

茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊保鲜的影响

赵 莉

(淄博职业学院 制药与生物工程系, 山东 淄博 255314)

摘 要:以鲜切雏菊为试材,采用涂膜处理的方法,研究茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊鲜重变化、枯萎率、可溶性糖含量、可溶性蛋白质含量、多酚氧化酶(PPO)活性、过氧化物酶(POD)活性、丙二醛(MDA)含量、相对电导率的影响。结果表明:茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊均有较好的保鲜效果,特别是2.0%茶多酚与0.05 g/mL海藻酸钠结合处理鲜切雏菊效果最好。2.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组能维持鲜切雏菊鲜重,在瓶插24 d后,其鲜重变化率仅为-0.33%,能有效降低枯萎率,其中,当瓶插为24 d时,只有16.56%的鲜切雏菊发生枯萎,而CK组的鲜切雏菊接近全部枯萎,0.05 g/mL海藻酸钠组、1.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组超过半数的鲜切雏菊已经发生枯萎;能减缓鲜切雏菊可溶性糖含量和可溶性蛋白质含量降低的速度;能延缓鲜切雏菊PPO活性高峰和POD活性高峰的出现,其PPO活性高峰和POD活性高峰出现时间都分别较CK组、0.05 g/mL海藻酸钠组、1.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组延迟了8、4、4 d;MDA含量较其它3组上升得缓慢,而且在24 d内MDA含量较小,特别在瓶插后期MDA含量明显小于CK组;相对电导率始终维持在较低水平,而其它3组的鲜切雏菊相对电导率则有大幅度地提高。

关键词:鲜切雏菊;茶多酚;海藻酸钠;保鲜

中图分类号:S 681.909⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)11-0124-06

雏菊(*Bellis perennis*)又叫春菊、太阳菊。雏菊色彩丰富,优雅别致,观赏价值高,是鲜切花的重要品种^[1]。近年来,世界多地已把鲜切雏菊作为观赏栽培^[2]。但是鲜切雏菊瓶插寿命较短,易发生花叶干萎、叶片黄化、掉瓣、花茎干缩等现象。因此,为满足消费者对鲜切雏菊观赏性和延长瓶插寿命的要求,开发新的保藏手段对于鲜切雏菊保鲜是很有必要的。

研究发现,可食性涂膜保鲜是维持鲜度和保持品质的有效方法之一^[3-4]。茶多酚是茶叶提取物,含有儿茶素、黄酮类和花青素以及酚酸等物质,具有很强的抗菌和抗脂质氧化作用^[5]。将茶多酚复配添加到活性包装膜制备中,能赋予膜良好的抗氧化作用^[6]。已有研究表明,茶多酚涂膜处理对水产品保鲜^[7-8]和果蔬采后保鲜^[9-10]有很好的效果。海藻酸钠来源于海洋褐藻,具备很好的胶体性质与生物相容性,已被广泛应用在食品、医学等领域^[11]。保鲜剂因组分和结构不同,有不同功能和各自的使用范围,所以保鲜剂结合处理在某些情况下比单一保鲜剂更有效^[12]。因此,现以鲜切雏菊为试材,研究茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊保鲜的影响,以期为促进鲜

切雏菊产业发展和保鲜技术的开发应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

雏菊于2014年1月在淄博市百鸣花卉苗木基地采摘,选取发育相近、初绽花枝、花瓣大小一致、无损伤的雏菊,花冠为4~5 cm,花枝长70~80 cm,立即装车运回学校实验室。保留雏菊12~14片叶子,水中剪切,切花花梗长度为30 cm,保留5片叶子。

茶多酚:湖北新星医药原料有限公司;海藻酸钠:上海谱振生物科技有限公司;甘油:淄博盈兆化工科技有限公司;葵花籽油:西安合欢花食品有限公司;氯化钙:连云港润泰化工有限公司;柠檬酸:郑州天顺食品添加剂有限公司,以上试剂均为食品级。

UV-1240紫外分光光度计(北京华运安特科技有限责任公司);ED124S分析天平(深圳盾克仪器设备有限公司);DDBJ-350雷磁便携式电导率仪(常州诺基仪器有限公司);HH-S2电热恒温水浴锅(广州佳荣仪器有限公司)等。

1.2 试验方法

1.2.1 溶液配制 0.05 g/mL海藻酸钠溶液的配制:海藻酸钠粉末溶于70℃热水,搅拌,混合均匀,至澄清。含茶多酚成膜溶液的配制:准确称取1.0 g和2.0 g茶多酚粉末分别溶解于100 mL和200 mL无菌蒸馏水中制成

作者简介:赵莉(1978-),女,黑龙江伊春人,硕士,讲师,研究方向为景观设计与应用研究。E-mail: anyanerer@163.com.

