



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112646219 B

(45) 授权公告日 2023.10.20

(21) 申请号 202011531540.4

C08K 5/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.22

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 110013034 A, 2019.07.16

申请公布号 CN 112646219 A

CN 110591130 A, 2019.12.20

(43) 申请公布日 2021.04.13

Luciana Prietto et al.. "pH-sensitive films containing anthocyanins extracted from black bean seed coat and red cabbage". LWT - Food Science and Technology. 2017, 第80卷第493页左栏第2段、第2节、第499页第4节.

(73) 专利权人 沈阳农业大学

地址 110866 辽宁省沈阳市沈河区东陵路120号

Chenjing Xie et al.. "Binding a chondroitin sulfate-based nanocomplex with kappa-carrageenan to enhance the stability of anthocyanins". Food Hydrocolloids. 2019, 第100卷第2页第2.2、2.3节、左栏第3、4段.

(72) 发明人 司旭 鲍义文 李斌 付思雨

崔慧军

审查员 白雪

(74) 专利代理机构 大连东方专利代理有限责任

公司 21212

专利代理师 李娜 李馨

权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(51) Int. Cl.

C08J 5/18 (2006.01)

C08L 3/02 (2006.01)

C08L 5/08 (2006.01)

(54) 发明名称

一种硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度指示膜的制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度指示膜的制备方法,属于食品包装贮藏和检测技术领域。一种硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度指示膜的制备方法,将蓝莓花色苷提取物溶液与硫酸软骨素水溶液混合均匀,得硫酸软骨素-花色苷混合溶液;将经糊化处理的淀粉加入上述硫酸软骨素-花色苷混合溶液中磁力搅拌得硫酸软骨素-花色苷-淀粉混合溶液;向所得混合溶液中加入一定量的甘油,并调节溶液pH为3~4后持续磁力搅拌一段时间,得成膜液;利用成膜液干燥成膜,既得。本发明结合共着色和物理包埋技术,制备所得的指示膜可作为食品级生物材料,应用在食品包装中,通过指示膜pH响应变色实时可视化监控并预警消费者食品腐败的发生。

1. 一种硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度指示膜的制备方法,其特征在于:将蓝莓花色苷提取物溶液与硫酸软骨素水溶液混合均匀,得硫酸软骨素-花色苷混合溶液;将经糊化处理的淀粉加入上述硫酸软骨素-花色苷混合溶液中磁力搅拌得硫酸软骨素-花色苷-淀粉混合溶液;向所得混合溶液中加入一定量的甘油,并调节溶液pH为3.5后持续磁力搅拌一段时间,得成膜液;利用成膜液干燥成膜,既得;

所述蓝莓花色苷提取物溶液为蓝莓花色苷提取物的酸性乙醇溶液,所述花色苷提取物溶液浓度为1~4mg/mL;所述酸性乙醇溶液由1mol/L的乙酸和无水乙醇按体积比3:17组成;

所述硫酸软骨素水溶液的浓度为2~6mg/mL,所述蓝莓花色苷提取物与硫酸软骨素的质量比为1:20~60。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述淀粉为马铃薯淀粉,所述经糊化处理的淀粉按下述方法制得:将浓度为50~70mg/mL淀粉溶液磁力搅拌下逐渐升温至淀粉未完全糊化状态,所述磁力搅拌速率为500~800r/min,搅拌时间为20~40min。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述淀粉与硫酸软骨素的质量比为10~30:1。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述磁力搅拌速率为500~800r/min,搅拌时间为20~40min。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:将所得成膜液流延至成模板中,置于鼓风干燥箱,烘干成膜,干燥温度为40℃~45℃,干燥时间为12~24h。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:利用0.1mol/L HCl溶液或0.1mol/LNaOH溶液将硫酸软骨素-花色苷-淀粉混合溶液调节pH至3.5。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:所述甘油的添加量为成膜液总体积的1%~3%。

一种硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度指示膜的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度指示膜的制备方法,属于食品包装贮藏和检测技术领域。

背景技术

[0002] 近年来,随着消费者食品营养和食品安全意识不断增强,高蛋白、高脂肪类食品贮藏保鲜过程中的新鲜度难识别问题成为了大众关注的焦点,促使食品智能包装的研究日益兴起。新鲜度指示包装是基于食品包装环境pH的变化来指示食品新鲜程度的智能包装形式。多数水产品、肉品等由于水分含量高、游离氨基酸和可溶性非含氮化合物等成分较多,容易发生品质劣变。其中,微生物是引起大多数动物性产品腐败变质的主要原因。指示膜变质监测机理是蛋白质的微生物腐败产生大量如氨、甲胺、二甲胺等挥发性碱性氮和生物胺,逐渐增加包装顶空中的pH值,通过固定在聚合物膜中的pH敏感染料的颜色变化反映产品的新鲜/腐败度。

