包衣时，醇溶蛋白可通过 50-75% 的乙醇溶解，具体比例受被包埋物质对乙醇的耐受性所影响。阻水包衣层的层数可根据被包埋物质受水影响的大小来决定。

微胶囊最外层为亲水包衣层。该层的主要作用为微胶囊颗粒能够均匀的添加到水性产品过程中而不聚集，从而保证了产品中微胶囊颗粒添加的均匀性。该层主要为具有成膜性的亲水多糖为包埋壁材，例如果胶、大豆多糖或分离乳清蛋白。
15

微胶囊颗粒的制备方法

20 一种微胶囊的制备方法，所述微胶囊具有一层或多层包埋结构，包括以下步骤：

（1）一次丸芯制备：将被包埋物质和微胶囊芯材均匀混合并任选经固化、过滤收集湿粒，然后进行干燥得到一次丸芯；和任选的

（2）多层微胶囊制备：将上述丸芯颗粒外均匀涂布一层壁材，并任选喷涂固化液使胶囊壁固化，将所制微胶囊干燥，收集微胶囊干粒或者将其继续再次或多次包衣。
25

在一种实施方式中，其中，所述步骤（1）是通过挤出滚圆制粒法、离心制粒法、锐角挤压造粒法、或者流化床喷雾造粒法（优选挤出滚圆制粒法或者离心制粒法）来制备丸芯，将得到的丸芯干燥并收集。

30 优选地，所述步骤（2）是采用流化床喷雾的方式来涂布壁材。

关于益生菌微胶囊颗粒的制备，为实现上述发明的目的，优选采用的技术方案是：

一种益生菌微胶囊的制备方法，包括以下步骤：一次制芯；二次流化。

5 其中，一次制芯的方案如以下 1 或 1'所述。二次流化的方案如 2 所述。

1、一次制芯（挤出滚圆制粒）方案

原料包括（以 1000 重量份微胶囊干粒为基准）：益生菌菌泥或菌粉 10 至 30 重量份，微晶纤维素（MCC）90-70 重量份，水 100 重量份（或水和乙醇混合液），可选择添加蔗糖、乳糖、壳聚糖等。

10 制备方法：

菌粉/菌泥与微晶纤维素混合均匀加入到湿法制粒锅中预混 10min；

打开切割刀，打开蠕动泵 20-30 r/min，用水量 13.5-14kg，时间约 30mins；
得到含水量 49.7%的软材；

15 启动造粒机，调节挤出转数，加入软材，条形软料经孔板挤出，收集到收料拖盘。停止挤出电机，调节滚圆转数，启动滚圆电机，挤出条状软料一次性倒入滚圆筒内滚圆；

滚圆结束，成球在流化床或烘箱中进行干燥，干燥温度在 45-50℃。

在上述步骤中，如果菌粉和微晶纤维素没有充分混合，之后制出的丸芯菌的分布不均匀，之后制成的微胶囊颗粒菌数差异过大。如果给料转速，挤出转速不匹配，无法挤出合适的条状物，则无法进行后续制粒。如果滚圆转速不合适，则无法形成规则球状丸芯，可能会制成柱状或椭圆状丸芯，不利于后续阻水层的流化于产品的添加。

1'、一次制芯（离心制粒）方案

25 原料：益生菌菌泥或菌粉 10 至 30 重量份，微晶纤维素（MCC）90-70 重量份，水 27-21 重量份（或羟丙基甲基纤维素（HPMC）），可选择添加，蔗糖、乳糖、壳聚糖等。

制备方法：

开启离心制粒机转盘，将菌粉和微晶纤维素预混投入其中，转速：300 转/min；

30 添加水或 HPMC，打开喷浆；

待颗粒涨至 100-200 微米后，撒菌粉和 MCC 混合粉，使颗粒涨至 300um 左右，停止喷浆，将转盘速度调制 700 转/min，将颗粒滚圆；

滚圆结束，成球在流化床中进行干燥，干燥温度在 45-50℃。

在上述步骤中，如果制粒前菌粉未能和微晶纤维素混合均匀，成品微胶囊颗粒的菌数会不均匀导致颗粒达不到标准化。如果菌粉和微晶纤维素的比例不合适，则在离心制粒机中无法滚出球状颗粒，会保持粉末状态或聚集成团。如果粘合剂与干物质比例不合适，同样在离心制粒机中无法滚出球状颗粒，颗粒会聚集成团。如果离心转盘转速不合适，则无法形成合适大小的一次丸芯，丸芯可能过大或过小，不利于后续流化及产品添加。

10

2、二次流化基本方案：

原料：阻水包衣层溶液 1：75%酒精 600-800 重量份，醇溶蛋白 150-180 重量份，油酸 70-100 重量份；阻水包衣层溶液 2：75%酒精 600-800 重量份，醇溶蛋白 150-180 重量份，油酸 30-50 重量份；可选择阻水包衣层 3：颗粒质
15 量 1.8%的中链甘油三酯（MCT）；亲水包衣层溶液：水 95-97 重量份，果胶 3-5 重量份（可用其他具有成膜性多糖所替代）。

阻水包衣的包衣顺序不固定；亲水包衣层流化于颗粒最外层。

制备方法：

MCT 层：将颗粒在 MCT 中浸润 16 小时。

20

其他包衣层：

采用流化床喷雾造粒法，包衣溶液升温至 25 至 75℃，流化床进风温度为 60 至 80℃，风量 20-100 之间。

通过喷枪雾化阻水包衣溶液喷射到流化床中，使液滴均匀包裹一次制芯后的菌芯颗粒，于流化床中进行干燥，形成单层阻水颗粒。

25

在此基础上可在单层阻水颗粒外均匀喷涂阻水包衣层溶液形成双层或多层阻水包衣颗粒。

最后在双层或多层微胶囊颗粒外喷涂亲水包衣层溶液。

制得的微胶囊于流化床中干燥，每次流化 50kg 左右干燥出来的颗粒，根据颗粒之间粘连程度，每流化 15-20 分钟后，使用 40 目筛网的整粒机整粒后
30 对筛子下的颗粒继续流化，筛子上的颗粒丢弃。

收集多层微胶囊干粒。

关键步骤包括：每流化 400mL 的包衣溶液后过 50-80 目筛网，大于 50 目及小于 80 目的颗粒丢弃。

在上述步骤中，流化床进风温度过高，会使被包埋物质失去活性。流化床进风温度过低，会使颗粒之间互相粘连。流化床风量过低，颗粒无法在流化床中被吹起而无法均匀包裹流化壁材。流化床风量过高，颗粒被吹倒滤袋上粘连无法继续进行流化。雾化压力不合适，壁材无法均匀在丸芯上进行包裹。一批次流化大于 400mL，会造成流化床内粘连的颗粒持续粘连而影响最终的出成率。所以每流化 400ml 后通过筛网及时将粘连的颗粒分离。

10

关于乳清蛋白肽微胶囊颗粒的制备，为实现上述发明的目的，优选采用的技术方案是：

原料：乳清蛋白粉：200-400 重量份；微晶纤维素：600-800 重量份；阻水包衣层溶液 1：75%酒精 600-800 重量份，醇溶蛋白 150-180 重量份，油酸 70-100 重量份；阻水包衣层溶液 2：75%酒精 600-800 重量份，醇溶蛋白 150-180 重量份，油酸 30-50 重量份。可选择阻水包衣层 3：颗粒质量 1.8%的中链甘油三酯（MCT）。

亲水包衣层溶液：水 95-97 重量份，果胶 3-5 重量份（可用其他具有成膜性多糖所替代）。

20

制备方法：

乳清蛋白肽粉与微晶纤维素混合均匀加入到湿法制粒锅中预混 10min。

打开切割刀，打开蠕动泵 20-30 r/min，用水量 13.5-14kg，时间约 30mins。

得到含水量 49.7%的软材。

启动造粒机，调节挤出转数，加入软材，条形软料经孔板挤出，收集到收料拖盘。停止挤出电机，调节滚圆转数，启动滚圆电机，挤出条状软料一次性倒入滚圆筒内滚圆。

滚圆结束，成球在流化床或烘箱中进行干燥，干燥温度在 45-50℃。

MCT 层：将颗粒在 MCT 中浸润 16 小时。

其他包衣层：

30

采用流化床喷雾造粒法，包衣溶液升温至 25 至 75℃，流化床进风温度

为 60 至 80°C，风量 20-100 之间。

通过喷枪雾化阻水包衣溶液喷射到流化床中，使液滴均匀包裹一次制芯后的菌芯颗粒，于流化床中进行干燥，形成单层阻水颗粒。

在此基础上，可在在单层阻水颗粒外均匀喷涂阻水包衣层溶液形成双层或多层阻水包衣颗粒。

最后在双层或多层微胶囊颗粒外喷涂亲水包衣层溶液。

制得的微胶囊于流化床中干燥，每次流化 50kg 左右干燥出来的颗粒，根据颗粒之间粘连程度，每流化 15-20 分钟后，使用 40 目筛网的整粒机整粒后对筛子下的颗粒继续流化，筛子上的颗粒丢弃。

收集多层微胶囊干粒。

益生菌微胶囊及其制备方法

本申请涉及一种益生菌微胶囊，所述益生菌微胶囊具有一层或多层包埋结构，包括：菌芯颗粒和任选的至少一层包覆所述菌芯颗粒的外壳，其中，所述菌芯颗粒包括芯材和第一层壁材，所述芯材包括一种或多种益生菌粉或菌泥，所述芯材被所述第一层壁材所包覆；

所述至少一层包覆所述菌芯颗粒的外壳包括一层、两层或更多层壁材，分别为第二层壁材、第三层壁材或者更多层壁材。

任选的，上述菌芯颗粒中还包括粘合剂。

优选的，以 1000 重量份的干粒微胶囊为基准，上述微胶囊的组成的重量比例为：菌泥或菌粉为约 50 至 500 重量份；第一层壁材为约 150 至 950 重量份；第二层壁材为约 0 至 350 重量份；第三层壁材约为 0 至 350 重量份；第四层壁材约为 0 至 260 重量份。

优选的，上述益生菌微胶囊的制备方法中，以 1000 重量份微胶囊干粒为基准，

益生菌菌泥或菌粉为约 50 至约 500 重量份，更优选：约 100 重量份、约 150 重量份、约 200 重量份、约 250 重量份、约 300 重量份、约 350 重量份、约 400 重量份、约 450 重量份或其间的任意范围，尤其优选约 250~约 400 重量份；

第一层壁材为约 150 至约 950 重量份，更优选：约 200 重量份、约 250

重量份、约 300 重量份、约 350 重量份、约 400 重量份、约 450 重量份、约 500 重量份、约 550 重量份、约 600 重量份、约 650 重量份、约 700 重量份、约 750 重量份、约 800 重量份、约 850 重量份、约 900 重量份或其间的任意范围，尤其优选约 450~约 750 重量份；

- 5 任选的第二层壁材为约 0 至约 350 重量份，更优选：约 100 重量份、约 150 重量份、约 200 重量份、约 250 重量份、约 300 重量份或其间的任意范围，尤其优选约 200~约 300 重量份；

- 任选的第三层约 0 至约 350 重量份，更优选：约 100 重量份、约 150 重量份、约 200 重量份、约 250 重量份、约 260 重量份、约 300 重量份或其间的任意范围，尤其优选约 200~约 300 重量份；
- 10

任选的第四层约 0 至约 250 重量份，更优选：约 100 重量份、约 150 重量份、约 200 重量份、约 250 重量份、约 260 重量份、约 250 重量份或其间的任意范围，尤其优选约 100~约 250 重量份。

- 优选的，上述益生菌选自青春双歧杆菌、动物双歧杆菌（乳双歧杆菌）、
- 15 两歧双歧杆菌、短双歧杆菌、婴儿双歧杆菌、长双歧杆菌、嗜酸乳杆菌干酪乳杆菌、卷曲乳杆菌、德氏乳杆菌保加利亚亚种、德氏乳杆菌乳亚种、发酵乳杆菌、格氏乳杆菌、瑞士乳杆菌、约氏乳杆菌、副干酪乳杆菌、植物乳杆菌、罗伊氏乳杆菌、鼠李糖乳杆菌、唾液乳杆菌、嗜热链球菌、凝结芽孢杆菌等益生菌中的一种或多种。

- 20 在一个实施方案中，上述益生菌微胶囊的壁材选自食用蛋白、油脂或者其他材料中的一种或多种组合。

优选的，上述可食用蛋白选自动物蛋白或者植物蛋白中的一种或多种组合：

- 其中，动物蛋白为适用于本申请的益生菌微胶囊的任意动物蛋白，例如
- 25 本申请中定义的任意动物蛋白中的一种或多种组合，优选乳蛋白、卵蛋白、酪蛋白等，更优选乳清蛋白，包括浓缩乳清蛋白(WPC)、分离乳清蛋白(WPI)或乳清蛋白肽，尤其优选分离乳清蛋白(WPI)；

- 其中，植物蛋白为适用于本申请的益生菌微胶囊的任意植物蛋白，例如
- 本申请中定义的任意植物蛋白中的一种或多种组合，包括油料种子蛋白、豆
- 30 类蛋白质、谷类蛋白等，

其中，油料种子蛋白优选：花生蛋白、芝麻蛋白、油菜子蛋白、向日葵蛋白、棉子蛋白、红花蛋白、椰子蛋白等；

其中，豆类蛋白优选：大豆蛋白、蚕豆蛋白、豌豆蛋白、绿豆蛋白、红小豆蛋白、芸豆蛋白等；

- 5 其中，谷类蛋白优选：稻类（粳稻、籼稻、糯稻）蛋白、麦类（小麦、大麦、燕麦、黑麦）蛋白、玉米蛋白、高粱蛋白、粟蛋白、黍蛋白、黄米蛋白、荞麦蛋白等，以及薯类蛋白：包括甘薯蛋白、马铃薯蛋白、山药蛋白、芋蛋白、木薯蛋白等；

其中，玉米蛋白优选玉米醇溶蛋白、玉米胚蛋白等。

- 10 优选的，上述油脂为适用于本申请的益生菌微胶囊的任意油脂，例如本申请中定义的油脂中的一种或多种组合，优选选自下列中的一种或者多种的组合：

优选的，本申请的益生菌微胶囊的壁材选自下列中的一种或者多种的组合：

- 15 植物油：包括代可可脂、可可脂、菜籽油、大豆油、玉米油、花生油、棉籽油、葵花籽油、棕榈油（固体棕榈油或者液体棕榈油）、棕仁油、椰子油等；或者

动物油：猪油、牛油、鱼油、乳脂、羊脂等。

- 20 优选的，本申请的益生菌微胶囊的壁材选自优选熔点为 40℃ 以上的油脂，尤其是熔点为 40-50℃ 的油脂，例如熔点为 40℃ 的棕榈油或 MCT。

尤其优选下列中的一种或者多种的组合：中链甘油三酯（MCT）、代可可脂、棕榈油、卵磷脂、棕榈油甘油单酯、氢化油脂（如：氢化棕榈油、硬化油、氢化大豆油）等，它们的熔点优选 40℃ 以上，尤其优选熔点为 40-50℃。

- 25 更优选：熔点为 40℃ 以上的棕榈油，尤其是熔点为 40-50℃ 的棕榈油，例如熔点为 40℃ 的棕榈油。

优选的，上述其他材料选自海藻酸钠、虫胶、CMC-Na、胶凝糖、黄原胶、k-角叉菜胶、醋酸邻苯二甲酸纤维素、麦芽糊精、淀粉、糊精、蔗糖、乳糖、葡聚糖、玉米糖浆、果胶、阿拉伯胶、壳聚糖、乙酰化单双甘油脂肪酸酯、魔芋胶、卡拉胶、蜡质或明胶等的一种或者多种的组合。

