

张 璐. 3 种天然保鲜剂对番茄的保鲜效果[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(8): 176–182.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.08.032

3 种天然保鲜剂对番茄的保鲜效果

张 璐

(吕梁学院生命科学系, 山西吕梁 033000)

摘要:番茄经壳聚糖、海藻酸钠和溶菌酶 3 种天然保鲜剂单一或复合涂膜处理后,测定其感官品质、腐烂指数、失质量率、硬度、维生素 C 含量及可溶性固形物含量等生理生化指标并分析其变化,从而获得延长贮藏期的最佳涂膜液配方。结果显示,单一涂膜处理时,1.0% 壳聚糖、1.5% 海藻酸钠、0.1% 溶菌酶具有较好的保鲜效果;复合涂膜处理时,壳聚糖 1% + 海藻酸钠 2% + 溶菌酶 0.1% 复合保鲜液处理下,番茄具有最好的保鲜效果,贮藏 15 d 后,感官评分为 79.6 分,腐烂指数为 1 级,质量损失率为 3.6%,硬度为 2.6 kg/cm²,维生素 C 含量 8.7 mg/100 g,可溶性固形物的含量为 6.89%,表明此复合保鲜液对番茄的保鲜能起到更明显的效果,贮藏期间番茄的品质和色泽均比较好。

关键词:番茄;保鲜剂;涂膜;复合保鲜

中图分类号: TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)08-0176-06

番茄俗称西红柿,因其在提高抵抗力、防范心血管疾病、抗氧化等方面成效明显,深受消费者喜爱。但番茄果实比较新鲜娇嫩,在其储藏运输的过程中非常容易受到损伤^[1-3],所以在采摘、输送、贮藏、营销环节中容易损坏。

壳聚糖^[4-7]为多糖类生物大分子,因其可降解性、成膜性和抑菌性,并无毒、无害,被广泛应用于食品保鲜。海藻酸钠^[8-10]可形成稳固无毒的保鲜膜,广泛用于肉类、水产品、果蔬的保鲜^[11-14]。溶菌酶^[15]可以让水解致病菌中黏多糖,导致细胞壁分裂,内容物溢出,使得细菌溶解。这种保鲜剂最重要的就是无毒无副作用,目前主要用于其对水产品 and 肉食品进行防腐保鲜。本试验以番茄为研究对象,分别采用不同浓度壳聚糖、海藻酸钠和溶菌酶对番茄进行处理,在单因素试验基础上设计正交试验,以感官评分、腐烂指数、质量损失率、硬度、维生素 C 含量及可溶性固形物含量为指标,为延长番茄等果蔬的贮存期提供理论和实际依据。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与设备

本试验所用的番茄品种都是晋番茄 4 号,购自

于山西省吕梁市离石区果蔬采摘园。挑选无病虫害、大小相近的番茄,采收时未完全成熟,采收后马上用塑料集装箱运回实验室;壳聚糖(食品级),国药化学试剂有限公司;海藻酸钠(食品级),国药化学试剂有限公司;溶菌酶(食品级),浙江银象生物工程有限公司;2,6-二氯酚靛酚钠、草酸、抗坏血酸,均为分析纯(AR),长沙明瑞化工有限公司。

JD400-3 电子分析天平,国华电器有限公司;WAY2S 数字阿贝折射仪,上海精密科学仪器有限公司;硬度计,上海思为仪器制造有限公司。

仪器设备均来自笔者所在实验室,试验地点为吕梁学院生命科学系食品分析实验室,时间为 2021 年 3—5 月。

1.2 试验方法

1.2.1 单一保鲜剂处理番茄 分别准确称量一定量的壳聚糖、海藻酸钠和溶菌酶加入 1 L 的蒸馏水中,配成浓度不同的保鲜剂溶液,其中壳聚糖浓度为 0.5%、1.0%、1.5%、2.0%,海藻酸钠浓度为 0.5%、1.0%、1.5%、2.0%,溶菌酶浓度为 0.05%、0.10%、0.15%、0.20%。选取直径为 7 cm 左右、无机械损伤、无病虫害、成熟度尽可能一致且感官品质较好的晋 4 号番茄作为试验材料,并进行分组,将其浸泡在各不同浓度的保鲜剂溶液中 3 min,取出自然晾干,以不经保鲜剂溶液处理的番茄为空白对照,室温贮藏,每间隔 3 d 观察番茄的感官品质并测定各项指标,直至出现严重的腐烂变质为止。

