



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103431037 A

(43) 申请公布日 2013.12.11

(21) 申请号 201310376306.2

(22) 申请日 2013.08.23

(71) 申请人 内蒙古农业大学

地址 010018 内蒙古自治区呼和浩特市赛罕区昭乌达路 306 号

(72) 发明人 韩育梅 贾迪 关文超 李周勇 张海芳

(51) Int. Cl.

A23B 7/153(2006.01)

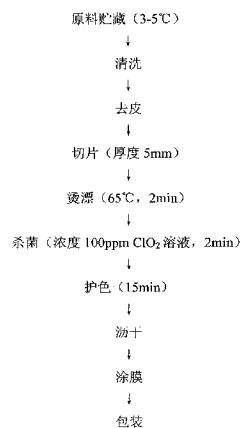
权利要求书1页 说明书18页 附图10页

(54) 发明名称

一种鲜切马铃薯保鲜方法

(57) 摘要

本发明公开了一种鲜切马铃薯保鲜方法,以月桂酸单甘油酯和柠檬酸单甘油酯作为乳化剂,对卡拉胶膜和海藻酸钠膜进行复配,并通过对卡拉胶、羟甲基纤维素(CMC)、蔗糖,以及海藻酸钠、CMC、CaCl₂两类复合涂膜剂分别进行正交试验,从而确定最佳组合。同时通过涂膜与真空包装的结合,提高鲜切马铃薯的产品品质和货架期。



1. 一种鲜切马铃薯保鲜方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - (1) 原料贮藏:马铃薯应在 3-5℃的保鲜箱或保鲜库内贮藏;
 - (2) 清洗:使用流水冲洗的方式,将马铃薯表面附着的泥土及其他杂质彻底清洗掉;
 - (3) 去皮:去皮刀片应经过消毒,100ppm 次氯酸钠溶液,浸泡 30s 以上,去皮后的马铃薯要经过二次清洗,且不应有外皮残留;
 - (4) 切片:5mm 厚度均匀;
 - (5) 烫漂:经过分切后的马铃薯片极易发生褐变,应迅速进行烫漂处理,65℃恒温水浴中浸泡 2min,水与马铃薯片的体积比控制在 2:1 与 3:1 之间。
 - (6) 杀菌:在 100ppm ClO_2 溶液内浸泡 2min;
 - (7) 护色:复合护色剂,浸泡时间 15min;
 - (8) 涂膜:配制好的涂膜剂在 45-50℃条件下保温;
 - (9) 包装:真空包装,真空度 0.1atm,时间 10 秒;直接包装,装入 PE 保鲜袋直接封口;步骤(7)中所述复合护色剂为柠檬酸 0.8% +Vc0.5% + CaCl_2 0.6% ;
步骤(8)中所述涂膜剂采用的复合涂膜剂为海藻酸钠 1.5% +CMC0.6% + CaCl_2 0.3%。
2. 根据权利要求 1 所述的鲜切马铃薯保鲜方法,其特征在于,所述复合涂膜剂含有月桂酸单甘油酯和柠檬酸单甘油酯。

一种鲜切马铃薯保鲜方法

技术领域

[0001] 本发明属于食品工程技术领域,涉及一种鲜切马铃薯保鲜方法。

背景技术

[0002] 鲜切果蔬加工最初出现在 20 世纪 50 年代,自 80 年代起在欧美、日本等发达国家迅速发展。国际鲜切产品协会 (IFPA) 将鲜切产品定义为“任何自身从原来的形式已经改变,但仍然处于新鲜状态的水果、蔬菜或结合体”,餐饮业看到了转换到方便的鲜切农产品可以节省劳动成本的巨大商机,于是鲜切水果和蔬菜逐步替代了罐头产品成为了主要原料。据统计 2000 年美国零售市场,鲜切果蔬的销售额约为 100-120 亿美元,国际鲜切产品协会 (IFPA) 预计随着鲜切有机产品沙拉销售量的扩大,鲜切水果和蔬菜产品在美国零售市场会以每年 10%~15% 的速度持续增长。另外,欧洲各国,尤其是英、法等国在鲜切果蔬包装保鲜技术方面则处于领先地位。

[0003] 在欧美国家,鲜切马铃薯产品已广泛地被推广,马铃薯总量的 30%-40% 是以薯条薯片的形式消费的。美国的马铃薯用于鲜食的比例仅为 25%,而加工的比例高达 69%,其中速冻马铃薯加工占 33%,用于薯条薯片加工的比例为 16%。此外,欧美国家都有着不同形式的产业协会,为市场、政府、农民与加工企业的沟通提供全面的指导和服务。如:美国 Keystone Potato 公司是专门生产薯片薯条和鲜切马铃薯的知名企业,受到美国马铃薯行业协会 (USPB) 的支持。

[0004] 我国的鲜切果蔬加工行业起步较晚,出现在 90 年代,果蔬鲜切加工发展比较缓慢,鲜切果蔬产品在市场上一直不能得到很好的推广。随着我国人民生活水平的不断提高和消费理念的不断深化,人们的生活方式也有所变化,方便即食的鲜切果蔬产品逐渐受到消费者的青睐。目前水果类鲜切产品在超市等较为常见,而蔬菜类鲜切产品依然更多的供应于餐饮行业。当前国内鲜切加工行业的主要问题是,产品种类单一,货架期短;技术水平比较薄弱,且行业的机械化、标准化水平不完善;销售网络仅局限于大中城市的大型超市,产品的冷链尚未形成,只能就近销售;鲜切果蔬加工的成本高,使得鲜切果蔬价格超出一般民众的能够承受的能力。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述技术存在的缺陷,提供一种成本低、效果好的鲜切马铃薯保鲜方法。

[0006] 其具体技术方案为:

[0007] 一种鲜切马铃薯保鲜方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0008] (1) 原料贮藏:马铃薯应在 3-5℃ 的保鲜箱或保鲜库内贮藏,以保证原料的品质;

[0009] (2) 清洗:使用流水冲洗的方式,将马铃薯表面附着的泥土及其他杂质彻底清洗掉,以免外源性异物流入下阶段工序;

[0010] (3) 去皮:去皮刀片应经过消毒,100ppm 次氯酸钠溶液,浸泡 30s 以上,去皮后的马

铃薯要经过二次清洗,且不应有外皮残留;

[0011] (4) 切片:5mm 厚度均匀;

[0012] (5) 烫漂:经过分切后的马铃薯片极易发生褐变,应迅速进行烫漂处理,65℃ 恒温水浴中浸泡 2min,为了便于控制温度,水与马铃薯片的体积比控制在 2:1 与 3:1 之间。

[0013] (6) 杀菌:杀菌是鲜切果蔬加工的重点,在 100ppm ClO_2 溶液内浸泡 2min,即可大大减少微生物的残留量;

[0014] (7) 护色:复合护色剂,浸泡时间 15min;

[0015] (8) 涂膜:配制好的涂膜剂在 45-50℃ 条件下保温,以保证其流动性和连续性不受影响;

[0016] (9) 包装:真空包装,真空度 0.1atm,时间 10 秒;步骤 (7) 中所述复合护色剂为柠檬酸 0.8% +Vc0.5% + CaCl_2 0.6%;

[0017] 步骤 (8) 中所述涂膜剂采用的复合涂膜剂为海藻酸钠 1.5% +CMC0.6% + CaCl_2 0.3%。

[0018] 进一步优选,所述复合涂膜剂含有月桂酸单甘油酯和柠檬酸单甘油酯。

[0019] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:本发明的技术方案通过涂膜处理与真空包装的结合,对鲜切马铃薯的保鲜效果的影响进行了研究,为鲜切保鲜技术的研究奠定了一定的基础。经过复合后的卡拉胶和海藻酸钠膜,对鲜切马铃薯的保鲜效果明显,涂膜剂的凝胶强度也有所提高,试验表明海藻酸钠复合膜的保鲜性能最佳。通过对比 PE 保鲜袋直接封口包装、直接真空包装与涂膜结合真空包装对鲜切马铃薯品质的影响,发现涂膜结合真空包装的方式效果明显优于 PE 保鲜袋直接封口包装和直接真空包装,其中海藻酸钠复合膜对水分的保持效果最好,经过涂膜处理结合真空包装的鲜切马铃薯切片在 4℃ 下可以保藏 15 天。

附图说明

[0020] 图 1 为本发明鲜切马铃薯保鲜方法的流程示意图;

[0021] 图 2 不同浓度柠檬酸处理的鲜切马铃薯片褐变度的变化;

[0022] 图 3 不同浓度 Vc 处理的鲜切马铃薯片褐变度的变化;

[0023] 图 4 不同浓度 CaCl_2 处理的鲜切马铃薯片褐变度的变化;

[0024] 图 5 不同浓度卡拉胶涂膜处理的鲜切马铃薯片含水量的变化;

[0025] 图 6 不同浓度卡拉胶涂膜处理的鲜切马铃薯片褐变度的变化;

[0026] 图 7 不同浓度海藻酸钠涂膜处理的鲜切马铃薯片含水量的变化;

[0027] 图 8 不同浓度海藻酸钠涂膜处理的鲜切马铃薯片褐变度的变化;

[0028] 图 9 不同浓度蔗糖对卡拉胶凝胶强度的影响;

[0029] 图 10 不同浓度 CMC 对卡拉胶凝胶强度的影响;

[0030] 图 11 不同浓度 CaCl_2 对海藻酸钠凝胶强度的影响;

[0031] 图 12 不同浓度 CMC 对海藻酸钠凝胶强度的影响;

[0032] 图 13 卡拉胶与海藻酸钠复合涂膜剂对鲜切马铃薯 PPO 活性的影响;

[0033] 图 14 卡拉胶与海藻酸钠复合涂膜剂对鲜切马铃薯褐变度的影响;

[0034] 图 15 卡拉胶与海藻酸钠复合涂膜剂对鲜切马铃薯含水量的影响;

- [0035] 图 16 不同包装方式的鲜切马铃薯含水量的变化；
 [0036] 图 17 不同包装方式的鲜切马铃薯褐变度的变化；
 [0037] 图 18 不同包装方式的鲜切马铃薯 PPO 活性的变化；
 [0038] 图 19 不同包装方式的鲜切马铃薯 Vc 含量的变化；
 [0039] 图 20 不同包装方式的鲜切马铃薯还原糖的变化；
 [0040] 图 21 不同包装方式的鲜切马铃薯淀粉含量的变化。

具体实施方式

[0041] 下面结合具体实施例对本发明的技术方案作进一步详细地说明

[0042] 供试验用马铃薯块茎为内蒙古地区种植的马铃薯,选用大小均匀、无病虫害且无破损的块茎作为供试材料。包装袋:聚乙烯膜 (PE) 保鲜袋,厚度为 0.08mm;双向拉伸尼龙/聚乙烯复合膜 (BOPA/PE 复合膜) 真空包装袋,厚度为 0.12mm。

[0043] 化学试剂:

[0044]

柠檬酸	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司
抗坏血酸	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司
氯化钙	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司
盐酸	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司
氢氧化钠	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司
草酸	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司
2,6-二氯酚	分析纯	美国 Alfa Aesar 公司
邻苯二酚	分析纯	青岛正业试剂仪器有限公司
磷酸二氢钠	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司
磷酸氢二钠	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司
高氯酸	分析纯	国药集团化学试剂有限公司
碘	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司
碘化钾	分析纯	天津市风船化学试剂科技有限公司
3,5-二硝基水杨酸	分析纯	国药集团化学试剂有限公司
琼脂粉	分析纯	天津市英博生化试剂有限公司
次氯酸钠	食品级	北京中西远大科技有限公司
海藻酸钠	食品级	南京大冶生物科技有限公司
卡拉胶	食品级	河南中原生物科技有限公司
羧甲基纤维素	食品级	郑州诚旺化工食品添加剂有限公司
柠檬酸单甘油酯	食品级	河南正通化工有限公司

