

# 说明书

## 一种麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂及其制备方法与应用

### 5 技术领域

本发明属于食品保鲜技术领域，具体地说，涉及一种麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂及其制备方法与应用。

### 背景技术

10 蓝莓，是当今继草莓后全球贸易第二大浆果，鲜果蓝色并覆盖一层白粉，果肉细腻风味独特，富含花色苷等多种生理活性物质，因其具有多种保健功能特性而风靡全球。近几年，国内外供给与消费都逐年递增，其中亚洲产量与消费增长最快，尤其以中国最为瞩目。我国蓝莓自 2000 年进入产业化发展以来，产量倍增，成为发展较快的新型果品行业。仅  
15 2017 年全国蓝莓栽培面积达到 5.59 万公顷，产量 15.43 万吨。

蓝莓果实营养丰富，但果皮薄且肉质细腻，表皮果粉极易脱落，易发生机械损伤，极易腐烂变质，贮运期间果实品质下降迅速，每年采后损失达 50% 以上，经济损失严重。根据国家标准 GB/T27658-2011 规定：蓝莓成熟度通过观察果蒂痕周围果皮颜色确定，紫红色或绿色为未成熟  
20 果，蓝色为成熟果，蓝色且手感稍软为过熟果。为追求较高果实硬度，便于冷链运输销售，尤其是针对远距离销售的产品，蓝莓种植业普遍存在蓝莓果实变色即采的行业潜规则。采收期偏早、成熟度较低的蓝莓果实，营养积累少，糖分达不到标准，酸度大、口感差、品质低，呼吸跃变软熟后会失去原品种的风味，市场反馈恶劣，对蓝莓产业持续健康发展  
25 带来极大危害。

大量研究证实蓝莓外表皮蜡质完整程度与果实贮藏品质正相关，但该层蜡质极易因摩擦或长期贮藏而脱落，进一步加剧贮运期间果实品质劣变。

行业上普遍采用的以 1-MCP 熏蒸、气调等常用保鲜技术主要强调维

持果实鲜活度，忽略对果实外表皮蜡质的保护及食用品质的保持，冷藏7d内外表皮蜡质几乎脱落殆尽，贮藏2~3周后果实感官品质普遍不理想，消费者反馈普遍较差。

多糖基质可食性涂膜已被广泛用于浆果类的保鲜，即通过自发式气调，抑制果实呼吸，阻隔  $H_2O$  流失，有效抑制微生物生长，控制腐烂，从而延长贮藏期。多糖、蛋白质、脂质及其组合均可用作新鲜产品的涂膜材料。不同的涂膜对新鲜蓝莓采后品质有不同的影响。研究证实以魔芋葡甘聚糖(KGM)为主的复合涂膜可显著降低蓝莓叶绿素、VC 含量损失，延缓衰老，有效抑制 MDA 的生成和积累。但可食性保鲜涂膜产品却由于稳定性和重现性不够好，距离生产生活中的大规模应用还存在明显差距。现有涂膜方法多为采后浸、喷、刷等方法进行涂膜，主要存在以下三方面困难。第一，是现有方法难以保证涂膜厚度的均匀性，过厚将会导致厌氧呼吸，而涂膜过薄则起不到保鲜作用，因而极易导致涂膜效果不稳定而影响技术推广；第二，多糖或蛋白质水溶液进行涂膜干燥难度较大，存在大量果实如何在不损害品质条件下迅速干燥的严峻考验；第三，涂膜后的果实在膜液干燥不彻底的情况下，更容易滋生腐败微生物，加剧腐败。

目前已有可食性复合涂膜的成膜基质，从施用成本和成膜效果出发多以乙酰度 90%左右的壳聚糖为主，但该类壳聚糖只能溶于一些稀的无机酸或有机酸中，不能直接溶于水中，这在很大程度上限制了它在果蔬保鲜的应用，尤其是果皮较薄且花青素含量较高的果实，涂膜后易出现变色的现象。

涂膜保鲜过程中，涂膜液需要均匀地覆盖铺展在果皮表面才能形成均匀连续的膜，才能充分发挥其优良的保鲜效果。由于蓝莓果实表面覆盖了一层蜡质，而常见的涂膜剂的润湿性较差，为了实现良好的涂膜效果，常采用粘稠度较大的膜液实现对果实表面的包裹覆盖，干燥成膜后膜痕迹较重，易导致消费者的误解。

微生物侵染是限制采后鲜食蓝莓贮运销的主要因素之一，各种真菌病原体可侵袭蓝莓果实，其中最常见的腐烂病害主要有由 *Botrytis*

*cinerea* 引起的灰霉病, 由 *Alternaria sp.* 引起的黑斑病和由 *Colletotrichum acutatum* 引起的炭疽病。目前能同时防控上述三种病害的可食性涂膜研究尚属空白, 未见相关报道。