- 30 在一个实施方案中，上述益生菌微胶囊具有一层或多层包埋结构，包括：

菌芯颗粒和一层包覆所述菌芯颗粒的外壳，其中，所述菌芯颗粒包括芯材和第一层壁材，所述芯材包括一种或多种益生菌粉或菌泥，所述芯材被所述第一层壁材所包覆，以及所述一层包覆所述菌芯颗粒的外壳包括第二层壁材，任选的第三层壁材和任选的第四层壁材；任选的，上述菌芯颗粒还包括粘
5 剂。

其中，上述第一层壁材为油脂或者乳清蛋白（WPI）或其组合。

在一个实施方案中，上述的益生菌微胶囊具有一层或多层包埋结构，其中所述第二层壁材为 WPI 或油脂或其组合。

在一个实施方案中，上述的益生菌微胶囊具有一层或多层包埋结构，其中所述第一层壁材为 WPI，优选为约 150 至约 950 重量份，更优选：约 300~750
10 重量份；

任选的第二层壁材为 WPI，优选为约 0~350 重量份，更优选约 300~350 重量份；或者

任选的第二层壁材为油脂，优选熔点为 40-50℃的油脂，尤其是棕榈油
15 或者 MCT，优选的，其为为约 0~350 重量份，更优选约 150、200 或 300 重量份；

任选的第三层壁材为 WPI，优选为约 0~350 重量份，更优选约 250、260 重量份；或者

任选的第三层壁材为油脂，优选熔点为 40-50℃的油脂，尤其是棕榈油
20 或 MCT，优选的，其为为约 0~350 重量份，更优选约 150、200 或 300 重量份；

任选的第四层壁材为 WPI，优选为约 0~250 重量份，更优选约 300~350 重量份。

在一个实施方案中，上述益生菌微胶囊的壁材是选自多种材料组合的复合壁材。
25

在本申请的一方面，本申请还涉及一种益生菌微胶囊的制备方法，所述益生菌微胶囊具有一层或多层包埋结构，包括：菌芯颗粒和任选的至少一层包覆所述菌芯颗粒的外壳，其中，所述菌芯颗粒包括芯材和第一层壁材，所述芯材包括一种或多种益生菌粉或菌泥，所述芯材被所述第一层壁材所包覆，
30 以及所述至少一层包覆所述菌芯颗粒的外壳包括一层、两层或更多层壁材，

分别为第二层壁材、第三层壁材或者更多层壁材；

任选的，上述菌芯颗粒还包括粘合剂；

上述益生菌微胶囊的制备包括以下步骤：

(1) 单层微胶囊制备：任选的将菌粉或菌泥与第一壁材均匀混合并任选
5 经固化、过滤收集湿粒进行干燥得到单层微胶囊干粒；和任选的

(2) 多层微胶囊制备：将上述单层微胶囊干粒作为菌芯颗粒，在菌芯颗粒外均匀涂布一层壁材（优选通过流化床喷雾造粒法），并任选喷涂固化液使胶囊壁固化，将所制微胶囊干燥（优选于流化床中干燥），收集双层微胶囊干粒或者将其继续再次或多次包衣。

10 在一个实施方案中，上述益生菌微胶囊的制备方法中，以上述方法所得的益生菌微胶囊以 1000 重量份微胶囊干粒为基准，

益生菌菌泥或菌粉为约 50 至约 500 重量份，更优选：约 50 重量份、约 100 重量份、约 150 重量份、约 200 重量份、约 250 重量份、约 300 重量份、约 350 重量份、约 400 重量份、约 450 重量份、约 500 重量份或其间的任意
15 范围，尤其优选约 250~约 400 重量份；

第一层壁材为约 150 至约 950 重量份，更优选：约 200 重量份、约 250 重量份、约 300 重量份、约 350 重量份、约 400 重量份、约 450 重量份、约 500 重量份、约 550 重量份、约 600 重量份、约 650 重量份、约 700 重量份、约 750 重量份、约 800 重量份、约 850 重量份、约 900 重量份、约 950 重量
20 份或其间的任意范围，尤其优选约 450~约 750 重量份；

任选的第二层壁材为约 0 至约 350 重量份，更优选：约 100 重量份、约 150 重量份、约 200 重量份、约 250 重量份、约 300 重量份、约 350 重量份或其间的任意范围，尤其优选约 200-300 重量份；

任选的第三层约 0 至约 350 重量份，更优选：约 100 重量份、约 150 重量份、约 200 重量份、约 250 重量份、约 260 重量份、约 300 重量份、约 350 重量份或其间的任意范围，尤其优选约 200~约 300 重量份。
25

在一个实施方案中，上述益生菌微胶囊的制备方法中，菌粉或菌泥和第一层壁材的比例为：约 1:1~约 1:19，优选为：约 1:1、约 1:2、约 1:3、约 1:4、约 1:5、约 1:6、约 1:7、约 1:8、约 1:9、约 1:10、约 1:11、约 1:12、约 1:13、约 1:14、约 1:15、约 1:16、约 1:17、约 1:18、约 1:19 或其间的任意范围，尤
30

其优选为约 1:3~4:6。

在一个实施方案中，本申请还涉及一种益生菌微胶囊的制备方法，所述益生菌微胶囊具有一层或多层包埋结构，包括以下步骤：

(1) 第一层微胶囊的包被：

5 a.任选的，向菌泥或菌粉中添加粘合剂进行造粒；

b.任选的，对第一壁材进行预处理：

将第一壁材与水混合，充分溶解后进行冷热交替处理形成稳定凝胶：

(i)优选的，将所述第一壁材与水混匀，于低温约 2 至 8℃搅拌约 4 至 16 小时，优选的转速约 170 至 240 每分钟；

10 (ii)更优选进一步对第一壁材进行约 75 至约 96℃（优选约 75℃、约 76℃、约 77℃、约 78℃、约 79℃、约 80℃、约 81℃、约 82℃、约 83℃、约 84℃、约 85℃、约 86℃、约 87℃、约 88℃、约 89℃、约 90℃、约 91℃、约 92℃、约 93℃、约 94℃、约 95℃、约 96℃，或其间的任意范围），约 30 至约 180 分钟的热处理（优选约 35、约 40、约 45、约 50、约 55、约 60、约 65、约 70、约 75、约 80、约 85、约 90、约 95、约 100、约 105、约 110、约 115、约 120、约 125、约 130、约 135、约 140、约 145、约 150、约 155、约 160、约 165、约 170、约 175 分钟，或其间的任意范围），优选的转速 85 至 115 rpm/每分钟；

20 (iii)再优选立即冷却，冷却温度约-20 至约 4℃；约 4℃存放约 12~约 60 小时（优选约 12、约 13、约 14、约 15、约 16、约 17、约 18、约 19、约 20、约 21、约 22、约 23、约 24、约 25、约 26、约 27、约 28、约 29、约 30、约 31、约 32、约 33、约 34、约 35、约 36、约 37、约 38、约 39、约 40、约 41、约 42、约 43、约 44、约 45、约 46、约 47、约 48、约 49、约 50、约 51、约 52、约 53、约 54、约 55、约 56、约 57、约 58、约 59、约 60 小时，或其间的任意范围）得到第一壁材的凝胶溶液；

25 优选的，上述第一壁材为 WPI，优选为约 150 至约 950 重量份，更优选：约 300~750 重量份；

c. 将第一壁材液滴均匀包裹到菌粉、菌泥，或者上述步骤 a 中所得的颗粒上；

30 d. 固化：使固化液液滴均匀包裹上述步骤 c 中所得的颗粒；

e. 干燥;

优选的, 菌粉或菌泥和第一层壁材的比例为: 2-10: 8-16;

(2) 任选的第二层微胶囊的包被:

5 f.将步骤(1)得到的单层微胶囊干粒作为菌芯颗粒与第二层壁材混合制备
双层微胶囊, 所述第二壁材优选为油脂(优选熔点为 40-50℃的油脂, 尤其是
棕榈油或者 MCT)或着乳清蛋白, 优选为约 0~350 重量份;

g.将步骤 f 所制微胶囊干燥并收集双层微胶囊干粒;

(3)任选第三次或更多次包衣:

10 j.将步骤(2)得到的双层微胶囊按照前述方法继续进行第三次或更多次包
衣;

所述第三壁材优选为油脂(优选熔点为 40-50℃的油脂, 尤其是棕榈油或
者 MCT)或着乳清蛋白, 优选为约 0~350 重量份。

优选的, 上述益生菌微胶囊的制备方法, 其中, 第(1) 第一层微胶囊的
包被的步骤中制得的湿颗粒经干燥后粒径 $\leq 400\mu\text{m}$, 优选为 50-300 μm 。

15 优选的, 上述第(1) 第一层微胶囊的包被的步骤中, 使用挤压造粒法。

优选的, 上述第(1) 第一层微胶囊的包被的步骤中, 使用使用流化床造
粒法。

20 优选的, 上述益生菌微胶囊的制备方法, 其中, 第(1) 第一层微胶囊的
包被的步骤中的固化剂选自乙酸钠、柠檬酸、柠檬酸钠、钙盐、冰乙酸和表
面活性剂中的一种或几种的混合物。优选的, 固化剂为乙酸-乙酸钠缓冲液,
添加占固化剂溶液体积约 0.01%至约 0.1%的吐温-20。优选的, 固化剂溶液浓
度为约 0.5mol/L, pH 约 4.5 至约 5.3。

益生菌微胶囊的制备方法(A)

25 本发明还涉及一种益生菌微胶囊的制备方法, 所述益生菌微胶囊具有一
层或多层包埋结构, 包括: 菌芯颗粒和任选的至少一层包覆所述菌芯颗粒的
外壳, 其中, 所述菌芯颗粒包括芯材和第一层壁材, 所述芯材包括一种或多
种益生菌粉或菌泥, 所述芯材被所述第一层壁材所包覆, 以及所述至少一层
包覆所述菌芯颗粒的外壳包括两层或更多层壁材, 分别为第二层壁材、第三
30 层壁材或者更多层壁材, 其中, 包括以下步骤:

(1) 单层微胶囊制备：任选的将菌粉或菌泥与粘合剂混合造粒，而后与第一壁材均匀混合（优选锐角挤压造粒法）并任选经固化、过滤收集湿粒进行干燥得到单层微胶囊干粒；和任选的

5 (2) 多层微胶囊制备：将上述单层微胶囊干粒作为菌芯颗粒，在菌芯颗粒外均匀涂布一层壁材（优选通过流化床喷雾造粒法），并任选喷涂固化液使胶囊壁固化而不溶于水，将所制微胶囊干燥（优选于流化床中干燥），收集双层微胶囊干粒或者将其继续再次或多次包衣。

本发明还涉及一种益生菌微胶囊的制备方法，所述益生菌微胶囊具有一层或多层包埋结构，包括以下步骤：

10 (1) 第一层微胶囊的包被：将第一壁材与益生菌菌粉或菌泥充分混匀后造粒，任选滴入固化剂溶液中固化，过滤收集微胶囊颗粒并任选将所得微胶囊进行干燥得到菌芯颗粒；和任选的

(2) 第二层微胶囊的包被：将步骤(1)得到的微胶囊与第二壁材混匀，通过流化床喷雾法制备微胶囊，将所制微胶囊干燥并收集双层微胶囊干粒；

15 (3) 任选将步骤(2)得到的微胶囊继续于流化床中进行第三次或更多次包衣。

在一个实施方案中，上述益生菌微胶囊的制备方法中，所述第一壁材为乳清蛋白，将所述乳清蛋白进行预变性处理：将乳清蛋白与水混合，充分溶解后进行冷热交替处理形成稳定凝胶。

20 优选的，将所述乳清蛋白与水混匀，于低温 2 至 8℃ 搅拌 4 至 16 小时，转速 170 至 240 每分钟；

更优选进一步对乳清蛋白溶液进行约 75 至约 96℃（优选约 75℃、约 76℃、约 77℃、约 78℃、约 79℃、约 80℃、约 81℃、约 82℃、约 83℃、约 84℃、约 85℃、约 86℃、约 87℃、约 88℃、约 89℃、约 90℃、约 91℃、约 92℃、约 93℃、约 94℃、约 95℃、约 96℃，或其间的任意范围），约 30 至约 180 分钟的热处理（优选约 35、约 40、约 45、约 50、约 55、约 60、约 65、约 70、约 75、约 80、约 85、约 90、约 95、约 100、约 105、约 110、约 115、约 120、约 125、约 130、约 135、约 140、约 145、约 150、约 155、约 160、约 165、约 170、约 175 分钟，或其间的任意范围），转速 85 至 115 rpm/

30 每分钟；

再优选立即冷却，冷却温度约-20至约4℃；约4℃存放约12~约60小时（优选约12、约13、约14、约15、约16、约17、约18、约19、约20、约21、约22、约23、约24、约25、约26、约27、约28、约29、约30、约31、约32、约33、约34、约35、约36、约37、约38、约39、约40、约41、约42、约43、约44、约45、约46、约47、约48、约49、约50、约51、约52、约53、约54、约55、约56、约57、约58、约59、约60小时，或其间的任意范围）得到乳清蛋白的凝胶溶液。

优选的，上述第(1) 第一层微胶囊的包被的步骤中，使用挤压造粒法。

优选的，上述第(1) 第一层微胶囊的包被的步骤中，使用锐角挤压造粒法造粒得到乳清蛋白包被的微胶囊。

优选参数为：挤压喷头孔径为约150~约750μm（优选约150、约200、约250、约300、约350、约400、约450、约500、约550、约600、约650、约700、约750μm或其间的任意范围），优选喷头约150至约200μm与约300至约500μm组合，电压约1500至约1800mv（优选约1300、约1400、约1500、约1600、约1700、约1800 mv或其间的任意范围），频率约1300至约1500Hz（优选约1300、约1400、约1500或其间的任意范围），气压约290至约330mbar。

优选的，上述益生菌微胶囊的制备方法，其中，第(1) 第一层微胶囊的包被的步骤中的固化剂选自乙酸钠、柠檬酸、柠檬酸钠、钙盐、冰乙酸和表面活性剂中的一种或几种的混合物。优选的，固化剂为乙酸-乙酸钠缓冲液，添加占固化剂溶液体积约0.01%至约0.1%的吐温-20。优选的，固化剂溶液浓度为约0.5mol/L，pH 约4.5至约5.3。

优选的，上述益生菌微胶囊的制备方法，其中，第(2) 第二层微胶囊的包被的步骤中，所述第二层壁材为WPI或油脂（优选为棕榈油或者MCT）或者其组合物。

优选的，上述益生菌微胶囊的制备方法，其中，第(3) 第二层微胶囊的包被的步骤中，采用流化床法进行第二次包衣，优选采用升温至25至75℃乳清蛋白凝胶液，优选流化床进风温度为30至80摄氏。

优选的，上述益生菌微胶囊的制备方法，其中，第(2) 第二层微胶囊的包被的步骤中，所述第二层壁材为油脂，油脂优选为棕榈油或者中链甘油三

酯 (MCT), 并将步骤(2)得到的微胶囊用 WPI 进一步进行第三次包衣。

优选的, 上述的双层或多层益生菌微胶囊, 其中第一层包衣后得到的菌芯颗粒外径为约 50-500 μm (优选约 50~约 300 μm), 双层或多层微胶囊外径为约 200~约 1000 μm (优选约 100~约 500 μm)。

5

益生菌微胶囊的制备方法(B)

本发明涉及一种益生菌微胶囊的制备方法, 所述益生菌微胶囊具有一层或多层包埋结构, 包括: 菌芯颗粒和任选的至少一层包覆所述菌芯颗粒的外壳, 其中, 所述菌芯颗粒包括芯材和第一层壁材, 所述芯材包括一种或多种
10 益生菌粉或菌泥, 所述芯材被所述第一层壁材所包覆, 以及所述至少一层包覆所述菌芯颗粒的外壳包括一层、两层或更多层壁材, 分别为第二层壁材、第三层壁材或者更多层壁材, 其中, 包括以下步骤:

(1) 单层微胶囊制备: 任选的将菌粉或菌泥与粘合剂混合造粒, 而后通过流化床喷雾造粒法与第一壁材均匀混合并任选经固化、过滤收集湿粒进行
15 干燥得到单层微胶囊干粒; 和任选的

(2) 多层微胶囊制备: 将上述单层微胶囊干粒作为菌芯颗粒, 通过流化床喷雾造粒法在菌芯颗粒外均匀涂布一层壁材, 并任选喷涂固化液使胶囊壁固化而不溶于水, 将所制微胶囊干燥 (优选于流化床中干燥), 收集双层微胶囊干粒或者将其继续再次或多次包衣。

20 本发明还涉及一种益生菌微胶囊的制备方法, 所述益生菌微胶囊具有一层或多层包埋结构, 包括以下步骤:

1、微胶囊芯材制粒: 将菌粉或菌泥与粘合溶液混合, 经由流化床喷雾造粒制成颗粒, 所述颗粒占微胶囊成品重量的百分比约为 5~95%;

优选的, 所述粘合溶液如下配制:

25 将粘合剂溶解于温水中, 充分溶解后在约 80 摄氏度下保温约 1 小时, 并且不间断搅拌, 浓度为约 5~25%, 优选约 5%、约 6%、约 7%、约 8%、约 9%、约 10%、约 11%、约 12%、约 13%、约 14%、约 15%、约 16%、约 17%、约 18%、约 19%、约 20%、约 21%、约 22%、约 23%、约 24%、约 25%, 或期间的任意范围;

30 优选的, 粘合剂的温度为: 约 30~80 $^{\circ}\text{C}$ 。

2、过筛：选取所需目数的标准筛，优选粒径为约 50~400 微米之间颗粒；通过自动或者手动筛分出所粒径分布范围的颗粒作为微胶囊的核心颗粒，进行下一步的包衣处理；

优选的，筛下物可以回到流化床中继续进行制粒，筛上物可以经过研磨，
5 制成细粉后回添到流化床中继续进行制粒；

3、单层微胶囊制备：将经筛分所得颗粒投入流化床用第一层壁材溶液进行喷涂包衣；和任选的，

4、多层微胶囊制备：优选通过流化床喷雾造粒法，在上述单层微胶囊外均匀涂布第二层壁材，并喷涂固化液使胶囊壁固化而不溶于水，所制微胶囊
10 继续于流化床中干燥，收集双层微胶囊干粒或者继续于流化床中再次涂布第三层壁材或更涂布更多次壁材。

优选的，上述益生菌微胶囊的制备方法中，以 1000 重量份微胶囊干粒为基准，

益生菌菌泥或菌粉为约 50 至约 500 重量份，更优选：约 100 重量份、约
15 150 重量份、约 200 重量份、约 250 重量份、约 300 重量份、约 350 重量份、约 400 重量份、约 450 重量份或其间的任意范围，尤其优选约 250~约 400 重量份；

第一层壁材为约 150 至约 950 重量份，更优选：约 200 重量份、约 250 重量份、约 300 重量份、约 350 重量份、约 400 重量份、约 450 重量份、约
20 500 重量份、约 550 重量份、约 600 重量份、约 650 重量份、约 700 重量份、约 750 重量份、约 800 重量份、约 850 重量份、约 900 重量份或其间的任意范围，尤其优选约 450~约 750 重量份；

任选的第二层壁材为约 0 至约 350 重量份，更优选：约 100 重量份、约 150 重量份、约 200 重量份、约 250 重量份、约 300 重量份或其间的任意范
25 围，尤其优选约 200~约 300 重量份；

任选的第三层约 0 至约 350 重量份，更优选：约 100 重量份、约 150 重量份、约 200 重量份、约 250 重量份、约 260 重量份、约 300 重量份或其间的任意范围，尤其优选约 200~约 300 重量份；

任选的第四层约 0 至约 250 重量份，更优选：约 100 重量份、约 150 重量份、约 200 重量份、约 250 重量份、约 260 重量份、约 250 重量份或其间的
30 量份、约 200 重量份、约 250 重量份、约 260 重量份、约 250 重量份或其间的

的任意范围，尤其优选约 100~约 250 重量份。

优选的，上述益生菌为适用于本发明的益生菌微胶囊的任意益生菌，例如本发明中定义的益生菌，尤其优选：青春双歧杆菌、动物双歧杆菌（乳双歧杆菌）、两歧双歧杆菌、短双歧杆菌、婴儿双歧杆菌、长双歧杆菌、嗜酸乳杆菌干酪乳杆菌、卷曲乳杆菌、德氏乳杆菌保加利亚亚种、德氏乳杆菌乳亚种、发酵乳杆菌、格氏乳杆菌、瑞士乳杆菌、约氏乳杆菌、副干酪乳杆菌、植物乳杆菌、罗伊氏乳杆菌、鼠李糖乳杆菌、唾液乳杆菌、嗜热链球菌、凝结芽孢杆菌等益生菌中的一种或多种。

在一个实施方案中，上述益生菌微胶囊的制备方法中，上述第一层壁材为蛋白质（优选 WPI），第二层壁材为蛋白质（优选 WPI），任选的第三层壁材为蛋白质（优选 WPI）或者油脂；

优选的，上述油脂为熔点为 40-50℃ 的油脂；

尤其优选下列中的一种或者多种的组合：中链甘油三酯（MCT）、代可可脂、可可脂、棕榈油、卵磷脂、棕榈油甘油单酯、氢化油脂（如：氢化棕榈油、硬化油、氢化大豆油）等；

优选的，用油脂进行包衣，油脂选自本发明中涉及的任意油脂，上述益生菌制备方法中的油脂所占微胶囊成品重量的百分比为 0.25%~50%。

本发明涉及一种益生菌微胶囊的制备方法，所述益生菌微胶囊具有一层或多层包埋结构，包括下列步骤：

(1) 流化床造粒：

a. 配制粘合溶液：

将粘合剂（优选淀粉）溶解于温水中，充分溶解后在约 30~80℃ 下保温约 1 小时，并且不间断搅拌，优选的，在 30℃、35℃、40℃、45℃、50℃、55℃、60℃、70℃、75℃、80℃ 或期间的任意范围的温度下保温；

优选的浓度为约 5~25%，优选 5%、6%、7%、8%、9%、10%、11%、12%、13%、14%、15%、16%、17%、18%、19%、20%、21%、22%、23%、24%、25%，或期间的任意范围；

b. 流化床喷雾造粒：

将益生菌菌粉投入到流化床中，并启动进风使粉体循环流动，将粘合溶液通过喷枪雾化喷射到流化床中，液滴与粉体结合制成颗粒；

其中：

益生菌菌粉为约 50 至约 500 重量份，更优选约 250~约 400 重量份；

流化床进风温度优选为约 30~80℃；

(2) 颗粒筛分：

5 c. 过筛：将流化床内粉体取出，取 50~400 微米之间颗粒；

(3) 第一次包衣：

d. 将所取颗粒投入到流化床中，并启动进风使粉体循环流动，取第一壁材优选为油脂通过喷枪雾化喷射到流化床中，使壁材均匀包裹颗粒；

其中：优选的，油脂为棕榈油或者 MCT，为约 200 至约 350 重量份；

10 (4) 任选的第二次包衣：

e. 取第二壁材通过喷枪雾化喷射到流化床中，使液滴均匀包裹上述步骤中所得的颗粒；

其中：优选的，第二壁材为乳清蛋白，优选为 150~950 重量份；更优选 300~750 重量份；

15 将所述乳清蛋白进行预变性处理：将乳清蛋白与水混合，充分溶解后进行冷热交替处理形成稳定凝胶；

优选的，将所述乳清蛋白与水混匀，于低温约 2 至 8℃搅拌约 4 至 16 小时，优选的转速 170 至 240 每分钟；

更优选进一步对乳清蛋白溶液进行约 75 至约 96℃（优选约 75℃、约 76
20 ℃、约 77℃、约 78℃、约 79℃、约 80℃、约 81℃、约 82℃、约 83℃、约 84℃、约 85℃、约 86℃、约 87℃、约 88℃、约 89℃、约 90℃、约 91℃、约 92℃、约 93℃、约 94℃、约 95℃、约 96℃，或其间的任意范围），约 30 至约 180 分钟的热处理（优选约 35、约 40、约 45、约 50、约 55、约 60、约 65、约 70、约 75、约 80、约 85、约 90、约 95、约 100、约 105、约 110、
25 约 115、约 120、约 125、约 130、约 135、约 140、约 145、约 150、约 155、约 160、约 165、约 170、约 175 分钟，或其间的任意范围），优选的转速 85 至 115 rpm/每分钟；

再优选立即冷却，冷却温度约-20 至约 4℃；约 4℃存放约 12~约 60 小时
30 （优选约 12、约 13、约 14、约 15、约 16、约 17、约 18、约 19、约 20、约 21、约 22、约 23、约 24、约 25、约 26、约 27、约 28、约 29、约 30、约 31、

约 32、约 33、约 34、约 35、约 36、约 37、约 38、约 39、约 40、约 41、约 42、约 43、约 44、约 45、约 46、约 47、约 48、约 49、约 50、约 51、约 52、约 53、约 54、约 55、约 56、约 57、约 58、约 59、约 60 小时，或其间的任意范围）得到乳清蛋白的凝胶溶液；

- 5 然后，将所得的乳清蛋白凝胶溶液升温至约 25~75℃（优选的约 25℃、约 30℃、约 35℃、约 40℃、约 45℃、约 50℃、约 60℃、约 65℃、约 70℃、约 75℃，或其间的任意范围），通过喷枪雾化喷射到流化床中，使液滴均匀包裹上述步骤 d 中所得的颗粒；

- f. 固化：取固化液，通过喷枪雾化喷射到流化床中，使液滴均匀包裹上
10 述步骤 e 中所得的颗粒；

 g. 干燥：将步骤 f 中制备的微胶囊在流化床中继续干燥约 1-30min, 颗粒水分含量达到<8%时取出；

 (5)任选的第三次或更多次包衣：

- h. 收集上述双层微胶囊干粒或者继续于流化床中再次涂布第三层壁材
15 或更涂布更多次壁材。

益生菌微胶囊软颗粒及其制备方法

一种益生菌微胶囊软颗粒，其包含根据上述方案中所述的益生菌微胶囊，其包括益生菌微胶囊椰纤果软颗粒和益生菌微胶囊凝胶球软颗粒。

- 20 在一个实施方式中，基于所述的益生菌微胶囊软颗粒的总重量，含有重量百分比为约 0.2~0.5%的益生菌微胶囊。

- 在一个实施方式中，益生菌微胶囊软颗粒还含有椰子水、椰浆、椰果酱、蔗糖、白砂糖、果葡糖浆、木醋杆菌、酸度调节剂、乙醇和水中的一种或多种，优选地，其中蔗糖含量为约 5-10%、白砂糖含量为约 3-5%、果葡糖浆含
25 量为约 0-5%、磷酸二氢铵含量为约 0.3-0.8%、木醋杆菌含量为约 0.1-0.5%、酸度调节剂含量为约 1-5%。

- 或者，根据上述方案所述的益生菌微胶囊凝胶球软颗粒，还含有白砂糖、海藻酸钠、黄原胶、魔芋胶、卡拉胶、固化液（含乳酸钙、氯化钙）、益生菌微胶囊、色素、纯净水中的一种或多种；优选地，其中白砂糖含量为约 10-15%、
30 海藻酸钠约 0.5-1%、黄原胶约 0.1-0.3%、魔芋胶约 0.1-0.2%，固化液中乳酸

钙浓度约 1-3%。

在一个实施方案中，本发明还涉及一种益生菌微胶囊椰纤果软颗粒，其包含本文中记载的上述的益生菌微胶囊，其中，基于所述含益生菌微胶囊的椰纤果软颗粒的总重量，含有重量百分比为约 0.2~0.5%的益生菌微胶囊，还含有椰子水、椰浆、椰果酱、蔗糖、白砂糖、果葡糖浆、木醋杆菌、酸度调节剂、乙醇和水中的一种或多种，优选地，其中蔗糖含量为约 5-10%、白砂糖含量为约 3-5%、果葡糖浆含量为约 0-5%、磷酸二氢铵含量为约 0.3-0.8%、木醋杆菌含量为约 0.1-0.5%、酸度调节剂含量为约 1-5%。

在另一个实施方案中，本发明还涉及一种益生菌微胶囊凝胶球软颗粒，其包含本文中记载的上述的益生菌微胶囊，其中，基于所述含益生菌微胶囊凝胶球软颗粒的总重量，含有重量百分比为约 0.2~0.5%的益生菌微胶囊，优选地，其中，还含有白砂糖、海藻酸钠、黄原胶、魔芋胶、卡拉胶、固化液（含乳酸钙、氯化钙）、益生菌微胶囊、色素、纯净水中的一种或多种；优选地，其中白砂糖含量为约 10-15%、海藻酸钠约 0.5-1%、黄原胶约 0.1-0.3%、魔芋胶约 0.1-0.2%，固化液中乳酸钙浓度约 1-3%。

含益生菌微胶囊的食品或保健品

在一个实施方案中，本申请还涉及一种含益生菌微胶囊的食品或保健品，其包含本文中记载的上述的益生菌微胶囊。

优选的，所述食品或保健品选自乳制品、发酵风味食品、饮料、巧克力、糖果、烘焙食品或果蔬汁食品中的一种或多种。

优选的，上述含益生菌微胶囊的食品或保健品中，基于所述含益生菌微胶囊的食品或保健品的总重量，含有重量百分比为 0.02~1%的益生菌微胶囊，优选为 0.04~0.5%，更优选 0.06~0.15%；

优选的，所述含益生菌微胶囊的食品或保健品还含有蜂蜜，所述蜂蜜具备添加微胶囊的载体功能，优选的，基于微胶囊蜂蜜混合液的总重量，含有重量百分比为约 80%-99.9%的蜂蜜。

本申请还涉及一种含益生菌微胶囊的食品或保健品，其中，所述含益生菌微胶囊的食品或保健品为酸奶，优选的，所述酸奶还包括生牛乳和/或复原乳、稳定剂、酸度调节剂、发酵剂。更优选的，所述酸奶包括：基于所述的

含益生菌微胶囊的酸奶的总重量，生牛乳/复乳约 89-94%，白砂糖约 5.5-10.9%、稳定剂约 0.1-0.5%、发酵剂约 30-100U/吨和益生菌微胶囊约 0.02~0.5%（优选 0.06~0.15%）。

5 在一个实施方案中，本申请还涉及一种含益生菌微胶囊的食品或保健品，其中，所述含益生菌微胶囊的食品或保健品为奶酪，优选的，所述奶酪还包括生牛乳，食用盐，发酵剂或凝乳酶；更优选的，所述奶酪包含：食用盐约 0.8-1.8%，和发酵剂约 0.001-0.005%、凝乳酶约 0.001-0.005%、益生菌微胶囊约 0.02~0.5%（优选约 0.06~0.15%），其余为生牛乳。

10 在一个实施方案中，本申请还涉及一种制备含益生菌微胶囊的食品或保健品的的方法，包括以下步骤：

（1）根据上述益生菌微胶囊的制备方法制备益生菌微胶囊；

（2）将所述益生菌微胶囊添加到食品或或保健品中，优选的，含有益生菌的微胶囊的添加量为约 0.02~1%，优选为约 0.04~0.5%，更优选 0.06~0.15%。