[0003] 人工合成的pH染料虽具有颜色明显、反应迅速等特点,但因合成染料本身存在毒性和不可降解性会对人体产生潜在的危害,很难被消费者所接受。从植物中提取的天然染料具有无毒、可再生、无污染、制备方便等特点,更符合消费者对于食品安全的期待。花色苷是广泛存在于自然界的植物源色素,具有敏感的pH响应变色特性,是天然指示剂材料的理想选择。然而,现存的花色苷新鲜度/腐败度指示膜存在显色灵敏性较差、显色指示不够明显等问题。因此开发具有高敏感度的pH响应型食品新鲜度指示膜十分必要。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度智能指示膜的制备方法,该方法得到的指示膜的颜色随着食品的新鲜程度发生变化,可以快速指示包装内产品的新鲜程度。

[0005] 一种硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度指示膜的制备方法,将蓝莓花色苷提取物溶液与硫酸软骨素水溶液混合均匀,得硫酸软骨素-花色苷混合溶液;将经糊化处理的淀粉加入上述硫酸软骨素-花色苷混合溶液中磁力搅拌得硫酸软骨素-花色苷-淀粉混合溶液;向所得混合溶液中加入一定量的甘油,并调节溶液pH为3~4后持续磁力搅拌一段时间,得成膜液;利用成膜液干燥成膜,既得。

[0006] 上述技术方案中,优选所述蓝莓花色苷提取物溶液为蓝莓花色苷提取物的酸性乙醇溶液,所述花色苷提取物浓度为1~4mg/mL。

[0007] 进一步地,所述酸性乙醇溶液由1mol/L的乙酸和无水乙醇按体积比3:17组成。

[0008] 进一步地,将蓝莓花色苷提取物溶液与硫酸软骨素水溶液混合后磁力搅拌,搅拌速率为250~300r/min,搅拌时间为10~30min。

[0009] 上述技术方案中,优选所述蓝莓花色苷提取物与硫酸软骨素的质量比为1:20~

60。

[0010] 上述技术方案中,优选所述硫酸软骨素水溶液的浓度为2~6mg/mL。

[0011] 上述技术方案中,优选所述淀粉为马铃薯淀粉。

[0012] 进一步地,所述经糊化处理的淀粉按下述方法制得:将浓度为50~70mg/mL淀粉溶液磁力搅拌下逐渐升温至淀粉未完全糊化状态,所述磁力搅拌速率为500~800r/min,搅拌时间为20~40min。

[0013] 更进一步地,将浓度为50~70mg/mL淀粉溶液磁力搅拌下逐渐升温至58~62℃使淀粉达到未完全糊化状态。

[0014] 上述技术方案中,优选所述淀粉与硫酸软骨素的质量比为10~30:1。

[0015] 进一步地,所述磁力搅拌速率为500~800r/min,搅拌时间为20~40min。

[0016] 上述技术方案中,优选向所得硫酸软骨素-花色苷-淀粉溶液中加入一定量甘油,并调节溶液pH为3~4后持续磁力搅拌20~40min,搅拌速率为500~800r/min。

[0017] 进一步地,所述甘油的添加量为成膜液总体积的1%~3%。

[0018] 进一步地,利用0.1mol/L HCl溶液或0.1mol/L NaOH溶液将硫酸软骨素-花色苷-淀粉调节pH至3~4。

[0019] 上述技术方案中,优选将所得成膜液流延至成模板中,置于鼓风干燥箱,烘干成膜,干燥温度为40℃~45℃,干燥时间为12~24h。

[0020] 本发明所用硫酸软骨素作为带负电荷的酸性粘多糖,能够与花色苷复合发生共着色作用形成一种稳定的纳米复合物,使其显色效果更加显著。马铃薯淀粉价格低廉,可生物降解,具有良好的成膜性能。通过封装包埋技术提高花色苷在指示膜中的稳定性,利于保持pH响应色敏指示的灵敏性。本发明结合共着色和物理包埋技术,制备一种硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度智能指示膜,所制备的指示膜可作为食品级生物材料,应用在食品包装中,通过指示膜pH响应变色实时可视化监控并预警消费者食品腐败的发生。