## 5 发明内容

有鉴于此, 本发明针对上述的问题, 提供了一种麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂及其制备方法与应用。

为了解决上述技术问题, 本发明公开了一种麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂, 每 1000ml 麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂中含有 0.05~0.075g 多糖、  
10 0.05~0.1g 硬脂酰乳酸钙、0.05~0.1g 麝香草酚微胶囊, 余量为水。

可选地, 所述多糖包括质量比为 1:2 的魔芋葡甘聚糖和低酰基结冷胶; 所述的魔芋葡甘聚糖的重均平均聚合度为 15、重均分子量 69030~1512836; 所述的低酰基结冷胶的重均平均聚合度为 2、重均分子量 960000~1107710。

可选地, 所述麝香草酚微胶囊的组分配比如下: 以喷雾干燥前 1L 水包  
15 油 (W/O) 型乳液为基准, 乳液中总固形物含量 20%~25%; 壁材聚乙二醇 6000 与  $\beta$ -环糊精的质量比为 1:1~1:5; 芯材麝香草酚与总壁材物质的质量比 1:5~1:20; 蔗糖脂肪酸甘油酯 SF15 含量为 0.5%~1.5%。

本发明还公开了一种麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂的制备方法, 包括以下步骤:

20 步骤 1、制备麝香草酚微胶囊;

步骤 2、制备多糖: 将质量比为 1:2 的魔芋葡甘聚糖和低酰基结冷胶进行混合制备得到多糖; 所述的魔芋葡甘聚糖的重均平均聚合度为 15、重均分子量 1512836; 所述的低酰基结冷胶的重均平均聚合度为 2、重均分子量 1107710;

25 步骤 3、称量: 0.05~0.075g 多糖、0.05~0.1g 硬脂酰乳酸钙、0.05~0.1g 麝香草酚微胶囊, 余量为水, 以上体积总量为 1000ml;

步骤 4、将硬脂酰乳酸钙加入 100℃沸水中溶解至澄清, 再加入多糖后过胶体磨, 充分溶解后, 加入麝香草酚微胶囊, 搅拌均匀后制得麝香草酚复

合生物涂膜保鲜剂。

可选地，所述步骤 1 中的制备麝香草酚微胶囊具体为：

步骤 1.1、称量：按照以下配比称取以下组分：壁材聚乙二醇 6000 27g-111.9g， $\beta$ -环糊精 111.9g-143.92g，麝香草酚 9.29g-39.17g，蔗糖脂肪酸甘油酯 SF15 5g-15g，无水乙醇为 18.58~78.34ml，余量为水，以上质量总量为 1L；

步骤 1.2、取称量好的蔗糖脂肪酸甘油酯 SF15 溶于 85-95℃的蒸馏水，获得质地均匀的糊状溶液 A；

步骤 1.3、烧开水备用，加入称量好的聚乙二醇 6000，高速匀浆 0.5-1.5 分钟后溶解均匀，超声脱气，获得溶液 B，常温冷却备用；

步骤 1.4、取称量好的  $\beta$ -环糊精，使在 85-95℃蒸馏水中溶解，制成  $\beta$ -环糊精的饱和水溶液至澄清，获得溶液 C，在磁力搅拌 550-650r/min 下加入 B 后，搅拌 25-35min 后再加入溶液 A，冷却备用获得溶液 D；

步骤 1.5、称取麝香草酚，用无水乙醇按照 1:3-1:8 g/ml 将其溶解后，将溶液 D 置于 35-45℃、550-650r/min 的数显智能控温磁力搅拌器上，再向溶液 D 中心旋涡中逐滴滴加溶有麝香草酚的无水乙醇溶液（2 滴/秒），持续搅拌 2.5-3.5h；

步骤 1.6、喷雾干燥工艺：喷雾干燥 180~200℃，进样量 500~800ml/H，风量 50HZ，制备得到麝香草酚微胶囊。

可选地，所述步骤 2 中的制备多糖具体为：将质量比为 1:2 的魔芋葡甘聚糖和低酰基结冷胶进行混合制备得到多糖；所述的魔芋葡甘聚糖的重均平均聚合度为 15、重均分子量 69030~1512836；所述的低酰基结冷胶的重均平均聚合度为 2、重均分子量 960000~1107710。

本发明还公开了一种上述的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂在蓝莓保鲜中的应用。

可选地，包括以下步骤：

步骤 1、蓝莓采前喷施：采收当日天气以晴为主，间或多云，采前喷施前后 1~2d 内无降雨过程；本发明采用静电喷雾器喷施膜剂，果实表面各喷

施 20~30 体积倍膜液；当次采收产果率 250~500g/棵的蓝莓树用液 80~100 mL/棵；喷施后蓝莓在枝头自然条件下晾晒 60~90min 至果实表面完全干燥。