15 在一个实施方案中，本申请涉及一种制备含益生菌微胶囊的食品或保健品的的方法，所述含益生菌微胶囊的食品或保健品为酸奶，所述酸奶根据常规方式制备，其中，在最后一次巴氏灭菌前，将所述益生菌微胶囊添加到制备的产品中，或者在最后一次巴氏灭菌后，将益生菌微胶囊进行无菌化处理后添加到制备的产品中。

20 优选的，所述无菌化处理的步骤包括：

（1）将微胶囊颗粒和蜂蜜混合，优选的，微胶囊与蜂蜜比例为约 1:1000~1:10，更优选约 1:500~1:10、约 1: 100~1:10 或约 1:50~1:10。

25 （2）将上述混合后的微胶囊颗粒采用紫外杀菌处理或者双氧水处理，优选的，紫外线处理强度为约 1000~20000J/L，更优选约 5000~20000J/L、约 10000~20000J/L、约 15000~20000J/L。

在一个实施方案中，本申请涉及一种制备含益生菌微胶囊的食品或保健品的的方法，所述含益生菌微胶囊的食品或保健品为酸奶，所述酸奶如下制备：

a. 任选的，执行发酵乳国家标准制备工艺；

30 b. 将除发酵菌种和微胶囊、蜂蜜以外的原料进行混合配料，制备发酵乳的混合料液，配料温度优选约 40~80℃，然后冷却优选至约 20℃以下；

- c. 搅拌, 均质 (均质压力优选为约 150-200bar), 然后执行高温长时间灭菌 (优选为杀菌温度 95℃, 杀菌时间 300 秒), 杀菌后冷却到 41-43℃;
- d. 接菌, 并进行温度 41-43℃ 的发酵;
- e. 破乳, 翻罐, 然后冷却至 25℃ 以下;
- 5 f. 巴氏灭菌, 灭菌温度 74℃, 灭菌时间 30 秒;
- g. 冷却到 15-30℃, 进入无菌罐内;
- h. 无菌灌装;

其中, 在 e 步骤之后且 f 步骤之前, 将 e 步骤所得的产品转序到待装罐中并投入益生菌微胶囊颗粒, 并进行搅拌 15 分钟; 或者

- 10 其中, 在步骤 h 之前且 g 步骤之后, 添加无菌化处理过的益生菌微胶囊; 或者,

在步骤 h 之后且 i 步骤之前, 添加无菌化处理过的益生菌微胶囊。

在一个实施方案中, 本申请涉及一种制备含益生菌微胶囊的食品或保健品的方法, 所述含益生菌微胶囊的食品或保健品为奶酪, 所述奶酪根据常规

15 方式制备, 包括:

- a. 将生牛乳进行净乳、标准化、巴氏杀菌处理;
- b. 将巴氏杀菌后的生牛乳降温至约 32~43℃, 添加发酵剂, 保温约
- 50~60min 进行预酸化;
- c. 然后再添加凝乳酶, 保温约 40~50min, 搅拌后保温静置;
- 20 d. 将静置 90~180min 后的混合物进行切割成小块, 静置 5~10min;
- e. 逐渐搅拌升温至约 36~45℃, 至 pH 值为约 5.8~6.3 时进行排乳清处理;
- f. 将经过排乳清处理的混合物进行堆酿处理, 至凝块 pH 值为约 5.5~5.9 时进行入模处理,
- g. 将入模的混合物成型后进行脱模处理, 之后立即进行冷冻处理得到所
- 25 述奶酪。

其中, 在步骤 b 的巴氏杀菌后的生牛乳降温至约 32~43℃ 后, 添加无菌化处理过的益生菌微胶囊; 或者

在步骤 d 之后且步骤 e 之前, 添加无菌化处理过的益生菌微胶囊。

- 在一个实施方案中, 本申请涉及一种制备含益生菌微胶囊的食品或保健
- 30 品的方法, 所述含益生菌微胶囊的食品或保健品为再制奶酪, 所述再制奶酪

根据常规方式制备，包括：

- a. 将脱脂粉，乳化盐与部分白砂糖混匀，45°C搅拌水合 30min；
- b. 将预混的胶体和白砂糖加入水中，充分搅拌至完全溶解；
- c. 熔化马苏里拉奶酪、稀奶油和黄油；
- 5 d. 将胶体溶液升温至 95°C，保持 3 分钟后，加入脱脂粉溶液，再保温搅拌 2 分钟；
- e. 将溶液加入熔化的奶酪中，定容至 1000kg。
- f. 均质 15MPa，65-70°C；
- g. 杀菌：90~95°C/300s；
- 10 h. 降温到 75°C灌装，降温冷藏；

其中，在步骤 g 的巴氏杀菌后和 h 步骤前，添加无菌化处理过的益生菌微胶囊；或者

在步骤 g 之前和 f 步骤之后，添加益生菌微胶囊。

- 在一个实施方案中，本申请涉及一种制备含益生菌微胶囊的食品或保健
- 15 品的方法，所述含益生菌微胶囊的食品或保健品为乳饮料，所述乳饮料根据常规方式制备，包括：生牛乳 → 均质 → 杀菌 → 冷却 → 接种 → 发酵 → 破乳 → 混合 → 均质 → 杀菌 → 成品

↑
糖，酸，稳定剂

- 20 其中，在最后杀菌前添加益生菌胶囊，或者在最后杀菌后添加无菌化处理过的益生菌微胶囊。

- 在一个实施方案中，本申请涉及一种制备含益生菌微胶囊的食品或保健
- 品的方法，所述含益生菌微胶囊的食品或保健品为乳饮料，所述乳饮料根据常规方式制备，包括：生牛乳 → 均质 → 杀菌 → 冷却 → 接种
- 25 → 发酵 → 破乳 → 混合 → 均质 → 添加益生菌胶囊 → 成品

↑
糖，酸，稳定剂

其中，在最后均质后添加无菌化处理过的益生菌微胶囊

- 在一个实施方案中，本申请涉及一种制备含益生菌微胶囊的食品或保健
- 30 品的方法，所述含益生菌微胶囊的食品或保健品为固体乳制品，所述固体乳

制品常规方式制备，包括：原料收购 原料验收 原料乳储存
—> 净乳，标准化 —> 配料 —> 预热 —> 均质 —> 杀菌浓缩 —> 喷雾干燥

—> 流化床 —> 粉仓存储 —> 筛粉 —> 包装

5 其中，在流化床的步骤前添加益生菌微胶囊。

在一个实施方案中，本申请涉及一种制备含益生菌微胶囊的食品或保健品的方法，所述含益生菌微胶囊的食品或保健品为固体饮料，所述固体饮料常规方式制备，包括：原料收购—>原料验收—>原料乳储存

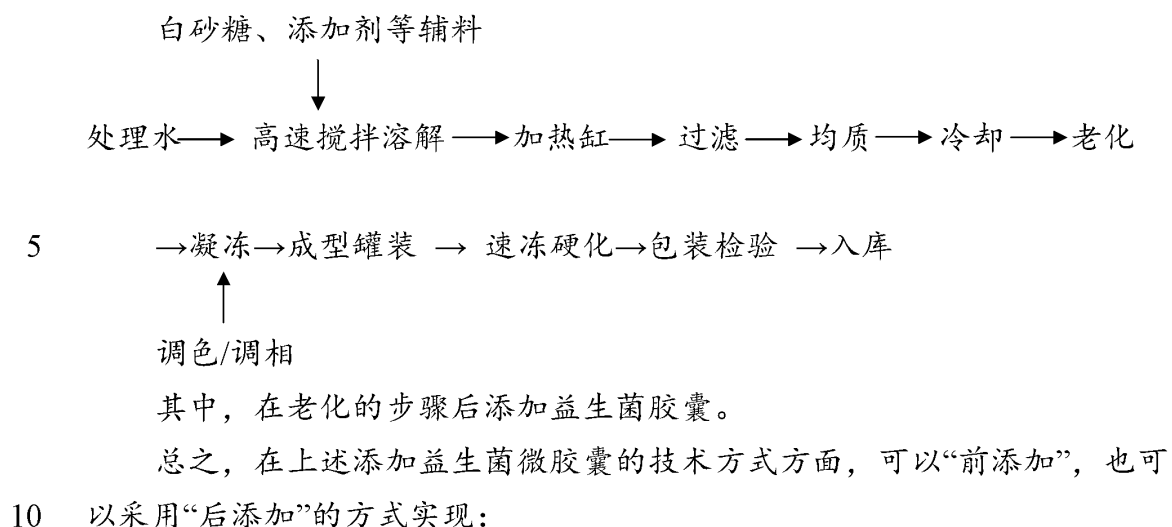
—> 净乳，标准化 —> 配料 —> 预热 —> 均质 —> 杀菌浓缩 —> 喷雾

10 干燥 —> 流化床 —> 粉仓存储 —> 筛粉 —> 包装

其中，在流化床的步骤后添加益生菌微胶囊。

在一个实施方案中，本申请涉及一种制备含益生菌微胶囊的食品或保健品的方法，所述含益生菌微胶囊的食品或保健品为冰淇淋，所述冰淇淋常规方式制备，包括：

15



应该理解，实质上并不影响本申请各种实施方案的作用的修改也包括在本申请提供的发明的定义中。因此，以下实施例旨在阐述而不是限制本申请。

实施例

15 A. 益生菌微胶囊的制备(I)

实施例 A1~A3 及其对比例

实施例 A1

1、原料（以 1000g 微胶囊干粒为基准）

WPI 750g（浓度 11%）；

20 水 6068g；

凝结芽孢杆菌菌粉 250g；

固化剂溶液 6818 ml，浓度 0.5mol/L，其中：固化剂为乙酸钠、冰乙酸和吐温-20 的混合液。乙酸钠为 137g、冰乙酸为 100 ml、吐温-20 为 2.9g，水 6718g。

25 2、制备方法

a.将乳清蛋白与水混匀，于 4℃下 180rpm/分钟搅拌 16 小时；

b.对乳清蛋白溶液进行 78℃、95rpm/分钟、45 分钟的热处理；

c.0℃下立即冷却；4℃存放 12 小时；

30 d.将乙酸钠 137g、冰乙酸 100 ml 和 6718g 水混匀配成固化剂溶液，调整 pH 至 4.6，加入吐温-20 2.9g，充分混匀后待用。

e.造粒：将上述预处理过的 WPI 与所述益生菌菌粉均匀混合造粒；

f. 固化：使上述造粒所得的液滴或颗粒在固化液中形成湿粒，固化时间至少 10 分钟；

g.过滤收集固化湿粒，至于鼓风干燥箱中 70℃烘干。

- 5 本实施例所得的微胶囊为单层微胶囊，微胶囊内活菌量达 1.3×10^{10} cfu/g，粒径 300um，颗粒大小均匀、有光泽。常温条件下存放 30 天后，微胶囊内活菌量下降为 9.2×10^9 cfu/g；60 天后微胶囊内活菌量下降为 7.7×10^9 cfu/g；120 天后微胶囊内活菌量下降为 4.8×10^9 cfu/g；胶囊外表面菌残留为 2.3×10^6 cfu/g。该单层微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 8.8×10^9 cfu/g，微胶囊干粒吸水 48h 后增重 19%。

对比例 A1

1、原料（以 1000g 微胶囊干粒为基准）

WPI 750g（浓度 11%）；

- 15 水 6068g；

凝结芽孢杆菌菌粉 250g；

固化剂溶液 6818 ml，浓度 0.5mol/L，其中固化剂为乙酸钠、冰乙酸和吐温-20 的混合液。乙酸钠 137g、冰乙酸 100 ml、吐温-20 为 2.9g，水 6818g。

2、制备方法

- 20 a.将乳清蛋白与水混匀，于 4℃下 180rpm/分钟搅拌 16 小时；

b.对乳清蛋白溶液进行 78℃、95rpm/分钟、45 分钟的热处理；

c.0℃下立即冷却；4℃存放 4 小时；

d.将乙酸钠 137g、冰乙酸 100 ml 和 6718g 水混匀配成固化剂溶液，调整 pH 至 4.6，加入吐温-20 2.9g，充分混匀后待用。

- 25 e.造粒：将上述预处理过的 WPI 与所述益生菌菌粉均匀混合造粒；

f. 固化：使上述造粒所得的液滴或颗粒在固化液中形成湿粒，固化时间至少 10 分钟；

g.过滤收集固化湿粒，至于鼓风干燥箱中 70℃烘干。

- 30 本对比例所得的微胶囊为单层微胶囊，微胶囊内活菌量达 4.8×10^9 cfu/g，粒径 330um，颗粒大小不均匀、有拖尾、光泽度欠佳。常温条件下存放 30 天

后,微胶囊内活菌量下降为 8.2×10^8 cfu/g, 60 天后微胶囊内活菌量下降为 6.1×10^7 cfu/g, 120 天后微胶囊内活菌量下降为 3.8×10^6 cfu/g, 胶囊外表面菌残留为 3.6×10^6 cfu/g。该单层微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 4.1×10^7 cfu/g, 微胶囊干粒吸水 48h 后增重 65%。

5

实施例 A2

1、原料(以 1000g 微胶囊干粒为基准)

WPI(第一层壁材) 450g(浓度 11%);

WPI(第二层壁材) 300g(浓度 11%);

10 水 6068g, 包括第一层壁材所用水 3641g, 第二层壁材所用水 2427g;

凝结芽孢杆菌菌粉 250g;

固化剂溶液 6818 ml, 浓度 0.5mol/L, 其中固化剂为乙酸钠、冰乙酸和吐温-20 的混合液。乙酸钠 137g、冰乙酸 100 ml、吐温-20 2.9g, 水 6718g。

2、制备方法

15 a.将乳清蛋白与水混匀, 于 4℃下 180rpm/分钟搅拌 16 小时;

b.对乳清蛋白溶液进行 78℃、95rpm/分钟、45 分钟的热处理;

c.0℃下立即冷却; 4℃存放 12 小时;

d.将乙酸钠 137g、冰乙酸 100 ml 和 6718g 水混匀配成固化剂溶液, 调整 pH 至 4.6, 加入吐温-20 2.9g, 充分混匀后待用。

20 e.造粒: 将上述预处理过的 WPI 与所述益生菌菌粉均匀混合造粒;

f. 固化: 使上述造粒所得的液滴或颗粒在固化液中形成湿粒, 固化时间至少 10 分钟;

g.过滤收集固化湿粒, 至于鼓风干燥箱中 70℃烘干。

25 h.流化床喷雾造粒法: 将 300gWPI 按照上述预处理后得到乳清蛋白溶液或者凝胶液, 将其升温至 50℃, 与所述步骤 g 中的颗粒混合, 均匀包裹步骤 g 中颗粒, 流化床进风温度为 65℃, 风量根据 WPI 的批重量和流化状态设定, 颗粒固化后在流化床中干燥。

30 本实施例所得微胶囊为双层微胶囊, 微胶囊内活菌量达 1.3×10^{10} cfu/g, 粒径 330um, 颗粒大小均匀、有光泽。常温条件下存放 30 天后, 微胶囊内活菌量下降为 9.8×10^9 cfu/g, 60 天后微胶囊内活菌下降为 8.8×10^9 cfu/g, 120 天

后微胶囊内活菌量下降为 7.2×10^9 cfu/g, 胶囊外表面菌残留为 2.2×10^4 cfu/g。该单层微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 9.0×10^9 cfu/g, 微胶囊干粒吸水 48h 后增重 9%。

5 实施例 A3

1、原料（以 1000g 微胶囊干粒为基准）

WPI（第一层壁材）300g（浓度 11%）；

MCT（第二层壁材）200g（浓度 100%）；

WPI（第三层壁材）250g（浓度 11%）；

10 水 4450g, 包括第一层壁材所用水 2427g, 第三层壁材所用水 2023g；

凝结芽孢杆菌菌粉 250g；

固化剂溶液 5000ml, 浓度 0.5mol/L, 其中固化剂为乙酸钠、冰乙酸和吐温-20 的混合液。乙酸钠 101g、冰乙酸 74ml、吐温-20 2g, 水 4926g。