1.2.2 感官评价 7 人构建感官评定小组,依据番

收稿日期:2021-06-20

基金项目:山西省应用基础研究项目(编号:201901D211447);山西省吕梁市重点研发项目(编号:2020NYGG87)。

作者简介:张 璐(1994—),女,山西吕梁人,硕士,助教,从事天然产物提取工艺与生物活性研究。E-mail:zhangluaaa111@163.com。

茄的外观、颜色、腐烂程度、异味程度综合打分后取 平均值^[16]。感官评价标准如表 1 所示。

表 1 番茄感官评价标准

等级	分数(分)	外观	颜色	腐烂程度	异味程度
一级	80 ~ 100	番茄表面很滑,有光泽,无任何水渍、斑和黏性	鲜亮感好,色泽很均匀	无任何发霉褐变现象	正常食用番茄香味,无酸、臭、霉等异味
二级	60 ~ 79	番茄表面略滑,无水渍黏性,轻微失水,外形较规整	颜色鲜亮感一般,略有浅斑纹	有霉烂迹象,有轻微褐变现象	食用番茄香味较淡,无酸、臭、霉味
三级	30 ~ 59	番茄表面有萎疲软态,果实部分软化	浅斑纹区域扩大,鲜亮感差,色泽出现不均匀称迹象	轻微霉烂,褐变现象稍严重	无香味,有轻微霉酸味
四级	0 ~ 29	其萎焉明显,外表皱缩软烂,失水严重	颜色为暗红色,无鲜亮感,色泽较暗	发霉腐烂	有严重的发霉,腐烂的酸臭味

1.2.3 腐烂指数^[17]测定 根据腐烂面积将腐烂情况划分为 4 级:0 级,无腐烂;1 级,腐烂面积小于果实表面 10%;2 级,腐烂面积占果实表面 10% ~ 30%;3 级,腐烂面积大于果实表面 30%。

腐烂指数 = $\frac{\sum(\text{腐烂级别} \times \text{该级果实数})}{\text{总果实数} \times \text{最高级数}}$ 。

1.2.4 质量损失率测定 采用称质量法^[18]测定。每隔 3 d 称质量 1 次,分别称量各处理组番茄果实经过涂膜后的质量,平行测定 3 次,取平均值。

$V_n = (m_0 - m_n') / m_0 \times 100\%$ 。

式中: V_n 为保鲜 n d 后果实质量损失率; m_0 为番茄原始质量,g; m_n' 为保鲜 n d 后番茄质量,g。

1.2.5 硬度测定 使用果实硬度计测定番茄果实的硬度^[19]。测定果实赤道部位的果皮组织 4 个等距位置点的硬度,重复 3 次,取平均值。

1.2.6 维生素 C 含量测定 维生素 C 含量的测定选用 2,6-二氯酚靛酚滴定法^[20]。

1.2.7 可溶性固形物(SSC)含量测定 取番茄赤道部位的果肉,然后用研钵进行研磨,再用纱布包裹挤出番茄的液汁,最后采用阿贝折射仪^[20]测定其 SSC,各个处理组选取 1 个番茄不同部位测定 3 次,取平均值。

1.2.8 复合保鲜剂配方的正交优化 在单一试验的基础上,以 3 种不同浓度的保鲜剂为考察因素,感官评价与失质量率等为指标,选出保鲜效果最佳的复合保鲜剂配方,其正交试验设计见表 2。

表 2 番茄复合保鲜剂配方因素水平

水平	壳聚糖 (%)	海藻酸钠 (%)	溶菌酶 (%)
1	0.5	1.0	0.05
2	1.0	1.5	0.10
3	1.5	2.0	0.15

1.3 验证试验

采用上面所确立的保鲜剂最佳浓度平行 3 次试验,确定最优条件。

2 结果与分析

2.1 单一保鲜剂对西红柿的保鲜效果

2.1.1 感官指标 感官品质是可以最直接反映番茄贮藏过程中外观变化的一个指标。由图 1、图 2、图 3 可知,1% 壳聚糖、1.5% 海藻酸钠和 0.1% 溶菌酶处理下番茄感官的评分最高。