[0045]

月桂酸单甘油酯	食品级	河南正通化工有限公司
平板计数琼脂培养基	分析级	北京三佳拓联科技发展有限公司
孟加拉红培养基	分析级	北京三佳拓联科技发展有限公司
煌绿乳糖胆盐肉汤	分析级	北京三佳拓联科技发展有限公司
月桂基硫酸盐胰蛋白 胨肉汤	分析级	北京三佳拓联科技发展有限公司

[0046] 仪器：

[0047]

T6 新世纪紫外可见分光光度计	北京普析通用仪器有限责任公司
SC-3612 低速离心机	安徽中科中佳科学仪器有限公司
sigma3-18K 冷冻离心机	赛多利斯科学仪器北京有限公司
高压蒸气灭菌锅	华奥企业集团有限公司
HPS-250 生化培养箱	河北省黄石市恒丰医疗器械有限公司
FLC-3 超净工作台	哈尔滨市东联公司
AL204 电子天平	梅特勒-托利多仪器上海有限公司
电热恒温水浴锅	北京长安科学仪器厂
GZX-9076 数显鼓风干燥箱	上海博讯实业有限公司医疗设备厂
KGES-1200 保鲜实验装置	北京冰原冷鲜设备开发有限公司
FTC TMS-PRO 食品物性分析仪	北京盈盛恒泰科技有限责任公司
DZ-500/2SE 真空包装机	山东诸城润源食品包装机械有限公司

[0048] 试验设计：

[0049] 护色剂对鲜切马铃薯抑制褐变效果的研究的试验设计

[0050] 不同浓度的护色剂对鲜切马铃薯抗褐变的影响试验设计

[0051] 选用柠檬酸、Vc 和 CaCl_2 作为护色剂,浓度梯度为:柠檬酸 0.2% -1.2%,每 0.2% 为一个梯度;Vc 0.1% -0.6%,每 0.1% 为一个梯度; CaCl_2 0.2% -1.2%,每 0.2% 为一个梯度。按照以上浓度梯度,依次做的护色效果试验,马铃薯切片在每个浓度的护色液中浸泡 15min,对照组使用蒸馏水浸泡然后使用 PE 保鲜袋封口包装,贮藏于 4℃ 下每隔 24h 进行褐变度的测定。

[0052] 护色剂的正交试验设计

[0053] 根据上述单因素试验的结果,选择适宜的浓度范围,依照表 1 所示进行 $L_9(3^4)$ 正交试验,马铃薯切片分别在不同处理组的护色液内浸泡 15min,对照组仅用蒸馏水浸泡,各组样品包装于 PE 保鲜袋中,于 4℃ 下保藏,每隔 24h 进行感官评测和褐变度的测定,通过正交分析确定护色剂的最佳组合。

[0054] 表 1 护色剂的正交设计表

[0055] Table.1 The factor orthogonal experiments of color fixative

水 平	因 素		
	A(柠檬酸)	B(Vc)	C(CaCl ₂)
1	0.6%	0.3%	0.6%
2	0.8%	0.4%	0.8%
3	1.0%	0.5%	1.0%

[0057] 涂膜对鲜切马铃薯保鲜效果的研究的试验设计

[0058] 不同浓度的涂膜剂对鲜切马铃薯抑制褐变和失水的试验设计

[0059] 以月桂酸单甘油脂和柠檬酸单甘油酯为乳化剂,比例分别为1%和0.5%,将海藻酸钠、卡拉胶分别制成0.5%、1%、1.5%、2%的4个浓度的溶液,以上述正交设计优选出来的最佳护色剂浸泡15min,然后置于海藻酸钠溶液和卡拉胶溶液浸泡,以蒸馏水浸泡的样品为对照,用PE保鲜袋包装在4℃保藏,对比不同浓度、不同种类的可食性涂膜剂的保鲜效果。每隔48h分别进行失水率、褐变度、PPO活性的测定。

[0060] 蔗糖、CMC对卡拉胶以及CaCl₂、CMC对海藻酸钠凝胶强度的影响

[0061] 将0.5%、1%、1.5%、2%的蔗糖分别添加到1%卡拉胶的溶液中;将0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1%的CMC分别添加到1%卡拉胶和1%海藻酸钠的溶液中;将0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%的CaCl₂分别添加到1%海藻酸钠的溶液中;配制而成的各种混合胶体置于4℃下冷却,6h后取出分别测定其凝胶强度。

[0062] 涂膜剂复合的试验设计

[0063] 以上述结果为基础进行复配,依照表2和表3所示,分别进行的L₉(3⁴)的两组正交试验,用以优化以卡拉胶和海藻酸钠为主体的复合涂膜剂的最佳配比。以蒸馏水浸泡的样品为对照,用PE保鲜袋包装在4℃下贮藏,每隔48h分别进行失水率、凝胶强度的测定,以护色后不涂膜的样品为对照,对比两种最佳组合的涂膜剂对鲜切马铃薯的保鲜效果的影响,在贮藏期内分别测定含水量、褐变度和PPO活性。

[0064] 表2卡拉胶膜的正交设计表

[0065] Table.2 The orthogonal experiments of carrageenan film

水 平	因 素		
	A(卡拉胶)	B(CMC)	C(蔗糖)
1	1.0%	0.2%	0.05%
2	1.5%	0.4%	0.10%
3	2.0%	0.6%	0.15%

[0067] 表3海藻酸钠膜的正交设计表

[0068] Table.3 The orthogonal experiments of sodium alginate film

水 平	因 素		
	A(海藻酸钠)	B(CMC)	C(CaCl ₂)
[0069] 1	1.0%	0.2%	0.1%
2	1.5%	0.4%	0.2%
3	2.0%	0.6%	0.3%

[0070] 涂膜结合真空包装对鲜切马铃薯保鲜效果的研究

[0071] 选择上述保鲜效果最佳的涂膜剂对鲜切马铃薯切片做以下处理：

[0072] (1) 对照组 (CK) 不涂膜 + 真空包装；

[0073] (2) 涂膜处理 + 真空包装；

[0074] (3) 涂膜处理 + PE 保鲜袋封口包装；

[0075] 各组样品全部置于 4℃ 下贮藏，每隔 72h 进行理化指标。然后以鲜切前的马铃薯各项指标为对照组检测如下项目：感官评测、含水量、褐变度、多酚氧化酶活性、Vc 含量、总淀粉和还原糖含量。

[0076] 试验方法

[0077] 鲜切马铃薯加工工艺流程如图 1 所示。

[0078] 鲜切马铃薯的工艺条件

[0079] (1) 原料贮藏：马铃薯应在 3-5℃ 的保鲜箱或保鲜库内贮藏，以保证原料的品质。

[0080] (2) 清洗：使用流水冲洗的方式，将马铃薯表面附着的泥土及其他杂质彻底清洗掉，以免外源性异物流入下阶段工序。

[0081] (3) 去皮：去皮刀片应经过消毒（100ppm 次氯酸钠溶液，浸泡 30s 以上），去皮后的马铃薯要经过二次清洗，且不应有外皮残留。

[0082] (4) 切片：5mm 厚度均匀。

[0083] (5) 烫漂：经过分切后的马铃薯片极易发生褐变，应迅速进行烫漂处理，65℃ 恒温水浴中浸泡 2min，为了便于控制温度，水与马铃薯片的体积比控制在 2:1 与 3:1 之间。

[0084] (6) 杀菌：杀菌是鲜切果蔬加工的重点，在 100ppm ClO₂ 溶液内浸泡 2min，即可大大减少微生物的残留量。

[0085] (7) 护色：复合护色剂，浸泡时间 15min

[0086] (8) 涂膜：配制好的涂膜剂应在 45-50℃ 条件下保温，以保证其流动性和连续性不受影响。

[0087] (9) 包装：真空包装，真空度 0.1atm，时间 10 秒；直接包装，装入 PE 保鲜袋直接封口。项目测定及方法：

[0088] (1) 感官评测：

[0089] 对待测样品随机取出 10 个样品，并随机邀请 10 名人员参与评测，按照色泽、气味、质地和整体外观逐一打分，单项分值区间 1-9 分，分为四个等级，小于 3 分表示质量极差，样品完全劣变，无法食用；3-5 分表示质量一般，虽有缺陷但不影响食用；5-7 分表示质量较好；7-9 分表示质量极好，样品依然保持新鲜程度。所有数据记录下来，按照邓肯氏新复极差法做差异性分析。

[0090] (2) 含水量的测定:置于烘箱内 105℃下杀青 15-30min,在 80℃下烘干至恒重,两次重量差值与初始重量之比即为含水量。

[0091] (3) Vc 含量的测定:按照 2,6-二氯靛酚法(2,6-D)进行测定,按下式计算 Vc 含量。

[0092]

$$Vc(mg/100g\text{鲜样重}) = \frac{(a-b)T}{10} \times 100$$

[0093] 式中:a----- 滴定供试液 10ml 所消耗染料的毫升数

[0094] b----- 校正值

[0095] T----- 为 0.112mg(Vc) / ml 2,6-D

[0096] (4) 褐变度的测定:取 5g 样品加入 50ml 预先冷藏的蒸馏水,在 4℃下进行迅速研磨,过滤后取滤液在 25℃保温 5min 后稀释 1 倍,于波长 A_{410} 下测定 OD 值,重复测定 3 次,结果以 $A_{410} \times 10$ 表示。

[0097] (5) 多酚氧化酶(PPO)活性的测定:采用消光值法。

[0098] 粗酶液的制备:称取 2.5g 马铃薯样品,加入适量、预先冷藏的磷酸缓冲液(PBS:pH5.8)冰浴研磨,加入 25ml 磷酸缓冲液(PBS:pH6.0)冷冻离心(4000r / min),取上清液即为待测粗酶液。

[0099] 吸取磷酸缓冲液(PBS:pH6.0)2ml,加入 8ml 0.2mol / L 的邻苯二酚溶液,先于 30℃水浴保温 5min,再加 2ml 的酶液,混匀后在 410nm 波长下测定,每隔 30s 记录 1 次 OD 值,连续记录 5min,重复测三次。一个活力单位(U)定义为,测定条件下每 1min 引起吸光值的变化($\Delta OD / \text{min}$),按下式计算酶活性。

[0100] 酶活性($0.01 \Delta OD / \text{min}$)= $\Delta OD \times D / (0.01 \times t)$

[0101] 式中:t----- 反应时间(min)

[0102] D----- 稀释倍数

[0103] (6) 还原糖含量的测定:3,5-二硝基水杨酸比色法

[0104] 葡萄糖标准曲线的绘制:取 7 支具有精确刻度的 25ml 刻度试管,按表 4 所示依次加入浓度为 1mg/ml 的葡萄糖标准液和 3,5-二硝基水杨酸试剂,将各管摇匀,100℃沸水浴加热 5min,取出后立即冷却至室温,再用蒸馏水定容至 25ml,用橡皮塞塞住瓶口,颠倒混匀,在 540nm 波长下,以 0 号管调零,依次读取 1-6 号管的消光值,并绘制标准曲线。

[0105] 表 4 葡萄糖标准曲线添加试剂的量

[0106] Table.4 Each test tube add quantity of reagent

[0107]

管号	0	1	2	3	4	5	6
葡萄糖标准液 (ml)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
蒸馏水 (ml)	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8
3,5-二硝基水杨酸试剂 (ml)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
相当葡萄糖量 (g)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2

