

可食性膜对贮藏期草莓的保鲜效果

周民生, 张光杰, 李俊平

(安阳工学院 生物与食品工程学院, 河南 安阳 455000)

摘要:以新鲜草莓为试材,通过单因素试验分析了可食用膜中大豆分离蛋白、甘油、山梨酸钾添加量对贮藏期草莓腐烂率和失重率的影响,在此基础上应用正交实验研究了可食用膜中各成分的最佳浓度组合,以期达到最优的保鲜效果,为探索新型采后处理技术提供参考依据。结果表明:常温贮藏 72 h 后,对照组腐烂率为 16.15%,失重率为 7.26%,而涂膜保鲜剂处理的草莓腐烂率和失重率分别降为 3.80%、1.39%,表明涂膜能有效延长草莓保鲜期。正交实验结果表明,当大豆分离蛋白、甘油和山梨酸钾质量分数分别为 5.0%、2.5% 和 1.0% 时,可食性保鲜膜的保鲜效果最佳。

关键词:大豆分离蛋白;草莓;保鲜;可食性膜

中图分类号:S 668.409⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)13-0147-05

草莓鲜嫩多汁、郁香酸甜、风味独特,且具有清肺化痰、补虚补血、健胃降脂、润肠通便等功

第一作者简介:周民生(1975-),男,博士,讲师,研究方向为农产品加工与贮藏。E-mail:minshengchow@sohu.com.

收稿日期:2017-03-03

效^[1],深受消费者钟爱,促使很多果农发展草莓种植业。但草莓成熟期短、季节性强,且果实缺乏坚硬的保护性外皮,采后极易碰伤腐烂变质^[2],采摘后常温下存放 1~2 d,草莓就会变色、失水萎缩、软化腐烂,以致失去商品价值^[3],从而导致一部分

Abstract: The soil of open cabbage was used as material, the characteristics of soil ammonia volatilization in different stages of cabbage were studied under its different nitrogen application scenarios in Beijing by the means of filed in site dertermination. The results showed that, ammonia volatilization in cabbage soil occurred mainly within 1—3 weeks after fertilization, the period of accumulated ammonia volatilization was 18 days in basal manure after fertilization and 7 days top-dressing. In the first 4 days after fertilization, the ammonia emission flux decreased gradually; after the planting and irrigation, the ammonia flux of each scenario increased significantly, the first emission peak appeared on the 5—6 days after application of base fertilizer. The peak flux of soil ammonia emission appeared in the first day the first top-dressing; the second top-dressing was influenced by irrigation and temperature, and the peak of ammonia emission flux appeared on the third day. Soil ammonia emissions total amounts of cabbage under its different nitrogen application scenarios was 7.789—39.324 kg · hm⁻². With the increase of nitrogen application rate, and ammonia cumulative discharge rate of 5.62%—6.78%. Appropriate application of nitrogen fertilizer could increase the yield of cabbage, but excessive application of nitrogen fertilizer would not only increase cabbage yield, but also increase ammonia volatilization.

Keywords: amount of nitrogen applied; outdoor cabbage; ammonia volatilization; ammonia emission flux

草莓不能转变为商品,造成一定的经济损失,同时也增加了消费者的购买成本。因此,找到有效适用的贮藏手段去延长草莓的货架期,最大限度地保持草莓的风味与品质已成为当前研究的热点。常用于草莓保鲜的技术主要有气调贮藏、速冻冷藏、采后热处理、辐照保鲜贮藏、保鲜剂保鲜等^[4],但这些方法存在价格昂贵、安全性不高等问题。因此寻找一种绿色无公害的草莓防腐保鲜剂来降低其腐烂率,延长贮藏保鲜期,最大限度地保持草莓的风味与品质已成为当前研究的热点。