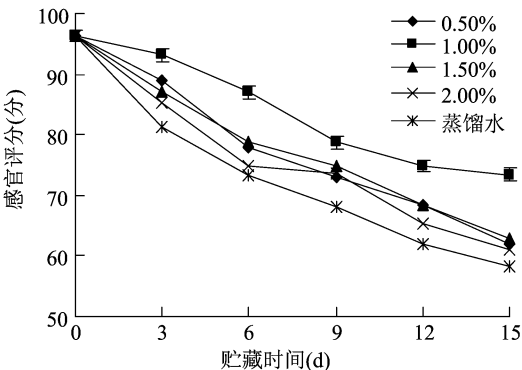


图 1 不同浓度壳聚糖处理下番茄的感官评分

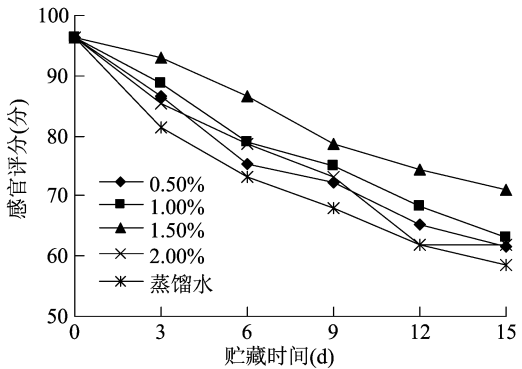


图 2 不同浓度海藻酸钠处理下番茄的感官评分

2.1.2 腐烂指数 由图 4、图 5、图 6 可知,经过 3 种保鲜剂处理过的番茄腐烂程度均有不同程度的

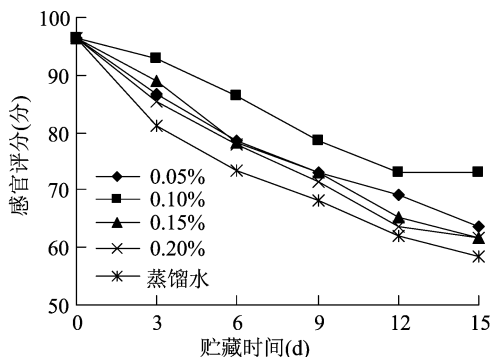


图3 不同浓度溶菌酶处理下番茄的感官评分

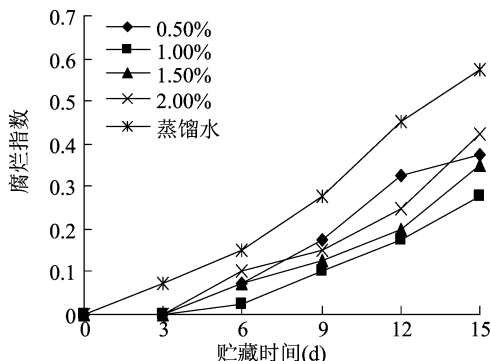


图4 不同浓度壳聚糖处理下番茄的腐烂指数

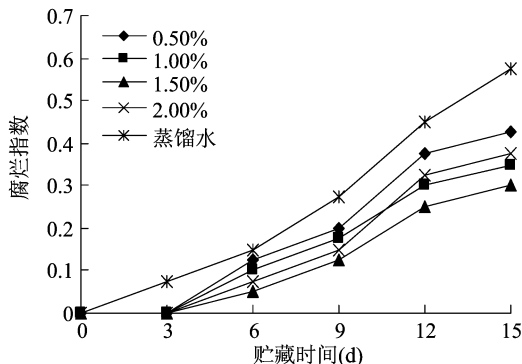


图5 不同浓度海藻酸钠处理下番茄的腐烂指数

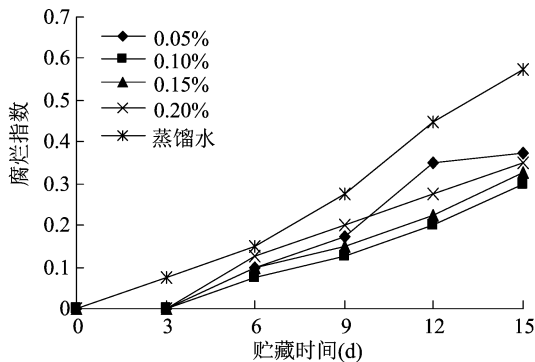


图6 不同浓度溶菌酶处理下番茄的腐烂指数

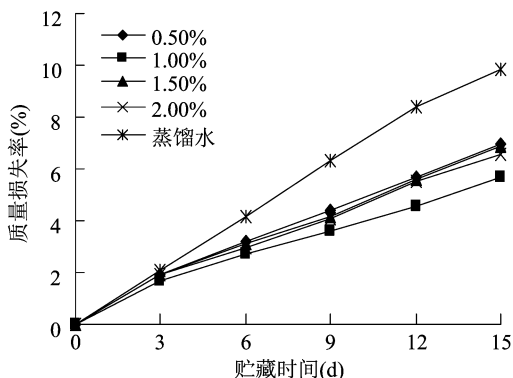


图7 不同浓度壳聚糖处理下番茄的质量损失率

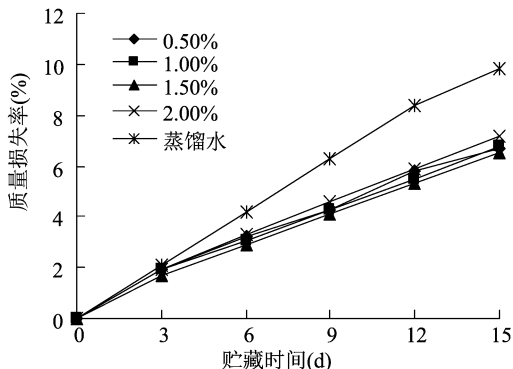


图8 不同浓度海藻酸钠处理下番茄的质量损失率

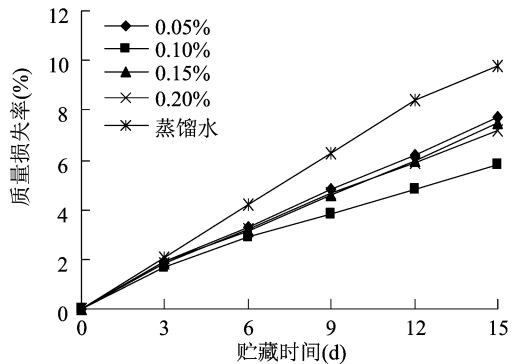


图9 不同浓度溶菌酶处理下番茄的质量损失率

种保鲜剂处理过的番茄质量损失率均有不同程度的降低,其中浓度为1%的壳聚糖对番茄的保鲜效果最为理想,浓度为1.0%和1.5%的海藻酸钠保鲜效果接近,溶菌酶以浓度为0.1%保鲜效果最好。

2.1.4 硬度 由图10、图11、图12可知,各组番茄果实随着贮藏期的延长硬度都呈下滑状态,尤其是空白组。其中,在1.0%壳聚糖、1.5%海藻酸钠、0.1%溶菌酶处理下,番茄硬度较好。

2.1.5 维生素C含量 由图13、图14、图15可知,各组番茄果实维生素C含量随着贮藏期的延长呈下降状态。其中,在1.0%壳聚糖、1.5%海藻酸钠、0.1%溶菌酶处理下,番茄维生素C含量较高。