[0021] 本发明一个优选的技术方案如下:

[0022] 一种硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度智能指示膜的制备方法,包括以下步骤:

[0023] (1) 将蓝莓花色苷提取物溶解于酸性乙醇溶液中,配置一定浓度的花色苷提取物溶液;

[0024] (2) 将步骤(1)得到的花色苷提取物溶液,加入到一定浓度的硫酸软骨素溶液中,磁力搅拌10~30min;

[0025] (3) 将经糊化处理的淀粉溶液缓慢加入到步骤(2)得到的花色苷-硫酸软骨素混合溶液中,磁力搅拌10~30min;

[0026] (4) 向步骤(3)中得到的花色苷-硫酸软骨素-淀粉溶液中,逐滴加入一定体积分数的甘油,调节最终pH为3~4,并持续磁力搅拌20~40min;

[0027] (5) 将步骤(4)中得到的溶液流延至成模板中,置于鼓风干燥箱,烘干成膜,成膜后于干燥器中平衡一段时间后揭取即可。

[0028] 优选的,所述的步骤(1)中,花色苷提取物浓度为1~4mg/mL,酸性乙醇溶液由1mol/L乙酸和无水乙醇以3:17比例混合制得。

[0029] 优选的,所述的步骤(2)中,硫酸软骨素溶液的浓度为2~6mg/mL,溶解于蒸馏水

中,搅拌速率为250~300r/min。

[0030] 优选的,所述的步骤(3)中,淀粉为马铃薯淀粉,将淀粉溶解于蒸馏水中形成浓度为50~70mg/mL的淀粉溶液,将淀粉溶液在磁力搅拌下逐渐升温至淀粉未完全糊化状态,搅拌速率为500~800r/min,搅拌时间为20~40min;淀粉与硫酸软骨素的质量比为10~30:1。

[0031] 优选的,所述的步骤(4)中,添加甘油的最终体积分数为1%~3%,调节最终pH为3~4,搅拌速率为500~800r/min。

[0032] 优选的,所述的步骤(5)中,干燥温度为40℃~45℃,干燥时间为12~24h。

[0033] 本发明的有益效果:本发明引入了硫酸软骨素多糖基质应用在指示膜的制备中,通过其与花色苷发生的共着色作用,以马铃薯淀粉作为成膜基材,提供了一种结合共着色作用和物理包埋的方法,增强天然色素的pH响应变色敏感性并改善其化学稳定性。从而得到高效、稳定的新鲜度指示膜并应用于食品包装中,以监测包装产品的新鲜及腐败度,为消费者购买高蛋白、高脂肪类包装食品提供参考。

附图说明

[0034] 图1(a)和(b)分别是本发明实施例1硫酸软骨素-淀粉复合蓝莓花色苷增敏型食品新鲜度智能指示膜与对比例1淀粉复合蓝莓花色苷指示膜的图片;其中实施例1指示膜的颜色为粉红色,对比例1指示膜颜色为淡粉色。与对比例1相比,实施例1中指示膜的颜色明显增强。

[0035] 图2(a)是本发明所用花色苷溶液及硫酸软骨素-花色苷混合溶液在pH 2.0-12.0条件下的颜色变化图及紫外-可见光谱图;图2(b)是相同pH条件下花色苷溶液(左)与硫酸软骨素-花色苷混合溶液(右)颜色对比图;花色苷溶液在酸性条件下最大吸收峰在波长520nm附近,随pH升高,花色苷的最大吸收波长从520nm向600nm移动,pH为2.0-3.0时溶液呈粉红色;pH为4.0-6.0时,溶液红色程度逐渐降低变成淡粉色且颜色强度递减;pH为7.0-9.0时,溶液呈现出灰粉至灰色的变化趋势且灰色强度递增;pH为10.0时,溶液呈深蓝色;pH为11.0时溶液呈现灰蓝色;pH为12.0时,溶液呈现深灰色。硫酸软骨素-花色苷混合溶液在酸性条件下最大吸收峰在波长540nm附近,随pH升高,花色苷的最大吸收波长从540nm向600nm移动,pH为2.0-3.0时溶液呈紫红色;pH为4.0-5.0时,溶液红色程度逐渐降低变成淡粉色且颜色强度递减;pH为6.0-7.0时,溶液呈现出灰粉至灰色的变化趋势;pH为8.0-9.0时,指示膜呈灰蓝色且颜色强度递增;pH为10.0时,溶液呈深蓝色;pH为11.0时,溶液呈蓝灰色;pH为12.0时,溶液呈现深灰色。与单独花色苷溶液相比,硫酸软骨素-花色苷混合溶液颜色明显增强,且不同pH条件下颜色差异更为明显。