果蔬涂膜保鲜技术是一种生产工艺简单、成本低、保鲜时间长、对环境友好的果蔬保鲜技术,极具开发潜力,目前已在多种果蔬保鲜上得到应用^[5-6]。我国在可食性包装膜的研究起步较晚,研究水平与国外有较大差距,主要研究为多聚糖类可食膜,对蛋白质类可食膜的研究比较少,特别是以植物蛋白为基料的蛋白膜,更缺乏系统的研究和实际应用^[7]。该试验以新鲜草莓为试材,以价格低廉的大豆分离蛋白为主要原料,外加甘油作为增塑剂,食品中所用的防腐剂山梨酸钾作增强剂,采用单因素试验及正交实验设计,优化可食性膜中各成分的配比,以期丰富草莓可食性膜保鲜材料提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

新鲜草莓品种“章姬”购自安阳银杏农贸市场;大豆分离蛋白质(食用级)购自安阳市商都粮油市场;甘油(分析纯),北京化工厂;山梨酸钾(分析纯),天津市科密欧化学试剂有限公司。

仪器设备:电子天平(JA-2003),北京赛多利斯科学仪器有限公司;电热恒温鼓风干燥箱(DHY-400),上海精宏试验设备有限公司;数显恒温水浴锅(HH-6),常州国华电器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 单因素试验设计

选购八成熟的鲜草莓,挑去腐烂变质的坏果进行分组,每组 50 个果,称量质量。大豆分离蛋白添加量的确定:用蒸馏水配制大豆分离蛋白溶液,质量分数分别为 0.0% (对照)、2.0%、3.0%、4.0%、5.0%、6.0%,使用玻璃棒搅拌均匀,再依次加入甘油和山梨酸钾,使最终质量分数分别为 3.0%、1.5%。用磁力搅拌器搅拌 2 min 后,进行水浴加热,将膜液置于 80 ℃ 恒温水浴锅中加热 30 min,加热时用玻璃棒搅拌,使膜液受热均匀。将草莓浸泡于上述涂膜液中 2 min,用箬篱捞出,操作谨慎,避免碰伤草莓。将涂膜后的草莓于 40 ℃ 电热恒温鼓风干燥箱中干燥 45 min,分 3 次进行,每次 15 min,保证草莓表面无水分残留。室温贮藏 72 h 后,称量果实质量,统计腐烂果实个数,计算失重率与腐烂率。甘油添加量:甘油质量分数分别为 0.0% (对照)、1.0%、2.0%、3.0%、4.0%、5.0%,大豆分离蛋白的添加量为 5.0%,山梨酸钾用量为 1.5%。其它处理同上,计算各处理果实的失重率与腐烂率。山梨酸钾添加量:山梨酸钾的质量分数分别为 0.0% (对照)、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%,大豆分离蛋白的添加量为 5.0%,甘油用量为 3.0%。其它处理同上,计算各处理果实的失重率与腐烂率。失重率(%)=(贮藏前果实的质量-贮藏 72 h 果实的质量)/贮藏前果实的质量×100,腐烂率(%)=贮藏 72 h 后腐烂果实个数/50×100。

1.2.2 正交实验设计

综合大豆分离蛋白、甘油、山梨酸钾 3 个因素对草莓可食性膜保鲜效果的影响,选择 $L_9(3^4)$ 正交表设计正交实验(表 1)。根据正交实验原则,分析涂膜处理后草莓的失重率。各处理重复 3 次,结果取平均值。

表 1

正交实验的因素及水平

Table 1

Factors and levels of orthogonal test

%

水平 Level	大豆分离蛋白 Soybean isolated protein(A)	因素 Factor 甘油 Glycerol(B)	山梨酸钾 Potassium sorbate(C)
1	4.0	2.0	1.0
2	4.5	2.5	1.3
3	5.0	3.0	1.5