[0108]

[0109] 样品还原糖的提取与测定:准确称量 15g 马铃薯样品,研磨成糊状,放在 100ml 的烧杯里,然后加入 50ml 蒸馏水,搅匀后置于 50℃水浴保温 20min,使样品中得还原糖浸出。在转速 3000r/min 下离心,用 20ml 蒸馏水将残渣洗净,再次离心,将两次离心的上清液全部收集到 100ml 的容量瓶中,用蒸馏水定容至刻度,混匀,作为待测还原糖液,其余操作与制作标准曲线相同,测定各管的消光值。在标准曲线上查得相应的还原糖毫克数,按下式计算还原糖百分含量。

[0110]

$$\text{还原糖}(\%) = \frac{C \times \frac{V}{a}}{W \times 1000} \times 100\%$$

[0111] 式中:C-----标准曲线方程求得的还原糖量(mg)

[0112] V-----提取液的体积(ml)

[0113] a-----显色时吸取样品液体积(ml)

[0114] W-----样品重(g)

[0115] (7) 总淀粉含量的测定:碘比色法

[0116] 表 5 可溶性淀粉标准曲线各试管添加试剂用量

[0117] Table.5 Each test tube add quantity of reagent

[0118]

管号	1	2	3	4	5	6
淀粉原液 (ml)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
蒸馏水 (ml)	3	3	3	3	3	3
碘试剂 (ml)	2	2	2	2	2	2

[0119] 可溶性淀粉标准曲线的绘制:准确称量 0.1g 可溶性淀粉,加蒸馏水 2ml 调成糊状,在搅拌过程中加入 3.2ml60%的高氯酸溶液直至样品全部溶解,转移到 250ml 容量瓶定容。得到 400mg/kg 的原液。然后依照下表中所示加入各试剂,即绘制出标准曲线。

[0120] 样品淀粉的提取及测定:称取 1.0g 马铃薯切片样品,放在 50ml 烧杯中加入 2ml 蒸馏水,调制成糊状,在搅拌过程中加入 3.2ml60%的高氯酸溶液,继续搅拌 10min,然后用蒸馏水洗入 100ml 容量瓶,加水定容刻度并摇匀,在转速 3000r/min 下离心后取上清液 0.5ml 加入 20ml 的刻度试管,加水 3ml,再加碘试剂 2ml,摇匀放置 5min,用蒸馏水定容至 10ml,以蒸馏水作对照,在波长 660nm 下比色,按下式计算即可得到淀粉含量:

[0121]

$$\text{淀粉含量}(\%) = \frac{r}{\text{样重} \times \frac{1}{100} \times \frac{0.5}{10} \times 10^6} \times 100\%$$

[0122] r:标准曲线上查得的浓度(mg/kg)

[0123] (8) 凝胶强度是凝胶破裂时作用于凝胶上的作用力,是第一次冲击穿刺样品时的

压力峰值。采用 TMS-PRO 食品物性分析仪, 试验参数设定: 探头为直径 0.5 英寸的圆柱状头; 测试速率为 2.00mm/s; 测试距离为 30.00mm; 回速度为 5.00mm/s; 触发力: 5.00g; 试样高度约 40mm。

[0124] (9) 微生物的测定及产品微生物指标: 依照下列各国标进行检测, 结果以 CFU/g 鲜重 (FW) 表示。

[0125] GB4789.2-2010 食品微生物学检验菌落总数的测定

[0126] GB4789.3-2010 食品微生物学检验大肠菌群计数

[0127] GB4789.15-2010 食品微生物学检验霉菌和酵母计数

[0128] (10) 数据统计及图形分析

[0129] 所用图表采用 Office2003 Excel 绘制, 数据统计分析采用 DPS7.05 软件进行数据处理。

[0130] 试验结果与分析

[0131] 护色剂对鲜切马铃薯抑制褐变效果的研究

[0132] 护色剂单因素试验

[0133] 不同浓度柠檬酸对鲜切马铃薯的褐变度的影响

[0134] 褐变度是衡量果蔬品质的重要指标之一, 保鲜护色剂对鲜切马铃薯的作用效果主要依赖于护色剂的浓度。由图 2 可知, 贮藏期内不同浓度处理过的柠檬酸 BD 值不断上升, 随着浓度梯度的递增, 抗褐变的效果越明显。其中, 浓度为 0.20% 和 0.40% 的柠檬酸抗褐变效果最差, 至第 6 天时 BD 值分别达到 5.28 及 4.1; 而当柠檬酸浓度大于 0.60% 时, 抑制褐变的作用比较明显, 第 5 天时 0.80%、1.00% 及 1.20% 处理过的马铃薯切片的褐变度一直比较低, 第 5 天时 BD 值仅为 3.11、3.08 和 3.10, 无显著差异 ($p > 0.05$)。由此可知, 当柠檬酸的质量分数超过 0.60% 时对褐变的抑制才有明显作用, 这是因为导致鲜切马铃薯酶促褐变的 PPO 活性的最适 pH 值一般在 6-7 之间, 随着柠檬酸浓度梯度的不断递增, 护色液的 pH 值将逐渐远离 PPO 作用的最适 pH, 当添加量达到 1.00% 时, PPO 的活性基本被抑制, 而且作为螯合剂随着浓度的递增, 可以得到较好的抗褐变效果。

[0135] 如图 3, 经 Vc 处理的鲜切马铃薯切片的褐变度在贮藏期内呈现逐渐升高, 而品质逐渐下降, 浓度最低的 0.10% BD 值一直保持最高水平, 其次为 0.20% 的 VC 处理组, VC 浓度大于 0.30% 处理组的 BD 值, 明显低于 0.10% 的 VC 处理组和 0.20% 的对照组。第 5 天时 0.50% 的 Vc 处理组的 BD 值仅为 3.78, 而 0.10% 浓度的处理却高达 5.44 ($p < 0.05$)。试验结果表明, 0.5% 以上的 VC 的防褐变效果比较好, 而当 Vc 的浓度大于 0.30% 时护色效果比较稳定, 但 0.5% 与 0.6% 的抗褐变效果差异性不显著 ($p > 0.05$)。Vc 作为一种高效的抗氧化剂, 随着时间的推移也会逐渐被空气氧化, 因此要长时间保持鲜切马铃薯的良好色泽, 必须将 Vc 与其他酸化剂、螯合剂或活性物质配合使用, 才能达到预期的抑制褐变效果。

[0136] 不同浓度 CaCl_2 对鲜切马铃薯的褐变度的影响

[0137] 由图 4 可知, 不同浓度的 CaCl_2 对鲜切马铃薯褐变度变化的规律, 与柠檬酸、Vc 相似, 其褐变度在贮藏期内不断上升, 而 CaCl_2 护色的总体效果不如柠檬酸和 Vc, 其处理的各组样品随着浓度梯度的递增, 对褐变抑制的效果也比较稳定, 而且护色效果随着浓度的递增趋于平缓。 CaCl_2 的作用主要在于 Ca^{2+} 能与组织细胞壁上的果胶酸相互作用形成果胶酸钙, 从而增加组织的硬度, 阻止液泡中的组织液外渗防止与酶类接触, 降低褐变程度, 但

如果护色剂中, Ca^{2+} 的浓度太低难以有效地附着于马铃薯切片表面, 所以需要一定的浓度, CaCl_2 才能发挥抑制褐变的效果。

[0138] 复合护色剂的正交试验

[0139] 综合表 6 和表 7 的结果可知, 柠檬酸的第 2 个水平最优; Vc 的第 3 个水平最优; CaCl_2 的第 1 个水平最优。因此, 对鲜切马铃薯的复合护色剂最优配比为 $\text{A}_2\text{B}_3\text{C}_1$, 即: 柠檬酸 0.8% + Vc 0.5% + CaCl_2 0.6%, 以此为最佳组合对鲜切马铃薯切片的护色效果最好, 其主次因素排序应为: 柠檬酸 > Vc > CaCl_2 , 各因素的显著性中柠檬酸和 Vc 达到极显著和显著的水平, 而 CaCl_2 的不显著。在复合护色剂中, 柠檬酸的作用依然占主导地位, 因为随着 pH 值的降低, PPO 活性受到的抑制是首要因素, 其次是柠檬酸的对 PPO 活性中心 Cu^{2+} 的螯合作用也比较突出; 而 Vc 在柠檬酸做酸化剂的前提下, 才能更好的发挥抗氧化的作用; 本试验中, CaCl_2 的影响最小, 推测原因为在酸化剂和抗氧化剂的作用下, PPO 活性本身已经受到了很大程度地抑制, 因此 CaCl_2 的作用相对不大。但因为有 CaCl_2 参与, 使得经过护色液浸泡的鲜切马铃薯片的质地得到了较好的保持, 但浓度并非越高越好, 相反在本试验中发现, 浓度水平最高的酸化剂与 CaCl_2 的组合普遍有浓重的酸味, 风味受到很大的负面影响, 故通过优选出来的最佳组合中柠檬酸和 CaCl_2 的浓度水平均不是最高的。

[0140] 表 6 护色正交试验结果

[0141] Table. 6 Results and range analysis of orthogonal test of color fixative

[0142]

试验号	因素				第 6d 整体感官评分
	A(柠檬酸)	B(Vc)	C(CaCl_2)	空列	
1	1	1	1	1	3.89
2	1	2	2	2	4.25
3	1	3	3	3	4.78
4	2	1	2	3	5.37
5	2	2	3	1	6.13
6	2	3	1	2	6.92
7	3	1	3	2	4.62
8	3	2	1	3	5.38
9	3	3	2	1	5.97
K_1	12.92	13.88	16.19		
K_2	18.42	15.76	15.59	T=47.31	

[0143]

K ₃	15.97	17.67	15.53		
k ₁	4.307	4.627	5.397		
k ₂	6.14	5.253	5.197	x=5.26	
k ₃	5.323	5.89	5.177		
R	1.833	1.263	0.22		
Si ²	1.651	1.138	0.198		

[0144] 表 7 护色正交试验方差分析表

[0145] Table.7 Analysis of variance on color fixative

[0146]

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
柠檬酸	5.0617	2	2.5308	142.7162	**
Vc	2.3941	2	1.197	67.5019	*
CaCl ₂	0.0888	2	0.0444	2.5038	
误差	0.0355				

[0147] 注：极显著水平 $F(2, 2)=99$, 显著水平 $F(2, 2)=19$, 下同。

[0148] 涂膜剂对鲜切马铃薯保鲜效果的研究

[0149] 不同浓度的卡拉胶与海藻酸钠对鲜切马铃薯的影响

[0150] 不同浓度卡拉胶涂膜处理对鲜切马铃薯片含水量的影响

[0151] 由图 5 可知, 4℃下随着时间的变化不同浓度的卡拉胶涂膜处理组, 含水量总体处于下降的趋势。相对于未涂膜的对照组, 各浓度的卡拉胶膜均对含水量均有不同程度的影响。其中, 浓度 0.5% 的处理组因为卡拉胶的浓度较低, 其凝固性和成膜性较差, 故对水分的保持效果有限; 1.0%、1.5% 和 2.0% 的卡拉胶涂膜处理组其含水量相对于 CK 组和 0.5% 处理组差异显著 ($p < 0.05$), 凝固性和成膜性比较稳定, 而且由于粘度的递增对鲜切马铃薯片表面的黏着效果明显。结果表明, 鲜切马铃薯抑制失水的效果随着卡拉胶浓度的递增而提高, 而当卡拉胶的浓度超过 1.0% 时, 抑制失水的能力逐渐趋于平缓。