步骤 2、蓝莓采后处理及贮藏：鲜果采收后迅速转移至在 16℃，风速为 1~2 m/s，湿度 75%的预冷库中挑选、分级、小盒分装  $120 \pm 5$ g/盒；称重分装后用 45L 聚乙烯塑料筐加盖盛放；将塑料筐转移至冷库进行梯度降温至贮藏温度。

可选地，所述步骤 1 中的静电喷雾器的喷雾量 200~400ml/min，射程 6~8m，雾粒直径  $\leq 50 \mu\text{m}$ 。

可选地，所述步骤 2 中的梯度预冷程序为：第 0~12h  $10 \pm 1^\circ\text{C}$ ，第 12~18 h  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ，第 18~24 h  $2 \pm 1^\circ\text{C}$ ，贮藏湿度 90%~95%。

与现有技术相比，本发明可以获得包括以下技术效果：

1) 本发明所制备的可食性涂膜润湿性和溶解性较好，且粘度较低，可采用采前喷施后能均匀涂覆在果实表面，形成均匀连续的薄膜。

2) 本发明所制备的涂膜液，在采收前喷施至果实表面，在 25℃及以上的自然条件下 30min 内在枝头自然干燥完毕即可采收，无二次处理加工过程，极大节约人工成本。

3) 本发明可有效施用过程、采收过程和贮藏运输过程中蓝莓外表皮蜡质损失，减少对采后处理对果实的二次伤害，延长有效贮藏期至 63d 以上，同时有效提升蓝莓贮藏期食用品质。

4) 本发明采用微胶囊包埋技术，提高了麝香草酚水溶性，实现对 *Botrytis cinerea* 引起的灰霉病，由 *Alternaria sp.*引起的黑斑病和由 *Colletotrichum acutatum* 引起的炭疽病的同时防控。

5) 本发明所制备的涂膜，干燥后表面形态类似蓝莓外表皮蜡质，有效避免消费者对采后处理的焦虑心理，同时遇水后 30s 内即溶解无残留，进一步提升食用安全性。

当然，实施本发明的任一产品并不一定需要同时达到以上所述的所有技术效果。

## 附图说明

此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本发明的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

图 1 是本发明蓝莓低温贮藏期贮藏效果图；其中，CK 为空白对照组；  
5 A 为魔芋葡甘聚糖-结冷胶复合涂膜处理组，B 为实施例 2 制备得到的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂组；

图 2 是本发明蓝莓低温贮藏期腐烂率；其中，CK 为空白对照组；A 为魔芋葡甘聚糖-结冷胶复合涂膜处理组，B 为实施例 2 制备得到的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂组；

10 图 3 是本发明蓝莓低温贮藏期失水率；其中，CK 为空白对照组；A 为魔芋葡甘聚糖-结冷胶复合涂膜处理组，B 为实施例 2 制备得到的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂组；

图 4 是本发明蓝莓低温贮藏期可溶性糖变化；其中，CK 为空白对照组；A 为魔芋葡甘聚糖-结冷胶复合涂膜处理组，B 为实施例 2 制备得到的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂组；  
15 草酚复合生物涂膜保鲜剂组；

图 5 是本发明蓝莓低温贮藏期可滴定酸变化；其中，CK 为空白对照组；A 为魔芋葡甘聚糖-结冷胶复合涂膜处理组，B 为实施例 2 制备得到的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂组；

图 6 是本发明蓝莓低温贮藏期维生素 C 含量变化；其中，CK 为空白对照组；A 为魔芋葡甘聚糖-结冷胶复合涂膜处理组，B 为实施例 2 制备得到的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂组；  
20 照组；A 为魔芋葡甘聚糖-结冷胶复合涂膜处理组，B 为实施例 2 制备得到的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂组；

图 7 是本发明蓝莓低温贮藏期总酚含量变化，其中，CK 为空白对照组；A 为魔芋葡甘聚糖-结冷胶复合涂膜处理组，B 为实施例 2 制备得到的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂组。

25

### 具体实施方式

以下将配合实施例来详细说明本发明的实施方式，藉此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题并达成技术功效的实现过程能充分理解并据以实施。

本发明公开了一种麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂，每 1000ml 麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂中含有 0.05~0.075g 多糖、0.05~0.1g 硬脂酰乳酸钙、0.05~0.1g 麝香草酚微胶囊，余量为水。

所述多糖包括质量比为 1:2 的魔芋葡甘聚糖和低酰基结冷胶；所述的魔芋葡甘聚糖的重均平均聚合度为 15、重均分子量 69030~1512836；所述的低酰基结冷胶的重均平均聚合度为 2、重均分子量 960000~1107710。

