



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115449171 B

(45) 授权公告日 2024.07.26

(21) 申请号 202210928119.X

C08L 1/02 (2006.01)

(22) 申请日 2022.08.03

C08K 5/1545 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

C08J 5/18 (2006.01)

申请公布号 CN 115449171 A

G01N 21/80 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.12.09

(56) 对比文件

(73) 专利权人 荆楚理工学院

CN 111999285 A, 2020.11.27

地址 448000 湖北省荆门市象山大道33号

CN 109096546 A, 2018.12.28

CN 110415603 A, 2019.11.05

(72) 发明人 黄少云 刘耀华 李罗 李金丽
张荣荣

审查员 尚子扬

(74) 专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 42222

专利代理师 吴艳姣

(51) Int. Cl.

C08L 29/04 (2006.01)

C08L 3/02 (2006.01)

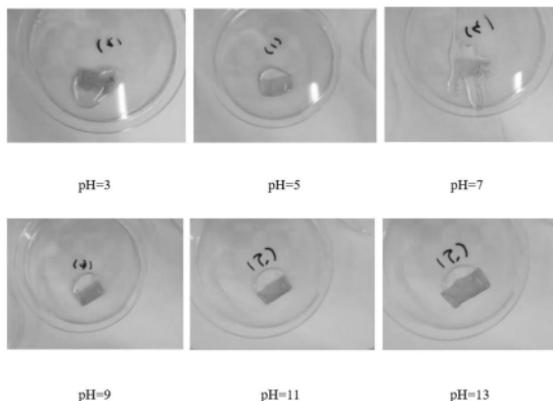
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法

(57) 摘要

本发明公开一种高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,本发明以淀粉/PVA为基质,甘油为增塑剂,以CNC为增强剂,紫甘蓝色素为指示剂,采用流延成膜法制备得到淀粉/PVA/CNC/紫甘蓝色素指示膜。这种利用紫甘蓝色素制得的可视化智能指示膜,对环境中的酸碱度变化响应灵敏,能够准确地反馈肉类食品的新鲜程度信息,这种智能指示膜有望应用于肉质食品新鲜度实时监测,同时较单一成份的淀粉基薄膜来说,机械性能方面有所提升,具有降解性且无毒无害,具有广阔的应用前景。



1. 一种高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,其特征在于:包括以下步骤:

(1) 将淀粉、聚乙烯醇PVA置于加热容器中,加入甘油,倒入蒸馏水混合均匀,制备淀粉-聚乙烯醇溶液;

(2) 在水浴锅中糊化,然后加入纤维素纳米晶CNC,继续加热搅拌至溶液呈半透明,停止加热,得混合溶液A;

(3) 待冷却至室温后向上述混合溶液A中加入紫甘蓝色素,并用超声波清洗机进行超声分散,得混合溶液B;

(4) 取混合溶液B倒入平底容器中成膜,在恒温干燥箱中进行干燥后揭膜,保存备用;

所述步骤(1)中,将淀粉、聚乙烯醇置于加热容器中,加入淀粉和聚乙烯醇质量之和15~25%的甘油,倒入蒸馏水混合均匀,定容,制备质量分数7~13%的淀粉-聚乙烯醇溶液,淀粉和聚乙烯醇的质量比为2~4:6;

所述步骤(2)中,加入淀粉和聚乙烯醇质量之和6%的CNC;

所述步骤(3)中,待冷却至室温后向上述混合溶液A中加入淀粉和聚乙烯醇质量之和5%的紫甘蓝色素,并用超声波清洗机进行超声分散,得混合溶液B;

当pH值为3时,指示膜材料颜色是深粉色;当pH值为5时,指示膜材料颜色逐渐变成浅红色;pH值为7时,指示膜材料颜色为蓝紫色;pH值为9~11时,指示膜材料颜色逐渐变成绿色;pH值为13时,指示膜呈现浅黄色,当指示膜变为紫色或绿色时,说明肉类变质,当指示膜变为浅黄色时,肉类不再能食用。

2. 根据权利要求1所述一种高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,其特征在于:所述步骤(1)中,所述甘油为淀粉和聚乙烯醇质量之和的20%,定容后,所述淀粉-聚乙烯醇溶液中淀粉-聚乙烯醇的质量分数为10%。

3. 根据权利要求1所述一种高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,其特征在于:所述步骤(2)中,在95℃水浴锅中糊化1h,然后加入淀粉和聚乙烯醇质量之和6%的纤维素纳米晶。