收稿日期:2015-01-20

1.0%和2.0%茶多酚溶液,再分别溶于浓度为0.05 g/mL海藻酸钠溶液中,即得膜液。再向膜液中分别加入1.16%甘油和0.025%葵花籽油^[13],搅拌,静置。钙交联剂的制备:2% CaCl_2 和1.0%柠檬酸溶解,之后混合。

1.2.2 试验设计 将鲜切雏菊随机分为4组,依次为0.05 g/mL海藻酸钠组、1.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组、2.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组、对照组(CK组)。分别向含有1.0%茶多酚和2.0%茶多酚的成膜溶液加入1.16%甘油和0.025%葵花籽油,搅拌静置。将鲜切雏菊分别浸入上述2种不同混合液中,静置2 min,取出,晾干。接着将上述鲜切雏菊浸入钙交联剂2 min,取出,晾干,各处理分别重复3次。以浸3次蒸馏水处理为CK组。所有处理组的鲜切雏菊称重后,及时放入广口瓶(250 mL),每瓶放有150 mL的保鲜处理液,每瓶8株,每个浓度3次重复。每4 d观察1次,每次随机取4株,并测定相应指标。每个试验均设置3次重复。瓶插第0天的数据为各组处理2 h后所得。

1.3 项目测定

鲜重变化:鲜重变化率=(瓶插中鲜重-初始鲜重的差值)/初始鲜重 $\times 100\%$ 。

枯萎率:枯萎率=枯萎数/总数 $\times 100\%$ 。其中,切花花梗变软,弯曲角为 90° ,花头下垂,舌状花边缘失水、内卷视为枯萎。

可溶性蛋白质含量的测定:取花瓣重量为0.5 g,考马斯亮蓝G-250染色法^[14]。

可溶性糖含量的测定:取花瓣重量为1.0 g,蒽酮比色法^[15]。

多酚氧化酶(PPO)活性的测定:邻苯二酚比色法,398 nm处测吸光度^[16]。

过氧化物酶(POD)活性测定:取花瓣重量为0.5 g,愈创木酚比色法,470 nm处测吸光度^[17-18]。

丙二醛(MDA)含量测定:取花瓣重量为0.5 g,硫代巴比妥比色法,600 nm处测吸光度^[19]。

相对电导率的测定:参照李合生^[20]的方法。

2 结果与分析

2.1 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊鲜重变化的影响

从图1可以看出,随着时间的延长,各处理组鲜切

雏菊鲜重逐渐变小且下降趋势越来越明显,尤其是CK组。其中海藻酸钠和茶多酚处理过的鲜切雏菊其衰老时间都有所延长,以2.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组的效果最好,在贮存时间为24 d时,其鲜重变化率为-0.33%,而其它3组的鲜切雏菊则有了不同程度的失水枯萎。表明2.0%茶多酚与0.05 g/mL海藻酸钠结合处理延缓了鲜切雏菊枯萎,保持了鲜切雏菊的品质。

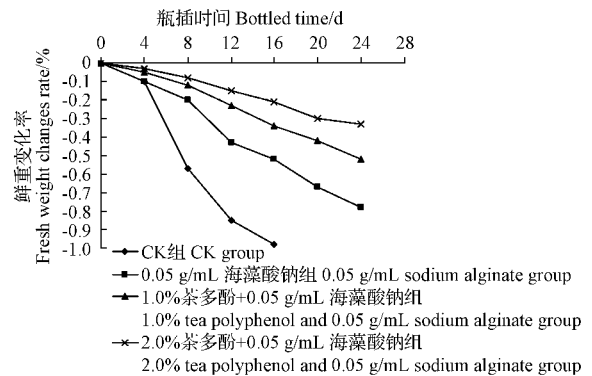


图1 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊鲜重变化的影响

Fig. 1 Influence of tea polyphenol incorporated into alginate-based edible coating on fresh weight changes of fresh-cut *Bellis perennis*