2.1.6 可溶性固形物含量 由图16、图17、图18

降低,其中1%壳聚糖、1.5%海藻酸钠、0.1%溶菌酶保鲜效果最为合适。

2.1.3 质量损失率 由图7、图8、图9可知,经过3

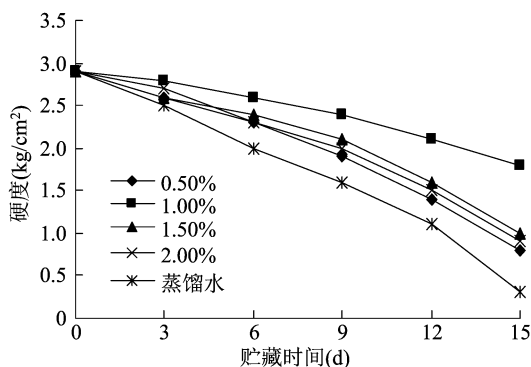


图10 不同浓度壳聚糖处理下番茄的硬度变化

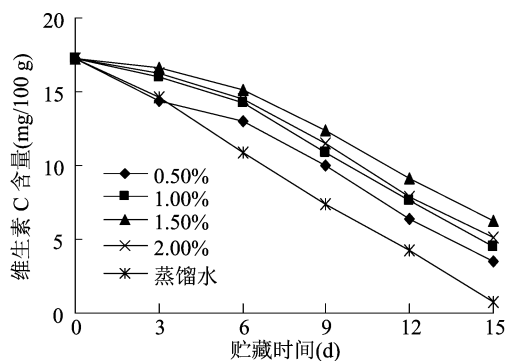


图14 不同浓度海藻酸钠处理下番茄维生素C含量的变化

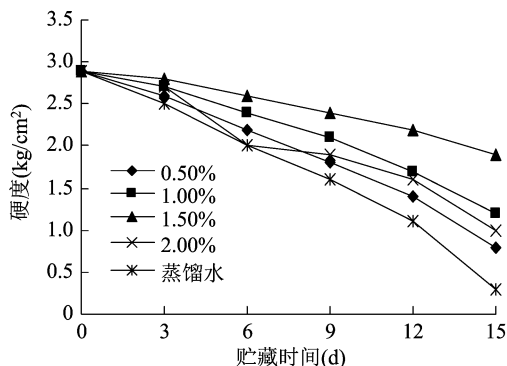


图11 不同浓度海藻酸钠处理下番茄的硬度变化

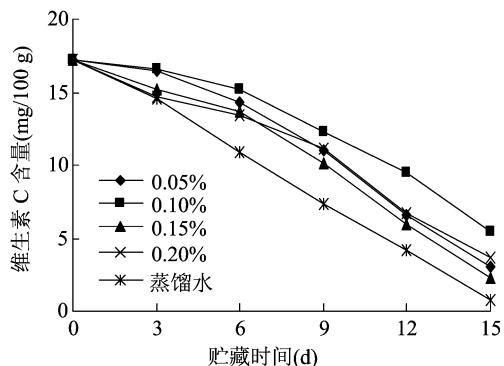


图15 不同浓度溶菌酶处理下番茄维生素C含量的变化

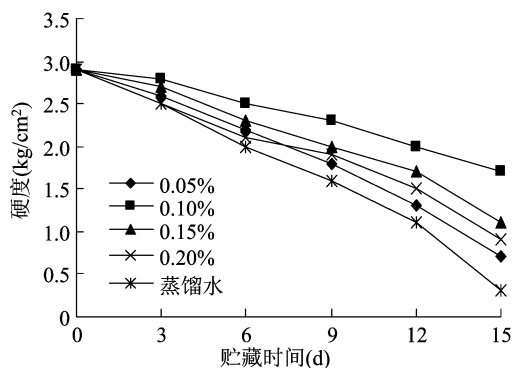


图12 不同浓度溶菌酶处理下番茄的硬度变化

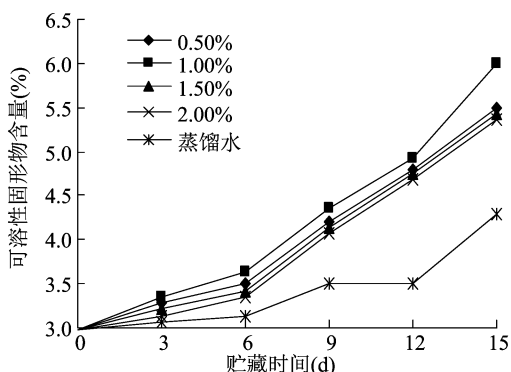


图16 不同浓度壳聚糖处理下番茄可溶性固形物含量变化

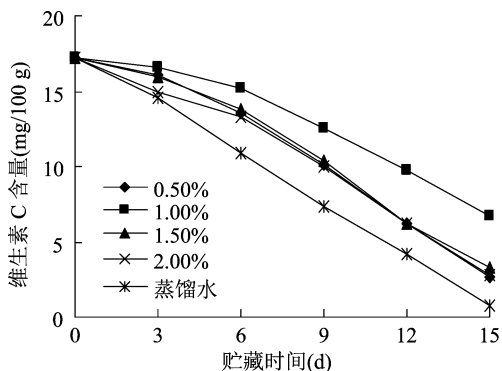