[0152] 不同浓度卡拉胶涂膜处理对鲜切马铃薯片褐变度的影响

[0153] 由图 6 可知, 4℃下随着时间的变化, 各浓度的卡拉胶涂膜处理组的褐变度处于上升的趋势。0-4 天时各组的褐变度均不大, 外观视觉差异也不大, 而贮藏第 8 天时, CK 组的褐变度高达 5.72, 而涂膜各组褐变度均小于 4.3。其中, 0.5% 的抑制褐变效果一般, BD 值为 4.85; 浓度为 1.0%、1.5% 和 2.0% 的处理组 BD 值分别为 4.07、4.02 和 3.83, 无显著差异 ($p > 0.05$)。结果表明, 鲜切马铃薯抑制褐变的效果随着卡拉胶浓度的递增而提高, 但当卡拉胶的浓度超过 1.0% 时趋于平缓。

[0154] 不同浓度海藻酸钠涂膜处理对鲜切马铃薯片含水量的影响

[0155] 由图 7 可知, 与卡拉胶涂膜处理的相似, 在 4℃下贮藏期内, CK 组及不同浓度海藻酸钠涂膜处理的各组样品, 其含水量总体上逐渐下降。其中, 0.5% 的海藻酸钠膜抑制水分

散失的效果最差,但好于没有涂膜的对照组。当浓度大于 1.0%时,海藻酸钠膜对鲜切马铃薯的含水量影响差别不大,1.0%、1.5%和 2.0%的处理组在第 8 天的含水量分别为 70%、70.81%及 71.66%,无显著差异 ($p > 0.05$)。结果表明,浓度为 0.5%的海藻酸钠涂膜剂的保水性能较差,而当浓度大于或等于 1.0%时海藻酸钠膜才能有效地抑制水分的散失。

[0156] 不同浓度海藻酸钠涂膜处理对鲜切马铃薯片褐变度的影响

[0157] 由图 8 可知,与卡拉胶涂膜处理的相似,在 4℃下贮藏期内不同浓度的海藻酸钠涂膜处理组的褐变度处于上升的趋势。0-4 天时各组 CK 与 0.5%的 BD 值上升较快,之后 CK 组的 BD 值急剧上升,至第 8 天时已经达到 5.62,而 0.5%和 1.0%的处理在 4 天以后 BD 值明显升高,但好于 CK 组;1.5%和 2.0%的处理在贮藏期内的 BD 值上升比较平缓,至第 8 天时分别为 3.82 和 3.61。4 个浓度的处理与 CK 组差异极显著 ($p < 0.01$),但彼此之间差异不显著 ($p > 0.05$)。结果表明,随着浓度的递增,海藻酸钠膜对鲜切马铃薯片的抗褐变能力趋于稳定。

[0158] 蔗糖、CaCl₂、CMC 对卡拉胶和海藻酸钠凝胶强度的影响

[0159] 不同浓度蔗糖、CMC 对卡拉胶凝胶强度的影响

[0160] 由图 9 和图 10 可知,添加 1.5%的蔗糖对卡拉胶的凝胶强度最大,而超过 1.5%时凝胶强度明显开始下降;而 CMC 的添加量逐渐增大时,与卡拉胶形成的混合胶系的凝胶强度也随着增大,但当添加量超过 0.6%时,其凝胶强度变化趋于平缓。

[0161] 不同浓度 CaCl₂、CMC 对卡拉胶凝胶强度的影响

[0162] 由图 11 和图 12 可知,对于海藻酸钠的凝胶强度 CaCl₂ 的添加量在 0.1% -0.3% 的增幅较大,而超过 0.3%时其凝胶强度变化趋于平缓;CMC 的添加量在 0-0.4%时对混合胶系的凝胶强度有明显的提升,但当添加量超过 0.6%时,其凝胶强度变化趋于平缓。

[0163] 涂膜剂复合的试验

[0164] 卡拉胶的复合

[0165] 表 8 卡拉胶膜正交试验结果

[0166] Table.8 Results and range analysis of orthogonal test of carrageenan film

[0167]

试验号	因 素				第 10 天 含水量 (%)	凝胶强度 (g)
	A (卡拉胶)	B (CMC)	C (蔗糖)	空列		
1	1	1	1	1	61.06	318.7
2	1	2	2	2	68.33	382.5
3	1	3	3	3	65.65	448.3
4	2	1	2	3	69.8	712.4
5	2	2	3	1	73.21	787.2
6	2	3	1	2	68.58	729.3
7	3	1	3	2	70.6	1134.2

[0168]

8		3	2	1	3	72.11	1179.5
9		3	3	2	1	71.25	1158.1
含水量	K ₁	195.04	201.46	201.75			
	K ₂	211.59	213.65	209.38	T=620.59		
	K ₃	213.96	205.48	209.46			
	k ₁	65.013	67.153	67.25			
	k ₂	70.53	71.217	69.793	x=68.954		
	k ₃	71.32	68.493	69.82			
	R	6.307	4.063	2.57			
	Si ²	5.68	3.66	2.3147			
凝胶强度	K ₁	1149.5	2165.3	2227.5			
	K ₂	2228.9	2349.2	2253	T=6850.2		
	K ₃	3471.8	2335.7	2369.7			
	k ₁	383.1667	721.7667	742.5			
	k ₂	742.9667	783.0667	751	x=761.13		
	k ₃	1157.267	778.5667	789.9			
	R	774.1	61.3	47.4			
	Si ²	697.2059	55.2109	42.6916			

[0169] 表 9 卡拉胶膜含水量正交试验方差分析表

[0170] Table.9 Analysis of variance on moisture content of carrageenan film

[0171]

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
卡拉胶	70.8318	2	35.4159	78.4675	*
CMC	25.7228	2	12.8614	28.4958	*
蔗糖	13.0742	2	6.5371	14.4836	
误差	0.069				

[0172] 表 10 卡拉胶膜凝胶强度正交试验方差分析表

[0173] Table.10 Analysis of variance on jelly strength of carrageenan film

[0174]

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
卡拉胶	900331.34	2	450165.67	540.0519	*
CMC	7004.18	2	3502.09	4.2014	
蔗糖	3832.22	2	1916.11	2.2987	

误差	1667.12				
----	---------	--	--	--	--

[0175] 由表 8 和表 9、表 10 可知,卡拉胶复合涂膜剂的最优组合为 $A_3B_2C_3$,即:卡拉胶 2.0% +CMC0.4% + 蔗糖 0.15%,以此为最佳组合对鲜切马铃薯切片的保鲜效果最好,主次因素排序应为:卡拉胶 > CMC > 蔗糖,各因素中卡拉胶和 CMC 达到显著的水平,蔗糖的不显著,而对于卡拉胶膜的凝胶强度,主次因素排序应为:卡拉胶 > CMC > 蔗糖,其中只有卡拉胶达到显著水平。

[0176] 海藻酸钠的复合

[0177] 表 11 海藻酸钠膜正交试验结果

[0178] Table.11 Results and range analysis of orthogonal test of sodium alginate film

[0179]

试验号	因素				第 10 天 含水量(%)	凝胶强度(g)
	A(海藻酸钠)	B(CMC)	C(CaCl ₂)	空列		
1	1	1	1	1	62.34	115.3
2	1	2	2	2	65.5	193.5
3	1	3	3	3	71.31	228.3
4	2	1	2	3	69.28	244.5
5	2	2	3	1	75.21	285.2
6	2	3	1	2	70.33	209.3
7	3	1	3	2	73.35	353.6
8	3	2	1	3	70.11	311.6
9	3	3	2	1	71.25	334.1
含水量	K ₁	199.15	204.97	202.78		
	K ₂	214.82	210.82	206.03	T=632.68	
	K ₃	214.71	212.89	219.87		
	k ₁	66.383	68.323	67.533		
	k ₂	71.607	70.273	68.677	x=69.83	
	k ₃	71.57	70.963	73.29		
	R	5.223	2.64	5.697		
	Si ²	4.705	2.378	5.131		
凝胶强度	K ₁	537.1	713.4	636.2		
	K ₂	739	790.3	772.1	T=2275.4	
	K ₃	999.3	771.7	867.1		
	k ₁	179.0333	237.8	212.0667		
	k ₂	246.3333	263.4333	257.3667	x=252.82	
	k ₃	333.1	257.2333	289.0333		
	R	154.0667	25.6333	76.9667		
	Si ²	138.7627	23.0871	69.3213		

[0180] 表 12 海藻酸钠膜含水量正交试验方差分析表

[0181] Table.12 Analysis of variance on moisture content of sodium alginate film

[0182]

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
海藻酸钠	54.1861	2	27.093	80.4107	*

CMC	11.2482	2	5.6241	16.692	
CaCl ₂	54.9085	2	27.4542	81.4827	*
误差	0.674				

[0183] 表 13 海藻酸钠膜凝胶强度正交试验方差分析表

[0184] Table.13 Analysis of variance on jelly strength of sodium alginate film

[0185]

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
海藻酸钠	35794.2822	2	17897.1411	86.1526	*
CMC	1073.1622	2	536.5811	2.583	
CaCl ₂	8978.7356	2	4489.3678	21.6107	*
误差	415.4756				

[0186] 由以上表 11 和表 12、表 13 可知,海藻酸钠复合涂膜剂的最优组合为 A₂B₃C₃,即:海藻酸钠 1.5%+(3MC 0.6%+CaCl₂0.3%,以此为最佳组合对鲜切马铃薯切片的保鲜效果最好,主次因素排序应为:CaCl₂>海藻酸钠>CMC,各因素中海藻酸钠和 CaCl₂ 达到显著的水平,CMC 的不显著,对于海藻酸钠膜的凝胶强度,主次因素排序应为:最优组合为 A₃B₂C₃,海藻酸钠>CaCl₂>CMC,各因素中海藻酸钠和 CaCl₂ 达到显著的水平。

[0187] 两种复合涂膜剂最优组合对鲜切马铃薯的保鲜效果

[0188] 由图 13、图 14 和图 15 可知,卡拉胶复合涂膜剂与海藻酸钠复合涂膜剂处理过的样品,在贮藏期内总体上 PPO 活性和褐变度处于上升的趋势,含水量处于下降的趋势,卡拉胶复合涂膜剂处理组的样品与海藻酸钠复合涂膜剂处理组的样品相比,前者的 PPO 活性和褐变度略高于后者,但是差异并不显著 (p>0.05),而后者的含水量明显好于前者,两者差异达到显著水平 (p<0.05)。试验表明,同样是经过复合优化的涂膜剂,在抑制褐变及 PPO 活性方面,两者效果接近,但是在抑制失水方面,0-6 天时卡拉胶复合涂膜剂处理组的含水量比海藻酸钠复合涂膜剂处理组的要好一些,而第 8 天则低于海藻酸钠复合涂膜剂的处理组,说明海藻酸钠复合涂膜剂对鲜切马铃薯保鲜的各方面效果优于卡拉胶复合涂膜剂。

[0189] 涂膜处理结合真空包装对鲜切马铃薯保鲜效果的研究

[0190] 不同包装方式的鲜切马铃薯的感官评测

[0191] 表 14 鲜切马铃薯储藏 15d 后的感官评价表

[0192] Table.14 The sensory evaluation of flesh cutting potato after 15 days

[0193]