2.2 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊枯萎率的影响

由表1可知,随着瓶插时间的延长,鲜切雏菊的枯萎率逐渐增大。瓶插12 d时,2.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组鲜切雏菊的枯萎率为2.23%,而CK组、0.05 g/mL海藻酸钠组、1.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组分别已经达到71.18%、24.61%、10.82%。当瓶插为24 d时,2.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组只有16.56%的鲜切雏菊发生枯萎,而CK组的鲜切雏菊接近全部枯萎,0.05 g/mL海藻酸钠组、1.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组超过半数的鲜切雏菊已经发生枯萎。表明2.0%茶多酚与0.05 g/mL海藻酸钠结合处理可以明显地降低鲜切雏菊枯萎率,维持鲜切雏菊的完整性和新鲜度。

表1 鲜切雏菊枯萎率

Table 1 Withering rate on fresh-cut *Bellis perennis*

时间	CK组	0.05 g/mL 海藻酸钠组	1.0%茶多酚+0.05 g/mL 海藻酸钠组	2.0%茶多酚+0.05 g/mL 海藻酸钠组
Time/d	CK group	0.05 g/mL sodium alginate group	1.0% tea polyphenol and 0.05 g/mL sodium alginate group	2.0% tea polyphenol and 0.05 g/mL sodium alginate group
0	0	0	0	0
4	17.13 \pm 1.52 ^a	3.52 \pm 0.47 ^a	1.42 \pm 0.27 ^a	0.21 \pm 0.03 ^a
8	44.26 \pm 3.16 ^b	12.30 \pm 1.56 ^b	4.54 \pm 0.25 ^a	1.12 \pm 0.68 ^a
12	71.18 \pm 3.21 ^c	24.61 \pm 1.75 ^b	10.82 \pm 1.02 ^a	2.23 \pm 1.21 ^a
16	90.14 \pm 2.14 ^d	41.31 \pm 2.35 ^c	14.31 \pm 1.78 ^b	5.62 \pm 1.56 ^b
20	92.41 \pm 2.31 ^d	62.42 \pm 2.41 ^d	38.42 \pm 2.46 ^b	8.01 \pm 2.25 ^b
24	99.00 \pm 3.31 ^d	78.17 \pm 3.53 ^d	60.54 \pm 2.22 ^c	16.56 \pm 2.24 ^c

注:以上数据为4个结果的平均值,同一列不同字母的数据间有显著性差异($P<0.05$)。

Note: The value are the mean of 4 datas, different letters showed significant difference ($P<0.05$).

2.3 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊可溶性糖含量的影响

糖类是切花代谢活性的重要物质基础。它主要作为能源物质维持生命活动被消耗,还有一部分用来转化为蛋白质^[21]。由图2可以看出,随着瓶插时间延长,鲜切雏菊的可溶性糖含量呈逐渐下降的趋势,说明鲜切雏菊在瓶插过程中碳水化合物的合成和消耗比例失调。其中,CK组的可溶性糖含量下降得最快,而2.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组的可溶性糖含量下降得最慢。在瓶插24 d时,2.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组鲜切雏菊的可溶性糖含量仍在6.2%,是CK组、0.05 g/mL海藻酸钠组、1.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组的6.2、2、1.4倍。因此,可以看出2.0%茶多酚与0.05 g/mL海藻酸钠结合处理延缓了鲜切雏菊的衰老进程。

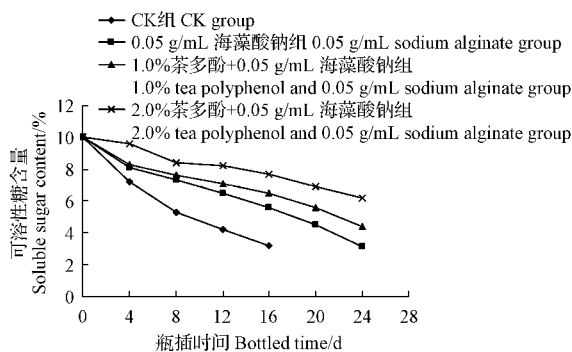


图2 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊可溶性糖含量的影响

Fig. 2 Influence of tea polyphenol incorporated into alginate-based edible coating on content of soluble sugar of fresh-cut *Bellis perennis*