4. 根据权利要求1所述一种高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,其特征在于:在步骤(1)中,淀粉和聚乙烯醇质量比为4:6。

5. 根据权利要求1所述一种高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,其特征在于:所述淀粉为可溶性淀粉,PVA规格为1788型,可溶度在88%。

6. 根据权利要求1所述一种高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,其特征在于:在步骤(4)中,烘箱温度为50℃,干燥时间为24h。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的制备方法制得的高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜,当pH值为3时,指示膜材料颜色是深粉色;当pH值为5时,指示膜材料颜色逐渐变成浅红色;pH值为7时,指示膜材料颜色为蓝紫色;pH值为9~11时,指示膜材料颜色逐渐变成绿色;pH值为13时,指示膜呈现浅黄色。

8. 根据权利要求7所述的高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜用于指示肉类食品的新鲜度,指示膜颜色由红色变为紫色时,说明肉类开始变质。

一种高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及智能包装及食品品质检测技术领域,具体涉及一种高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法。

背景技术

[0002] 在《食品安全国家标准鲜(冻)畜、禽产品》(GB 2707~2016)标准中,新鲜度成为肉类食品质量的一个重要评判指标。然而,为提高其保质期,大型超市对肉类食品通常密封储存在包装中,难以通过感官直接判断其新鲜程度,甚至由于储存、运输等原因可能会导致部分肉类包装食品在保质期前变质。因此,对密封包装内肉类食品的新鲜度进行快速无损检测具有重要实用价值。

[0003] 肉类食品富含蛋白质,在细菌的分解作用下,含氮氨基酸发生脱羧或脱氨反应产生氨/胺,即挥发性盐基总氮(TVB~N)。现有的TVB~N测试方法主要按照化学滴定法(GB/T 5009.44~2003)进行,需专业技术人员操作,流程复杂且耗时长,无法满足实时检测的需求。新鲜度指示膜具有体积小、可降解、强度高及可视化等优点,它能与肉类食品中的氨/胺发生反应,引起指示膜的颜色变化,从而指示食品的新鲜度。

[0004] 然而,现有的智能指示膜存在以下的问题:

[0005] (1)天然花青素在与其他物质复合时,可能存在稳定性较差、容易受光作用降解、容易被氧气氧化等问题,限制其推广应用。

[0006] (2)智能指示膜的力学性能、降解性、稳定性较差,综合性能有待进一步提高。

[0007] (3)目前常用的溴甲酚绿、甲基红、溴甲酚紫等化学合成的新鲜度指示剂含有一定毒性,存在安全隐患。

发明内容

[0008] 本发明的主要目的在于提供一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,以解决现有技术中淀粉基智能指示膜强度较低、易发霉,以及制备步骤较为繁琐的问题,同时还能解决常用的溴甲酚绿、甲基红、溴甲酚紫等化学合成的新鲜度指示剂的环保和安全问题。

[0009] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0010] 一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,具体包括以下步骤:

[0011] (1)将淀粉、聚乙烯醇置于加热容器中,加入甘油,倒入蒸馏水混合均匀,制备淀粉-聚乙烯醇溶液;所述甘油为淀粉和聚乙烯醇质量之和的20%,定容后,所述淀粉-聚乙烯醇溶液中淀粉-聚乙烯醇的质量分数为10%。

[0012] 淀粉作为多羟基天然高分子材料,资源丰富、价格低廉、具有良好的生物相容性和生物降解性。选用聚乙烯醇与淀粉共混制膜的原因是,PVA作为合成的水溶性高分子材料,为单一的C-C主链和多羟基强氢键分子结构,具有良好的韧性、生物相容性和机械性能。甘

油的作用是使淀粉基膜阻气性能增强,透明度提高,且当其加入量为淀粉-聚乙烯醇总质量的20%时,透明度最高。采用的淀粉为可溶性淀粉,PVA规格为1788型,可溶度为88%。

[0013] (2) 在水浴锅中糊化,然后加入CNC,继续加热搅拌至溶液呈半透明,停止加热;优选地,在95℃水浴锅中糊化1h。

[0014] CNC可作为增强剂来增强复合材料的强度,可有效改善淀粉膜的性能,降低吸水率。采用数显加热恒温水浴锅进行加热,采用集热式磁力搅拌器进行搅拌。

[0015] (3) 待冷却至室温后向上述混合溶液中加入紫甘蓝色素,并用100W超声波清洗机进行超声分散。

[0016] 紫甘蓝色素的主要成分是花青素,其相比其他来源,其中所含酰基化花青素比例高,稳定性高于其他来源,它也是一种无毒无害的天然色素,且会随着pH值的变化呈现出不同的颜色。采用超声波清洗机进行震荡。