图13 不同浓度壳聚糖处理下番茄维生素C含量的变化

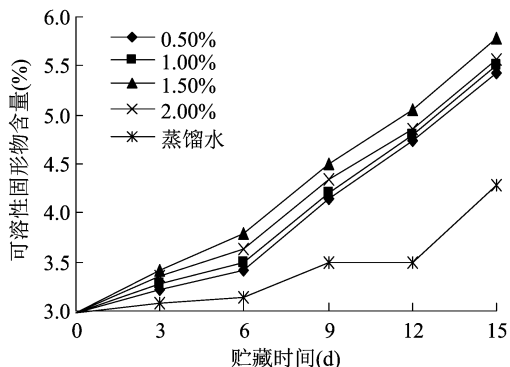


图17 不同浓度海藻酸钠处理下番茄可溶性固形物含量变化

可知,各组番茄果实随着贮藏期的延长可溶性固形物含量都呈上升状态。其中,在1.0%壳聚糖、1.5%海藻酸钠、0.1%溶菌酶处理下,可溶性固形物

含量最高。

2.2 复合保鲜剂保鲜效果

为进一步提高保鲜效果,同时采用壳聚糖(A)、

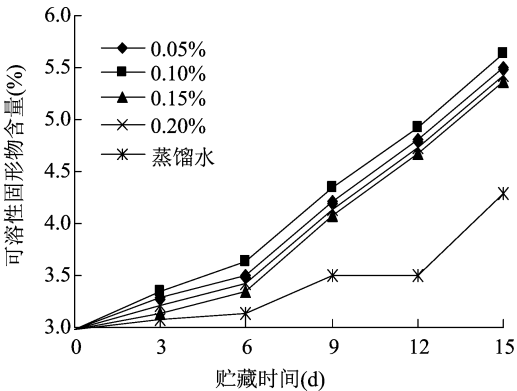


图18 不同浓度溶菌酶处理下番茄可溶性固形物含量变化

海藻酸钠(B)和溶菌酶(C)3种保鲜剂保鲜番茄。为进一步优化保鲜效果,采取3因素3水平正交试验,由表3可知,保藏15 d后进行各项指标测定。

经分析(表4~表15)可知,A因素(壳聚糖)为影响番茄感官评价、腐烂指数、质量损失率和维生素C含量的最主要因素,且A₂水平最优;由于B因素(海藻酸钠)为影响番茄硬度、维生素C含量和SSC含量的最主要因素,且B₃水平最优;C因素对番茄的感官评价和硬度有显著的影响,且C₂水平最优,所以确定最佳的试验条件为壳聚糖1%+海藻酸钠2%+溶菌酶0.1%。