样品	色泽	风味	质地	整体外观
CK	7.40 ^a	3.43 ^c	3.36 ^d	6.05 ^c

涂膜 +PE	5.67 ^b	7.38 ^a	6.46 ^a	5.67 ^d
涂膜 + 真空	7.92 ^a	7.31 ^a	7.25 ^a	7.75 ^a

[0194] 注：以上是 10 个随即样品各感官打分的平均值，数值后标有不 J 司字母表不按邓肯氏新复极差测验显著水平达 $p < 0.05$ 。

[0195] 由表 14 可知，在保藏到第 15 天时，由于不同的涂膜剂及不同的包装方式处理，各组样品感官状态有较大的差别。对照组有较浓的异味，由于失水造成袋内呈水浸状，马铃薯切片因失水萎蔫质地很软，不利于食用。涂膜 +PE 的样品颜色发暗，马铃薯切片边缘都出现褐变，个别褐变较严重。对照组和涂膜 + 真空的样品色泽均好于涂膜 +PE 的样品，涂膜 + 真空样品的质地相对保持较好。对照组出现的异味现象可能是由于微生物繁殖的缘故，而添加有月桂酸单甘油酯的涂膜剂可以有效的抑制微生物的生长。结果表明，涂膜 + 真空包装的处理方式，对鲜切马铃薯的感官状况维持在较好的水平。

[0196] 不同包装方式对鲜切马铃薯含水量的变化

[0197] 如图 16 所示，各组样品的含水量在 3-12 天内含水量下降较快，对照组在第 15 天时失水严重且真空袋内出现水浸状；涂有海藻酸钠膜两组样品的含水量变化较少。试验表明海藻酸钠膜在保持水分的效果较好，而真空 + 涂膜的结合处理更是优于真空包装的样品。其原因关键在于涂膜剂在低温条件下的凝胶强度，经过复合后的涂膜剂的凝胶强度和硬度均大幅提高，但是鲜切马铃薯片表面附着的柠檬酸对卡拉胶的凝胶有负面，在 pH 较低时柠檬酸会使卡拉胶的凝胶强度下降，而柠檬酸对海藻酸钠的凝胶性质则无明显的负面影响。

[0198] 不同包装方式对鲜切马铃薯褐变度的变化

[0199] 由图 17 可知，不同处理方式的样品在贮藏期内褐变度随着时间的延长而增大，其中涂膜 +PE 保鲜袋包装的样品 BD 值上升幅度最大，第 15 天 BD 值为 5.09，而涂膜处理 + 真空包装的样品褐变度在初期上升幅度不大，后期变化趋于平缓第 15 天为 3.35，对照组的褐变度变化幅度介于两者之间，但与涂膜 + 真空包装的 BD 值 9 天以后才出现明显差异 ($p < 0.05$)。试验表明涂膜处理对样品有一定的抑制褐变效果，但是随着时间的推移褐变程度也逐渐变大，原因在于涂膜层随着贮藏时间的延长性能有所下降，对氧气的隔绝能力也有所减弱；真空包装因隔绝了样品与外界氧气的接触，在控制褐变上效果明显优于涂膜处理，而从试验结果上来看，涂膜处理与真空包装的结合可以将褐变抑制到比较低的水平。

[0200] 不同包装方式的鲜切马铃薯 PPO 活性的变化

[0201] 由图 18 可知，真空包装的样品 PPO 活性在 0-3 天略有下降，在第 3 天以后逐渐开始上升，涂膜 +PE 保鲜包装的样品 PPO 活性上升较快，至第 15 天时达到 76.69U / g，而 PPO 活性最低的涂膜 + 真空包装的样品仅为 65.94U / g。通过试验可知，不同的包装方式对 PPO 活性的影响有较大差别，涂膜剂在短期内对 PPO 的活性有一定的抑制作用，但随着时间的延长其作用逐弱化；与之相反的是，真空包装的各组样品的 PPO 活性均保持较低的水平。

[0202] 同包装方式的鲜切马铃薯 Vc 含量的变化

[0203] 由图 19 可知，各组样品均在 4℃ 下贮藏过程中，Vc 含量随着贮藏时间的推移总体趋势先上升后下降，其中经过真空包装的各组变化趋势接近，其中 CK 与涂膜 + 真空包装的样品 Vc 含量变化无明显差异 ($p > 0.05$)，而涂膜 +PE 保鲜袋包装的样品 Vc 含量下降幅度

最大,到第 15 天时,包装在 PE 保鲜袋内的样品 Vc 含量仅为 12.19mg/100g FW,与真空包装的两组样品相比差异极显著 ($p < 0.01$)。说明不同的包装方式对鲜切马铃薯的 Vc 含量影响较大,一方面是氧化胁迫对 Vc 的合成相关酶有影响,另一方面环境中氧气浓度会直接影响到 Vc 的含量。

[0204] 不同包装方式的鲜切马铃薯还原糖含量的变化

[0205] 由图 20 可知:各处理组的鲜切马铃薯在 4℃ 下的贮藏过程中,还原糖含量变化趋势基本相同,均呈现明显的上升趋势,而且上升的幅度比较大,但各组之间无显著差异 ($p < 0.05$)。还原糖含量增加的原因主要在于,马铃薯在低温冷藏条件下的淀粉转化为还原糖,但这个过程是可逆的动态平衡,对贮藏有其重要的意义。

[0206] 不同包装方式的鲜切马铃薯淀粉含量的变化

[0207] 由图 21 可知,贮藏期内各处理组的鲜切马铃薯的淀粉含量总体处于下降的趋势,6-12 天以后对照组下降的幅度较大,与涂膜+真空包装和涂膜+PE 保鲜袋包装两处理组有显著差异 ($p < 0.05$),但第 15 天相差不大。试验表明,不同包装方式对鲜切马铃薯的淀粉含量影响不大,因为马铃薯在低温条件下发生的淀粉向还原糖的转化受其他外界因素的影响较小。不同包装方式的鲜切马铃薯的微生物检测

[0208] 表 15 样品贮藏第 15 天微生物检测结果

处理组	菌落总数 (CFU/g)	大肠菌群 (MPN/g)	霉菌酵母菌计数 (CFU/g)
[0209] 未涂膜+真空	3.6×10^5	未检出	小于 10
涂膜+真空	小于 10	未检出	小于 10
涂膜+PE 保鲜袋	2.5×10^3	未检出	小于 10

[0210] 由表 15 可知,各组样品第 15 天时的菌落总数相差较大,而大肠菌群均为检出,霉菌酵母菌均小于 10,由于涂膜剂中所添加的月桂酸单甘油酯具有防腐抑菌的能力,所以涂膜处理的两组其菌落总数均不大,而涂膜+真空包装的菌落总数与涂膜+PE 保鲜袋包装的样品相比更低,说明真空包装更适于鲜切马铃薯的保鲜。

[0211] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,本发明的保护范围不限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明披露的技术范围内,可显而易见地得到的技术方案的简单变化或等效替换均落入本发明的保护范围内。