[0017] (4) 取25mL混合溶液B倒入塑料培养皿成膜,在恒温干燥箱中进行干燥后揭膜,保存备用。

[0018] 上述的一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,所述塑料培养皿为正方形,边长为13cm。

[0019] 上述的一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,所述淀粉为可溶性淀粉,PVA规格为1788型,可溶度在88%。

[0020] 上述的一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,在步骤(1)中,淀粉和聚乙烯醇比为4:6,聚乙烯醇有利于增强指示膜的机械性能;甘油作为增塑剂,具有良好的增塑效果,使得材料具有较优的综合性能。

[0021] 上述的一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,在步骤(2)中,纤维素纳米晶的含量为淀粉和聚乙烯醇质量之和的6%,有利于提高指示膜的物理性能和加快其降解速度。

[0022] 上述的一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,在步骤(3)中,紫甘蓝色素的含量为淀粉和聚乙烯醇质量之和的5%。

[0023] 上述的一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,在步骤(4)中,烘箱温度为50℃,干燥时间为24h。

[0024] 上述任一项所述的制备方法制得的高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜。

[0025] 上述任一项所述的制备方法制得的高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜,当pH值为3时,指示膜材料颜色是深粉色;当pH值为5时,指示膜材料颜色逐渐变成浅红色;pH值为7时,指示膜材料颜色为蓝紫色;pH值为9~11时,指示膜材料颜色逐渐变成绿色;pH值为13时,指示膜呈现浅黄色。

[0026] 上述任一项所述的制备方法制得的高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜,在相对湿度为50%的环境下,在100天内指示膜不发霉、无斑点。

[0027] 上述任一项所述的制备方法制得的高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜,紫甘蓝色素含量为淀粉和聚乙烯醇质量之和3~7%时,其拉伸强度为142~156Mpa,断裂伸长率为7.57~10.27%;纤维素纳米晶CNC含量为淀粉和聚乙烯醇质量之和4~6%时,其拉伸强度为112~148Mpa,断裂伸长率为10.25~16.75%。

[0028] 上述的高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜用于指示肉类食品的新鲜度,指

示膜颜色变为紫色时,说明肉类开始变质。

[0029] 紫甘蓝色素作为指示剂的机理是肉类在腐败过程中,蛋白质分解会产生大量挥发性有机胺类如三甲胺等,造成包装空间内pH值上升,花青素是一种无毒无害的天然色素,且会随着pH值的变化呈现出不同的颜色。紫甘蓝是一种草本植物,由多种花色苷组成,花色苷类色素的主要成分中天竺葵素类色素含量较高,含有黄酮类物质,可以作为肉类新鲜度的显色剂。

[0030] 本发明的有益效果是:相比葡萄皮等来源的花青素,采用酰基化花青素含量较高的紫甘蓝色素,比葡萄皮花青素更稳定;添加聚乙烯醇,能提高指示膜的韧性;添加纤维素纳米晶(CNC)能提高膜的强度和抗菌性,解决了普通淀粉膜容易发霉的问题,同时还能提高膜的降解速度;同时本发明的制备方法更简单,对设备无特殊要求,能极大程度降低指示膜的成本,便于大量推广使用;紫甘蓝色素、淀粉、聚乙烯醇与纤维素纳米晶联合使用,提高膜不同成分之间的相容性,进而提高膜的平整度。

附图说明

[0031] 图1为本发明一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的不同pH条件下指示膜的颜色变化响应结果图。

[0032] 图2为本发明一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的表面扫描电子显微镜图。

[0033] 图3为本发明一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的生物降解性的结果图。

[0034] 图4为不同的紫甘蓝色素添加比例制得的高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的力学性能测试结果图。

[0035] 图5为不同的CNC添加比例制得的高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的力学性能测试结果图。

[0036] 图6为本发明一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的稳定性分析结果图。

具体实施方式

[0037] 本发明的PSCA指示膜中,P:PVA;S:淀粉;C:纤维素纳米晶;A:紫甘蓝色素。

[0038] 实施例1

[0039] 一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法:

[0040] (1) 将淀粉、聚乙烯醇按一定质量比置于加热容器中,具体是淀粉和聚乙烯醇比为4:6,然后加入淀粉和聚乙烯醇质量之和20%的甘油,倒入蒸馏水混合均匀,定容,制备10%(g/g)的淀粉-聚乙烯醇溶液。

[0041] (2) 在95°C水浴锅中加热搅拌,糊化1h,然后加入一定量的CNC,具体是纤维素纳米晶的质量分数为淀粉和聚乙烯醇质量之和的6%。继续加热搅拌至溶液呈半透明,停止加热,得混合溶液A。

[0042] (3) 待冷却至室温后向上述混合溶液中加入一定量的紫甘蓝色素,具体是紫甘蓝色素的质量分数为淀粉和聚乙烯醇质量之和的5%。并用超声波清洗机进行超声震荡分散,

得混合溶液B。

[0043] (4) 取25mL混合溶液B倒入塑料培养皿成膜,在恒温干燥箱中进行干燥后揭膜,保存备用。在本实施例中,发明人采用烘箱烘干溶剂,所设置的烘箱温度为50°C,干燥时间为24h,超声时间为30min。需要说明的是,为了规范指示膜的大小和形状,在本实施例中,塑料培养皿为方形,边长为13cm。

[0044] 实施例2

[0045] 一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法:

[0046] (1) 将淀粉、聚乙烯醇按一定质量比置于烧杯中,具体是淀粉和聚乙烯醇比为2:6,然后加入淀粉和聚乙烯醇质量之和15%的甘油,倒入蒸馏水混合均匀,制备质量分数7%的淀粉-聚乙烯醇溶液。

[0047] (2) 在95°C水浴锅中加热搅拌,糊化1h,然后加入一定量的CNC,具体是纤维素纳米晶的质量分数为淀粉和聚乙烯醇质量之和的4%。继续加热搅拌至溶液呈半透明,停止加热,得混合溶液A。

[0048] (3) 待冷却至室温后向上述混合溶液中加入一定量的紫甘蓝色素(加入量为淀粉-聚乙烯醇质量比),具体是紫甘蓝色素的质量分数为淀粉和聚乙烯醇质量之和的3%。并用超声波清洗机进行超声震荡分散,得混合溶液B。

[0049] (4) 取25mL混合溶液B倒入塑料培养皿成膜,在恒温干燥箱中进行干燥后揭膜,保存备用。在本实施例中,发明人采用烘箱烘干溶剂,所设置的烘箱温度为50°C,干燥时间为24h,超声时间为30min。需要说明的是,为了规范指示膜的大小和形状,在本实施例中,塑料培养皿为方形,边长为13cm。

[0050] 实施例3

[0051] 一种高强度高韧性的淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法:

[0052] (1) 将淀粉、聚乙烯醇按一定质量比置于烧杯中,具体是淀粉和聚乙烯醇比为3:6,然后加入淀粉和聚乙烯醇质量之和25%的甘油,倒入蒸馏水混合均匀,制备质量分数13%的淀粉-聚乙烯醇溶液。

[0053] (2) 在95°C水浴锅中加热搅拌,糊化1h,然后加入一定量的CNC,具体是纤维素纳米晶的质量分数为淀粉和聚乙烯醇质量之和的5%。继续加热搅拌至溶液呈半透明,停止加热,得混合溶液A。

[0054] (3) 待冷却至室温后向上述混合溶液中加入一定量的紫甘蓝色素(加入量为淀粉-聚乙烯醇质量比),具体是紫甘蓝色素的质量分数为淀粉和聚乙烯醇质量之和的7%。并用超声波清洗机进行超声震荡分散,得混合溶液B。

[0055] (4) 取25mL混合溶液B倒入塑料培养皿成膜,在恒温干燥箱中进行干燥后揭膜,保存备用。在本实施例中,发明人采用烘箱烘干溶剂,所设置的烘箱温度为50°C,干燥时间为24h,超声时间为30min。需要说明的是,为了规范指示膜的大小和形状,在本实施例中,塑料培养皿为方形,边长为13cm。

[0056] 实施例4

[0057] (1) PSCA指示膜的pH值响应性分析

[0058] 将实施例1制得的PSCA指示膜按1cm×3cm的尺寸进行裁切,分别浸泡在pH为3、5、7、9、11、13的pH缓冲溶液中浸泡1min,拍照记录,结果如图1所示。从图1可以得知,该指示膜