表3 正交试验设计与结果

试验号	A	B	C	空列(D)	感官评分(分)	腐烂指数	质量损失率(%)	硬度(kg/cm ²)	维生素C含量(mg/100g)	可溶性固形物含量(%)
1	1	1	1	1	74.4	0.125	5.0	2.0	8.25	6.28
2	1	2	2	2	76.6	0.225	5.2	2.2	8.33	6.42
3	1	3	3	3	72.6	0.225	4.8	2.1	8.56	6.62
4	2	1	2	3	75.7	0.250	5.5	2.4	8.23	6.21
5	2	2	3	1	73.9	0.225	5.0	2.0	8.46	6.42
6	2	3	1	2	75.0	0.250	5.1	2.2	8.51	6.50
7	3	1	3	2	69.0	0.075	4.2	2.1	8.06	6.21
8	3	2	1	3	70.9	0.100	4.0	1.9	8.23	6.35
9	3	3	2	1	71.6	0.150	4.7	2.4	8.23	6.35

表4 感官评分极差分析

项目	A	B	C	D
<i>k</i> ₁₁	74.533	73.033	73.433	73.300
<i>k</i> ₂₁	74.867	73.800	74.633	73.533
<i>k</i> ₃₁	70.500	73.067	71.833	73.067
<i>R</i>	4.367	0.767	2.800	0.466
主次因素	壳聚糖(A)>溶菌酶(C)>海藻酸钠(B)			
最优组合	A ₂ B ₂ C ₂			

表6 腐烂指数极差分析

项目	A	B	C	D
<i>k</i> ₁₂	0.192	0.150	0.158	0.167
<i>k</i> ₂₂	0.242	0.183	0.208	0.183
<i>k</i> ₃₂	0.108	0.208	0.175	0.192
<i>R</i>	0.134	0.058	0.050	0.025
主次因素	壳聚糖(A)>海藻酸钠(B)>溶菌酶(C)			
最优组合	A ₂ B ₃ C ₂			

表5 感官评分方差分析

方差来源	偏差平方和	自由度	均方和	<i>F</i> 值
壳聚糖	35.447	2	17.724	108.401**
海藻酸钠	1.127	2	0.564	3.446
溶菌酶	11.840	2	5.920	36.208*
误差	0.327	2	0.164	1.000
总和	48.741	8		

表7 腐烂指数方差分析

方差来源	偏差平方和	自由度	均方和	<i>F</i> 值
壳聚糖	0.027	2	0.014	27.000*
海藻酸钠	0.005	2	0.003	5.000
溶菌酶	0.004	2	0.002	4.000
误差	0.001	2	0.001	1.000
总和	0.037	8		

注: $F_{0.05}(2,2)=19$; $F_{0.01}(2,2)=99$ 。表7、表9、表11、表13、表15同。

2.3 验证试验结果

采用最佳试验条件,此复合保鲜液处理番茄贮藏15 d后,感官评分为79.6分,腐烂指数为1级(5%),质量损失率为3.6%,硬度为2.6 kg/cm²,维

生素C含量为8.7 mg/100 g,SSC含量为6.89%。

3 结论

目前,我国对果蔬保鲜的方法还是比较单一,并且大部分都为冷藏,干制或单一涂膜保鲜的相关保鲜方法,会使时间比较短且营养成分流失比较

表 8 质量损失率极差分析

项目	A	B	C	D
k_{13}	5.000	4.900	4.700	4.900
k_{33}	5.200	4.733	5.133	4.833
k_{33}	4.300	4.867	4.667	4.767
R	0.900	0.167	0.466	0.133
主次因素	壳聚糖(A) > 溶菌酶(C) > 海藻酸钠(B)			
最优组合	$A_2B_1C_2$			

表 9 质量损失率方差分析

方差来源	偏差平方和	自由度	均方和	F 值
壳聚糖	1.340	2	0.670	49.630 *
海藻酸钠	0.047	2	0.024	1.741
溶菌酶	0.407	2	0.204	15.074
误差	0.027	2	0.014	1.000
总和	1.821	8		