[0036] 图3是本发明实施例1硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度指示膜分别在pH2-12条件下的图片;pH为2.0-3.0时指示膜呈紫红色;pH为4.0-5.0时,指示膜红色程度逐渐降低变成淡粉色且颜色强度递减;pH为6.0-7.0时,指示膜呈现出灰粉至灰色的变化趋势;pH为8.0-9.0时,指示膜呈灰绿色且颜色强度递增;pH为10.0时,指示膜呈深蓝色;pH为11.0-12.0时,指示膜呈现蓝绿色且颜色强度递增。

[0037] 图4(a)和(b)分别是本发明实施例1硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度指示膜分别在pH 2.0-12.0条件下的L、a、b值(左)的变化情况图和色差 ΔE 值(右)结果图;

[0038] 图5(a)和(b)分别是本发明实施例1硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度指示膜

在虾的变质监测应用中颜色变化图。左图为初始状态下监测时指示膜呈现的颜色(粉红色),右图为监测24h后指示膜呈现的颜色(灰绿色);

具体实施方式

[0039] 下述非限制性实施例可以使本领域的普通技术人员更全面地理解本发明,但不以任何方式限制本发明。

[0040] 下述实施例中所述试验方法,如无特殊说明,均为常规方法;所述试剂和材料,如无特殊说明,均可从商业途径获得。

[0041] 实施例1

[0042] 一种硫酸软骨素-淀粉复合蓝莓花色苷增敏型食品新鲜度智能指示膜的制备方法:

[0043] 将20mg蓝莓花色苷提取物溶解于酸性乙醇溶液(所述酸性乙醇溶液由1mol/L的乙酸和无水乙醇按体积比3:17组成)中,得到5mL浓度为4mg/mL的溶液。取1mL蓝莓花色苷提取物溶液加入到40mL浓度为4mg/mL的硫酸软骨素溶液中,磁力搅拌10min,搅拌速率为250r/min,得硫酸软骨素-花色苷混合溶液。将浓度为60mg/mL淀粉水溶液在磁力搅拌下逐渐升温至60℃使淀粉达到未完全糊化状态,所述磁力搅拌速率为600r/min,搅拌时间为30min,得经糊化处理的马铃薯淀粉。按硫酸软骨素与经糊化处理的马铃薯淀粉的体积比为1:1的比例将硫酸软骨素-花色苷混合溶液与经糊化处理的马铃薯淀粉混合,得硫酸软骨素-花色苷-淀粉混合溶液。按照体积分数2.5%的添加量向上述硫酸软骨素-花色苷-淀粉混合溶液中加入甘油,并调节溶液最终pH=3.5,磁力搅拌30min,搅拌速率为600r/min,得成膜液,制备成最终成膜液体积约为80mL。将成膜液倒入成模板中,置于烘箱中45℃干燥12h烘干成膜,并于干燥器中平衡6h后揭膜,得硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度指示膜,将其命名为S-CS-BA指示膜。

[0044] 对比例1

[0045] 一种淀粉复合蓝莓花色苷指示膜的制备方法:

[0046] 将实施例1中硫酸软骨素溶液替换成蒸馏水,其余制备条件不变。将其命名为S-BA指示膜。

[0047] 以下对实施例1以及对比例1响应指示膜的机械性能、水溶性、色度及色差值进行测试,得到结果如下。

[0048] 指示膜的机械性能:参照GB/T 1040.3—2006《塑料拉伸性能的测定》的方法测定机械性能,把膜裁剪为100mm×15mm的长条状,固定在电子拉力试验机上,测量膜的拉伸强度(Tensile Strength,TS)和断裂伸长率(Elongation at Break,EB)。初始夹距为80mm,拉伸速率为250mm/s,每组膜重复测定3次。拉伸强度和断裂伸长率分别按照公式[1]和[2]计算。

[0049] $TS = F/W \times d$ [1]

[0050] 其中,TS为拉伸强度,MPa;

[0051] F为试样断裂时承受的最大拉力,N;

[0052] W为膜的宽度,mm;