材料在不同pH值下呈现不同的颜色,这说明了该指示膜材料对pH值具有较好的响应特性。当pH值为3时,指示膜材料颜色是深粉色;当pH值为5时,指示膜材料颜色逐渐变成浅红色;pH值为7时,指示膜材料颜色为蓝紫色;pH值为9~11时,指示膜材料颜色逐渐变成绿色;pH值为13时,指示膜呈现浅黄色,当指示膜变为紫色或绿色时,说明肉类变质,当指示膜变为浅黄色时,肉类不再能食用。

[0059] (2)PSCA指示膜及对比膜的性能测试

[0060] 根据实施例1的制备方法,其它条件不变,分别加入聚乙烯醇、淀粉;聚乙烯醇、淀粉、紫甘蓝色素;聚乙烯醇、淀粉、纤维素纳米晶;聚乙烯醇、淀粉、纤维素纳米晶、紫甘蓝色素;分别制得PS、PSA、PSC、PSCA四种膜,将制备好的样品膜按需求裁切。

[0061] 1.样品膜的SEM扫描电镜分析

[0062] 对裁切后的样品膜采用扫描电子显微镜进行表面微观结构的观察并拍照,具体为:将1cm×1cm样品膜烘干后,在其表面进行喷金处理,加速电压为2KV,放大倍数为10K,结果如图2所示。SEM图像主要反映复合体系的界面形态和微观结构,一般而言,如果物质间的化学相容性高,其表面就比较平整,反之就呈现比较粗糙的小颗粒状物质。从图2可以看出,PSCA指示膜表面更为平整,说明紫甘蓝色素加入后对淀粉、聚乙烯醇与纤维素纳米晶间的相容性有一定的提高效果。

[0063] 2.样品膜生物降解性的测定及分析

[0064] 将四种样品膜裁剪为约5cm×5cm,在恒温干燥箱中烘干至恒重后分别埋入土中。每隔3d取出,清除尘土并烘干称重,按公式(1)计算失重率W%,代表材料的生物降解性能:

$$[0065] \quad W\% = (W_0 - W_1) / W_0 \times 100\% \quad (1)$$

[0066] 式中, W_0 为降解前样品质量,单位g; W_1 为降解后样品质量,单位g。

[0067] 四种类型样品膜在第7day和27day的失重率数据见表1所示,同时PSCA指示膜在第1天、7天、17天及27天时的实物图片如图3所示。随着土埋天数的增加,指示膜降解程度越来越高,在第27天,几乎降解了2/3。

[0068] (3)PSCA指示膜的力学性能分析

[0069] 1.紫甘蓝色素含量对指示膜力学性能的影响

[0070] 根据实施例1的制备方法,其它条件不变,分别加入质量分数为0%、3%、5%、7%、9%的紫甘蓝色素,制得不同紫甘蓝色素含量的PSCA指示膜。采用电脑拉力仪测定指示膜的拉伸力学性能,即拉伸强度(TS)和断裂伸长率(EB)。测试样品尺寸为130mm×15mm,标称距离90mm,拉伸速度300mm/min,测试方法参考国标GB/T1040.3-2006,测试结果如图4和表2所示。

[0071] 拉伸强度TS:从结果可以看到,当紫甘蓝色素含量为0~7%时,随着紫甘蓝色素添加量的增加,拉伸强度逐渐提升,添加量高于7%时,由于部分色素小分子析出导致薄膜表面出现微孔等瑕疵增加,拉伸强度急速下降。TS的显著变化,很可能和膜的结晶形成以及原子之间作用力有关。

[0072] 断裂伸长率EB:对于断裂伸长率,当紫甘蓝色素添加量不高于7%时,EB随色素添加量增加而增大。EB的数量明显增加,可能由于紫甘蓝色素降低了与成膜基质的分子间作用力,而流动的聚合物链数也随之增加。色素添加量继续增加时,EB略有下降。

[0073] 2.纤维素纳米晶CNC含量对指示膜力学性能的影响

[0074] 根据实施例1的制备方法,其它条件不变,分别加入质量分数为0%、2%、4%、6%、8%的纤维素纳米晶CNC,制得不同CNC含量的PSCA指示膜。采用电脑拉力仪测定指示膜的拉伸力学性能,即拉伸强度(TS)和断裂伸长率(EB)。测试样品尺寸为130mm×15mm,标称距离90mm,拉伸速度300mm/min,测试方法参考国标GB/T1040.3-2006,测试结果如图5和表3所示。

