

网络出版时间:2019-03-07 13:33 DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2019.09.013
网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20190307.1332.026.html

6 种保鲜剂对天麻保鲜效果的影响

陈 琛, 蔺蓓蓓, 吴 伟, 徐尤美, 刘 祥, 孙海燕, 周天华, 郑红星

(陕西理工大学 生物科学与工程学院 陕西理工大学中德天然产物研究所/陕西省天麻山茱萸工程技术研究中心, 陕西 汉中 723000)

【摘 要】 【目的】探讨不同保鲜剂对天麻的保鲜效果,为天麻保鲜提供理论基础。【方法】在 18~20 ℃下,采用体积分数均为 1% 的 3 种生物保鲜剂(茶多酚、溶菌酶、夏枯草提取物)和 3 种化学保鲜剂(壳聚糖、异抗坏血酸钠、柠檬酸)涂膜处理新鲜天麻,每 5 d 测定 1 次样品的质量损失率、软化腐烂率、硬度和可溶性固形物(SSC)、维生素 C(Vc)、可滴定酸、天麻素、丙二醛(MDA)含量及呼吸强度、过氧化物酶(POD)活性、过氧化氢酶(CAT)活性。【结果】6 种保鲜剂均可一定程度延缓新鲜天麻贮藏期间感官品质、营养品质的下降,延长贮藏期,其中化学保鲜剂以异抗坏血酸钠的保鲜效果最佳,所有测定指标与对照组相比均显著改善($P<0.05$)。生物保鲜剂以夏枯草提取物的效果较好,但稍逊于异抗坏血酸钠。【结论】用异抗坏血酸钠处理天麻,可以保持其贮藏品质,延长其贮藏寿命,效果优于其他保鲜剂。

【关键词】 保鲜效果;天麻;保鲜剂;贮藏保鲜

【中图分类号】 S567.23

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2019)09-0112-08

Effect of six anti-staling agents on quality of *Gastrodia elata* during room temperature storage

CHEN Chen, LIN Beibei, WU Wei, XU Youmei,

LIU Xiang, SUN Haiyan, ZHOU Tianhua, ZHENG Hongxing

(Chinese-German Joint Institute for Natural Product Research/Shaanxi Engineering Research Center of Tall *Gastrodia* Tuber and Medical Dogwood, College of Biological Science and Engineering, Shaanxi University of Technology, Hanzhong, Shaanxi 723000, China)

Abstract: 【Objective】 The effects of different preservatives on post-harvest physiological and storage quality in *Gastrodia elata* tuber were studied to provide basis for prolonging storage life of fresh *Gastrodia elata*. 【Method】 Three biological preservatives of tea polyphenols, lysozyme and *Prunella vulgaris* extract and three chemical preservatives of chitosan, sodium erythorbate and citric acid were used to treat *Gastrodia elata* as fresh-keeping agents at 18—20 ℃. The mass loss rate, softening decay rate, hardness and soluble solids (SSC), vitamin C (Vc), titratable acid, gastrodin, malondialdehyde (MDA), respiratory intensity, peroxidase (POD) activity and catalase (CAT) activity were measured every 5 days. 【Result】 All six fresh-keeping agents could moderately delay the decline of sensory and nutritional quality and prolong the storage period of fresh *Gastrodia elata*. Sodium erythorbate group had the best fresh-keeping effect, and all the test indexes were improved compared with the control group ($P<0.05$). Among the chemical preservatives, *Prunella vulgaris* extract group had the best preservation effect, slightly worse than sodium erythorbate.

【收稿日期】 2018-08-28

【基金项目】 国家高端外国专家项目(GDT20176100048, GDT20186100426);国家重点引智项目(W20166100045);陕西省科技统筹创新工程计划项目(2015KTTSSF01-03);陕西省科技研究发展计划项目(2017NY-180);陕西省教育厅科学研究计划项目(18JK0156);陕南秦巴山区生物资源综合开发协同创新中心项目(QBXT-18-5)

【作者简介】 陈 琛(1978—),男,陕西宝鸡人,副教授,主要从事天然产物开发研究。E-mail: cchen2008@yahoo.com

【通信作者】 郑红星(1981—),男,甘肃平凉人,讲师,博士,主要从事功能食品开发研究。E-mail: zhenghongxing100@126.com

【Conclusion】*Gastrodia elata* treated with erythorbic acid had the best storage quality and longest storage life.