麝香草酚微胶囊配方如如下：以喷雾干燥前 1L 水包油（W/O）型乳液为基准，乳液中总固形物含量 20%~25%；壁材聚乙二醇 6000 与  $\beta$ -环糊精的质量比为 1:1~1:5；芯材麝香草酚与总壁材物质的质量比 1:5~1:20；蔗糖脂肪酸甘油酯 SF15 含量为 0.5%~1.5%；麝香草酚与无水乙醇质量体积比为 1:2。

本发明还公开了一种麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂的制备方法，包括以下步骤：

步骤 1、制备麝香草酚微胶囊：

步骤 1.1、称量：按照以下配比称取以下组分：壁材聚乙二醇 6000 27g-111.9g， $\beta$ -环糊精 111.9g-143.92g，麝香草酚 9.29g-39.17g，蔗糖脂肪酸甘油酯 SF15 5g-15g，无水乙醇为 18.58~78.34ml，余量为水，以上质量总量为 1L；

步骤 1.2、取蔗糖脂肪酸甘油酯 SF15 溶于 85-95℃的蒸馏水，获得质地均匀的糊状溶液 A；

步骤 1.3、烧开水备用，加入聚乙二醇 6000，高速匀浆 0.5-1.5 分钟后溶解均匀，超声脱气，获得溶液 B，常温冷却备用；

步骤 1.4、取  $\beta$ -环糊精，使在 85-95℃蒸馏水中溶解，制成  $\beta$ -环糊精的饱和水溶液至澄清，获得溶液 C，在磁力搅拌 550-650r/min 下加入 B 后，搅拌 25-35min 后再加入溶液 A，冷却备用获得溶液 D；

步骤 1.5、称取麝香草酚，用无水乙醇按照 1:2 g/ml 将其溶解后，将溶液 D 置于 35-45℃、550-650r/min 的数显智能控温磁力搅拌器上，再向溶液 D 中心旋涡中逐滴滴加溶有麝香草酚的无水乙醇溶液（2 滴/秒），持续搅拌 2.5-3.5h；

步骤 1.6、喷雾干燥工艺：喷雾干燥 180~200℃，进样量 500~800ml/H，风量 50Hz，制备得到麝香草酚微胶囊；

步骤 2、制备多糖：将质量比为 1:2 的魔芋葡甘聚糖和低酰基结冷胶进行混合制备得到多糖；所述魔芋葡甘聚糖的重均平均聚合度为 15、重均分子量 69030~1512836；所述的低酰基结冷胶的重均平均聚合度为 2、重均分子量 960000~1107710；

步骤 3、称量：0.05~0.075g 多糖、0.05~0.1g 硬脂酰乳酸钙、0.05~0.1g 麝香草酚微胶囊，余量为水，以上体积总量为 1000ml。

步骤 4、将硬脂酰乳酸钙加入 100℃沸水中溶解至澄清，再加入多糖后过胶体磨，充分溶解后，加入麝香草酚微胶囊，搅拌均匀后制得麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂。

本发明还公开了一种麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂在蓝莓保鲜中的应用，包括以下步骤：

步骤 1、蓝莓采前喷施：采收当日天气以晴为主，间或多云，采前喷施前后 1~2d 内无降雨过程；本发明采用静电喷雾器（喷雾量 200~400ml/min，射程 6~8m，雾粒直径  $\leq 50\mu\text{m}$ ）喷施膜剂，果实表面各喷施 20~30 体积倍膜液；当次采收产果率 250~500g/棵的蓝莓树用液 80~100 mL/棵；喷施后蓝莓在枝头自然条件下晾晒 60~90min 至果实表面完全干燥。

步骤 2、蓝莓采后处理及贮藏：鲜果采收后迅速转移至在 16℃，风速为 1~2 m/s，湿度 75%的预冷库中挑选、分级、小盒分装  $120 \pm 5\text{g}/\text{盒}$ ；称重分装后用 45L 聚乙烯塑料筐加盖盛放（每箱可装 11~13kg）；将塑料筐转移至冷库进行梯度降温至贮藏温度，梯度预冷程序为：第 0~12h  $10 \pm 1^\circ\text{C}$ ，第 12~18h  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ，第 18~24h  $2 \pm 1^\circ\text{C}$ （贮藏湿度 90%~95%）。

#### 实施例 1

一种麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂，每 1000ml 麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂中含有 0.067g 多糖、0.08g 硬脂酰乳酸钙、0.05g 麝香草酚微胶囊，余量为水。