表 10 硬度极差分析

项目	A	B	C	D
k_{14}	2.100	2.167	2.033	2.133
k_{24}	2.200	2.033	2.333	2.167
k_{34}	2.133	2.233	2.067	2.133
R	0.100	0.200	0.300	0.034
主次因素	溶菌酶(C) > 海藻酸钠(B) > 壳聚糖(A)			
最优组合	$A_2B_3C_2$			

表 11 硬度方差分析

方差来源	偏差平方和	自由度	均方和	F 值
壳聚糖	0.016	2	0.008	8.000
海藻酸钠	0.062	2	0.031	31.000 *
溶菌酶	0.162	2	0.081	81.000 *
误差	0.002	2	0.001	1.000
总和	0.242	8		

表 12 维生素 C 含量极差分析

项目	A	B	C	D
k_{15}	8.380	8.180	8.330	8.313
k_{25}	8.400	8.340	8.263	8.300
k_{35}	8.173	8.433	8.360	8.340
R	0.227	0.253	0.097	0.040
主次因素	海藻酸钠(B) > 壳聚糖(A) > 溶菌酶(C)			
最优组合	$A_2B_3C_3$			

表 13 维生素 C 含量方差分析

方差来源	偏差平方和	自由度	均方和	F 值
壳聚糖	0.094	2	0.047	47.000 *
海藻酸钠	0.098	2	0.049	49.000 *
溶菌酶	0.015	2	0.008	7.500
误差	0.002	2	0.001	1.000
总和	0.209	8		

表 14 可溶性固形物含量极差分析

项目	A	B	C	D
k_{16}	6.440	6.233	6.377	6.350
k_{26}	6.377	6.397	6.327	6.377
k_{36}	6.303	6.490	6.417	6.393
R	0.137	0.257	0.090	0.043
主次因素	海藻酸钠(B) > 壳聚糖(A) > 溶菌酶(C)			
最优组合	$A_1B_3C_3$			

表 15 可溶性固形物含量方差分析

方差来源	偏差平方和	自由度	均方和	F 值
壳聚糖	0.028	2	0.009	9.333
海藻酸钠	0.101	2	0.034	33.667 *
溶菌酶	0.012	2	0.006	4.000
误差	0.003	2	0.002	1.000
总和	0.144	8		

低,可进行大量作业。

参考文献:

[1]赵娜.普通粉果番茄和樱桃番茄品种的综合评价[D].杨凌:西北农林科技大学,2016

[2]朱晓林,魏小红,冯悦,等.基于多元统计分析的番茄性状研究[J].江苏农业科学,2020,48(7):174-181.

[3]刘超.新疆番茄加工产业的现状及发展前景分析[J].现代食品,2018(13):4-5,9.

[4]陈惠,王学军,宋居易,等.壳聚糖涂膜对蚕豆鲜荚采后生理及贮藏品质的影响[J].江苏农业科学,2018,46(24):220-223

[5]贺羽,王帅,金益,等.天然保鲜剂对低温肉制品的保鲜作用[J].江苏农业科学,2019,47(1):177-182.

[6]孙思胜,张晓娟,张岗,等.不同浓度肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜对夏黑葡萄采后生理的影响[J].江苏农业科学,2021,49(5):164-168.

[7]路志芳,陈现臣,袁超,等.壳聚糖涂膜对鲜黄瓜的保鲜作用[J].江苏农业科学,2018,46(14):177-180.

[8]张春洁,Gouda M H B,王俊豪,等.海藻酸钠复合天然化学物质涂膜对鲜切莲藕保鲜效果的影响[J].江苏农业学报,2021,37(1):175-184.

[9]陈诗媛,张林青.海藻酸钠对鲜食大豆贮藏品质的影响[J].江苏农业科学,2021,49(4):141-146

多,总体来说保鲜效果并不是很理想。本试验采用复合保鲜液涂膜的方法对番茄进行保鲜,保鲜效果比较理想,具有一定的理论依据,并且这种保鲜方法比较简单便捷、操作起来比较容易且成本比较

刘颖沙,刘昭彤,曹亚岐,等. 西马特罗单克隆抗体的制备及胶体金快速检测卡的研发[J]. 江苏农业科学,2022,50(8):182-186.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.08.033

西马特罗单克隆抗体的制备及胶体金快速检测卡的研发

刘颖沙¹, 刘昭彤², 曹亚岐³, 鲁 瑶¹, 岳彩洋¹, 任若春¹

(1. 杨凌职业技术学院生物工程分院, 陕西杨凌 712100; 2. 中国空间技术研究院西安分院, 陕西西安 710100;

3. 杨凌家香牧业有限公司, 陕西杨凌 712100)