2.4 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊可溶性蛋白质含量的影响

蛋白质含量下降是植物衰老的一个重要表现。鲜切雏菊在衰老过程中,可溶性蛋白质大量降解,鲜切雏菊束缚水的含量下降,造成衰老萎缩^[22]。从图3可以看出,在瓶插过程中,鲜切雏菊的可溶性蛋白质含量在第8天的时候上升到最大值,而后一直下降。说明在瓶插前期花瓣组织中的可溶性蛋白质以合成为主,呈增加的趋势;瓶插8 d后,由于水分的亏损,花瓣的膜脂蛋白质分解,膜脂发生过氧化,代谢产物积累,膜透性增大,因此可溶性蛋白质含量呈下降的趋势。而且,CK组、0.05 g/mL海藻酸钠组、1.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组可溶性蛋白质含量下降得较快,而2.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组可溶性蛋白质含量下降速率缓慢,当瓶插期结束时,0.05 g/mL海藻酸钠组、1.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组、2.0%茶多酚+

0.05 g/mL海藻酸钠组的鲜切雏菊可溶性蛋白质含量分别为2.1%、4.2%、5.8%。由此可见,2.0%茶多酚与0.05 g/mL海藻酸钠结合处理鲜切雏菊,在一定程度上降低了其营养物质的消耗,延长了鲜切雏菊的保鲜期。

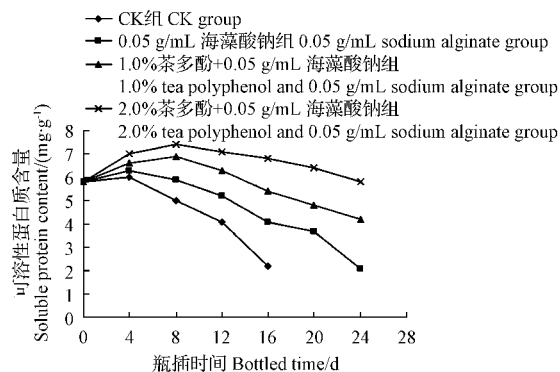


图3 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊可溶性蛋白质含量的影响

Fig. 3 Influence of tea polyphenol incorporated into alginate-based edible coating on content of soluble protein of fresh-cut *Bellis perennis*

2.5 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊PPO活性的影响

PPO活性高低通常会影响到植物组织的褐变程度。从图4可以看出,其PPO活性都是先逐渐增大,到达某个最高点之后,就逐渐减小。其中,CK组在瓶插12 d, PPO活性就达到最大值,0.05 g/mL海藻酸钠组、1.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组都在瓶插16 d左右出现PPO活性最大值,然而2.0%茶多酚+0.05 g/mL海藻酸钠组在20 d时才出现了PPO活性最大值,即分别较前面3组的PPO高峰出现时间延迟了8、4、4 d。这说明2.0%茶多酚与0.05 g/mL海藻酸钠膜处理鲜切雏菊降低了其瓶插期间褐变发生几率,推迟了衰老的进程。

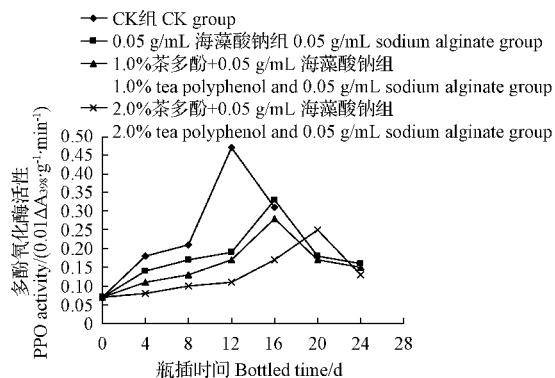


图4 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊PPO活性的影响

Fig. 4 Influence of tea polyphenol incorporated into alginate-based edible coating on PPO activity of fresh-cut *Bellis perennis*