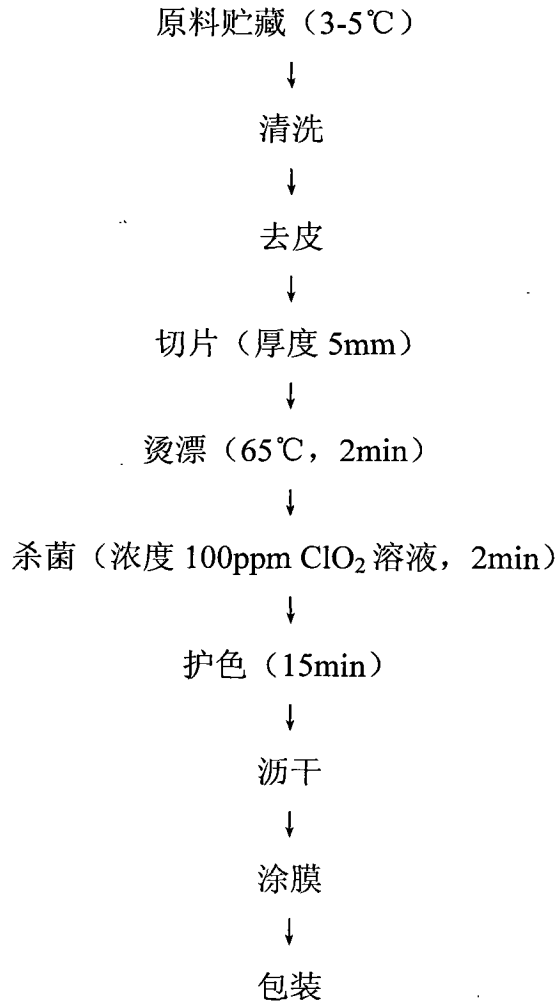


图 1

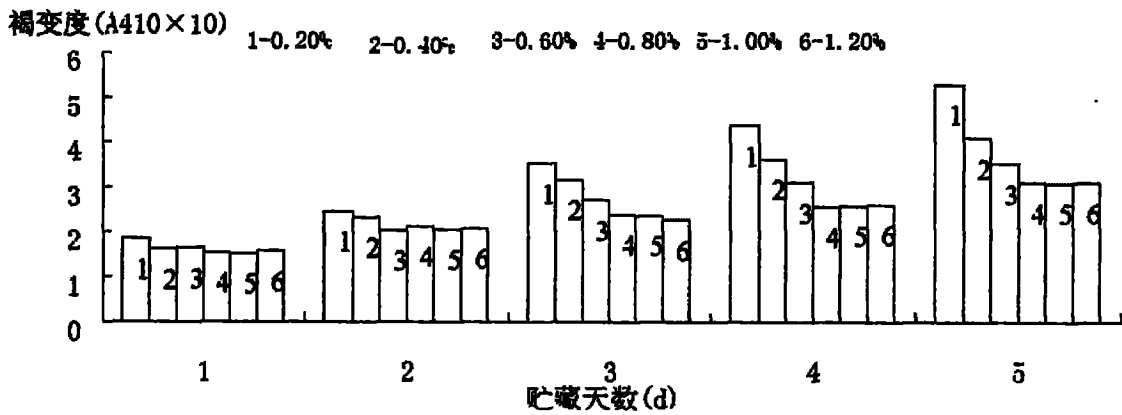


图 2

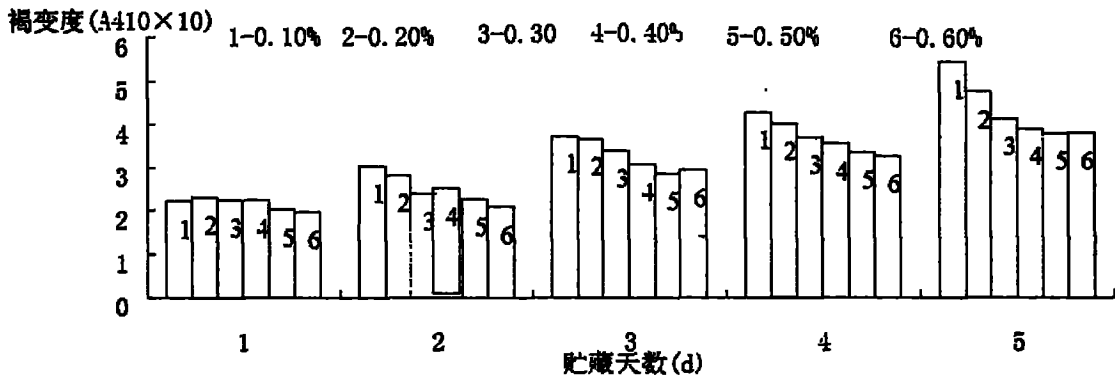


图 3

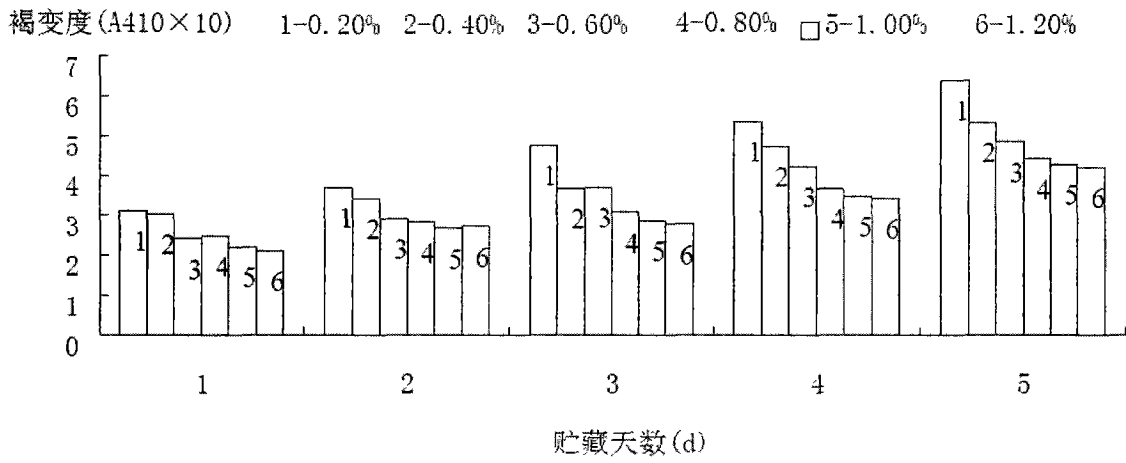


图 4

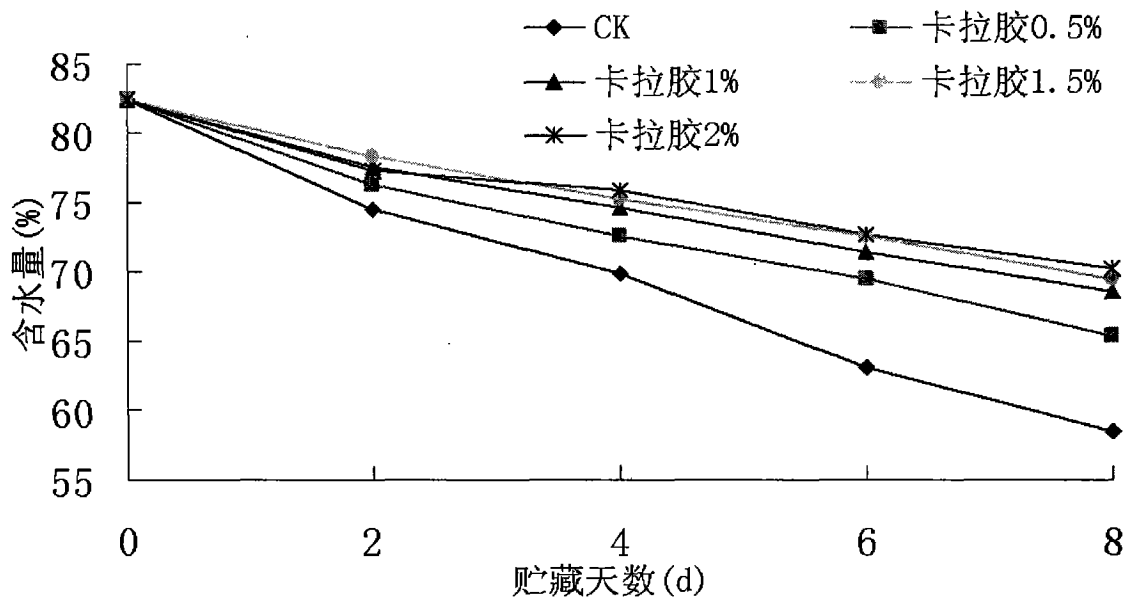


图 5

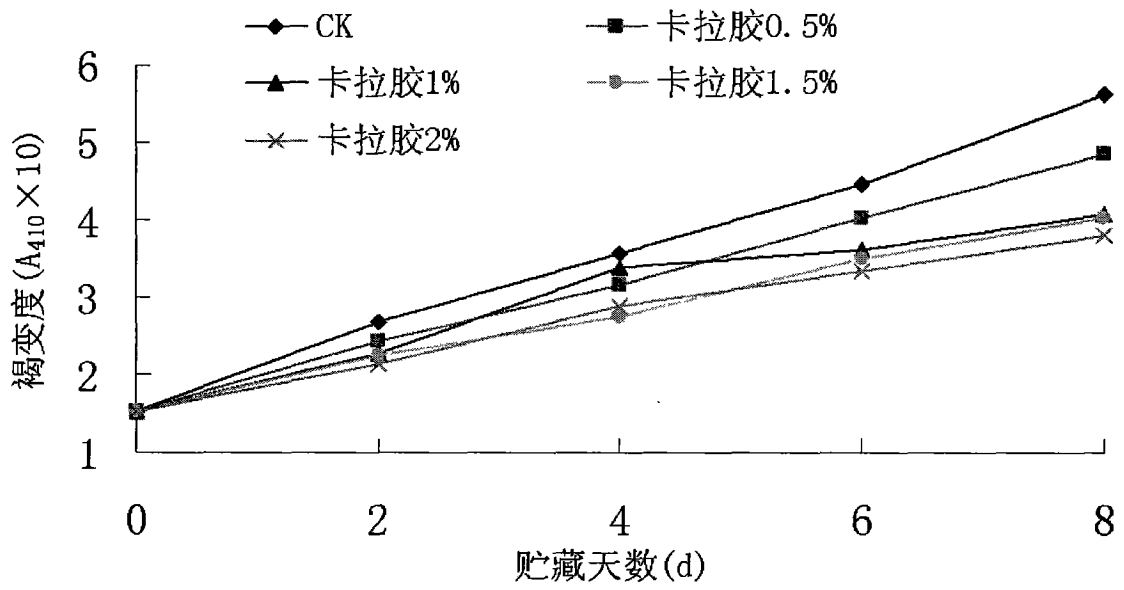


图 6

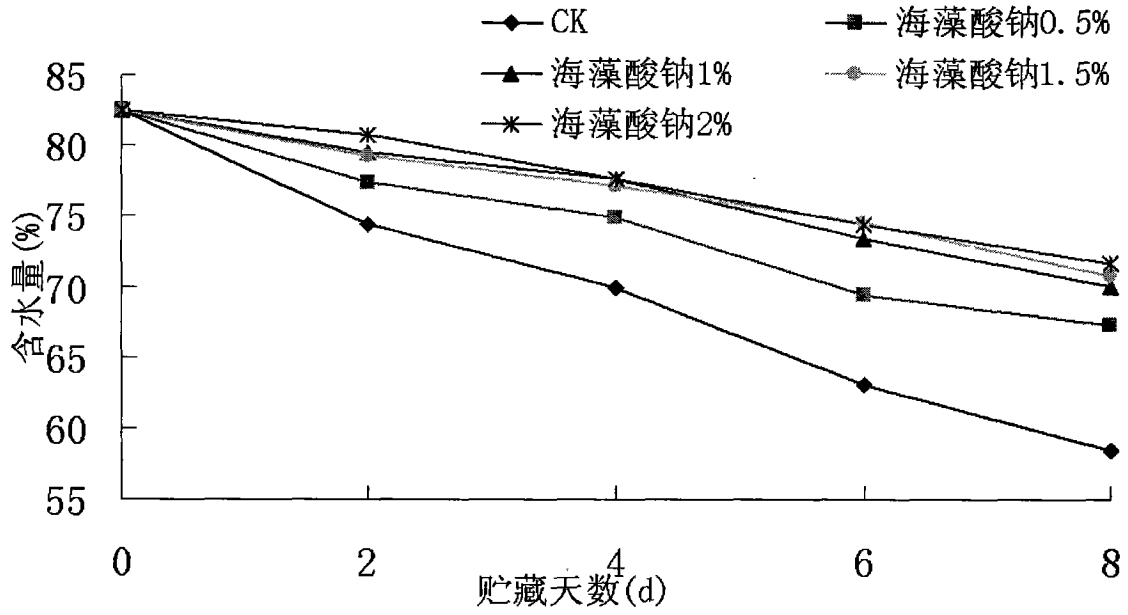


图 7