[0075] 拉伸强度TS:从图中可以看出,当CNC含量为0~6%时,随着CNC含量的提高,指示膜拉伸强度缓慢增大,CNC含量为6%时拉伸强度大幅提高。这是因为CNC表面羟基数含量高,通过与淀粉分子相互作用,形成刚性网络结构,进而提升了材料的强度。当CNC添加量为6~8%时,指示膜材料的拉伸强度则随CNC含量增加而明显降低,一般是因为当CNC剂量过多时,其在淀粉基体中的分配不均,更易于产生团聚,从而使指示膜材料的拉伸强度显著降低。

[0076] 断裂伸长率EB:从图中可以看出,当CNC含量为淀粉和聚乙烯醇质量之和的0~6%时,随着CNC含量的提高,指示膜断裂伸长率缓慢增大,CNC含量为6%时断裂伸长率大幅提高。当CNC添加量为淀粉和聚乙烯醇质量之和的6~8%时,指示膜材料的断裂伸长率则随CNC含量增加而明显降低。

[0077] 综上可知,本实验中,当紫甘蓝色素含量为淀粉和聚乙烯醇质量之和的5%,当CNC含量为6%时,材料表现出高强度高韧性的力学性能。

[0078] (4)PSCA指示膜稳定性的测定及分析

[0079] 为了考察PSCA指示膜的稳定性,将实施例1制备的指示膜置于相对湿度为50%的干燥器,在第50天和第100天后取出拍照观察,其实物图如图6所示,指示膜表面未出现发霉、斑点等迹象。

[0080] 本发明公开一种高强度高韧性淀粉基pH响应型智能指示膜的制备方法,本发明以淀粉/PVA为基质,甘油为增塑剂,以CNC为增强剂,紫甘蓝色素为指示剂,采用流延成膜法制备淀粉/PVA/CNC/紫甘蓝色素指示膜。这种利用紫甘蓝色素制得的可视化智能指示膜,对环境中的酸碱度变化响应灵敏,能够准确地反馈肉类食品的新鲜程度信息,这种智能指示膜有望应用于肉质食品新鲜度实时监测,同时较单一成材的淀粉基薄膜来说,该智能指示膜具有高强度高韧性的机械性能,具有降解性且无毒无危害,具有广阔的应用前景。

[0081] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

[0082] 表1样品膜的失重率

样品膜类型	第 7day 的失重率	第 17day 的失重率
PS	3.1%	18.4%
PSA	7.2%	16.5%
PSC	5.9%	24.7%
PSCA	5.4%	28.9%

[0085] 表2紫甘蓝色素含量对指示膜力学性能的影响

紫甘蓝色素含量 (%)	拉伸强度 (Mpa)	断裂伸长率 (%)
-------------	------------	-----------

0	96	6.19
3	142	7.57
5	152	10.55
7	156	10.27
9	96	10.19

[0087] 表3纤维素纳米晶CNC含量对指示膜力学性能的影响

[0088]

CNC含量 (%)	拉伸强度 (Mpa)	断裂伸长率 (%)
0	105	9.14
2	109	9.19
4	112	10.25
6	148	16.75
8	37	11.27