2.6 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊 POD 活性的影响

POD 活性大小可用作评判植物衰老的一项指标,通常抑制其酶活性能延缓衰老进程^[23]。由图 5 可以看出,4 组不同处理的鲜切雏菊在瓶插时,其 POD 活性呈升高下降变化,这可能与过氧化因子含量变化有关,随着瓶插时间的延长,POD 活性也随之下下降,这可能是植物体的自我保护机制在起作用^[24]。CK 组的鲜切雏菊 POD 活性在第 12 天达到最大值,而 0.05 g/mL 海藻酸钠组的 POD 活性在第 16 天达到最大值,而 1.0% 茶多酚+0.05 g/mL 海藻酸钠组和 2.0% 茶多酚+0.05 g/mL 海藻酸钠组的鲜切雏菊在第 20 天达到 POD 活性高峰,2.0% 茶多酚与 0.05 g/mL 海藻酸钠组较 CK 组、0.05 g/mL 海藻酸钠组、1.0% 茶多酚+0.05 g/mL 海藻酸钠组分别延迟 8、4、4 d。且 2.0% 茶多酚+0.05 g/mL 海藻酸钠组鲜切雏菊 POD 活性峰值在瓶插前 18 d 都低于其它 3 组,并且与 CK 组差异显著。表明在鲜切雏菊瓶插期间,2.0% 茶多酚与 0.05 g/mL 海藻酸钠结合处理能较好地抑制 POD 活性效果,起到防止衰老和保鲜的作用。

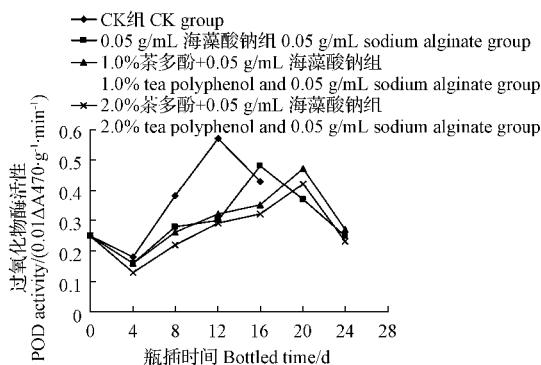


图 5 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊 POD 活性的影响

Fig. 5 Influence of tea polyphenol incorporated into alginate-based edible coating on POD activity of fresh-cut *Bellis perennis*

2.7 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊 MDA 含量的影响

MDA 的积累程度在某种程度上反映了植物机体内自由基活动情况,是机体膜脂过氧化最终产物,是决定膜稳定性的重要生理指标。MDA 积累得越多,则表明细胞膜的伤害程度越大,因此它的含量多少能体现植物器官衰老程度^[25]。从图 6 可以看出,4 组不同处理的鲜切雏菊 MDA 含量均呈上升趋势,其中 2.0% 茶多酚+0.05 g/mL 海藻酸钠组鲜切雏菊 MDA 含量较其它 3 组上升得缓慢,而且在 24 d 内 2.0% 茶多酚+0.05 g/mL 海藻酸钠组 MDA 含量一直维持在较低水平。待 24 d 后,2.0% 茶多酚+0.05 g/mL 海藻酸钠组菊 MDA 含量为 0.34 mol/g,明显小于其它组的鲜切雏菊 MDA 含量。

显然,2.0% 茶多酚与 0.05 g/mL 海藻酸钠膜能减少鲜切雏菊 MDA 的积累。说明 2.0% 茶多酚与 0.05 g/mL 海藻酸钠膜降低了鲜切雏菊细胞膜脂过氧化程度,延缓了鲜切雏菊的衰老变质。

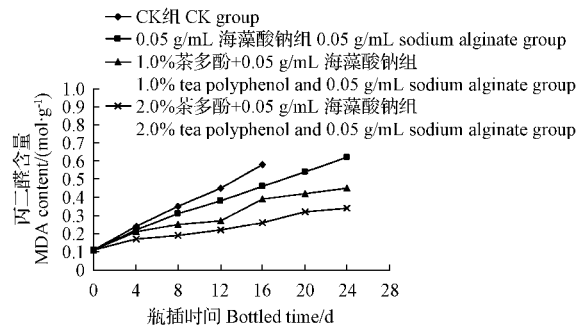


图 6 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊 MDA 含量的影响

Fig. 6 Influence of tea polyphenol incorporated into alginate-based edible coating on MDA content of fresh-cut *Bellis perennis*