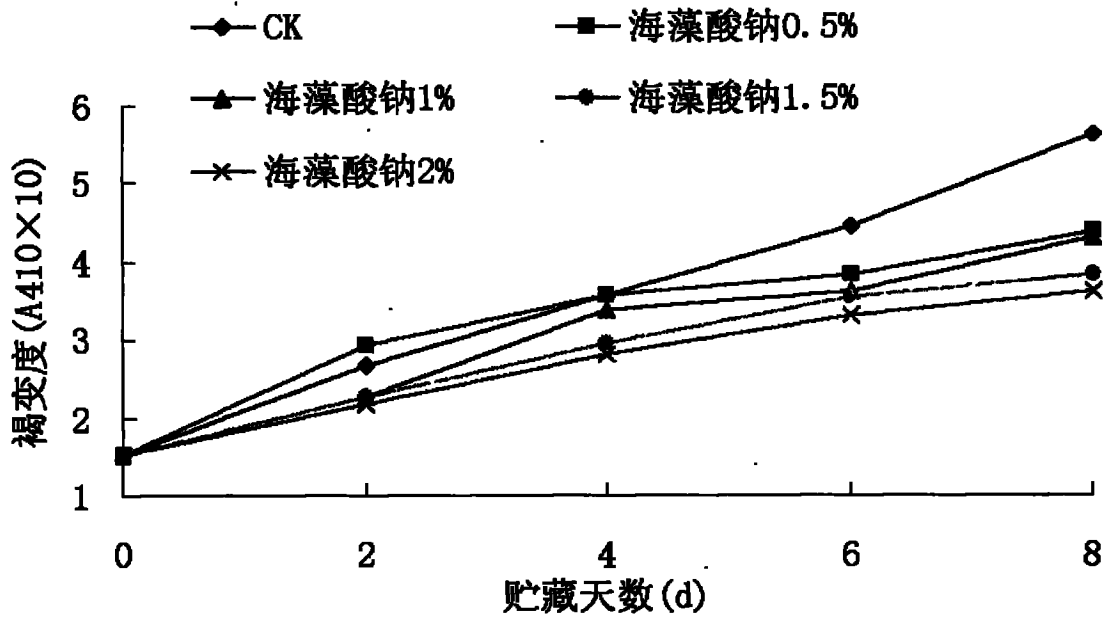


图 8

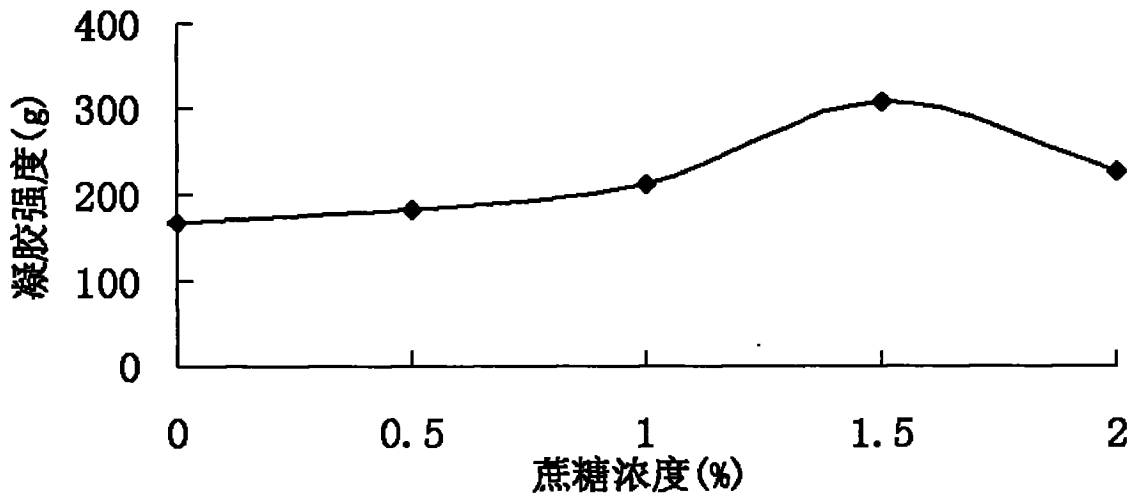


图 9

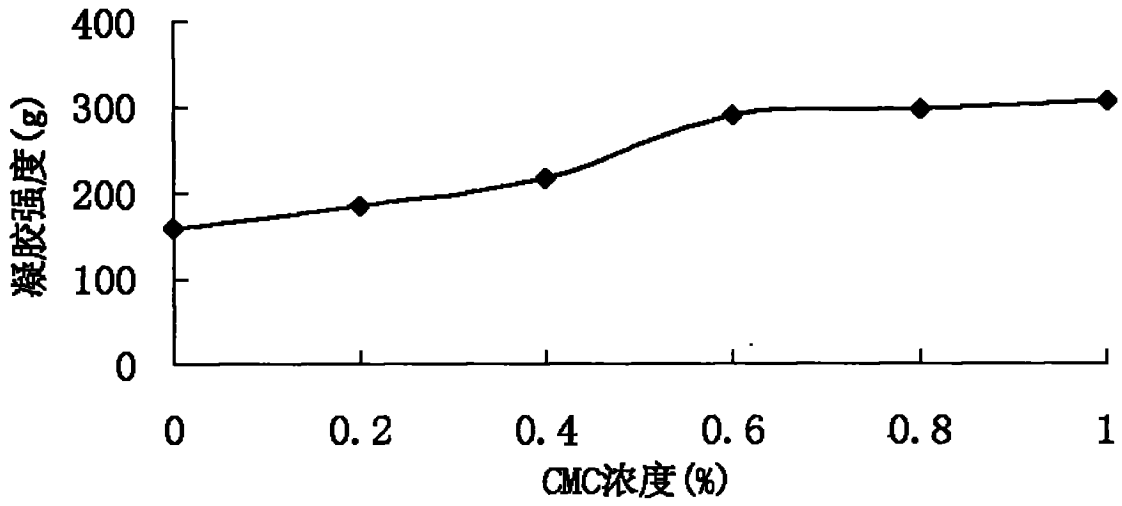


图 10

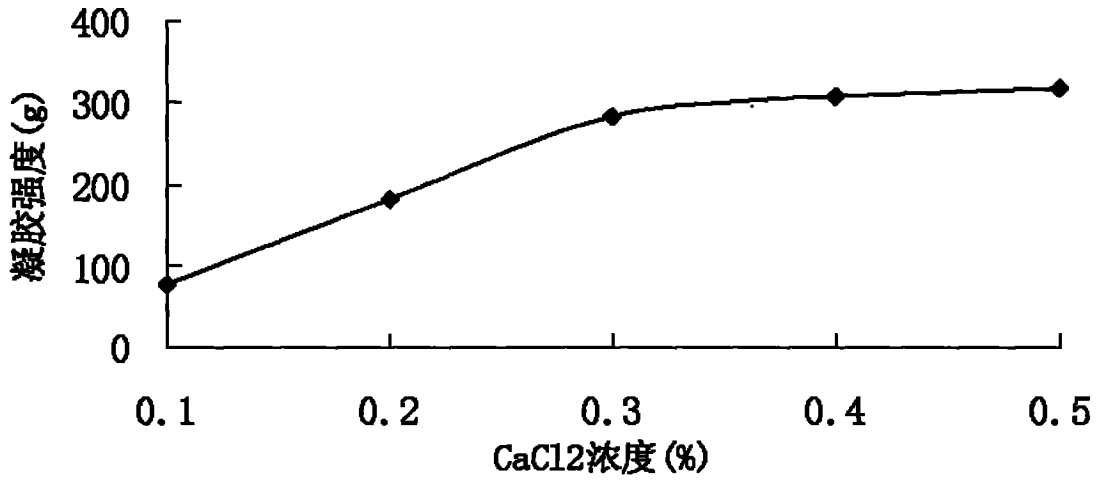


图 11

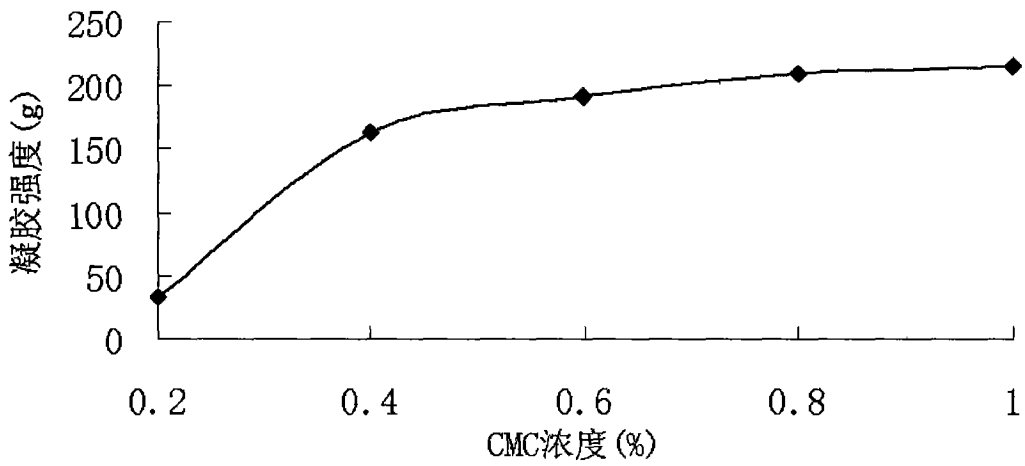


图 12

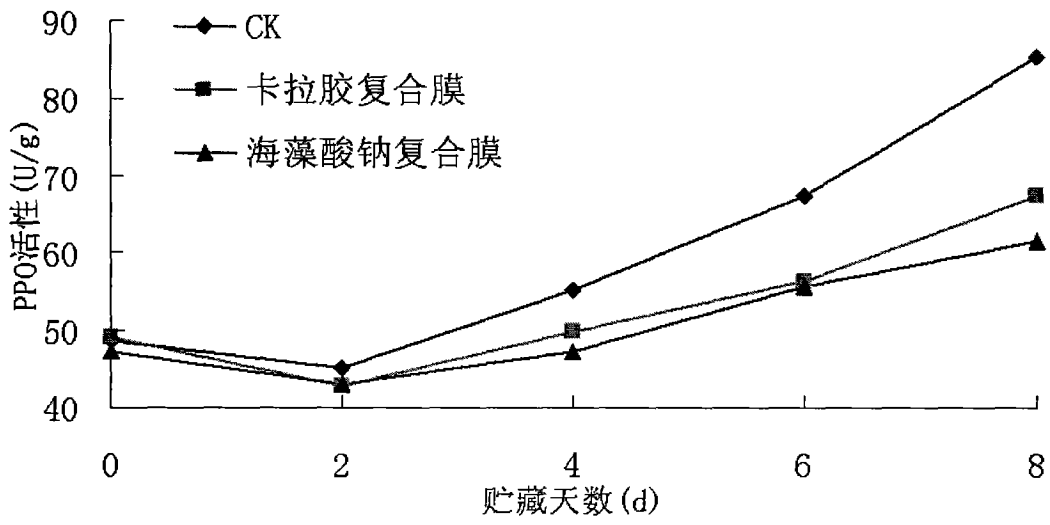


图 13

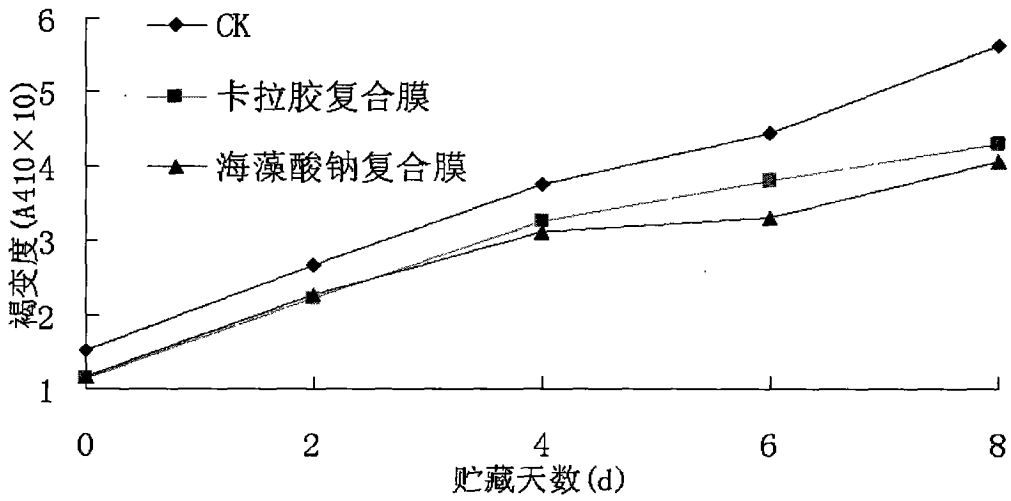


图 14