[0053] d为膜的厚度,mm。

[0054] $EB=L_1/L_0 \times 100$ [2]

[0055] 其中,EB为断裂伸长率,%;

[0056] L_1 为膜断裂时的拉伸长度,mm;

[0057] L_0 为初始夹距,mm。

[0058] 水溶性:将指示膜放在105℃烘箱中烘至恒质量 W_1 (g)然后浸泡在50mL蒸馏水中,24h后倒出浸泡液,再次放入105℃烘箱中烘至恒质量并称取质量为 W_2 (g),每组重复测定3次。根据公式计算水溶性:水溶性/100%= $(W_1-W_2)/W_1 \times 100$ 。

[0059] 表1实施例1及对比例1的机械性能及水溶性测定结果

编号	拉伸强度 (MPa)	断裂伸长率 (%)	水溶性 (%)
实施例 1	2.52 ± 0.44^a	68.91 ± 5.28^a	44.84 ± 2.32^a
对比例 1	1.34 ± 0.15^b	40.85 ± 3.39^b	48.99 ± 2.28^a

[0061] 注:同一列的不同字母代表显著性差异, $p < 0.05$ 。

[0062] 由表1中可知,未添加硫酸软骨素响应指示膜的抗拉强度和断裂伸长率分别为1.34MPa及40.85%。加入硫酸软骨素后,响应指示膜的拉伸强度和断裂伸长率显著升高,分别为2.52MPa及68.91%。在本发明中较优选的制备的实施例1S-CS-BA指示膜的水溶性低于对比例1S-BA指示膜。说明硫酸软骨素的加入会在一定程度上降低指示膜的水溶性,对复合膜的水溶性能具有促进作用。综上,与单一的淀粉基薄膜相比,硫酸软骨素的加入改善了薄膜的机械性能和水溶性,提高了指示膜的物理性能。

[0063] 色度值、总色差测定:将实施例1及对比例1复合膜的色度值和总色差 ΔE 进行比较并记录现象和数据。使用L、a和b值来评价膜的颜色。以标准白板为色差参比,在白色标准板的表面上测定($L_0=97.16, a_0=-0.12, b_0=0.79$),总色差值 ΔE 按照公式计算。

[0064] $\Delta E = \sqrt{(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2}$ [3]

[0065] 表2实施例1及对比例1的色度、色差测定结果

编号	L	a	b	ΔE	指示膜
实施例 1	47.97 ± 0.72^a	8.17 ± 0.59^a	-4.46 ± 0.22^b	50.15 ± 0.72^a	
对比例 1	53.21 ± 3.74^a	0.39 ± 0.15^b	-1.32 ± 0.07^a	41.42 ± 0.27^b	

[0067] 注:同一列的不同字母代表显著性差异, $p < 0.05$ 。

[0068] 表2为实施例1及对比例1的指示膜图像,测定参数L、a、b和 ΔE ,从图像和参数中可以看出硫酸软骨素的加入对成膜色泽具有较强的影响,实施例1颜色为粉红色,对比例1颜色为淡粉色,a、b、 ΔE 值呈现出显著性差异($p < 0.01$)。加入硫酸软骨素后指示膜的颜色明显

增强,这是由于硫酸软骨素与花色苷发生的共着色作用,强化了花色苷的颜色并改善其化学稳定性,使得成膜后指示膜的视觉呈现效果更强烈,易于观测其颜色状态,为后续显色应用提供良好的基础。

[0069] 综上,比较实施例1与对比例1,在机械性能、水溶性、指示膜显色等方面实施例1均表现出优势性。因此对实施例1(S-CS-BA指示膜)进行应用研究表征。

[0070] 将S-CS-BA膜浸泡在不同pH值(pH 2.0-12.0)的缓冲溶液中,评价S-CS-BA膜的颜色响应性。参数L、a、b和 ΔE 以及颜色变化如表3所示。