2.8 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊相对电导率的影响

植物电导率大小是表明植物细胞膜损伤程度的一项重要指标。若植物细胞膜受到损伤,膜透性会增加,这样细胞内电解质发生外渗,致使植物相对电导率也随之增大^[26]。由图 7 可知,鲜切雏菊在瓶插过程中相对电导率变化与 MDA 的变化趋势相似。经过不同处理的 4 组鲜切雏菊相对电导率均逐渐上升。但是 2.0% 茶多酚+0.05 g/mL 海藻酸钠组的鲜切雏菊相对电导率始终维持在较低水平,而其它 3 组的鲜切雏菊相对电导率则有大幅度地提高。

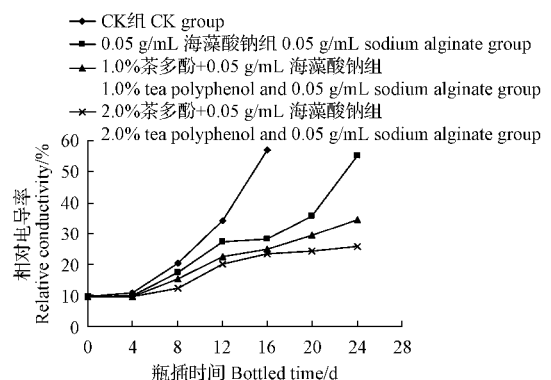


图 7 茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊相对电导率的影响

Fig. 7 Influence of tea polyphenol incorporated into alginate-based edible coating on relative conductivity of fresh-cut *Bellis perennis*

3 结论与讨论

该试验结果表明,茶多酚与海藻酸钠膜对鲜切雏菊起到较好的保鲜效果,特别是 2.0% 茶多酚与 0.05 g/mL

海藻酸钠结合处理鲜切雏菊。2.0%茶多酚+0.05 g/mL 海藻酸钠组能维持鲜切雏菊鲜重,在瓶插 24 d 后,其鲜重变化率仅为-0.33%;能有效降低枯萎率,其中,当瓶插为 24 d 时,只有 16.56%的鲜切雏菊发生枯萎,而 CK 组的鲜切雏菊接近全部枯萎,0.05 g/mL 海藻酸钠组、1.0%茶多酚+0.05 g/mL 海藻酸钠组超过半数的鲜切雏菊已经发生枯萎;能减缓鲜切雏菊可溶性糖含量和可溶性蛋白质含量降低的速度;能延缓鲜切雏菊 PPO 活性高峰和 POD 活性高峰的出现,其 PPO 活性高峰和 POD 活性高峰出现时间都分别较 CK 组、0.05 g/mL 海藻酸钠组、1.0%茶多酚+0.05 g/mL 海藻酸钠组延迟了 8、4、4 d;MDA 含量较其它 3 组上升得缓慢,而且在 24 d 内 MDA 含量较小,特别在瓶插后期 MDA 含量明显小于 CK 组;相对电导率始终维持在较低水平,而其它 3 组的鲜切雏菊相对电导率则有大幅度地提高。

茶多酚本身具有防腐性能,再者茶多酚能阻碍水分蒸发和病菌侵入,这些特点使得茶多酚能延长鲜切雏菊的储存期,提高保鲜效果。海藻酸钠具有很好的胶体性质与生物相容性。茶多酚和海藻酸钠制成的膜能对鲜切雏菊起到保鲜的作用。但是,茶多酚和海藻酸钠二者的浓度是不是可以进一步提高来达到更好的保鲜效果,还需要进一步深入研究。同时,茶多酚和海藻酸钠膜抑制鲜切雏菊衰老褐变的机理有待于作进一步研究,以期鲜切雏菊的保鲜以提高品质开辟出另一新方法。