所述多糖包括质量比为 1:2 的魔芋葡甘聚糖和低酰基结冷胶；所述的魔芋葡甘聚糖的重均平均聚合度为 15、重均分子量 69030；所述的低酰基结冷

胶的重均平均聚合度为 2、重均分子量 960000。

上述的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂通过以下方法制备得到：

步骤 1、制备麝香草酚微胶囊：

5 步骤 1.1、取蔗糖脂肪酸甘油酯 SF15 5g 溶于 250 ml 90℃ 蒸馏水，获得质地均匀的糊状溶液 A；

步骤 1.2、烧开水 500 毫升备用，加入聚乙二醇 6000 27ml，高速匀浆 1 分钟后溶解均匀，超声脱气，获得溶液 B，常温冷却备用；

10 步骤 1.3、取 135.42 g  $\beta$ -环糊精，使在 90℃ 250 ml 蒸馏水中溶解，制成  $\beta$ -环糊精的饱和水溶液至澄清，获得溶液 C，在磁力搅拌 600r/min 下加入 B 后，搅拌 30min 后再加入溶液 A，冷却备用获得溶液 D；

步骤 1.4、称取麝香草酚 9.29 g，用无水乙醇按照 1:2g/ml 将其溶解后，将溶液 D 置于 40℃、600r/min 的数显智能控温磁力搅拌器上，再向溶液 D 中心旋涡中逐滴滴加溶有麝香草酚的无水乙醇溶液（2 滴/秒），持续搅拌 3h；

15 步骤 1.5、喷雾干燥工艺：喷雾干燥 180℃，进样量 500ml/H，风量 50Hz，制备得到麝香草酚微胶囊；

20 步骤 2、制备多糖：将质量比为 1:2 的魔芋葡甘聚糖和低酰基结冷胶进行混合制备得到多糖；所述的魔芋葡甘聚糖的重均平均聚合度为 15、重均分子量 69030；所述的低酰基结冷胶的重均平均聚合度为 2、重均分子量 960000；

步骤 3、称量 0.067g 多糖、0.08g 硬脂酰乳酸钙、0.08g 麝香草酚微胶囊，余量为水，以上体积总量为 1000ml；

25 步骤 4、将硬脂酰乳酸钙加入 100℃ 沸水中溶解至澄清，再加入多糖后过胶体磨，充分溶解后，加入麝香草酚微胶囊，以上体积总量为 1000ml，搅拌均匀后制得麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂。

上述的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂在蓝莓保鲜中的应用，包括以下步骤：

步骤 1、蓝莓采前喷施：采收当日天气以晴为主，间或多云，采前喷施前后 1~2d 内无降雨过程；本发明采用静电喷雾器（喷雾量 300ml/min，射程

6~8m, 雾粒直径 $\leq 50\mu\text{m}$ ) 喷施膜剂, 果实表面各喷施 25 体积倍膜液; 当次采收产果率 420g/棵的蓝莓树用液 90 mL/棵; 喷施后蓝莓在枝头自然条件下晾晒 75min 至果实表面完全干燥。

- 5 步骤 2、蓝莓采后处理及贮藏: 鲜果采收后迅速转移至在  $16^{\circ}\text{C}$ , 风速为  $1\sim 2\text{ m/s}$ , 湿度 75% 的预冷库中挑选、分级、小盒分装  $120 \pm 5\text{g/盒}$ ; 称重分装后用 45L 聚乙烯塑料筐加盖盛放 (每箱可装 11~13kg); 将塑料筐转移至冷库进行梯度降温至贮藏温度, 梯度预冷程序为: 第 0~12h  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , 第 12~18h  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , 第 18~24h  $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$  (贮藏湿度 90%~95%)。

## 实施例 2

- 10 一种麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂, 每 1000ml 麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂中含有 0.05g 多糖、0.1g 硬脂酰乳酸钙、0.08g 麝香草酚微胶囊, 余量为水。

- 15 所述多糖包括质量比为 1:2 的魔芋葡甘聚糖和低酰基结冷胶; 所述的魔芋葡甘聚糖的重均平均聚合度为 15、重均分子量 1512836; 所述的低酰基结冷胶的重均平均聚合度为 2、重均分子量 1107710。

上述的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂通过以下方法制备得到:

步骤 1、制备麝香草酚微胶囊:

步骤 1.1、取 10g 蔗糖脂肪酸甘油酯 SF15 溶于 100ml  $85^{\circ}\text{C}$  的蒸馏水, 获得质地均匀的糊状溶液 A;

- 20 步骤 1.2、烧开水备用, 加入 200ml 28.78g 聚乙二醇 6000, 高速匀浆 1.5 分钟后溶解均匀, 超声脱气, 获得溶液 B, 常温冷却备用;

步骤 1.3、取 143.92g  $\beta$ -环糊精, 使在 400ml  $85^{\circ}\text{C}$  蒸馏水中溶解, 制成  $\beta$ -环糊精的饱和水溶液至澄清, 获得溶液 C, 在磁力搅拌 650r/min 下加入 B 后, 搅拌 25min 后再加入溶液 A, 冷却备用获得溶液 D;