[0071] 表3实施例1(S-CS-BA指示膜)的色度、色差及颜色变化测定结果

pH	L	a	b	ΔE	颜色变化
2	31.19 ± 0.31 ^{cd}	5.08 ± 0.06 ^a	-3.11 ± 0.08 ^d	17.35 ± 0.31 ^{ef}	
3	31.65 ± 0.04 ^{bc}	4.21 ± 0.06 ^b	-3.07 ± 0.09 ^d	17.12 ± 0.04 ^f	
4	30.88 ± 0.52 ^d	3.38 ± 0.18 ^c	-2.48 ± 0.06 ^{bc}	18.14 ± 0.44 ^{bcd}	
5	32.38 ± 0.12 ^{ab}	1.57 ± 0.25 ^d	-2.16 ± 0.33 ^{ab}	17.44 ± 0.22 ^{def}	
[0072] 6	32.83 ± 0.27 ^a	0.69 ± 0.04 ^c	-1.85 ± 0.04 ^a	17.46 ± 0.23 ^{def}	
7	32.47 ± 0.20 ^a	-0.07 ± 0.03 ^f	-1.70 ± 0.13 ^a	17.87 ± 0.26 ^{cde}	
8	32.58 ± 0.28 ^a	-0.71 ± 0.06 ^g	-1.81 ± 0.06 ^a	18.36 ± 0.22 ^{bc}	
9	32.09 ± 0.08 ^{ab}	-0.77 ± 0.14 ^g	-1.78 ± 0.26 ^a	18.81 ± 0.11 ^{ab}	
10	32.18 ± 0.70 ^{ab}	-0.75 ± 0.12 ^g	-2.02 ± 0.34 ^{ab}	18.69 ± 0.64 ^b	
11	32.29 ± 0.44 ^{ab}	-1.18 ± 0.55 ^{gh}	-1.91 ± 0.60 ^{ab}	18.73 ± 0.44 ^{ab}	
[0073] 12	31.63 ± 0.06 ^{bc}	-1.42 ± 0.30 ^h	-2.78 ± 0.27 ^{cd}	19.42 ± 0.09 ^a	

[0074] 注:同一列的不同字母代表显著性差异, $p < 0.05$ 。

[0075] 当pH为2.0-3.0时,指示膜S-CS-BA呈紫红色;随着pH的增大至4.0-5.0时,指示膜S-CS-BA的红色程度逐渐降低变成淡粉色且颜色强度递减;当pH接近中性即6.0-7.0时,指示膜S-CS-BA呈现出灰粉至灰色的变化趋势;继续增大pH值至8.0-9.0时,指示膜S-CS-BA呈灰绿色且颜色强度递增;pH为10.0时,指示膜S-CS-BA呈深蓝色;当pH值到达11.0-12.0范围时,指示膜S-CS-BA逐渐呈现蓝绿色且颜色强度递增。指示膜S-CS-BA在pH值为2.0-12.0的范围内呈现出清晰的不同颜色的变化。然而,多数动物性产品蛋白质的微生物腐败导致的产品变质pH范围大致在6.0-8.0之间,在此pH范围内指示膜S-CS-BA的颜色变化显著,肉眼易于区分。

[0076] 一种硫酸软骨素-花色苷增敏型食品新鲜度指示膜的应用:

[0077] 本发明将所制备的指示膜应用在包装虾的新鲜度监测中,pH、挥发性盐基氮含量及菌落总数测定分别按照GB 5009.237—2016《食品pH值的测定》、GB 5009.228—2016《食品中挥发性盐基氮的测定》、GB 4789.2—2016《食品微生物学检验菌落总数测定》操作要求测定,测定结果及指示膜的颜色变化、色差值如表4所示。

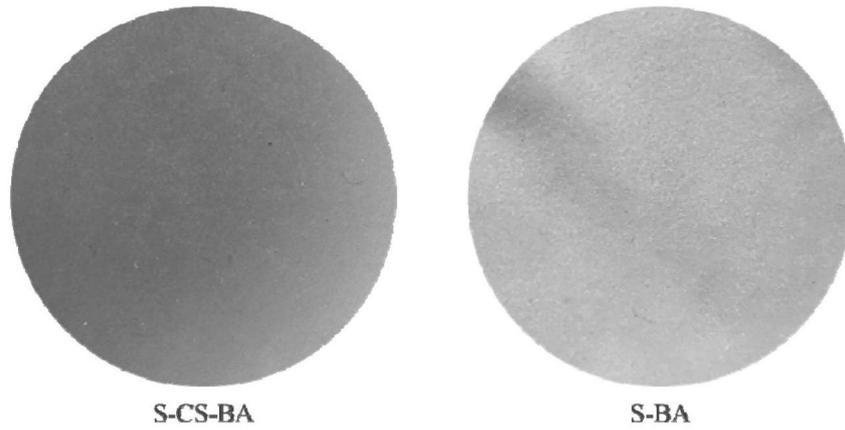
[0078] 表4虾的变质监测指标与指示膜颜色变化测定结果

编号	pH	挥发性盐基氮 (mg/100g)	菌落总数 (lg(CFU/g))	ΔE	颜色变化
[0079]					
0 h	6.48 ± 0.02^b	10.97 ± 0.33^b	2.31 ± 0.04^b	0^b	
24 h	7.42 ± 0.03^a	23.10 ± 0.57^a	4.08 ± 0.01^a	12.14 ± 0.58^a	