参考文献

- [1] 李书心. 辽宁植物志(下册)[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1991:447.
- [2] 杨微,贾宝林,钟程,等. 雏菊组织培养及快速繁殖研究[J]. 北方园艺,2011(12):110-113.
- [3] 李超,李梦琴,赵秋艳. 可食性膜的研究进展[J]. 食品科学,2005,26(2):264-269.
- [4] Rojas-Graü M A, Tapia M S, Martín-Belloso O. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples[J]. LWT-Food Science and Technology, 2008, 41(1):139-147.
- [5] 范文教,孙俊秀,陈云川,等. 茶多酚对鲑鱼微冻冷藏保鲜的影响[J]. 农业工程学报,2009,25(2):294-297.
- [6] Siripatrawan U, Harte B R. Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract [J]. Food Hydrocolloids, 2010, 24:770-775.
- [7] 茅林春,段道富,许勇泉,等. 茶多酚对微冻鲫鱼的保鲜作用[J]. 中国食品学报,2006,6(4):106-110.
- [8] 陈桂平,赵晨,卢君,等. 茶多酚对草鱼冷藏过程脂肪酸的影响[J]. 中国粮油学报,2013,28(10):44-54.
- [9] 刘开华,王家东,刑淑婕,等. 茶多酚涂膜对荷兰黄瓜贮藏品质的影响[J]. 食品与机械,2012,28(5):181-184.
- [10] 刘开华,刑淑婕. 涂膜保鲜剂中添加茶多酚对黄花梨贮藏品质的影响[J]. 食品与机械,2012,28(1):208-210.
- [11] 彭勇,李云飞,等. 壳聚糖和海藻酸钠涂膜对鲜切芋芋褐变、腐烂和品质的影响[J]. 食品工业科技,2013,34(17):334-337,341.
- [12] 孙涛,刘华巍,谢品,等. 竹醋液与茶多酚对牛肉的复合保鲜效果影响[J]. 食品与生物技术学报,2013,32(4):405-409.
- [13] Raybaudi-Massilia R, Mosqueda-Melgar J, Martín-Belloso O. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon [J]. International Journal of Food Microbiology, 2008, 121:313-327.
- [14] 王桂兰,乔永旭,陈超,等. 蝴蝶兰催花及开花过程中可溶性蛋白质含量变化的研究[J]. 北方园艺,2007(4):121-124.
- [15] 程怡,张云婷,王清明,等. 月季花发育过程中花色变化的生理生化研究[J]. 西北植物学报,2014,34(4):733-739.
- [16] 周文雯,宋会兴,陈其兵. 遮荫对天彭牡丹花色的影响[J]. 浙江大学学报,2012,38(4):407-412.
- [17] 陈小琴,郭志雄,林琳,等. 鸳鸯茉莉不同发育时期 POD 同工酶体系优化[J]. 热带作物学报,2014,35(8):1510-1516.
- [18] 刘萍,刘旭丹,丁义峰,等. 激动素对菊花花瓣衰老生理的影响[J]. 南方农业学报,2014,45(1):80-84.
- [19] 史国安,郭香凤,包满珠. 牡丹花不同发育时期脂质过氧化代谢的相关性研究[J]. 西北农林科技大学(自然科学版),2008,36(8):183-189.
- [20] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [21] 李龙,王海宏,陈召亮,等. 月季切花瓶插期间花瓣糖代谢及其相关酶活性的研究[J]. 华东师范大学学报(自然科学版),2013(6):159-164.
- [22] Mayak S, Borochov A. Nonosmotic inhibition by sugars of the ethylene-forming activity associated with microsomal membrane from Carnation petals [J]. Plant Physiol, 1984, 76:191-195.
- [23] 胡小京,耿广东,张素勤,等. 6-BA 对黄花岗切花保鲜效果的影响[J]. 西南师范大学学报(自然科学版),2009,34(5):129-132.
- [24] 夏宜平,陈声明,王直一. 月季切花采后微生物变化及杀菌剂的生理效应[J]. 园艺学报,1997,24(1):63-66.
- [25] 孔佩佩,杨树华,贾瑞冬,等. 不同丛枝菌根真菌对切花菊矿质营养和抗氧化酶的影响[J]. 安徽农业科学,2011,39(29):17839-17841,17844.
- [26] 景红娟. 非洲菊切花保鲜和衰老机理研究[D]. 武汉:华中师范大学,2004.