1.3 数据分析

应用 Origin 8.0 软件进行数据分析及作图。

2 结果与分析

2.1 不同因素对草莓保鲜效果的影响

2.1.1 大豆分离蛋白添加量对草莓保鲜效果的影响

在草莓贮藏期间,由于果实呼吸作用和内部水分的蒸发作用,导致产品的质量随着贮藏时间的延长不断减少,同时由于失水,组织原有的一些抵抗机能降低,在微生物和内源酶作用下发生腐烂,而且随贮藏时间延长而加重^[3]。大豆蛋白在其它食品表面可以形成薄膜,从而阻止食品中水分和风味的散失^[8],采取大豆分离蛋白覆被可延缓上述不良变化。由图 1 可知,72 h 后对照失重率为 7.26%,腐烂率为 16.15%,已失去商品价值;当大豆蛋白浓度增加时,草莓的失重率和腐败率下降,当大豆分离蛋白的浓度增大为 4.0%~5.0%,失重率和腐败率较对照大大降低。但是蛋白质的亲水性决定了蛋白质膜的阻水性比较差,且在高湿的环境下,膜的含水率变高,膜结构变得松散,更增大了水分子的透过率,并且水分子的存在也增加了气体分子在膜中溶解度^[9-10],所以大豆分离蛋白的浓度增加到 6.0%,草莓的失重率和腐败率却小幅度增加,且试验中发现大豆分离蛋白浓度增加到一定程度时草莓会出现发黑现象,因此,大豆分离蛋白的最佳浓度为 4.0%~5.0%。

2.1.2 甘油添加量对草莓保鲜效果的影响

甘油具有极低的弱极性,因此可阻隔空气,抑制水分挥发和菌的生长,减少在搬运过程中的擦伤,控制水果在贮藏过程中产生腐烂^[11]。从图 2 可看出,随甘油添加量增加草莓的失重率和腐烂率下降,当甘油添加量为 3.0%,草莓失重率降低至 2.00%。但甘油用量超过 3.0%,腐烂率又开始增大。甘油有亲水性,可与水分互溶,因而具有流动性,且这种流动性随水分增加而增强,故而有利于霉菌的生长,导致腐烂率增大。

2.1.3 山梨酸钾添加量对草莓保鲜效果的影响

山梨酸钾与微生物酶系统中的巯基结合,可破坏微生物酶系,控制细胞内脱氢酶的活动,阻止

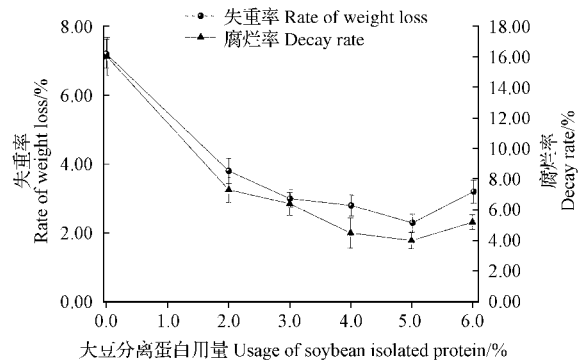


图 1 不同大豆分离蛋白用量对草莓保鲜效果的影响

Fig. 1 Effect of addition of soybean isolated protein on preservation of strawberry