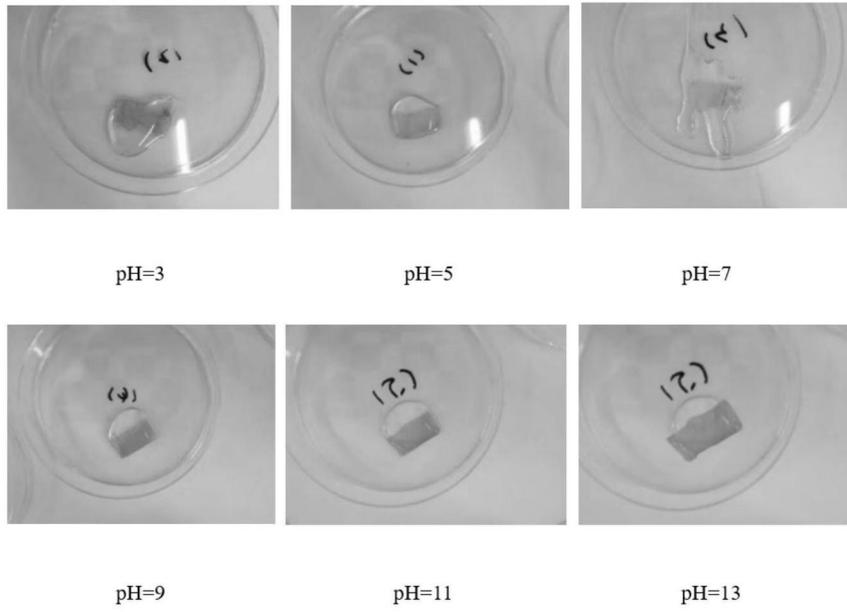


图1

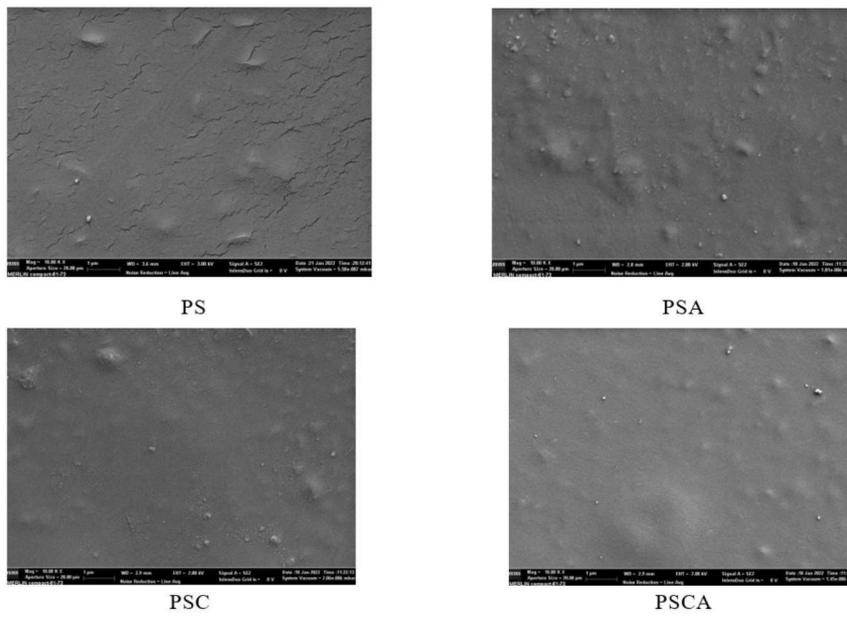


图2

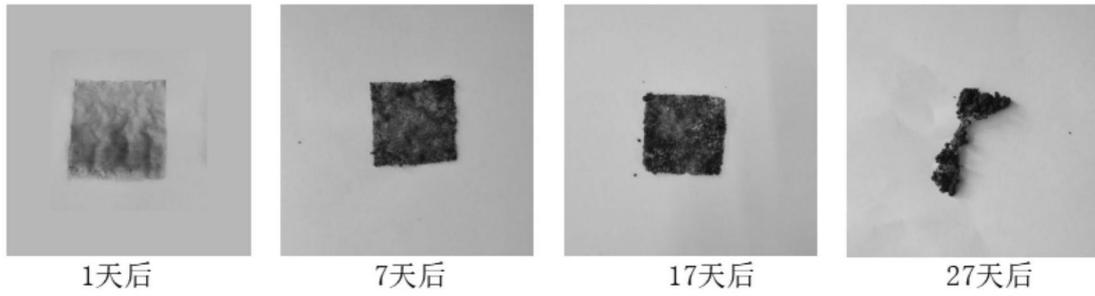


图3