2、制备方法

15 a. 将乳清蛋白与水混匀, 于 4℃ 下 180rpm/分钟搅拌 16 小时；

b. 对乳清蛋白溶液进行 78℃、95rpm/分钟、45 分钟的热处理；

c. 0℃ 下立即冷却；4℃ 存放 12 小时；

d. 将乙酸钠 101g、冰乙酸 74ml 和 4926g 水混匀配成固化剂溶液, 调整 pH 至 4.6, 加入吐温-20 2g, 充分混匀后待用。

20 e. 造粒：将上述预处理过的 WPI 与所述益生菌菌粉均匀混合造粒；

f. 固化：使上述造粒所得的液滴或颗粒在固化液中形成湿粒, 固化时间至少 10 分钟；

g. 过滤收集固化湿粒, 至于鼓风干燥箱中 70℃ 烘干。

h. 流化床喷雾造粒法：

25 二层油膜喷涂：将 200g 液态 MCT 油脂升温至 55℃, 流化床进风温度为 40℃, 风量根据 MCT 溶液的批重量和流化状态设定, 流化床中干燥得到双层油粒；

三层 WPI 喷涂：将 250g WPI 与 2023g 水混匀制成乳清蛋白溶液（必要时也可以是凝胶液），将该溶液升温至 50℃, 流化床进风温度为 40℃, 风量
30 根据 WPI 溶液的批重量和流化状态设定, 颗粒固化后与流化床中干燥。

- 本实施例所得的微胶囊为三层微胶囊,微胶囊内活菌量达 1.3×10^{10} cfu/g, 粒径 330 μ m, 颗粒大小均匀、有光泽。常温条件下存放 30 天后,微胶囊内活菌量下降为 1.3×10^{10} cfu/g, 60 天后微胶囊内活菌下降为 9.8×10^9 cfu/g, 120 天后微胶囊内活菌量下降为 8.8×10^9 cfu/g, 胶囊外表面菌残留为 1.2×10^3 cfu/g。
- 5 该单层微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 1.0×10^{10} cfu/g, 微胶囊干粒吸水 48h 后增重 1%。

实施例 A4~A8 以及对比例

实施例 A4

- 10 1、原料 (以 1000g 微胶囊干粒为基准)
- WPI: 550 g , 浓度 11%;
- 凝结芽孢杆菌菌粉: 250g;
- 固化剂溶液: 0.5mol/L, pH-4.6
- MCT: 200 g
- 15 淀粉: 浓度 5%
- 2、制备方法
- a.将乳清蛋白与水混匀, 于 4℃下 180rpm/分钟搅拌 16 小时;
- b.对乳清蛋白溶液进行 78℃、95rpm/分钟、45 分钟的热处理;
- c.0℃下立即冷却; 4℃存放 12 小时;
- 20 d.将乙酸钠 137g、冰乙酸 100 ml 和 6718g 水混匀配成固化剂溶液, 调整 pH 至 4.6, 加入吐温-20 2.9g, 充分混匀后待用。
- e.造粒: 将益生菌菌粉、粘合剂溶液和 MCT 混合均匀, 使油滴均匀包裹颗粒;
- f.加入乳清蛋白溶液, 使液滴均匀包裹步骤 e 中所得的颗粒;
- 25 g.固化: 使固化液液滴均匀包裹步骤 f 中所得的颗粒;
- h.将步骤 g 中所制微胶囊干燥。

- 本实施例所得的微胶囊为双层微胶囊,微胶囊内活菌量达 1.3×10^{10} cfu/g, 粒径 150-250 μ m, 颗粒大小均匀、有光泽。常温条件下存放 30 天后,微胶囊内活菌量下降为 9.3×10^9 cfu/g; 60 天后微胶囊内活菌量下降为 7.5×10^9 cfu/g;
- 30 120 天后微胶囊内活菌量下降为 4.8×10^9 cfu/g; 胶囊外表面菌残留为 2.3×10^6

cfu/g。该双层微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 8.8×10^9 cfu/g, 微胶囊干粒吸水 48h 后增重 15%。

对比例 A2

- 5 1、原料（以 1000g 微胶囊干粒为基准）
WPI: 550 g , 浓度 11%;
凝结芽孢杆菌菌粉 250g;
固化剂溶液: 0.5mol/L, pH-4.6
MCT: 200 g
- 10 淀粉: 浓度 10%
- 2、制备方法
- a.将乳清蛋白与水混匀, 于 4℃下 180rpm/分钟搅拌 16 小时;
b.对乳清蛋白溶液进行 78℃、95rpm/分钟、45 分钟的热处理;
c.0℃下立即冷却; 4℃存放 8 小时;
- 15 d.将乙酸钠 137g、冰乙酸 100 ml 和 6718g 水混匀配成固化剂溶液, 调整 pH 至 4.6, 加入吐温-20 2.9g, 充分混匀后待用。
e.造粒: 将益生菌菌粉、粘合剂溶液和 MCT 混合均匀, 使油滴均匀包裹颗粒;
f.加入乳清蛋白溶液, 使液滴均匀包裹步骤 e 中所得的颗粒;
- 20 g.固化: 使固化液液滴均匀包裹步骤 f 中所得的颗粒;
h.将步骤 g 中所制微胶囊干燥。
- 本对比例所得的微胶囊为双层微胶囊, 微胶囊内活菌量达 4.8×10^9 cfu/g, 粒径 150-250 μ m, 颗粒大小不均匀、有拖尾、光泽度欠佳。常温条件下存放 30 天后, 微胶囊内活菌量下降为 8.2×10^8 cfu/g, 60 天后微胶囊内活菌量下降为 6.1×10^7 cfu/g, 120 天后微胶囊内活菌量下降为 3.8×10^6 cfu/g, 胶囊外表面菌残留为 3.6×10^6 cfu/g。该双层微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 4.1×10^7 cfu/g, 微胶囊干粒吸水 48h 后增重 50%。

对比例 A3

- 30 1、原料（以 1000g 微胶囊干粒为基准）

WPI: 550 g , 浓度 11%;

凝结芽孢杆菌菌粉 250g;

固化剂溶液: 0.5mol/L, pH-4.6

MCT: 200 g

5 淀粉: 温度 60℃, 浓度 25%

2、制备方法

a.将乳清蛋白与水混匀, 于 4℃下 180rpm/分钟搅拌 16 小时;

b.对乳清蛋白溶液进行 78℃、95rpm/分钟、45 分钟的热处理;

c.0℃下立即冷却; 4℃存放 40 小时;

10 d.将乙酸钠 137g、冰乙酸 100 ml 和 6718g 水混匀配成固化剂溶液, 调整 pH 至 4.6, 加入吐温-20 2.9g, 充分混匀后待用。

e.造粒: 将益生菌菌粉、粘合剂溶液和 MCT 混合均匀, 使油滴均匀包裹颗粒;

f.加入乳清蛋白溶液, 使液滴均匀包裹步骤 e 中所得的颗粒;

15 g.固化: 使固化液液滴均匀包裹步骤 f 中所得的颗粒;

h.将步骤 g 中所制微胶囊干燥。

本对比例所得的微胶囊为单层微胶囊, 微胶囊内活菌量达 5.4×10^9 cfu/g, 粒径 150-250 μ m, 颗粒大小不均匀、有拖尾佳。常温条件下存放 30 天后, 微胶囊内活菌量下降为 5.2×10^8 cfu/g, 60 天后微胶囊内活菌量下降为 3.0×10^7 cfu/g, 120 天后微胶囊内活菌量下降为 2.2×10^6 cfu/g, 胶囊外表面菌残留为 1.6×10^6 cfu/g。该双层微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 3.1×10^7 cfu/g, 微胶囊干粒吸水 48h 后增重 50%。

实施例 A5

25 1、原料 (以 1000g 微胶囊干粒为基准)

MCT (第一层壁材) 200g (浓度 100%);

WPI (第二层壁材) 350g (浓度 11%);

MCT (第三层壁材) 200g (浓度 100%);

凝结芽孢杆菌菌粉 250g;

30 固化剂溶液: 0.5mol/L, pH-4.6

淀粉：浓度 10%

2、制备方法

- a.将乳清蛋白与水混匀，于 4℃下 180rpm/分钟搅拌 16 小时；
- b.对乳清蛋白溶液进行 78℃、95rpm/分钟、45 分钟的热处理；
- 5 c.0℃下立即冷却；4℃存放 16 小时；
- d.将乙酸钠 137g、冰乙酸 100 ml 和 6718g 水混匀配成固化剂溶液，调整 pH 至 4.6，加入吐温-20 2.9g，充分混匀后待用。
- e.造粒：将益生菌菌粉、粘合剂溶液和 MCT 混合均匀，使油滴均匀包裹颗粒；
- 10 f.加入乳清蛋白溶液，使液滴均匀包裹步骤 e 中所得的颗粒；
- g.固化：使固化液液滴均匀包裹步骤 f 中所得的颗粒；
- h.将步骤 g 中所制微胶囊干燥；
- k.按照前述步骤采用 MCT 对步骤 h 中所得到的颗粒进行第三次包衣，其中 MCT 为 200g。
- 15 本实施例所得微胶囊为三层微胶囊，微胶囊内活菌量达 1.3×10^{10} cfu/g，粒径 150-250 μ m，颗粒大小均匀、有光泽。常温条件下存放 30 天后，微胶囊内活菌量下降为 9.9×10^9 cfu/g，60 天后微胶囊内活菌下降为 8.9×10^9 cfu/g，120 天后微胶囊内活菌量下降为 7.2×10^9 cfu/g，胶囊外表面菌残留为 0cfu/g。该单层微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 9.0×10^9 cfu/g，微胶囊干
- 20 粒吸水 48h 后增重 5%。

实施例 A6

- 1、原料（以 1000g 微胶囊干粒为基准）
- MCT（第一层壁材）200g（浓度 100%）；
- 25 WPI（第二层壁材）300g（浓度 11%）；
- MCT（第三层壁材）150g（浓度 100%）；
- WPI（第四层壁材）100g（浓度 11%）；
- 凝结芽孢杆菌菌粉 250g；
- 固化剂溶液：0.5mol/L，pH-4.6
- 30 淀粉：浓度 10%

2、制备方法

- a.将乳清蛋白与水混匀，于 4℃下 180rpm/分钟搅拌 16 小时；
 - b.对乳清蛋白溶液进行 78℃、95rpm/分钟、45 分钟的热处理；
 - c.0℃下立即冷却；4℃存放 16 小时；
 - 5 d.将乙酸钠 137g、冰乙酸 100 ml 和 6718g 水混匀配成固化剂溶液，调整 pH 至 4.6，加入吐温-20 2.9g，充分混匀后待用。
 - e.造粒：将益生菌菌粉、粘合剂溶液和 MCT 混合均匀，使油滴均匀包裹颗粒；
 - f.加入乳清蛋白溶液，使液滴均匀包裹步骤 e 中所得的颗粒；
 - 10 g.固化：使固化液液滴均匀包裹步骤 f 中所得的颗粒；
 - h.将步骤 g 中所制微胶囊干燥；
 - k.按照前述步骤采用 MCT 对步骤 j 中所得到的颗粒进行第三次包衣；
 - l.按照前述步骤采用 WPI 对步骤 k 中所得到的颗粒进行第四次包衣。
- 本实施例所得的微胶囊为四层微胶囊，微胶囊内活菌量达 1.3×10^{10} cfu/g，
- 15 粒径 150-400 μ m，颗粒大小均匀、有光泽。常温条件下存放 30 天后，微胶囊内活菌量保持为 1.3×10^{10} cfu/g，60 天后微胶囊内活菌下降为 9.8×10^9 cfu/g，120 天后微胶囊内活菌量下降为 9.0×10^9 cfu/g，胶囊外表面菌残留为 0cfu/g。该四层微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 1.0×10^{10} cfu/g，微胶囊干粒吸水 48h 后增重 1%。

20

实施例 A7

- 1、原料（以 1000g 微胶囊干粒为基准）
- WPI：750 g，浓度 11%；
- 凝结芽孢杆菌菌粉 250g；
- 25 固化剂溶液：0.5mol/L，pH-4.6
- MCT：0 g
- 淀粉：温度 50℃，浓度 15%

2、制备方法

- a.将乳清蛋白与水混匀，于 4℃下 180rpm/分钟搅拌 16 小时；
- 30 b.对乳清蛋白溶液进行 78℃、95rpm/分钟、45 分钟的热处理；

c.0℃下立即冷却；4℃存放 30 小时；

d.将乙酸钠 137g、冰乙酸 100 ml 和 6718g 水混匀配成固化剂溶液，调整 pH 至 4.6，加入吐温-20 2.9g，充分混匀后待用。

5 e.造粒：将益生菌菌粉、粘合剂溶液和 WPI 混合均匀，使 WPI 均匀包裹颗粒；

f.固化：使固化液液滴均匀包裹步骤 e 中所得的颗粒；

g.将步骤 f 中所制微胶囊干燥。

本实施例所得的微胶囊为双层微胶囊，微胶囊内活菌量达 1.0×10^{10} cfu/g，粒径 150-250 μ m，颗粒大小均匀、有光泽。常温条件下存放 30 天后，微胶囊内活菌量下降为 8.9×10^9 cfu/g，60 天后微胶囊内活菌量下降为 7.0×10^9 cfu/g，120 天后微胶囊内活菌量下降为 4.5×10^9 cfu/g，胶囊外表面菌残留为 3.8×10^6 cfu/g。该双层微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 8.2×10^9 cfu/g，微胶囊干粒吸水 48h 后增重 10%。

15 对比例 A4

1、原料（以 1000g 微胶囊干粒为基准）

WPI：750 g，浓度 11%；

凝结芽孢杆菌菌粉 250g；

固化剂溶液：0.5mol/L，pH-4.6

20 MCT：0 g

淀粉：温度 60℃，浓度 5%

2、制备方法

a.将乳清蛋白与水混匀，于 4℃下 180rpm/分钟搅拌 16 小时；

b.对乳清蛋白溶液进行 78℃、95rpm/分钟、45 分钟的热处理；

25 c.0℃下立即冷却；4℃存放 65 小时；

d.将乙酸钠 137g、冰乙酸 100 ml 和 6718g 水混匀配成固化剂溶液，调整 pH 至 4.6，加入吐温-20 2.9g，充分混匀后待用。

e.造粒：将益生菌菌粉、粘合剂溶液和 WPI 混合均匀，使 WPI 均匀包裹颗粒；

30 f.固化：使固化液液滴均匀包裹步骤 e 中所得的颗粒；

g.将步骤 f 中所制微胶囊干燥。
本对比例双层微胶囊颗粒不成形，固化液中多为絮状。

实施例 A8:

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 1、原料（以 1000g 微胶囊干粒为基准）
WPI: 550 g ， 浓度 11%；
凝结芽孢杆菌菌粉 250g；
固化剂溶液： 0.5mol/L， pH-4.6
MCT: 200 g
淀粉： 温度 70℃， 浓度 20%
2、制备方法
a.将乳清蛋白与水混匀， 于 4℃下 180rpm/分钟搅拌 16 小时；
b.对乳清蛋白溶液进行 78℃、95rpm/分钟、45 分钟的热处理；
c.0℃下立即冷却； 4℃存放 50 小时；
d.将乙酸钠 137g、冰乙酸 100 ml 和 6718g 水混匀配成固化剂溶液， 调整 pH 至 4.6， 加入吐温-20 2.9g， 充分混匀后待用。
e.造粒： 将益生菌菌粉、粘合剂溶液和 MCT 混合均匀， 使油滴均匀包裹颗粒；
f.加入乳清蛋白溶液， 使液滴均匀包裹步骤 e 中所得的颗粒；
g.固化： 使固化液液滴均匀包裹步骤 f 中所得的颗粒；
h.将步骤 g 中所制微胶囊干燥。
本实施例所得的微胶囊为双层微胶囊，微胶囊内活菌量达 1.2×10^{10} cfu/g， 粒径 150-250 μ m， 颗粒大小不均匀、有拖尾佳。常温条件下存放 30 天后， 微胶囊内活菌量下降为 9.0×10^9 cfu/g， 60 天后微胶囊内活菌量下降为 7.4×10^9 cfu/g， 120 天后微胶囊内活菌量下降为 4.6×10^9 cfu/g， 胶囊外表面菌残留为 4.2×10^6 cfu/g。该双层微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 8.0×10^9 cfu/g， 微胶囊干粒吸水 48h 后增重 15%。