- 25 步骤 1.4、称取 17.27g 麝香草酚, 用无水乙醇按照 1:2 g/ml 将其溶解后, 将溶液 D 置于  $35^{\circ}\text{C}$ 、650r/min 的数显智能控温磁力搅拌器上, 再向溶液 D 中心旋涡中逐滴滴加溶有麝香草酚的无水乙醇溶液 (2 滴/秒), 持续搅拌 2.5h;

步骤 1.5、喷雾干燥工艺: 喷雾干燥  $200^{\circ}\text{C}$ , 进样量 800ml/H, 风量 50Hz,

制备得到麝香草酚微胶囊；

步骤 2、制备多糖：将质量比为 1:2 的魔芋葡甘聚糖和低酰基结冷胶进行混合制备得到多糖；所述的魔芋葡甘聚糖的重均平均聚合度为 15、重均分子量 1512836；所述的低酰基结冷胶的重均平均聚合度为 2、重均分子量 1107710；

步骤 3、称量 0.05g 多糖、0.1g 硬脂酰乳酸钙、0.08g 麝香草酚微胶囊，余量为水，以上体积总量为 1000ml；

步骤 4、将硬脂酰乳酸钙加入 100℃沸水中溶解至澄清，再加入多糖后过胶体磨，充分溶解后，加入麝香草酚微胶囊，以上体积总量为 1000ml，搅拌均匀后制得麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂。

上述的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂在蓝莓保鲜中的应用，包括以下步骤：

步骤 1、蓝莓采前喷施：采收当日天气以晴为主，间或多云，采前喷施前后 1~2d 内无降雨过程；本发明采用静电喷雾器（喷雾量 200ml/min，射程 6~8m，雾粒直径  $\leq 50\mu\text{m}$ ）喷施膜剂，果实表面各喷施 30 体积倍膜液；当次采收产果率 250g/棵的蓝莓树用液 100 mL/棵；喷施后蓝莓在枝头自然条件下晾晒 60min 至果实表面完全干燥。

步骤 2、蓝莓采后处理及贮藏：鲜果采收后迅速转移至在 16℃，风速为 1m/s，湿度 75%的预冷库中挑选、分级、小盒分装  $120 \pm 5\text{g}/\text{盒}$ ；称重分装后用 45L 聚乙烯塑料筐加盖盛放（每箱可装 11~13kg）；将塑料筐转移至冷库进行梯度降温至贮藏温度，梯度预冷程序为：第 0~12h  $10 \pm 1^\circ\text{C}$ ，第 12~18 h  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ，第 18~24 h  $2 \pm 1^\circ\text{C}$ （贮藏湿度 90%~95%）。

### 实施例 3

一种麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂，每 1000ml 麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂中含有 0.075g 多糖、0.05g 硬脂酰乳酸钙、0.1g 麝香草酚微胶囊，余量为水。

所述多糖包括质量比为 1:2 的魔芋葡甘聚糖和低酰基结冷胶；所述的魔芋葡甘聚糖的重均平均聚合度为 15、重均分子量 1000000；所述的低酰基结冷胶的重均平均聚合度为 2、重均分子量 1000000。

上述的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂通过以下方法制备得到:

步骤 1、制备麝香草酚微胶囊:

步骤 1.1、取 15g 蔗糖脂肪酸甘油酯 SF15 溶于 400ml 95℃ 的蒸馏水, 获得质地均匀的糊状溶液 A;

5 步骤 1.2、烧开水 300ml 备用, 加入 111.90g 聚乙二醇 6000, 高速匀浆 0.5 分钟后溶解均匀, 超声脱气, 获得溶液 B, 常温冷却备用;

步骤 1.3、取 111.90g  $\beta$ -环糊精, 使在 300 ml 95℃ 蒸馏水中溶解, 制成  $\beta$ -环糊精的饱和水溶液至澄清, 获得溶液 C, 在磁力搅拌 550r/min 下加入 B 后, 搅拌 35min 后再加入溶液 A, 冷却备用获得溶液 D;

10 步骤 1.4、称取 39.17g 麝香草酚, 用无水乙醇按照 1:2 g/ml 将其溶解后, 将溶液 D 置于 45℃、550r/min 的数显智能控温磁力搅拌器上, 再向溶液 D 中心旋涡中逐滴滴加溶有麝香草酚的无水乙醇溶液 (2 滴/秒), 持续搅拌 3.5h;

15 步骤 1.5、喷雾干燥工艺: 喷雾干燥 200℃, 进样量 500ml/H, 风量 50HZ, 制备得到麝香草酚微胶囊;