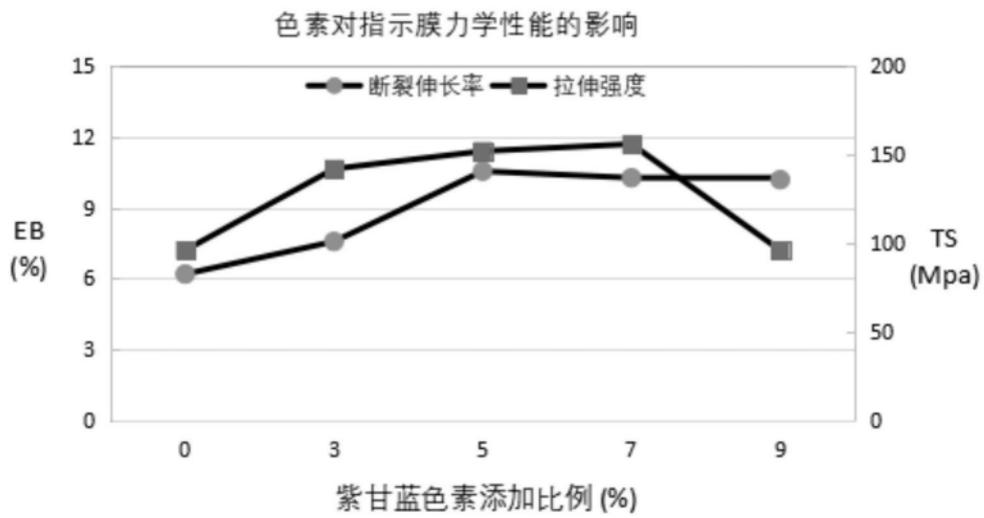


图4

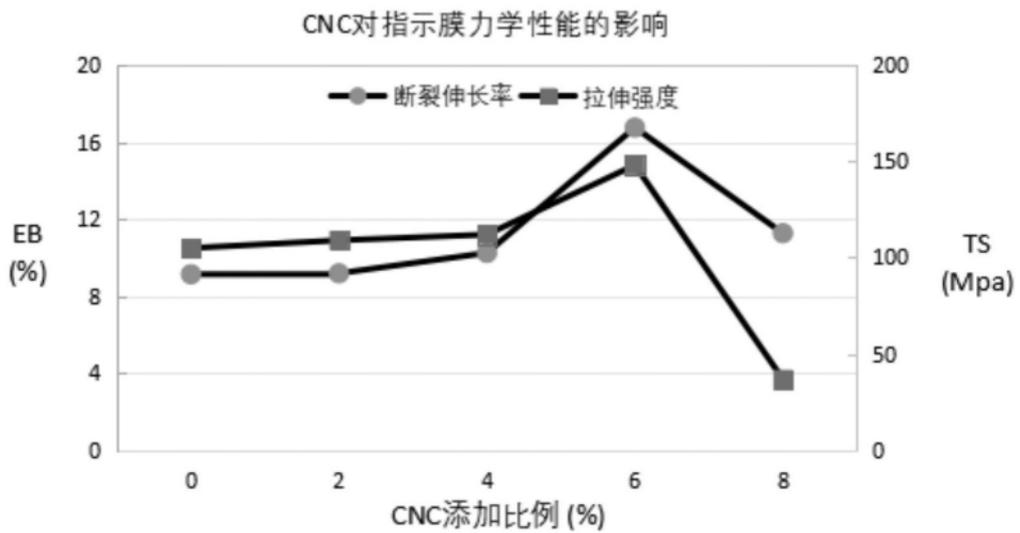


图5

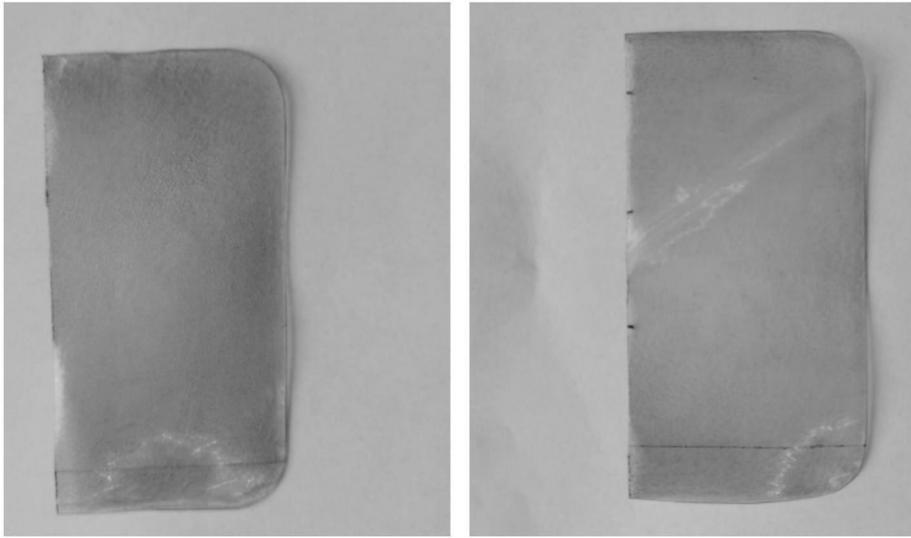


图6