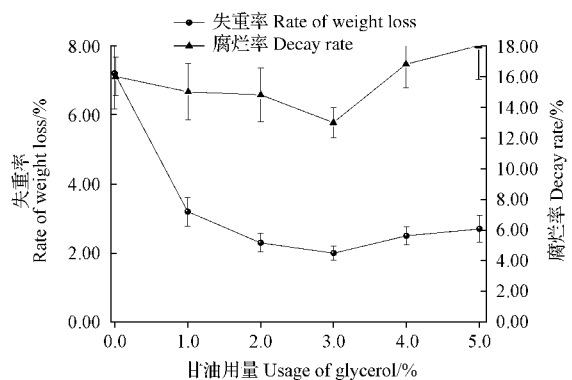


图 2 甘油用量对草莓保鲜效果的影响

Fig. 2 Effect of amount of glycerol on preservation of strawberry

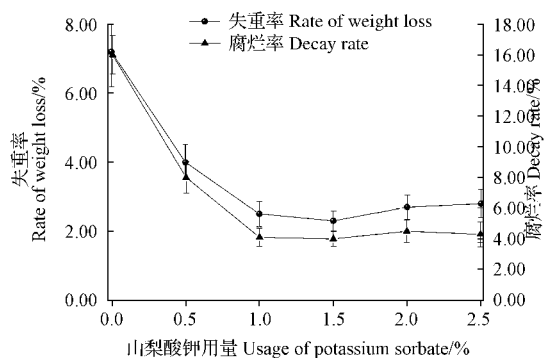


图 3 山梨酸钾用量对草莓保鲜效果的影响

Fig. 3 Effect of amount of potassium sorbate on preservation of strawberry

脂肪酸氧化氢从而抑制各种微生物进行繁殖^[11],提高了草莓的保鲜效果。由图 3 可知,山梨酸钾的添加量为 0.0%时,草莓的腐烂率为 16.15%,

当山梨酸钾添加量由 0.5%增加到 1.0%时,草莓的腐烂率由 8.52%降至 4.10%,山梨酸钾的添加量继续增大时,其抑菌作用并未增强,草莓的腐烂率维持在 4.00%左右。山梨酸钾通过抑制微生物从而降低微生物对草莓组织的破坏,控制草莓中水分的降低,所以草莓的失重率和腐烂率之间具有一定的相关性。

2.2 正交实验结果分析

根据单因素试验结果,确定了可食性膜中 3 种组分的水平:大豆分离蛋白为 4.0%、4.5%、5.0%,甘油为 2.0%、2.5%、3.0%,山梨酸钾为 1.0%、1.3%、1.5%。根据单因素试验结果选用 $L_9(3^4)$ 正交表^[12]进行正交实验。由表 2 可知,3 种因素对草莓失重率的影响从大到小为 $A>C>$

B,即大豆分离蛋白>山梨酸钾>甘油。在该试验中,失重率越小越好,可食性膜的最优水平组合为 $A_3B_2C_1$,即在涂膜液中大豆分离蛋白的质量分数为 5.0%,甘油的质量分数为 2.5%,山梨酸钾的质量分数为 1.0%。大豆分离蛋白是影响失重率的主要因素,山梨酸钾次之,甘油的影响相对来说最小。

由表 3 可以看出,3 个因素对试验结果的影响并非由随机误差造成的,A(大豆分离蛋白)、B(甘油)、C(山梨酸钾)3 个因素对草莓贮藏期间的失重率的影响均显著,尤其是 A 和 C 的影响尤为显著,B 的影响较为显著,所以在进行草莓的可食膜保鲜的优化试验时添加这些物质的配比需要准确。

表 2 正交实验方案及结果

Table 2 Scheme and results of orthogonal test

试验号 Serial number	A 大豆分离蛋白 Soybean isolated protein	B 甘油 Glycerol	C 山梨酸钾 Potassium sorbate	D 空列 Void	失重率 Rate of weight loss/%
1	1	1	1	1	2.46
2	1	2	2	2	2.77
3	1	3	3	3	3.46
4	2	1	2	3	2.83
5	2	2	3	1	2.81
6	2	3	1	2	2.63
7	3	1	3	2	2.43
8	3	2	1	3	1.39
9	3	3	2	1	2.35
K_{1j}	8.69	7.72	6.48	7.62	
K_{2j}	8.27	6.97	7.95	7.83	
K_{3j}	6.17	8.44	8.70	7.68	
k_{1j}	2.90	2.57	2.16	2.54	
k_{2j}	2.76	2.32	2.65	2.61	
k_{3j}	2.06	2.81	2.90	2.56	
R_j	0.84	0.49	0.74	0.07	

表 3 正交实验结果方差分析

Table 3 Analysis of variance for results of orthogonal test

变异来源 Sources of variation	标准差 SS	自由度 df	均方差 MS	F	F_{α}
A 大豆分离蛋白 Soybean isolated protein	1.215 2	2	0.607 6	155.794 9**	$F_{0.05(2,2)}=19.00$
B 甘油 Glycerol	0.360 2	2	0.180 1	46.179 5*	$F_{0.01(2,2)}=99.00$
C 山梨酸钾 Potassium sorbate	0.850 2	2	0.425 1	109**	
误差 Error	0.007 8	2	0.003 9		
总变异 Total variation	2.425 6				