摘要:在国家粮食安全战略下,瘦肉精对人们健康造成很大威胁和冲击,目前市面上三联卡较多,对于盐酸克伦特罗、莱克多巴胺和沙丁胺醇 3 种类型的瘦肉精研究较多。通过制备西马特罗单克隆抗体,优化胶体金标记及 C、T 线包被条件,制备能够快速检测猪肉中的西马特罗残留量的胶体金快速检测卡。结果表明,单克隆抗体的免疫球蛋白亚类为 IgG1,分子量为 148.5 ku,染色体数目为 83~91 条,亲和常数为 2.51×10^8 mol/L,最适 pH 值为 7.5,最佳抗体标记量为 6 μ L/mL,最佳离心条件为 8 000 r/min,T 线最适包被浓度为 1.0 mg/mL,C 线包被浓度为 0.5 mg/mL,对西马特罗的检测限(灵敏度)为 10 ng/mL,与盐酸克伦特罗、沙丁胺醇、妥布特罗无交叉反应,特异性好。与酶联免疫吸附法的 20 份样品符合率良好,提示新研发的检测卡检测结果准确、灵敏度高,可在屠宰、养殖环节中完成猪肉西马特罗的现场检测。

关键词:西马特罗;单克隆抗体;瘦肉精;猪肉;快速检测卡

中图分类号:TS251.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)08-0182-05

瘦肉精,可提高动物瘦肉率,抑制肥肉生长^[1-3]。对于瘦肉精的快速检测,科研工作研发快速检测卡、试剂盒等^[4],柳海燕等研制成功可用于现场检测二联速测纸条,可测定 2 项瘦肉精^[5]。任清丹等对三联速测卡准确度优化提出改进措施,提供技术攻关^[6]。喻俊磊等对动物源性食品中 3 项

瘦肉精检测卡进行稳健性评价,采用评价测试法^[7]。对于盐酸克伦特罗、莱克多巴胺和沙丁胺醇 3 种类型的瘦肉精研究较多^[8-11]。

西马特罗,能促进腺苷酸环化酶的合成,从而降低脂肪合成率,增加肌肉中的蛋白质^[12]。其与盐酸克伦特罗、沙丁胺醇、莱克多巴胺等 10 余种物质类似,俗称均为瘦肉精^[13-14]。

在国家粮食安全的战略下,瘦肉精对人们的健康造成了很大的威胁和冲击,人们对于食品安全的意识逐步加强,科研工作者研发相关的检测方法。对于西马特罗,目前主要采用高效液相色谱法、气质联用法、液质联用法及新兴的酶联免疫法进行检

收稿日期:2021-04-01

基金项目:陕西省教育厅一般专项科研计划(编号:21JK1001);杨凌职业技术学院自然科学基金(编号:ZK20-62)。

作者简介:刘颖沙(1990—),女,陕西西安人,硕士,讲师,主要从事食品安全与检测工作。E-mail:873964550@qq.com。

[10]张冠楠,陆 辉,陈子奇,等. 涂膜处理对低温贮藏期间灵武长枣抗氧化能力的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(9):191-193.

[11]李 媛. 茶多酚与海藻酸钠涂膜对香肠储藏期品质的影响[J]. 食品工业,2018,39(5):153-155

[12]Fan W G, Ren H W, Wang Y G, et al. Orthogonal array design for optimization of phenyllactic acid-sodium alginate blend coating and its effect on the browning and quality of minimally processed lily bulbs[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2019, 99(6):2835-2845.

[13]任邦来,马启福. 海藻酸钠对辣椒保鲜效果的研究[J]. 中国食物与营养,2013,19(11):34-36.

[14]任邦来,妥丽琼. 不同浓度海藻酸钠处理对黄瓜保鲜效果的影

响[J]. 中国食物与营养,2015,21(8):39-41.

[15]邓文静,钱 磊,张 军,等. 复合生物保鲜剂在南美白对虾保鲜中的应用[J]. 食品研究与开发,2021,42(9):205-211.

[16]Heredia A, Andrés A. Mathematical equations to predict mass fluxes and compositional changes during osmotic dehydration of cherry tomato halves[J]. Drying Technology, 2008, 26(7):873-883

[17]胡晓亮,周国燕. 四种天然保鲜剂对樱桃番茄贮藏的保鲜效果[J]. 食品科学,2012,33(10):287-292.

[18]靳 敏,夏玉宇. 食品检验技术[M]. 北京:化学工业出版社,2003.

[19]李东华,纪淑娟. 南果梨果实硬度近红外无损检测模型的建立[J]. 食品工业科技,2012,33(21):312-313,344.

[20]黄泽元. 食品分析实验[M]. 郑州:郑州大学出版社,2013.