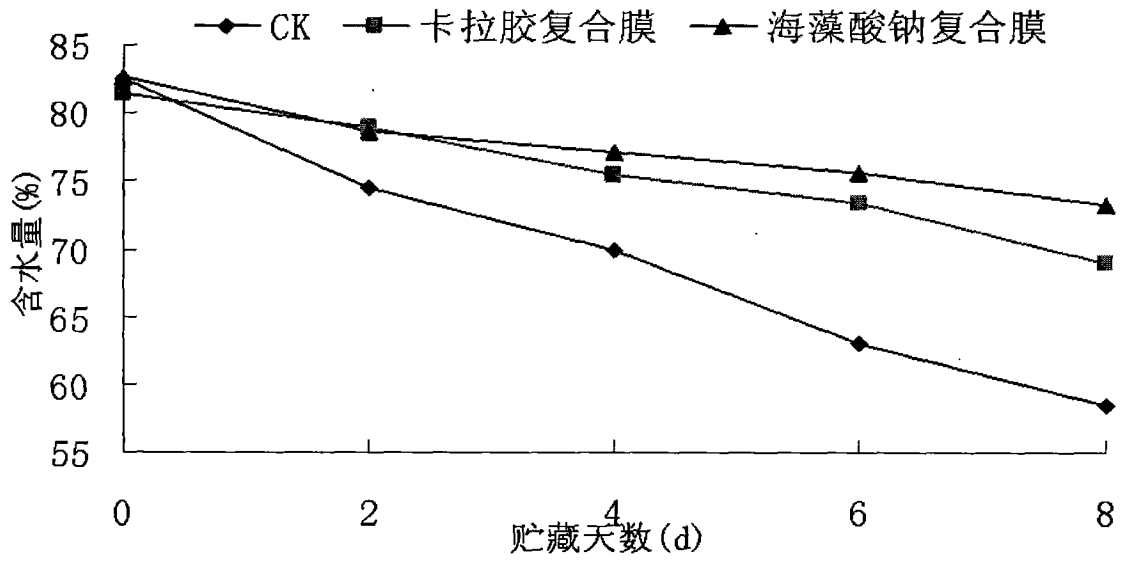


图 15

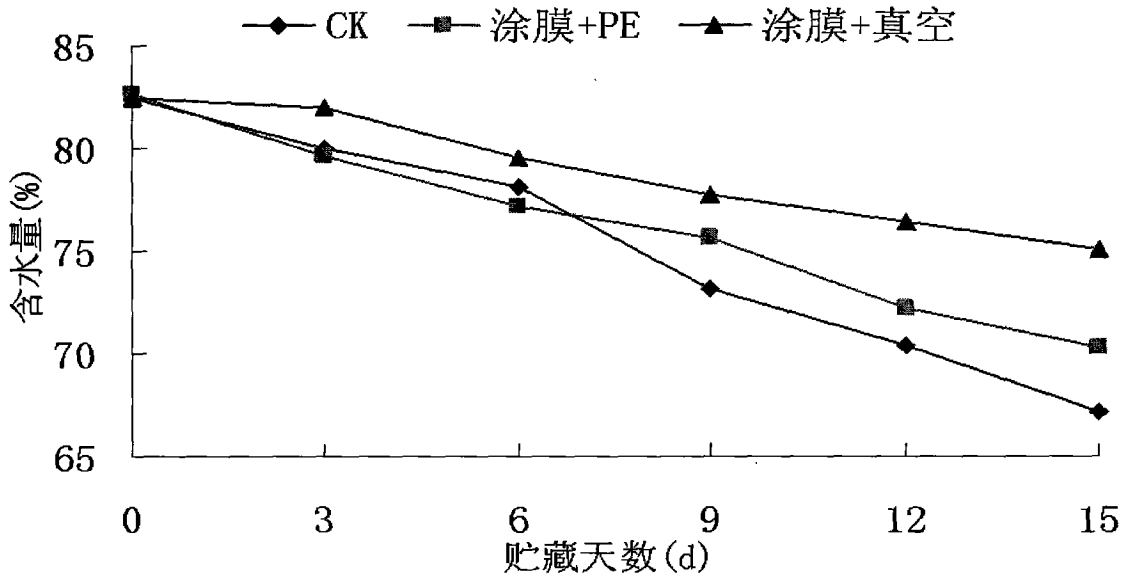


图 16

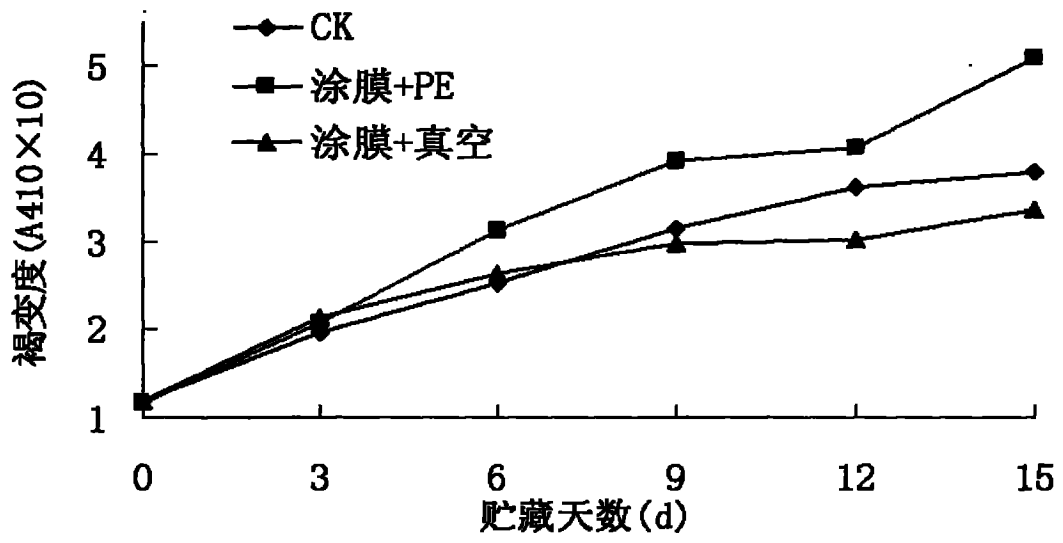


图 17

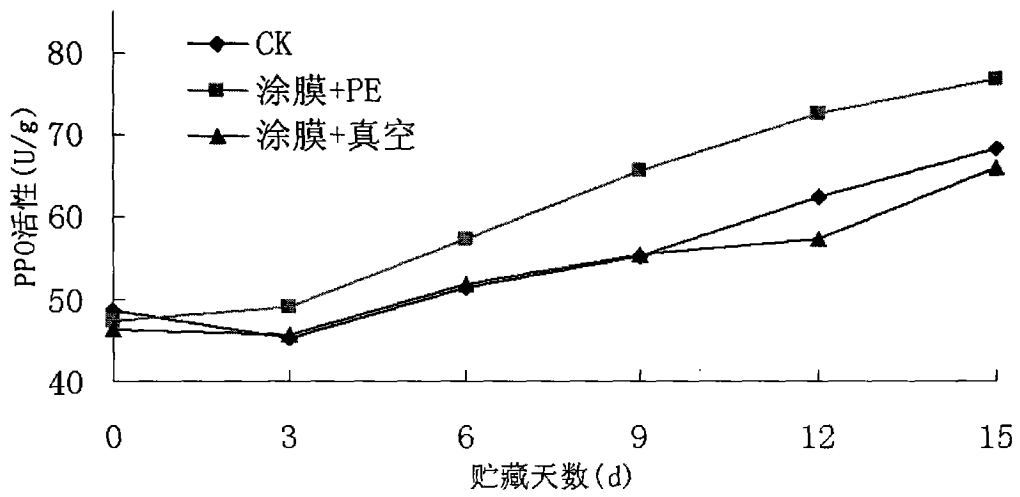


图 18

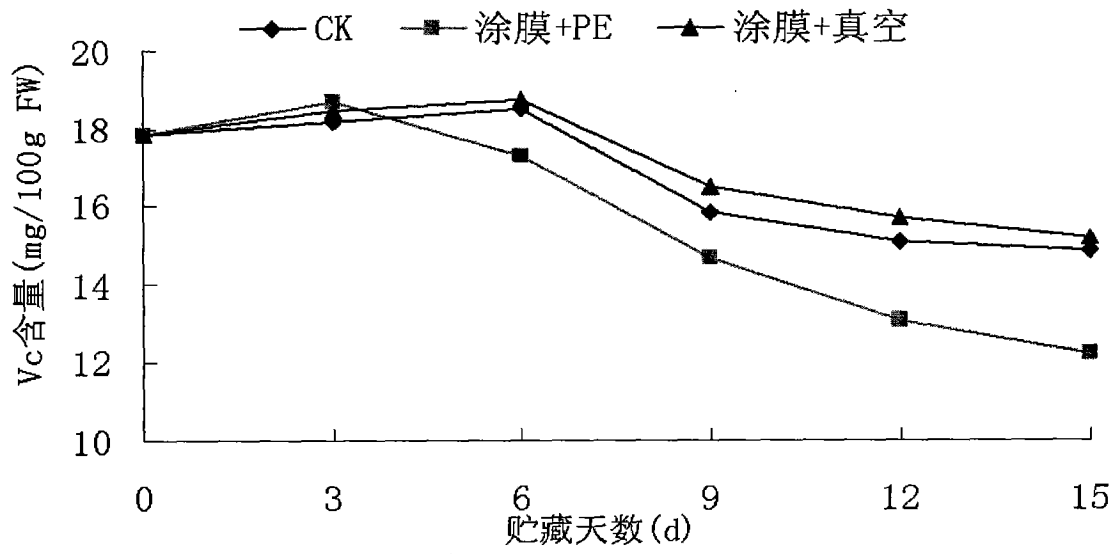


图 19

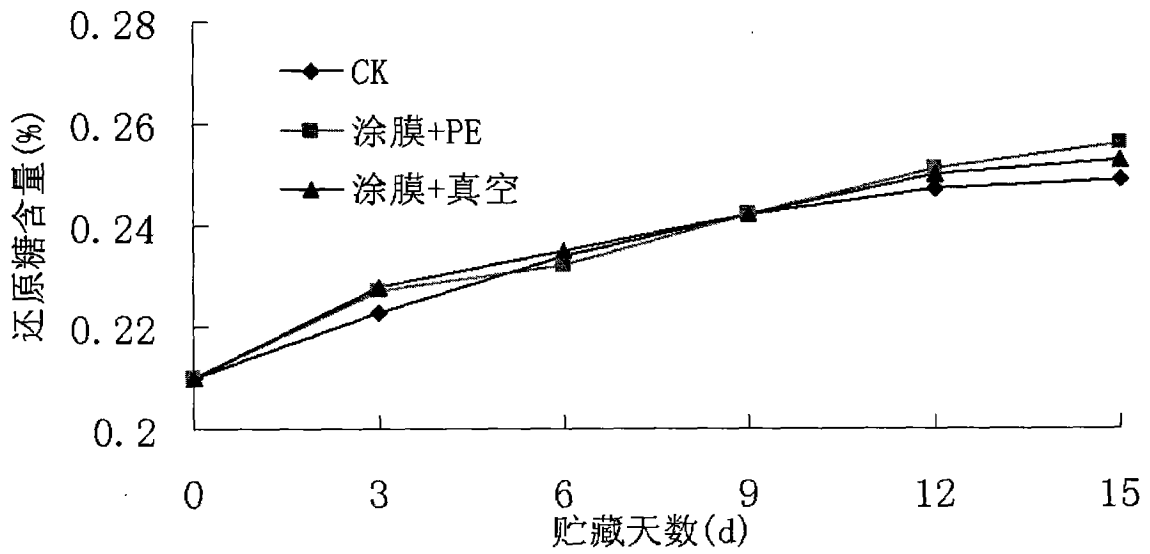


图 20

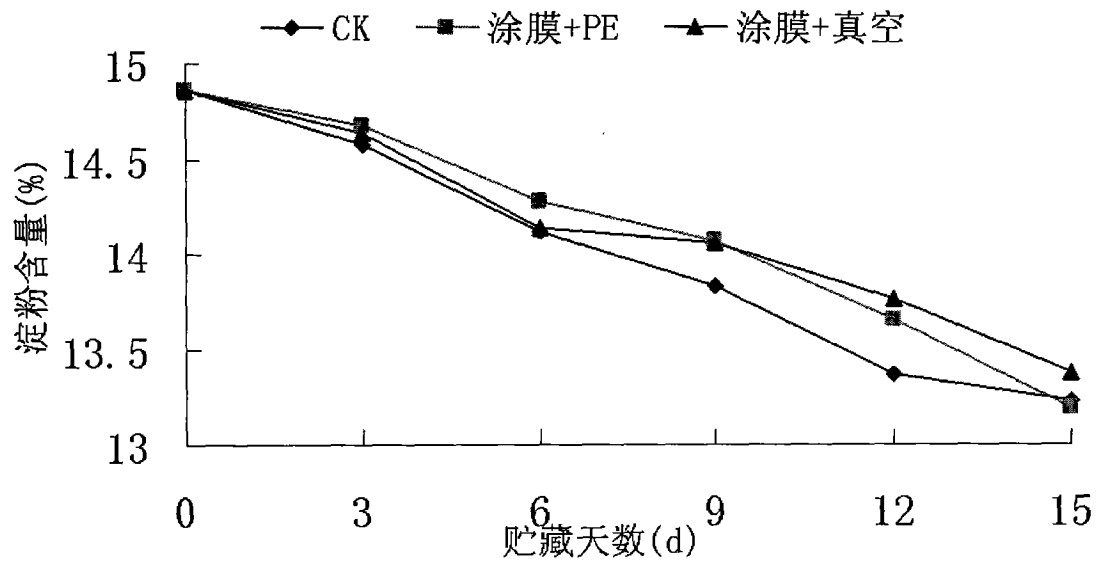


图 21