上述实施例的制备工艺和微胶囊颗粒检测结果如下表总结：

微胶囊实施例 A1-A3 及对比例 A1

工艺参数	参数范围	实施例 A1	实施例 A2	实施例 A3	对比例 A1
WPI (第一层) 浓度/%	9-13	11	11	11	11
WPI (第一层) 热处理温度/°C	75-96	78	78	78	78
WPI (第一层) 热处理时间/min	30-180	45	45	45	45
冷却时间/h	12-60	12	12	12	4
挤压喷头孔径/ μm	150-750	200	200	200	200
挤压法造粒电压/mV	1500-1800	1600	1600	1600	1600
挤压法造粒频率/Hz	1300-1500	1300	1300	1300	1300
流化温度/°C	30-80	65	65	40	65
益生菌重量份	50-500	250	250	250	250
WPI (第一层) 重量份	150-950	750	450	300	750
WPI (第二层) 重量份	0-350	0	300	0	0
MCT (第二层) 重量份	0-350	0	0	200	0
WPI (第三层) 重量份	0-250	0	0	250	0

微胶囊实施例 A4-A8 及对比例 A2-A4									
工艺参数	参数范围	实施例 A4	实施例 A5	实施例 A6	实施例 A7	实施例 A8	对比例 A2	对比例 A3	对比例 A4
WPI 浓度/%	9-13	11	11	11	11	11	11	11	11
WPI 热处理温度/°C	75-96	78	78	78	78	78	78	78	78
WPI 热处理时间/min	30-180	45	45	45	45	45	45	45	45
固化液浓度 0.5mol/l, PH	4.5-5.3	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
冷却时间/h	12-60	12	16	16	30	50	16	16	65
粘合剂温度/°C	30-80	30	40	40	50	70	70	90	60
粘合剂浓度/质量百分比	5-20%	5%	10%	10%	15%	20%	10%	10%	5%
流化温度/°C	30-80	30	40	40	50	70	20	90	40
蛋白溶液的温度为	25-75	35	30	35	25	50	20	35	25
益生菌重量份	50-500	250	250	250	250	250	250	250	250
MCT (第一层) 重量份	0-350	200	200	200	0	200	200	200	0
WPI (第二层) 重量份	150-950	550	350	300	750	550	350	300	750
MCT (第三层) 重量份	0-350	0	200	150	0	0	200	150	0
WPI (第四层) 重量份	0-250	0	0	100	0	0	0	100	0

2、本实施例 A1-A8、对比例 A1- A4 微胶囊颗粒检测结果如下：

微胶囊实施 A1-A8 例检测结果								
检测项目	实施例	实施例	实施例	实施例	实施例	实施例	实施例 A7	实施例

	A1	A2	A3	A4	A5	A6		A8
微胶囊形态	颗粒圆润 有光泽	颗粒圆润 有光泽	颗粒圆润 有光泽	颗粒圆润 有光泽	颗粒圆润 有光泽	颗粒圆润 有光泽	颗粒圆润 有光泽	颗粒圆 润 有光泽
微胶囊内活菌数(0 天后)/cfu	1.3×10^{10}	1.3×10^{10}	1.3×10^{10}	1.3×10^{10}	1.3×10^{10}	1.3×10^{10}	1.0×10^{10}	1.1×10^{10}
微胶囊内活菌数 (30 天后)/cfu	9.2×10^9	9.8×10^9	1.3×10^{10}	9.3×10^9	9.9×10^9	1.3×10^{10}	8.9×10^9	9.1×10^9
微胶囊内活菌数 (60 天后)/cfu	7.7×10^9	8.8×10^9	9.8×10^9	7.5×10^9	8.9×10^9	9.8×10^9	7.0×10^9	7.4×10^9
微胶囊内活菌数 (120 天后)/cfu	4.8×10^9	7.2×10^9	8.8×10^9	4.8×10^9	7.2×10^9	9.0×10^9	4.5×10^9	4.6×10^9
微胶囊外表面残存 活菌数/cfu	2.3×10^6	2.2×10^4	1.2×10^3	2.3×10^6	0	0	2.0×10^6	5.6×10^6
耐酸性(模拟胃液 中孵育 2h 后胶囊 内活菌数/cfu)	8.8×10^9	9.0×10^9	1.0×10^{10}	8.8×10^9	9.0×10^9	1.0×10^{10}	8.2×10^9	8.9×10^9
疏水性(干粒吸水 48h 后增重百分比 /%)	19	9	1	15	5	1	10	15
微胶囊对比检测结果 A1~A4								
检测项目	对比例 A1	对比例 A2	对比例 A3	对比例 A4				
微胶囊形态	颗粒圆润 度及光泽 欠佳	颗粒圆润 度及光泽 欠佳	颗粒圆润度及光泽 欠佳	颗粒不成 形				
微胶囊内活菌数(0 天后)/cfu	4.8×10^9	4.8×10^9	5.4×10^9	\				
微胶囊内活菌数 (30 天后)/cfu	8.2×10^8	8.2×10^8	5.2×10^8	\				
微胶囊内活菌数 (60 天后)/cfu	6.1×10^7	6.1×10^7	3.0×10^7	\				
微胶囊内活菌数 (120 天后)/cfu	3.8×10^6	3.8×10^6	2.2×10^6	\				
微胶囊外表面残存 活菌数/cfu	3.6×10^6	3.6×10^6	1.6×10^6	\				
耐酸性(模拟胃液 中孵育 2h 后胶囊 内活菌数/cfu)	4.1×10^7	4.1×10^7	3.1×10^7	\				
疏水性(干粒吸水 48h 后增重百分比 /%)	65	50	50	\				

B. 酸奶的制备

实施例 B1~B5、对比例 B1-B2

本申请的实施例 B1~B5、对比例 B1-B2 的具体操作如下：

5

1. 依据发酵乳国家标准制备工艺制备发酵乳

a. 将除发酵菌种和微胶囊、蜂蜜以外的原料进行混合配料，制备发酵乳的混合料液，配料温度优选约 40~80℃，然后冷却优选至约 20℃ 以下；

b. 搅拌，均质（均质压力优选为约 150-200bar），然后执行高温长时间

灭菌（优选为杀菌温度 95℃，杀菌时间 300 秒），杀菌后冷却到 41-43℃；

- c. 接菌，并进行温度 41-43℃ 的发酵；
- d. 破乳，翻罐，然后冷却至 25℃ 以下；
- e. 巴氏灭菌，灭菌温度 74℃，灭菌时间 30 秒；
- 5 f. 冷却到 15-30℃，进入无菌罐内；
- g. 无菌灌装；

2. 加入益生菌微胶囊颗粒

其中，在 e 步骤之后且 f 步骤之前，将 e 步骤所得的产品转序到待装罐中并直接投入益生菌微胶囊颗粒，并进行搅拌 15 分钟。

10

采用在基础制备方法，在巴氏杀菌前，直接加入益生菌微胶囊：

原料配比	指标范围 范围	实施例 B1	实施例 B2	实施例 B3	实施例 B4	实施例 B5	对比例 B1	对比例 B2
益生菌微胶囊添加量	0.02—1%	0.02	0.04	0.06	0.5	1	0.01	1.1

实施例 B6~B10、对比例 B3-B4

本申请的实施例 B6~B10、对比例 B3-B4 的具体操作如下：

15

1. 依据发酵乳国家标准制备工艺制备发酵乳

a. 将除发酵菌种和微胶囊、蜂蜜以外的原料进行混合配料，制备发酵乳的混合料液，配料温度优选约 40~80℃，然后冷却优选至约 20℃ 以下；

b. 搅拌，均质（均质压力优选为约 150-200bar），然后执行高温长时间灭菌（优选为杀菌温度 95℃，杀菌时间 300 秒），杀菌后冷却到 41-43℃；

20

- c. 接菌，并进行温度 41-43℃ 的发酵；
- d. 破乳，翻罐，然后冷却至 25℃ 以下；
- e. 巴氏灭菌，灭菌温度 75℃，灭菌时间 25 秒；
- f. 冷却到 15-30℃，进入无菌罐内；
- g. 无菌灌装；

25

2. 加入益生菌微胶囊颗粒

在步骤 g 之前且 f 步骤之后，添加无菌化处理过的益生菌微胶囊。其中，利用蜂蜜作为载体，实施益生菌微胶囊无菌化，用无菌在线添加方式，实施

例及对比例如下：

原料配比	指标范围范围	实施例 B6	实施例 B7	实施例 B8	实施例 B9	实施例 B10	对比例 B3	对比例 B4
益生菌微胶囊添加量	0.02—1%	0.02	0.04	0.06	0.5	1	0.01	1.1
微胶囊与蜂蜜	1:1000-1:10	1:1000	1:500	1: 100	1:50	1:10	1:1100	1:9
微胶囊混合 UV 处理强度	1000-20000J/L	1000	5000	10000	15000	20000	900	21000

本申请中实施例 B1-B5、对比例 B1-B2 产品结果及评价如下：

评价项目	实施例 B1	实施例 B2	实施例 B3	实施例 B4	实施例 B5	对比例 B1	对比例 B2
口感	口感顺滑细腻, PH4.25	口感顺滑细腻, PH4.25	口感顺滑细腻, PH4.25	口感顺滑细腻, 酸度适中, PH4.25	口感顺滑细腻, 酸度适中, PH4.25	口感顺滑细腻, 味淡、H4.25	明显颗粒感、H4.25
乳清析出	无乳清析出	无乳清析出	无乳清析出	无乳清析出	轻微乳清析出	无乳清析出	无乳清析出
质构	光滑	光滑	光滑	光滑	光滑	光滑	质构粗糙
稳定性	货架期稍有分层	货架期无分层	货架期无分层	货架期无分层	货架期无分层	货架期无分层	有分层现象
保质期内益生菌数量 cfu/ml	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$< 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$
耐酸性（模拟胃液消化 2h 后胶囊内活菌数 /cfu）	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$< 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$
杂菌残留	无	无	无	无	无	无	无
综合评价	可接受	较好	好	较好	可接受	不可接受	不可接受

5

本申请中实施例 B6-B10、对比例 B3-B4 产品结果及评价如下：

评价项目	实施例 B6	实施例 B7	实施例 B8	实施例 B9	实施例 B10	对比例 B3	对比例 B4
口感	口感顺滑细腻, PH4.2	口感顺滑细腻, PH4.2	口感顺滑细腻, PH4.2	口感顺滑细腻, 酸度适中, PH4.2	口感顺滑细腻, 酸度适中, PH4.2	口感顺滑细腻, 味淡、H4.2	明显颗粒感、H4.2

乳清析出	无乳清析出	无乳清析出	无乳清析出	无乳清析出	轻微乳清析出	无乳清析出	无乳清析出
质构	光滑	光滑	光滑	光滑	光滑	光滑	质构粗糙
稳定性	货架期稍有分层	货架期无分层	货架期无分层	货架期无分层	货架期无分层	货架期无分层	有分层现象
保质期内 益生菌数量 cfu/ml	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$< 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$
耐酸性(模拟胃液消化 2h 后胶囊内活菌数/cfu)	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$	$< 1.0 \times 10^6$	$\geq 1.0 \times 10^6$
杂菌残留	无	无	无	无	无	有	无

L. 微胶囊(益生菌微胶囊)的制备(II)

以下实施例中使用的:

凝结芽孢杆菌的规格为 900 亿 CFU/g。

5 醇溶蛋白为玉米醇溶蛋白, 在 75-92%乙醇中易溶。

挤出滚圆造粒机由湿法混合制粒机和低剪切立式挤出滚圆机组成。湿法混合制粒机是干粉的混合及干粉与水的混合将原料制成湿料。低剪切立式挤出滚圆机是将湿料进行挤条、切割、整形得到规则圆球型的一次丸芯。

10 实施例 L1~3 及其对比例

实施例 L1

原料(以 150kg 微胶囊干粒为基准):

丸芯: 凝结芽孢杆菌 200g, 微晶纤维素 800g, 水 1000g。

阻水包衣层溶液 1: 醇溶蛋白 288g, 油酸 112g, 75%乙醇 1200g。

15 阻水包衣层溶液 2: 醇溶蛋白 54.4g, 甘油 12.8g, 75%乙醇 252.8g。

亲水包衣层溶液: 果胶 110g, 水 2090g。

制备方法:

将凝结芽孢杆菌菌粉与微晶纤维素混合均匀加入到湿法制粒锅中预混 10min。

打开切割刀，打开蠕动泵 20-30 r/min，用水量 1000kg，时间 30mins。得到含水量 49.7%的软材。

启动造粒机，给料转速 30rpm，调节挤出转数 50rpm，60min，加入软材，条形软料经孔板挤出，收集到收料拖盘，温度保持在 45℃内。

- 5 停止挤出电机，调节滚圆转数 400rpm，启动滚圆电机进行滚圆 100s；挤出条状软料一次性倒入滚圆筒内滚圆。

滚圆结束，成球在流化床进行干燥，干燥温度在 45-50℃。得到一次丸芯。

采用流化床喷雾造粒法：流化床进风温度设为 55℃，风量为 32，雾化压力为 2.5。

- 10 通过喷枪雾化将 1600g 阻水包衣溶液 1 喷射到流化床中，使液滴均匀包裹丸芯。每流化 400mL 的包衣溶液后过 50-80 目筛网，大于 50 目及小于 80 目的颗粒丢弃。

通过喷枪雾化将 320g 阻水包衣溶液 2 喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒。形成双层阻水颗粒。

- 15 通过喷枪雾化将 220g 亲水包衣溶液喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒，得到最终颗粒。

本实施例所得微胶囊为三层微胶囊，微胶囊内活菌量达 1.3×10^{10} cfu/g，微胶囊外活菌量达 7.8×10^3 cfu/g，粒径 180-270 μ m，颗粒大小均匀、米黄色有光泽。常温条件下存放 30 天后，微胶囊内活菌量下降为 1.2×10^{10} cfu/g，

- 20 60 天后微胶囊内活菌下降为 1.15×10^{10} cfu/g，120 天后微胶囊内活菌量下降为 1.05×10^{10} cfu/g，胶囊外表面菌残留为 4.5×10^3 cfu/g。该微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 1.1×10^{10} cfu/g。