[0080] 注:同一列的不同字母代表显著性差异, $p < 0.05$ 。

[0081] 结果显示,初始指示膜颜色为粉红色,经过4℃储存24h后指示膜的颜色由粉红色变为灰绿色,同时监测虾的pH、挥发性盐基氮及菌落总数均增加。虾的初始挥发性盐基氮含量为10.97mg/100g,根据GB 2733—2015《鲜、冻动物性水产品》规定新鲜鱼虾中挥发性盐基氮值应该小于20mg/100g可食用,此时指示膜显示出粉红色。当贮存时间达到24h,虾的挥发性盐基氮含量达到23.10mg/100g,虾的pH值为7.42,菌落总数为4.08(lg(CFU/g)),表明虾已经不能食用,同时指示膜显示出灰绿色, ΔE 值为12.14,与虾新鲜时指示膜的颜色对比变化显著,肉眼可直接观察指示膜颜色的改变。

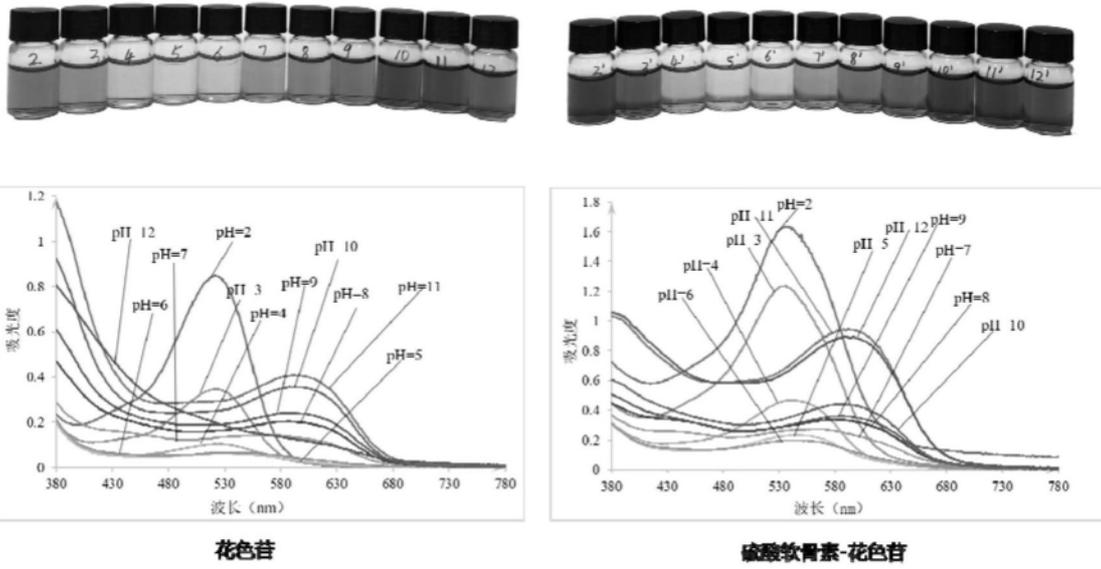
[0082] 大多数高蛋白,高脂肪类产品变质pH范围集中在6.0-8.0,本发明中通过实施例1与对比例1比较后,表明硫酸软骨素的加入后优选的S-CS-BA指示膜在该范围内显色明显,肉眼易于区分。因此,可通过指示膜颜色的变化实时可视化监控并预警制造商和消费者食品腐败的发生,以期天然花色苷指示膜应用于食品货架期监测提供参考。



(a)

(b)

图1



(a)



(b)