Effect of Tea Polyphenol Incorporated into Sodium Alginate-based Edible Coating on Preservation of Fresh-cut *Bellis perennis*

ZHAO Li

(Department of Pharmaceutical and Biological Engineering, Zibo Vocational College, Zibo, Shandong 255314)

Abstract: With the fresh-cut *Bellis perennis* as material, the fresh weight changes, withering rate, content of soluble sugar, content of soluble protein, polyphenol oxidase (PPO) activity, peroxidase (POD) activity, malonaldehyde (MDA) content and relative conductivity of fresh-cut *Bellis perennis* by tea polyphenol incorporated into sodium alginate-based edible

响应面法优化野火球总黄酮微波提取工艺

杜娟, 吴岚, 闫红, 李来军, 陈宁, 张楠楠

(佳木斯大学 药学院, 黑龙江 佳木斯 154007)

摘要:以野火球为试材,选择乙醇体积分数、微波时间、微波功率、液料比4个因素,利用微波提取技术对野火球全草总黄酮成分提取工艺进行研究。通过Box-Behnken中心组合设计试验和响应面分析法,模拟得到二次多项式回归方程的预测模型。结果表明:最佳提取工艺条件为乙醇浓度20%,微波时间45 s,微波功率350 W,液料比1:20 mL/g。为野火球的开发利用提供参考依据和科学数据。

关键词:野火球;总黄酮成分;微波提取法;响应面分析

中图分类号:S 567.23⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)11-0129-04

野火球(*Trifolium lupinaster* L.)属豆科(Leguminosae)车轴草属(*Trifolium*)多年生草本植物,别名车轴草,始载于《中国主要植物图说》,具有镇静安神、止咳、止血等功效^[1],目前有关野火球牧草开发^[2]和组织培养^[3]方面研究较多,由于野火球中含较丰富的黄酮类成分^[4],试验通过对其总黄酮成分提取工艺优化^[5],以期为其药理活性研究奠定基础,为野火球的进一步开发利用提供理论参考和科学数据。

第一作者简介:杜娟(1974-),女,硕士,副教授,现主要从事中药质量标准等研究工作。E-mail:jmsdujuan@126.com.

基金项目:黑龙江省自然科学基金资助项目(D201209);黑龙江省教育厅科研资助项目(12531714)。

收稿日期:2015-01-19

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试野火球采摘于黑龙江省伊春市绿潭仙翁山,经佳木斯大学药学院刘娟教授鉴别为豆科植物野火球(*Trifolium lupinaster* L.)。

仪器:S₅₄型紫外可见分光光度计(上海棱光技术有限公司);BP211D电子分析天平(德国戴多利斯公司);格兰仕微波炉(佛山市格兰仕微波炉电器有限公司);架盘药物天平(北京医用天平厂);玻璃仪器气流烘干器(英峪仪器厂);乙醇(天津市凯通化学试剂有限公司);芦丁(西安瑞盈生物科技有限公司);亚硝酸钠(哈尔滨新达化工厂);氢氧化钠(天津市博迪化工有限公司);硝酸铝(北京化工厂);试剂均为分析纯。

coating using the method of coating processing were determined at this study. It showed that,tea polyphenol incorporated into sodium alginate-based edible coating had good effect on preservation of fresh-cut *Bellis perennis*, especially 0.05 g/mL sodium alginate coating contained 2.0% (w/v) of tea polyphenol. Due to the 0.05 g/mL sodium alginate coating contained 2.0% (w/v) of tea polyphenol,the fresh weight changes maintained well and the rate of fresh weight changes only reached -0.33% after 24 days;withering rate decreased perfectly,CK group of fresh-cut *Bellis perennis* faded nearly all and the group of 0.05 g/mL sodium alginate and 0.05 g/mL sodium alginate coating contained 1.0% (w/v) of tea polyphenol faded more than half,but only 16.56% fresh-cut *Bellis perennis* become faded;the content of soluble sugar and content of soluble protein increased slowly;the maximum value of POD activity and PPO activity appeared slower,and there was a delay for 8 days,4 days,4 days separately compared with CK group,0.05 g/mL sodium alginate group and 0.05 g/mL sodium alginate coating contained 1.0% (w/v) of tea polyphenol group;MDA content of fresh-cut *Bellis perennis* increased slowly within 24 days,and MDA content was obviously smaller than that of CK group in the late;the relative conductivity stay at a lower lever,but the relative conductivity of other three groups of fresh-cut *Bellis perennis* had greatly improved.

Keywords: *Bellis perennis*; tea polyphenol; sodium alginate; preservation