实施例 L2

- 25 原料（以 150kg 微胶囊干粒为基准）：

丸芯：凝结芽孢杆菌 200g，微晶纤维素 800g，水 1000g。

阻水包衣层溶液 1：醇溶蛋白 270g，油酸 105g，75%乙醇 1125g。

阻水包衣层溶液 2：醇溶蛋白 54.4g，甘油 12.8g，75%乙醇 252.8g。

亲水包衣层溶液：果胶 110g，水 2090g。

- 30 制备方法：

将凝结芽孢杆菌菌粉与微晶纤维素混合均匀加入到湿法制粒锅中预混10min。

打开切割刀，打开蠕动泵 20-30 r/min，用水量 1000kg，时间 30mins。得到含水量 49.7%的软材。

- 5 启动造粒机，给料转速 30rpm，调节挤出转数 50rpm，60min，加入软材，条形软料经孔板挤出，收集到收料拖盘，温度保持在 45℃内。

停止挤出电机，调节滚圆转数 400rpm，启动滚圆电机进行滚圆 100s；挤出条状软料一次性倒入滚圆筒内滚圆。

滚圆结束，成球在流化床进行干燥，干燥温度在 45-50℃。得到一次丸芯。

- 10 采用流化床喷雾造粒法：流化床进风温度设为 55℃，风量为 32，雾化压力为 2.5。

通过喷枪雾化将 1600g 阻水包衣溶液 1 喷射到流化床中，使液滴均匀包裹丸芯。每流化 400mL 的包衣溶液后过 50-80 目筛网，大于 50 目及小于 80 目的颗粒丢弃。

- 15 通过喷枪雾化将 320g 阻水包衣溶液 2 喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒。形成双层阻水颗粒。

通过喷枪雾化将 220g 亲水包衣溶液喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒，得到最终颗粒。

- 20 本实施例所得微胶囊为三层微胶囊，微胶囊内活菌量达 1.35×10^{10} cfu/g，微胶囊外活菌量达 8.2×10^3 cfu/g，粒径 180-270 μ m，颗粒大小均匀、米黄色有光泽。常温条件下存放 30 天后，微胶囊内活菌量下降为 1.28×10^{10} cfu/g，60 天后微胶囊内活菌下降为 1.14×10^{10} cfu/g，120 天后微胶囊内活菌量下降为 1.0×10^{10} cfu/g，胶囊外表面菌残留为 4.0×10^3 cfu/g。该微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 1.05×10^{10} cfu/g。

25

实施例 L3

原料（以 1500g 微胶囊干粒为基准）：

丸芯：凝结芽孢杆菌 200g，微晶纤维素 800g，水 1000g。

阻水包衣层溶液 1：醇溶蛋白 292.5g，油酸 157.5g，75%乙醇 1200g。

- 30 阻水包衣层溶液 2：醇溶蛋白 54.4g，甘油 12.8g，75%乙醇 252.8g。

亲水包衣层溶液：果胶 110g， 水 2090g。

制备方法：

将凝结芽孢杆菌菌粉与微晶纤维素混合均匀加入到湿法制粒锅中预混 10min。

- 5 打开切割刀，打开蠕动泵 20-30 r/min，用水量 1000g，时间 30mins。得到含水量 49.7%的软材。

启动造粒机，给料转速 30rpm，调节挤出转数 50rpm，60min，加入软材，条形软料经孔板挤出，收集到收料拖盘， 温度保持在 45℃内。

- 10 停止挤出电机，调节滚圆转数 420rpm，启动滚圆电机进行滚圆 100s；挤出条状软料一次性倒入滚圆筒内滚圆。

滚圆结束，成球在流化床进行干燥，干燥温度在 45-50℃。得到一次丸芯。

采用流化床喷雾造粒法：流化床进风温度设为 55℃，风量为 32，雾化压力为 2.5。

- 15 通过喷枪雾化将 1800g 阻水包衣溶液 1 喷射到流化床中，使液滴均匀包裹丸芯。每流化 400mL 的包衣溶液后过 50-80 目筛网，大于 50 目及小于 80 目的颗粒丢弃。

通过喷枪雾化将 320g 阻水包衣溶液 2 喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒。形成双层阻水颗粒。

- 20 通过喷枪雾化将 220g 亲水包衣溶液喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒，得到最终颗粒。

- 25 本实施例所得微胶囊为三层微胶囊，微胶囊内活菌量达 1.2×10^{10} cfu/g，微胶囊外活菌量达 7.5×10^3 cfu/g，粒径 180-270 μ m，颗粒大小均匀、米黄色有光泽。常温条件下存放 30 天后，微胶囊内活菌量下降为 1.1×10^{10} cfu/g，60 天后微胶囊内活菌下降为 9.8×10^9 cfu/g，120 天后微胶囊内活菌量下降为 1.0×10^{10} cfu/g，胶囊外表面菌残留为 7×10^3 cfu/g。该微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 1.15×10^{10} cfu/g。

实施例 L4

原料（以 150kg 微胶囊干粒为基准）：

- 30 丸芯：凝结芽孢杆菌 180g， 微晶纤维素 820g，水 1000g。

阻水包衣层溶液 1: 醇溶蛋白 288g, 油酸 112g, 75%乙醇 1200g。

阻水包衣层溶液 2: 醇溶蛋白 54.4g, 甘油 12.8g, 75%乙醇 252.8g。

亲水包衣层溶液: 果胶 110g, 水 2090g。

制备方法:

- 5 将凝结芽孢杆菌菌粉与微晶纤维素混合均匀加入到湿法制粒锅中预混 10min。

打开切割刀, 打开蠕动泵 20-30 r/min, 用水量 1000g, 时间 30mins。得到含水量 49.7%的软材。

- 10 启动造粒机, 给料转速 30rpm, 调节挤出转数 50rpm, 60min, 加入软材, 条形软料经孔板挤出, 收集到收料拖盘, 温度保持在 45°C 内。

停止挤出电机, 调节滚圆转数 420rpm, 启动滚圆电机进行滚圆 100s; 挤出条状软料一次性倒入滚圆筒内滚圆。

滚圆结束, 成球在流化床进行干燥, 干燥温度在 45-50°C。得到一次丸芯。

- 15 采用流化床喷雾造粒法: 流化床进风温度设为 55°C, 风量为 32, 雾化压力为 2.5。

通过喷枪雾化将 1600g 阻水包衣溶液 1 喷射到流化床中, 使液滴均匀包裹丸芯。每流化 400mL 的包衣溶液后过 50-80 目筛网, 大于 50 目及小于 80 目的颗粒丢弃。

- 20 通过喷枪雾化将 320g 阻水包衣溶液 2 喷射到流化床中, 保留 50-80 目筛后颗粒。形成双层阻水颗粒。

通过喷枪雾化将 220g 亲水包衣溶液喷射到流化床中, 保留 50-80 目筛后颗粒, 得到最终颗粒。

- 25 本实施例所得微胶囊为三层微胶囊, 微胶囊内活菌量达 1.25×10^{10} cfu/g, 微胶囊外活菌量达 7.5×10^3 cfu/g, 粒径 180-270 μ m, 颗粒大小均匀、米黄色有光泽。常温条件下存放 30 天后, 微胶囊内活菌量下降为 1.13×10^{10} cfu/g, 60 天后微胶囊内活菌下降为 1.0×10^{10} cfu/g, 120 天后微胶囊内活菌量下降为 9.9×10^9 cfu/g, 胶囊外表面菌残留为 4.5×10^3 cfu/g。该微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 1.0×10^{10} cfu/g。

30 实施例 L5

原料（以 150kg 微胶囊干粒为基准）：

丸芯：凝结芽孢杆菌 200g，微晶纤维素 800g，水 1000g。

阻水包衣层溶液 1：醇溶蛋白 288g，油酸 112g，75%乙醇 1200g。

阻水包衣层溶液 2：醇溶蛋白 54.4g，甘油 12.8g，75%乙醇 252.8g。

5 亲水包衣层溶液：果胶 110g，水 2090g。

制备方法：

将凝结芽孢杆菌菌粉与微晶纤维素混合均匀加入到湿法制粒锅中预混 10min。

10 打开切割刀，打开蠕动泵 20-30 r/min，用水量 1000g，时间 30mins。得到含水量 49.7%的软材。

启动造粒机，给料转速 30rpm，调节挤出转数 47rpm，60min，加入软材，条形软料经孔板挤出，收集到收料拖盘，温度保持在 45℃内。

停止挤出电机，调节滚圆转数 400rpm，启动滚圆电机进行滚圆 100s；挤出条状软料一次性倒入滚圆筒内滚圆。

15 滚圆结束，成球在流化床进行干燥，干燥温度在 45-50℃。得到一次丸芯。

采用流化床喷雾造粒法：流化床进风温度设为 55℃，风量为 32，雾化压力为 2.5。

通过喷枪雾化将 320g 阻水包衣溶液 2 喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒。形成双层阻水颗粒。

20 通过喷枪雾化将 1600g 阻水包衣溶液 1 喷射到流化床中，使液滴均匀包裹丸芯。每流化 400mL 的包衣溶液后过 50-80 目筛网，大于 50 目及小于 80 目的颗粒丢弃。

通过喷枪雾化将 220g 亲水包衣溶液喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒，得到最终颗粒。

25 本实施例所得微胶囊为三层微胶囊，微胶囊内活菌量达 1.3×10^{10} cfu/g，微胶囊外活菌量达 7.8×10^3 cfu/g，粒径 180-270 μ m，颗粒大小均匀、土黄色有光泽。常温条件下存放 30 天后，微胶囊内活菌量下降为 1.2×10^{10} cfu/g，60 天后微胶囊内活菌下降为 1.15×10^{10} cfu/g，120 天后微胶囊内活菌量下降为 1.05×10^{10} cfu/g，胶囊外表面菌残留为 4.5×10^3 cfu/g。该微胶囊在模拟胃液
30 中孵育 2h 后所含活菌量降低为 1.1×10^{10} cfu/g。

实施例 L6

原料（以 150kg 微胶囊干粒为基准）：

丸芯：凝结芽孢杆菌 200g，微晶纤维素 800g，水 1000g。

5 油层：MCT 200g。

阻水包衣层溶液 1：醇溶蛋白 288g，油酸 112g，75%乙醇 1200g。

阻水包衣层溶液 2：醇溶蛋白 54.4g，甘油 12.8g，75%乙醇 252.8g。

亲水包衣层溶液：果胶 110g，水 2090g。

制备方法：

10 将凝结芽孢杆菌菌粉与微晶纤维素混合均匀加入到湿法制粒锅中预混 10min。

打开切割刀，打开蠕动泵 20-30 r/min，用水量 1000g，时间 30mins。得到含水量 49.7%的软材。

15 启动造粒机，给料转速 30rpm，调节挤出转数 50rpm，60min，加入软材，条形软料经孔板挤出，收集到收料拖盘，温度保持在 45℃内。

停止挤出电机，调节滚圆转数 400rpm，启动滚圆电机进行滚圆 100s；挤出条状软料一次性倒入滚圆筒内滚圆。

滚圆结束，成球在流化床进行干燥，干燥温度在 45-50℃。得到一次丸芯。

将 1000g 一次丸芯与 200g MCT 进行混合，浸润 12 小时。

20 采用流化床喷雾造粒法：流化床进风温度设为 55℃，风量为 32，雾化压力为 2.5。

通过喷枪雾化将 1600g 阻水包衣溶液 1 喷射到流化床中，使液滴均匀包裹丸芯。每流化 400mL 的包衣溶液后过 50-80 目筛网，大于 50 目及小于 80 目的颗粒丢弃。

25 通过喷枪雾化将 320g 阻水包衣溶液 2 喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒。形成双层阻水颗粒。

通过喷枪雾化将 220g 亲水包衣溶液喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒，得到最终颗粒。

30 本实施例所得微胶囊为四层微胶囊，微胶囊内活菌量达 1.23×10^{10} cfu/g，微胶囊外活菌量达 $7. \times 10^3$ cfu/g，粒径 180-270 μ m，颗粒大小均匀、米黄色

有光泽。常温条件下存放 30 天后，微胶囊内活菌量下降为 1.09×10^{10} cfu/g，60 天后微胶囊内活菌下降为 1.02×10^{10} cfu/g，120 天后微胶囊内活菌量下降为 9.8×10^9 cfu/g，胶囊外表面菌残留为 3.9×10^3 cfu/g。该微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 1.1×10^{10} cfu/g。

5

实施例 L7

原料（以 150kg 微胶囊干粒为基准）：

丸芯：凝结芽孢杆菌 200g，微晶纤维素 800g，水 1000g。

阻水包衣层溶液 1：醇溶蛋白 260g，油酸 140g，75%乙醇 1200g。

10 阻水包衣层溶液 2：醇溶蛋白 54.4g，甘油 12.8g，75%乙醇 252.8g。

亲水包衣层溶液：果胶 110g，水 2090g。

制备方法：

将凝结芽孢杆菌菌粉与微晶纤维素混合均匀加入到湿法制粒锅中预混 10min。

15 打开切割刀，打开蠕动泵 20-30 r/min，用水量 1000g，时间 30mins。得到含水量 49.7%的软材。

启动造粒机，給料转速 30rpm，调节挤出转数 50rpm，60min，加入软材，条形软料经孔板挤出，收集到收料拖盘，温度保持在 45℃内。

20 停止挤出电机，调节滚圆转数 400rpm，启动滚圆电机进行滚圆 100s；挤出条状软料一次性倒入滚圆筒内滚圆。

滚圆结束，成球在流化床进行干燥，干燥温度在 45-50℃。得到一次丸芯。

将 1000g 一次丸芯与 200g MCT 进行混合，浸润 12 小时。

采用流化床喷雾造粒法：流化床进风温度设为 55℃，风量为 32，雾化压力为 2.5。

25 通过喷枪雾化将 1600g 阻水包衣溶液 1 喷射到流化床中，使液滴均匀包裹丸芯。每流化 400mL 的包衣溶液后过 50-80 目筛网，大于 50 目及小于 80 目的颗粒丢弃。

通过喷枪雾化将 320g 阻水包衣溶液 2 喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒。形成双层阻水颗粒。

30 通过喷枪雾化将 220g 亲水包衣溶液喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后

颗粒，得到最终颗粒。

本实施例所得微胶囊为三层微胶囊，微胶囊内活菌量达 1.22×10^{10} cfu/g，微胶囊外活菌量达 7.3×10^3 cfu/g，粒径 180-270 μ m，颗粒大小均匀、米黄色有光泽。常温条件下存放 30 天后，微胶囊内活菌量下降为 1.18×10^{10} cfu/g，60 天后微胶囊内活菌下降为 1.15×10^{10} cfu/g，120 天后微胶囊内活菌量下降为 1.05×10^{10} cfu/g，胶囊外表面菌残留为 3.9×10^3 cfu/g。该微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 1.1×10^{10} cfu/g。

实施例 L8

10 原料（以 150kg 微胶囊干粒为基准）：

丸芯：凝结芽孢杆菌 200g，微晶纤维素 800g，水 1000g。

阻水包衣层溶液 1：醇溶蛋白 288g，油酸 112g，75%乙醇 1200g。

阻水包衣层溶液 2：醇溶蛋白 54.4g，甘油 12.8g，75%乙醇 252.8g。

亲水包衣层溶液：果胶 110g，水 2090g。

15 制备方法：

将凝结芽孢杆菌菌粉与微晶纤维素混合均匀加入到湿法制粒锅中预混 10min。

打开切割刀，打开蠕动泵 20-30 r/min，用水量 1000g，时间 30mins。得到含水量 49.7%的软材。

20 启动造粒机，給料转速 30rpm，调节挤出转数 50rpm，60min，加入软材，条形软料经孔板挤出，收集到收料拖盘，温度保持在 45℃内。

停止挤出电机，调节滚圆转数 400rpm，启动滚圆电机进行滚圆 100s；挤出条状软料一次性倒入滚圆筒内滚圆。

滚圆结束，成球在流化床进行干燥，干燥温度在 45-50℃。得到一次丸芯。

25 采用流化床喷雾造粒法：流化床进风温度设为 59℃，风量为 32，雾化压力为 2.5。

通过喷枪雾化将 1600g 阻水包衣溶液 1 喷射到流化床中，使液滴均匀包裹丸芯。每流化 400mL 的包衣溶液后过 50-80 目筛网，大于 50 目及小于 80 目的颗粒丢弃。