步骤 2、制备多糖: 将质量比为 1:2 的魔芋葡甘聚糖和低酰基结冷胶进行混合制备得到多糖; 所述的魔芋葡甘聚糖的重均平均聚合度为 15、重均分子量 1000000; 所述的低酰基结冷胶的重均平均聚合度为 2、重均分子量 1000000;

20 步骤 3、称量 0.075g 多糖、0.05g 硬脂酰乳酸钙、0.1g 麝香草酚微胶囊, 余量为水, 以上体积总量为 1000ml;

步骤 4、将硬脂酰乳酸钙加入 100℃ 沸水中溶解至澄清, 再加入多糖后过胶体磨, 充分溶解后, 加入麝香草酚微胶囊, 以上体积总量为 1000ml, 搅拌均匀后制得麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂。

25 上述的麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂在蓝莓保鲜中的应用, 包括以下步骤:

步骤 1、蓝莓采前喷施: 采收当日天气以晴为主, 间或多云, 采前喷施前后 1~2d 内无降雨过程; 本发明采用静电喷雾器 (喷雾量 400ml/min, 射程 6~8m, 雾粒直径  $\leq 50\mu\text{m}$ ) 喷施膜剂, 果实表面各喷施 20 体积倍膜液; 当次

采收产果率 500g/棵的蓝莓树用液 80 mL/棵；喷施后蓝莓在枝头自然条件下晾晒 90min 至果实表面完全干燥。

- 5 步骤 2、蓝莓采后处理及贮藏：鲜果采收后迅速转移至在 16℃，风速为 2 m/s，湿度 75%的预冷库中挑选、分级、小盒分装  $120 \pm 5\text{g}$ /盒；称重分装后用 45L 聚乙烯塑料筐加盖盛放（每箱可装 11~13kg）；将塑料筐转移至冷库进行梯度降温至贮藏温度，梯度预冷程序为：第 0~12h  $10 \pm 1^\circ\text{C}$ ，第 12~18h  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ，第 18~24h  $2 \pm 1^\circ\text{C}$ （贮藏湿度 90%~95%）。

对比例 1

对采收的蓝莓不做任何处理进行贮藏。

- 10 对比例 2

对采收的蓝莓采前喷施未添加麝香草酚微胶囊的魔芋葡甘聚糖-结冷胶复合涂膜剂。

每 1000ml 未添加麝香草酚微胶囊的魔芋葡甘聚糖-结冷胶复合涂膜剂中含有 0.075g 多糖、0.05g 硬脂酰乳酸钙，余量为水。

- 15 所述多糖包括质量比为 1:2 的魔芋葡甘聚糖和低酰基结冷胶；所述的魔芋葡甘聚糖的重均平均聚合度为 15、重均分子量 1000000；所述的低酰基结冷胶的重均平均聚合度为 2、重均分子量 1000000。

步骤 1、称量 0.075g 多糖、0.05g 硬脂酰乳酸钙，余量为水，以上体积总量为 1000ml；

- 20 步骤 2、将硬脂酰乳酸钙加入 1000ml 100℃沸水中溶解至澄清，再加入多糖后过胶体磨，充分溶解后，加入麝香草酚微胶囊，搅拌均匀后制得麝香草酚复合生物涂膜保鲜剂。

上述的未添加麝香草酚微胶囊的魔芋葡甘聚糖-结冷胶复合涂膜剂在蓝莓保鲜中的应用，包括以下步骤：

- 25 步骤 1、蓝莓采前喷施：采收当日天气以晴为主，间或多云，采前喷施前后 1~2d 内无降雨过程；本发明采用静电喷雾器（喷雾量 400ml/min，射程 6~8m，雾粒直径  $\leq 50\mu\text{m}$ ）喷施膜剂，果实表面各喷施 20 体积倍膜液；当次采收产果率 500g/棵的蓝莓树用液 80 mL/棵；喷施后蓝莓在枝头自然条件下晾晒 90min 至果实表面完全干燥。

步骤 2、蓝莓采后处理及贮藏：鲜果采收后迅速转移至在 16℃，风速为 2 m/s，湿度 75%的预冷库中挑选、分级、小盒分装  $120 \pm 5\text{g}/\text{盒}$ ；称重分装后用 45L 聚乙烯塑料筐加盖盛放（每箱可装 11~13kg）；将塑料筐转移至冷库进行梯度降温至贮藏温度，梯度预冷程序为：第 0~12h  $10 \pm 1^\circ\text{C}$ ，第 12~18 h  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ，第 18~24 h  $2 \pm 1^\circ\text{C}$ （贮藏湿度 90%~95%）。