Key words: preservation effect; *Gastrodia elata*; preservative; storage preservation

天麻(*Gastrodia elata*)为兰科天麻属多年生草本植物,常与密环菌共生,是国家三级保护物种,药用部位为其块茎^[1]。天麻可以息风止痉,平抑肝阳,祛风通络,还具有镇静、催眠、镇痛、增强免疫等作用^[2-7];可用于治疗头痛眩晕、肢体麻木、小儿惊风、癫痫、抽搐、破伤风等病症^[8]。天麻主要成分有天麻素、天麻苷元、天麻多糖等^[9-10]。天麻既是中药材,又是食品原料,是天麻酒、天麻面、天麻糕点、天麻片、天麻丝、天麻糖、天麻茶、药膳等食品的加工原料^[11]。但是,市场上流通的天麻均是炮制后的干天麻,干天麻存在以下缺点:①天麻干制后收缩率大,表面皱缩明显,感官质量差,组织结构发生改变,硬度极大,复水性差、使用前要经过发泡工序,极不方便^[12]。②天麻干制过程中有些成分被破坏,干制对天麻中多糖、矿质元素、蛋白质、维生素、酚类物质等均具有不同程度的影响,所以干制后的天麻部分营养成分丧失^[13]。③干制天麻口感差,制作出的菜肴形味、口感欠佳。④天麻炮制加工环节往往通过硫磺熏制来改善药材饮片色泽,其中硫残留对人体有一定的毒害作用^[14]。

新鲜天麻因其口感良好、风味独特、营养丰富、保健功能显著、食用和加工方便而深受人们青睐,消费者对新鲜天麻的需求量日益增长。但是商品天麻的最佳采收期非常集中而且很短,为11月或来年的3月^[15-16]。采收后的新鲜天麻各种酶活性较强,含水量高,呼吸强度大^[17],营养成分消耗快。采后若不及时加工处理干制或保鲜,易出现失水、软化、组织褐变、老化以及因细菌或病毒侵染而腐烂等品质衰败问题,致使天麻素等有效成分快速降解。新鲜天麻货架期短,天麻保鲜贮藏技术难关已成为鲜食天麻在市场上流通的瓶颈^[18]。研究天麻保鲜既能减少鲜天麻损失,保持良好营养价值和商品性状,还能平衡淡旺季需求,延长市场供应货架期,丰富产品结构,满足天麻鲜食消费习惯;而且可以使人们充分利用天麻的保健价值,对增加天麻种植户的经济收入,促进天麻产业发展具有重要意义。

国内外关于天麻保鲜方面的研究仅有少量报道,孙海燕等^[18]比较了4种保鲜袋包装对天麻的保鲜效果。杨顺强等^[12]比较了牛皮纸信封包装、塑料袋包装和真空包装等6种不同包装方式对天麻的保

鲜效果。文欢等^[13]比较了室温敞放、微孔膜密封、真空保藏等不同保藏方法对新鲜天麻的保鲜效果。目前尚未见到关于不同保鲜剂对新鲜天麻保鲜效果的研究。因此,本试验选用3种生物保鲜剂茶多酚^[19]、夏枯草提取物^[20]和溶菌酶^[21],以及3种化学保鲜剂壳聚糖^[21]、异抗坏血酸钠^[22]、柠檬酸^[23],比较其对天麻的保鲜效果,以期筛选出效果最好的保鲜剂,为新鲜天麻贮藏提供一定的理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试材料 供试天麻采自陕西省汉中市略阳县。