3 结论与讨论

由该研究结果可知,增加大豆蛋白浓度,草莓的失重率和腐败率下降,而较理想的浓度为4.0%~5.0%;甘油对降低草莓的失重率有显著影响,甘油最佳用量范围为2.0%~3.0%;山梨酸钾的浓度为1.0%~1.5%即能很好的降低草莓的腐烂率;以失重率为指标值,影响草莓涂膜贮藏效果因素的次序为大豆分离蛋白>山梨酸钾>甘油,且最佳配方为大豆分离蛋白5.0%,甘油2.5%,山梨酸钾1.0%。需要说明的是,大豆分离蛋白作为水果保鲜涂膜材料在具体应用中还存在一些问题:一是其中含有的山梨酸钾安全性存在争议;二是涂膜使草莓表面粘度增加、伴有轻微的异味;三是草莓品种、产地、成熟度差异。这些都需要在今后研究中加以考虑。总之,作为一类绿色环保、无毒无害、经济实用的可食性保鲜膜,大豆蛋白涂膜可以延长草莓的货架期,应用其进行果蔬保鲜将成为新的研究热点。

参考文献

- [1] 张慇. 生鲜食品保质干燥新技术[M]. 北京:化学工业出版社,2009:295-297.
- [2] 刘菲,张伟. 草莓贮存保鲜技术的研究进展[J]. 包装工程,2016(5):103-108.
- [3] 杨继华. 草莓采后生理品质的变化及贮藏保鲜技术研究进展[J]. 陕西农业科学,2014(5):32-35.
- [4] 杨洲. 草莓保鲜技术研究进展[J]. 保鲜与加工,2017(2):133-138.
- [5] 李欣欣,马中苏,杨圣崇. 可食膜的研究与应用进展[J]. 安徽农业科学,2012,40(22):1438-1441.
- [6] SALGADO P R, ORTIZ C M, MUSSO Y S, et al. Edible films and coatings containing bioactives[J]. Current Opinion in Food Science, 2015(5):86-92.
- [7] 岳燕霞,崔胜文,罗双群,等. 复合可食性膜在果蔬保鲜中应用研究进展[J]. 食品研究与开发,2016,37(11):195-200.
- [8] SHAFIUR R M. Handbook of food preservation[M]. New York:RC Press,2007:577-609.
- [9] 董增,孙朋朋,王海潮,等. 可食性大豆分离蛋白膜制备与性质[J]. 食品与机械,2004,25(2):187-191.
- [10] 章建浩. 生鲜食品贮藏保鲜包装技术[M]. 北京:化学工业出版社,2009:212-218.
- [11] BARBOSA-CANOVAS V, TAPIA M S, CANO M P. 新型食品加工技术[M]. 张慇,译. 北京:中国轻工业出版社,2010.
- [12] 钦德,杨坚. 食品试验设计与统计分析[M]. 北京:中国农业大学出版社,2009:257-268.

Effect of Edible Film on Preservation of Strawberry During Storage

ZHOU Minsheng, ZHANG Guangjie, LI Junping

(School of Biotechnology and Food, Anyang Institute of Technology, Anyang, Henan 455000)

Abstract: Fresh strawberry was used as test material. Effects of addition of soybean isolated protein, glycerol and potassium sorbate in edible films on weight loss ratio and rotting rate of strawberry during storage were investigated by single-factor test. Orthogonal test was used to obtain the best combination of different parameters in order to achieve the best preservation effect of strawberry and develop novel environmental health technology in postharvest treatment of strawberry. The results showed that coating was effective on preservation of strawberry with 1.39% weight loss rate and 3.80% decay rate after 72 hours storage at ambient temperature, the control was 7.26% weight loss rate and 16.15% decay rate. Results of the orthogonal test indicated that fresh-keeping effect of edible film coating was the best on conditions of 5.0% soybean isolated protein, 2.5% glycerol and 1.0% potassium sorbate in the film.

Keywords: soybean isolated protein; strawberry; preservation; edible film