表 1 低温（2℃）贮藏 42d 后各实施例出库效果对比

	烂果率（%）	霉果率（%）	商品率（%）	可食果率（%）
实施例 1	$5.02 \pm 2.42$	$3.42 \pm 1.40$	$63.35 \pm 3.85$	$83.33 \pm 2.31$
实施例 2	$1.18 \pm 1.10$	$0.68 \pm 0.13$	$78.19 \pm 0.98$	$92.19 \pm 0.92$
实施例 3	$3.84 \pm 2.60$	$1.03 \pm 0.37$	$58.01 \pm 4.27$	$89.45 \pm 0.92$
对比例 1	$35.72 \pm 4.12$	100%	0	$42.37 \pm 3.45$

由表 1 可知，贮藏 42d 后，CK 果实果粉完全脱落，且大部分均腐败张美，果实表面湿润，而处理蓝莓果实大多表现覆盖明亮的外表皮蜡质，轻微凝露。由表 1 可见，所有处理可食果率与商品果率均高于 CK，而后者商品果率为 0；所有处理烂果率、霉果率、均低于 CK，呈极显著差异( $p < 0.01$ )。

图 1 为蓝莓低温贮藏前期、中期和后期的效果图。研究表明，蓝莓外表皮的蜡质损伤是不利于果实贮藏品质的保持。由图 1 可以看出，随着贮藏时间的延长，蓝莓外表皮的蜡质损伤越来越大，但 B 组（实施例 2，下同）的蜡质损伤程度是小于 A 组（对比例 2，下同）和 CK 组（对比例 1，下同），说明 B 处理组（实施例 2）能有效减少蜡质的损伤程度。

蓝莓在采后贮藏过程中易受微生物侵染而发生腐烂。图 2 中，随着贮藏时间的延长，不同处理组的腐烂率都呈现上升趋势；在贮藏 35 天时，CK 组的腐烂率急剧上升，显著高于 A 组和 B 组（实施例 2）。在整个贮藏期内，B 组（实施例 2）的腐烂率都低于其他处理组，说明 B 组（实施例 2）能有效延缓果实的腐烂变质。

蓝莓果实在贮藏期间，因失水和软化会造成果实重量的减少。图 3 中，不同处理组的失水率都随着贮藏时间的延长而增加。CK 组在贮藏 42d 时，失水率急剧上升，达到了 3.124%，显著高于 B 组（实施例 2）；B 组（实施

例 2) 在贮藏期内的失水率都小于 A 组 (对比例 2) 和 CK 组 (对比例 1)。说明 B 组 (实施例 2) 能减缓水分散失的速度。

由图 4 可知, 蓝莓的可溶性糖含量在贮藏期内, 呈先上升后下降的趋势。CK 组的可溶性糖含量在贮藏第 7d 达到峰值, 之后呈逐渐下降趋势; A 组和 B 组 (实施例 2) 分别在 21d 和 28d 时, 可溶性糖含量达到峰值, 之后也呈逐渐下降趋势, 但皆高于 CK 组 (对比例 1) 的可溶性糖含量。说明 B 组 (实施例 2) 能维持较好的可溶性糖含量。

图 5 的可滴定酸含量都随着贮藏时间的延长逐渐降低。B 组 (实施例 2) 的可滴定酸含量的下降程度是小于 A 组 (对比例 2) 和 CK 组 (对比例 1) 的; 在整个贮藏期内, B 组 (实施例 2) 的可滴定酸含量是高于 A 组 (对比例 2) 和 CK 组 (对比例 1) 的。说明 B 组 (实施例 2) 可以延缓可滴定酸含量的下降。

如图 6 所示, 在贮藏初期, 各处理组的 VC 含量都在 8~9mg/100g 之间, 随着贮藏时间的延长, 维生素 C 的含量呈逐渐下降的趋势。B 组 (实施例 2) 的下降速度均低于 A 组 (对比例 2)、CK 组 (对比例 1), 由此可得 B 组 (实施例 2) 最有利于蓝莓储藏过程中延缓维生素 C 流失。

图 7 是蓝莓在低温条件各处理组总酚含量变换趋势图。由图可知, 三种处理的蓝莓总酚含量均呈现先升后降趋势, 但 B 组 (实施例 2) 总酚含量在贮藏期间均明显高于 A (对比例 2) 和 CK 组 (对比例 1), 且 CK 组样品 (对比例 1) 总酚含量最低。由此可得出, 在贮藏期间, B 组 (实施例 2) 最有利于蓝莓酚类物质保持。

上述说明示出并描述了发明的若干优选实施例, 但如前所述, 应当理解发明并非局限于本文所披露的形式, 不应看作是对其他实施例的排除, 而可用于各种其他组合、修改和环境, 并能够在本文所述发明构想范围内, 通过上述教导或相关领域的技术或知识进行改动。而本领域人员所进行的改动和变化不脱离发明的精神和范围, 则都应在发明所附权利要求的保护范围内。