30 通过喷枪雾化将 320g 阻水包衣溶液 2 喷射到流化床中，保留 50-80 目筛

后颗粒。形成双层阻水颗粒。

通过喷枪雾化将 220g 亲水包衣溶液喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒，得到最终颗粒。

本实施例所得微胶囊为三层微胶囊，微胶囊内活菌量达 1.27×10^{10} cfu/g，
5 微胶囊外活菌量达 7.8×10^3 cfu/g，粒径 180-270 μ m，颗粒大小均匀、米黄色有光泽。常温条件下存放 30 天后，微胶囊内活菌量下降为 1.2×10^{10} cfu/g，60 天后微胶囊内活菌下降为 1.15×10^{10} cfu/g，120 天后微胶囊内活菌量下降为 1.05×10^{10} cfu/g，胶囊外表面菌残留为 4.5×10^3 cfu/g。该微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 9.7×10^9 cfu/g。

10

对比例 L1

原料（以 150kg 微胶囊干粒为基准）：

丸芯：凝结芽孢杆菌 400g，微晶纤维素 600g，水 1000g。

阻水包衣层溶液 1：醇溶蛋白 288g，油酸 112g，75%乙醇 1200g。

15 阻水包衣层溶液 2：醇溶蛋白 54.4g，甘油 12.8g，75%乙醇 252.8g。

亲水包衣层溶液：果胶 110g，水 2090g。

制备方法：

将凝结芽孢杆菌菌粉与微晶纤维素混合均匀加入到湿法制粒锅中预混
10min。

20 打开切割刀，打开蠕动泵 20-30 r/min，用水量 1000g，时间 30mins。得到含水量 49.7%的软材。

启动造粒机，给料转速 30rpm，调节挤出转数 50rpm，60min，加入软材，条形软料经孔板挤出，收集到收料拖盘，温度保持在 45℃内。

25 停止挤出电机，调节滚圆转数 400rpm，启动滚圆电机进行滚圆 100s；挤出条状软料一次性倒入滚圆筒内滚圆。

滚圆结束，成球在流化床进行干燥，干燥温度在 45-50℃。得到一次丸芯。

采用流化床喷雾造粒法：流化床进风温度设为 55℃，风量为 32，雾化压力为 2.5。

30 通过喷枪雾化将 1600g 阻水包衣溶液 1 喷射到流化床中，使液滴均匀包裹丸芯。每流化 400mL 的包衣溶液后过 50-80 目筛网，大于 50 目及小于 80

目的颗粒丢弃。

通过喷枪雾化将 320g 阻水包衣溶液 2 喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒。形成双层阻水颗粒。

通过喷枪雾化将 220g 亲水包衣溶液喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后
5 颗粒，得到最终颗粒。

本实施例所得一次丸芯不成型。

对比例 L2

原料（以 150kg 微胶囊干粒为基础）：

10 丸芯：凝结芽孢杆菌 200g，微晶纤维素 800g，水 1000g。

阻水包衣层溶液 1：醇溶蛋白 48.8g，油酸 31.2g，75%乙醇 1200g。

阻水包衣层溶液 2：醇溶蛋白 127.68g，甘油 40.32g，75%乙醇 632g。

亲水包衣层溶液：果胶 110g，水 2090g。

制备方法：

15 将凝结芽孢杆菌菌粉与微晶纤维素混合均匀加入到湿法制粒锅中预混 10min。

打开切割刀，打开蠕动泵 20-30 r/min，用水量 1000g，时间 30mins。得到含水量 49.7%的软材。

启动造粒机，给料转速 30rpm，调节挤出转数 50rpm，60min，加入软
20 材，条形软料经孔板挤出，收集到收料拖盘，温度保持在 45℃内。

停止挤出电机，调节滚圆转数 400rpm，启动滚圆电机进行滚圆 100s；挤出条状软料一次性倒入滚圆筒内滚圆。

滚圆结束，成球在流化床进行干燥，干燥温度在 45-50℃。得到一次丸芯。

采用流化床喷雾造粒法：流化床进风温度设为 55℃，风量为 32，雾化压
25 力为 2.5。

通过喷枪雾化将 1600g 阻水包衣溶液 1 喷射到流化床中，使液滴均匀包裹丸芯。每流化 400mL 的包衣溶液后过 50-80 目筛网，大于 50 目及小于 80 目的颗粒丢弃。

通过喷枪雾化将 320g 阻水包衣溶液 2 喷射到流化床中，保留 50-80 目筛
30 后颗粒。形成双层阻水颗粒。

通过喷枪雾化将 220g 亲水包衣溶液喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒，得到最终颗粒。

- 5 本实施例所得大小不一，无规则形状的小块状物。微胶囊内活菌量达 6.8×10^8 cfu/g，微胶囊外活菌量达 4.2×10^6 cfu/g，粒径 180-270 μ m。常温条件下存放 30 天后，微胶囊内活菌量下降为 4.8×10^8 cfu/g，60 天后微胶囊内活菌下降为 8.0×10^7 cfu/g，120 天后微胶囊内活菌量下降为 2.2×10^7 cfu/g，胶囊外表面菌残留为 9.4×10^5 cfu/g。该微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 3.0×10^8 cfu/g。

10 对比例 L3

原料（以 150kg 微胶囊干粒为基准）：

丸芯：凝结芽孢杆菌 200g，微晶纤维素 800g，水 1000g。

阻水包衣层溶液 1：醇溶蛋白 48.8g，油酸 31.2g，75%乙醇 1200g。

阻水包衣层溶液 2：醇溶蛋白 127.68g，甘油 40.32g，75%乙醇 632g。

- 15 亲水包衣层溶液：果胶 110g，水 2090g。

制备方法：

将凝结芽孢杆菌菌粉与微晶纤维素混合均匀加入到湿法制粒锅中预混 10min。

- 20 打开切割刀，打开蠕动泵 20-30 r/min，用水量 1000g，时间 30mins。得到含水量 49.7%的软材。

启动造粒机，给料转速 30rpm，调节挤出转数 50rpm，60min，加入软材，条形软料经孔板挤出，收集到收料拖盘，温度保持在 45℃内。

停止挤出电机，调节滚圆转数 400rpm，启动滚圆电机进行滚圆 100s；挤出条状软料一次性倒入滚圆筒内滚圆。

- 25 滚圆结束，成球在流化床进行干燥，干燥温度在 45-50℃。得到一次丸芯。
采用流化床喷雾造粒法：流化床进风温度设为 70℃，风量为 32，雾化压力为 2.5。

- 30 通过喷枪雾化将 1600g 阻水包衣溶液 1 喷射到流化床中，使液滴均匀包裹丸芯。每流化 400mL 的包衣溶液后过 50-80 目筛网，大于 50 目及小于 80 目的颗粒丢弃。

通过喷枪雾化将 320g 阻水包衣溶液 2 喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒。形成双层阻水颗粒。

通过喷枪雾化将 220g 亲水包衣溶液喷射到流化床中，保留 50-80 目筛后颗粒，得到最终颗粒。

- 5 本实施例所得微胶囊为三层微胶囊。微胶囊内活菌量达 2.3×10^8 cfu/g，微胶囊外活菌量达 2.8×10^2 cfu/g，粒径 180-270 μ m，颗粒大小均匀、米黄色有光泽。常温条件下存放 30 天后，微胶囊内活菌量下降为 1.3×10^8 cfu/g，60 天后微胶囊内活菌下降为 9.8×10^7 cfu/g，120 天后微胶囊内活菌量下降为 5.8×10^7 cfu/g，胶囊外表面菌残留为 1.2×10^3 cfu/g。该微胶囊在模拟胃液中孵育 2h 后所含活菌量降低为 1.0×10^8 cfu/g。
- 10

上述实施例的制备工艺和微胶囊颗粒检测结果如下表总结：

工艺参数	微胶囊实施例 L1-8 及对比例 L1-3											
	参数范围	实施例 L1	实施例 L2	实施例 L3	实施例 L4	实施例 L5	实施例 L6	实施例 L7	实施例 L8	对比例 L1	对比例 L2	对比例 L3
益生菌与微晶纤维素重量比/%	20-30	25	25	25	22	25	25	25	25	40	25	25
丸芯用水量重量份	90-110	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
第一层阻水层的成分	/	醇溶蛋白+油酸	醇溶蛋白+油酸	醇溶蛋白+油酸	醇溶蛋白+油酸	醇溶蛋白+甘油油	MCT	MCT	醇溶蛋白+油酸	醇溶蛋白+油酸	醇溶蛋白+油酸	醇溶蛋白+油酸
第二层阻水层成分	/	醇溶蛋白+甘油油	醇溶蛋白+甘油油	醇溶蛋白+甘油油	醇溶蛋白+甘油油	醇溶蛋白+甘油油	醇溶蛋白+甘油油	醇溶蛋白+甘油油	醇溶蛋白+甘油油	醇溶蛋白+甘油油	醇溶蛋白+甘油油	醇溶蛋白+甘油油
第三层阻水层成分	/	/	/	/	/	/	醇溶蛋白+甘油油	醇溶蛋白+甘油油	/	/	/	/

油酸阻水包衣层溶液重量份	1500-1800	1600	1500	1800	1600	1600	1600	1600	1600	1600	320	1600
甘油阻水包衣层溶液重量份	300-340	320	320	320	320	310	320	320	320	320	800	320
油酸与醇溶蛋白重量比/%	0.35-0.4	0.39	0.39	0.35	0.39	0.39	0.39	0.35	0.39	0.39	0.39	0.39
甘油与醇溶蛋白重量比/%	0.2-0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
造粒机给料转速/RPM,	28-32	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
造粒机挤出转速/RPM	45-50	50	50	50	50	47	50	50	50	50	50	50
造粒机滚圆转速/RPM	350-450	400	400	420	420	400	400	380	400	400	400	400
流化床进风温度/°C	55-60	55	55	55	55	55	55	55	59	55	55	70
流化床风量(m ³ /h)	30-34	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
雾化压力/bar	2-3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

微胶囊实施 L1-8 例检测结果								
检测项目	实施例 L1	实施例 L2	实施例 L3	实施例 L4	实施例 L5	实施例 L6	实施例 L7	实施例 L8
微胶囊形态	颗粒圆润 有光泽 圆球形	颗粒圆润 有光泽 圆球形	颗粒圆润 有光泽 圆球形	颗粒圆润 有光泽 圆球形	颗粒圆润 有光泽 圆球形	颗粒圆润 有光泽 圆球形	颗粒圆润 有光泽 圆球形	颗粒圆润 有光泽 圆球形
微胶囊颜色	米黄色	米黄色	米黄色	米黄色	土黄色	米黄色	米黄色	米黄色
微胶囊内活菌数(0 天后) /cfu	1.3×10^{10}	1.35×10^{10}	1.2×10^{10}	1.3×10^{10}	1.3×10^{10}	1.23×10^{10}	1.22×10^{10}	1.27×10^{10}
微胶囊外活菌数(0 天后) /cfu	7.8×10^3	8.2×10^3	7.5×10^3	7.8×10^3	7.8×10^3	7.0×10^3	7.3×10^3	7.8×10^3
微胶囊内活菌数(30 天后) /cfu	1.2×10^{10}	1.28×10^{10}	1.1×10^{10}	1.2×10^{10}	1.2×10^{10}	1.09×10^{10}	1.18×10^{10}	1.2×10^{10}

微胶囊内活菌数 (60 天后) /cfu	1.15×10^{10}	1.14×10^{10}	9.8×10^9	1.15×10^{10}	1.15×10^{10}	1.02×10^{10}	1.15×10^{10}	1.15×10^{10}
微胶囊内活菌数 (120 天后) /cfu	1.05×10^{10}	1.00×10^{10}	9.1×10^9	1.05×10^{10}	1.05×10^{10}	9.8×10^{10}	1.05×10^{10}	1.05×10^{10}
微胶囊外表面残存 活菌数/cfu	4.5×10^3	7×10^3	4.0×10^3	4.5×10^3	4.5×10^3	3.9×10^3	4.0×10^3	4.5×10^3
耐酸性(模拟胃液 中孵育 2h 后胶囊 内活菌数/cfu)	1.1×10^{10}	1.05×10^{10}	1.15×10^{10}	1.1×10^{10}	1.1×10^{10}	1.1×10^{10}	1.1×10^{10}	9.7×10^9

微胶囊对比例 L1-3 检测结果			
检测项目	实施例 L1	实施例 L2	实施例 L3
微胶囊形态	一次丸芯不成型	颗粒粘结成块	颗粒圆润 有光泽
微胶囊内活菌数(0 天后) /cfu	/	6.8×10^8	2.3×10^8
微胶囊外活菌数(0 天后) /cfu	/	4.2×10^6	2.8×10^2
微胶囊内活菌数(30 天后)/cfu	/	4.8×10^8	1.3×10^8
微胶囊内活菌数(60 天后)/cfu	/	8.0×10^7	9.8×10^7
微胶囊内活菌数(120 天后) /cfu	/	2.2×10^7	5.8×10^7
微胶囊外表面残存活菌数/cfu	/	9.4×10^5	1.2×10^3
耐酸性(模拟胃液中孵育 2h 后胶囊内活菌数/cfu)	/	3.0×10^8	1.0×10^8

M. 微胶囊(乳清蛋白肽微胶囊)的制备

实施例 M1-6, 对比例 M1-2

- 5 乳清蛋白肽微胶囊制备的基本过程与益生菌微胶囊制备类似。具体参数差异见下表:

乳清蛋白肽微胶囊实施例 M1-4 及对比例 M1-2							
工艺参数	参数范围	实施例 M1	实施例 M2	实施例 M3	实施例 M4	对比例 M1	对比例 M2

乳清蛋白肽与微晶纤维素重量比/%	20-40	30	30	30	30	30	40
丸芯用水量重量份	90-110	100	100	100	100	100	100
第一层阻水层的成分	/	醇溶蛋白+油酸	醇溶蛋白+油酸	醇溶蛋白+油酸	MCT	醇溶蛋白+油酸	MCT
第二层阻水层成分	/	醇溶蛋白+甘油	醇溶蛋白+甘油	醇溶蛋白+甘油	醇溶蛋白+油酸	醇溶蛋白+甘油	醇溶蛋白+油酸
第三层阻水层成分	/	/	/	/	醇溶蛋白+甘油	/	醇溶蛋白+甘油
油酸阻水包衣层溶液重量份	1500-1800	1600	1500	1600	1600	320	1600
甘油阻水包衣层溶液重量份	300-340	320	320	320	320	320	320
油酸与醇溶蛋白重量比/%	0.35-0.4	0.39	0.39	0.35	0.39	0.39	0.39
甘油与醇溶蛋白重量比/%	0.2-0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
造粒机给料转速/RPM,	28-32	30	30	30	30	30	30
造粒机挤出转速/RPM	45-50	50	50	50	50	50	50
造粒机滚圆转速/RPM	350-450	400	400	420	420	400	400
流化床进风温度/°C	55-70	60	65	60	60	60	85
流化床风量(m ³ /h)	30-34	32	32	32	32	32	50
雾化压力/bar	2-3	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

微胶囊实施例 M1-4, 对比例 M1-2 检测结果						
检测项目	实施例 M1	实施例 M2	实施例 M3	实施例 M4	对比例 M1	对比例 M2
微胶囊形态	颗粒圆润 有光泽 圆球形	颗粒圆润 有光泽 圆球形	颗粒圆润 有光泽 圆球形	颗粒圆润 有光泽 圆球形	颗粒圆润 有光泽 圆球形	无成型颗粒

微胶囊颜色	米黄色	米黄色	米黄色	米黄色	米黄色	/
微胶囊味道	无明显苦酸 味	无明显苦酸 味	无明显苦酸 味	无明显苦酸 味	有明显苦酸 味	无明显苦酸味
微胶囊内多肽含量 (mg/g)	65	65	60	60	68	/