图2

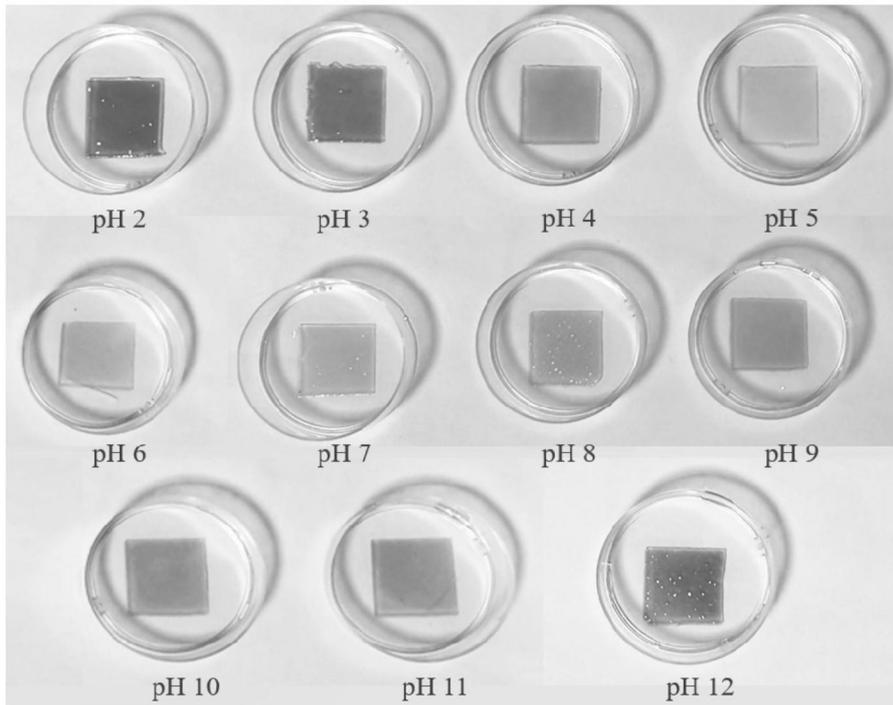
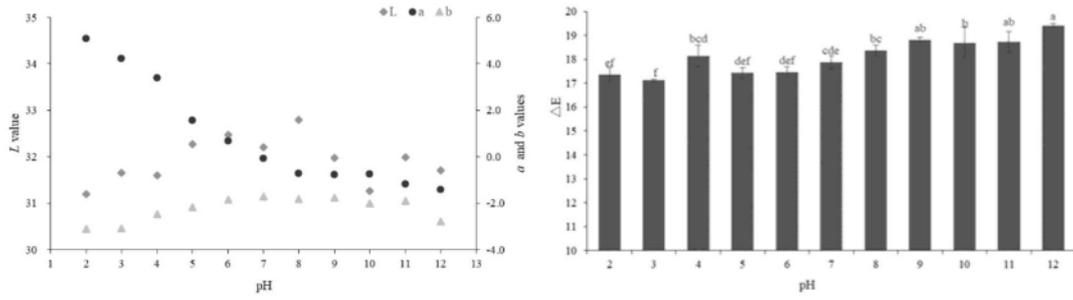


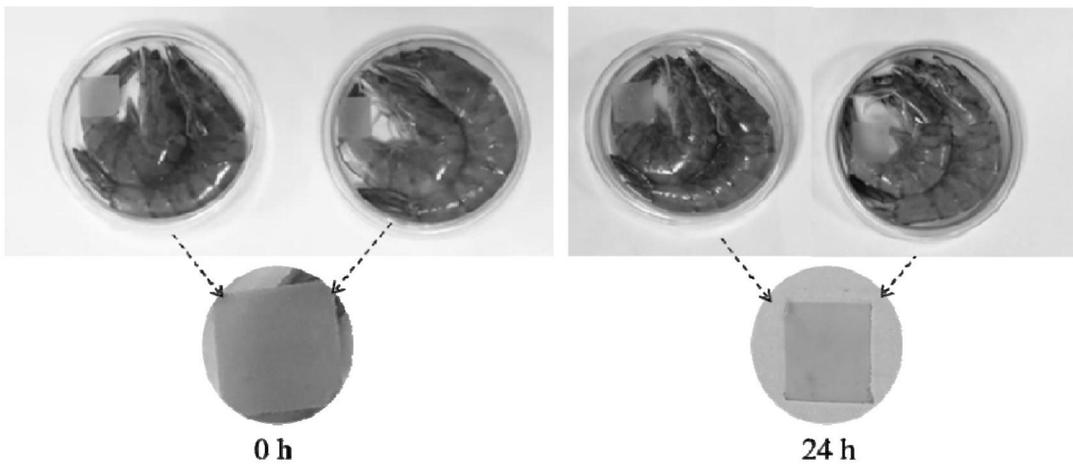
图3



(a)

(b)

图4



0 h

24 h

(a)

(b)

图5