1.1.2 试剂 溶菌酶、茶多酚、夏枯草粗提物(均由陕西理工大学中德天然产物研究所制备,溶菌酶纯度95%以上,茶多酚纯度93%以上),壳聚糖、异抗坏血酸钠、柠檬酸、硫代巴比妥酸、DTT、邻苯二酚、抗坏血酸、聚乙烯吡咯烷酮、愈创木酚(分析纯,北京索莱宝科技有限公司),偏磷酸、钼酸铵、曲拉通-100(分析纯,天津市光复精细化工研究所),色谱乙腈、甲酸(天津市科密欧化学试剂有限公司)。

1.1.3 仪器 RV10型旋转蒸发仪(德国IKA公司),4802S紫外分光光度计(龙尼柯上海仪器有限公司),Alpha-2型冷冻干燥机(德国Christ),Waters Acquity-UPLC(美国Waters公司),HI98192型电导率仪(哈纳沃德仪器有限公司),CT3质构仪(美国Brookfield公司),Allegra 64R型离心机(美国贝克曼库尔特公司)。

1.2 试验处理

试验设7个处理组。1组:1%溶菌酶水溶液;2组:1%茶多酚水溶液;3组:1%夏枯草提取物水溶液;4组:1%柠檬酸水溶液;5组:1%异抗坏血酸钠水溶液;6组:1%壳聚糖乙酸水溶液(均为体积分数,下文同);7组:空白对照(CK),蒸馏水。每处理3个重复,每重复8个天麻,每5d取样测定1次,持续30d后结束贮藏。

采收当天选用大小均一、无机械损伤、无病虫害的新鲜天麻,清洗泥沙,沥干备用。分别放在不同保鲜液中浸泡3min,捞出,沥干,放入PE保鲜袋中,放在消毒的(19±1)℃恒温控制箱中,定期随机取

组内样品测定相关指标。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 感官品质指标 天麻质量损失率、软化腐烂率参考张立华等^[24]的方法测定。硬度用质构仪测定^[25]。可溶性固形物含量采用手持折光仪测定。天麻垂直放在测试平台上,各指标均取 3 个天麻测定,单个天麻重复测定 5 次,取其平均值。

1.3.2 营养品质指标 维生素 C 含量采用分光光度计法^[26]测定。可滴定酸含量采用酸碱滴定法^[27]测定,折算系数按 0.063 计^[28]。天麻素含量按照中国药典方法在 UPLC 上测定,由陕西理工大学中德天然产物研究所建立测定方法^[29]。

1.3.3 生理代谢指标 丙二醛含量采用硫代巴比妥酸(TBA)显色法,结果以单位组织中的 MDA 含量($\mu\text{mol/L}$)表示;呼吸强度参考蔡晓宁等^[30]的方法测定,以每千克天麻每小时释放的 CO_2 质量计,单位为 $\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$;过氧化物酶(POD)采用愈创木酚法^[31]测定;过氧化氢酶(CAT)活性参考孙雯等^[32]的方法测定。

1.3.4 数据统计与分析 每个理化指标重复测定

3 次,结果用“平均值 $\pm$ 标准差”表示。采用 Microsoft Excel 2010 作图,用 SPSS 19.0 软件进行方差分析和多重差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 6 种保鲜剂处理对天麻感官品质的影响

2.1.1 质量损失率 天麻贮藏期间的质量损失主要由失水引起,随着天麻块茎的成熟及蒸腾作用的进行,天麻会逐渐散失水分,表面萎焉,光泽度下降,质量损失率大,表明保鲜效果较差,因此质量损失率也是判断保鲜效果的一个指标^[33]。不同保鲜剂组天麻质量损失率的变化如图 1-A 所示,随着贮藏时间延长,各组天麻质量损失率均逐渐升高;但 6 种保鲜剂组天麻的质量损失率均比对照组低,30 d 时,茶多酚、溶菌酶、夏枯草提取物、异抗坏血酸钠、柠檬酸、壳聚糖、对照组的质量损失率分别为 25.17%,19.37%,20.60%,17.05%,23.08%,21.74%,27.11%。经分析,异抗坏血酸钠组与对照组差异显著($P<0.05$);其他组与对照组差异均不显著($P>0.05$)。

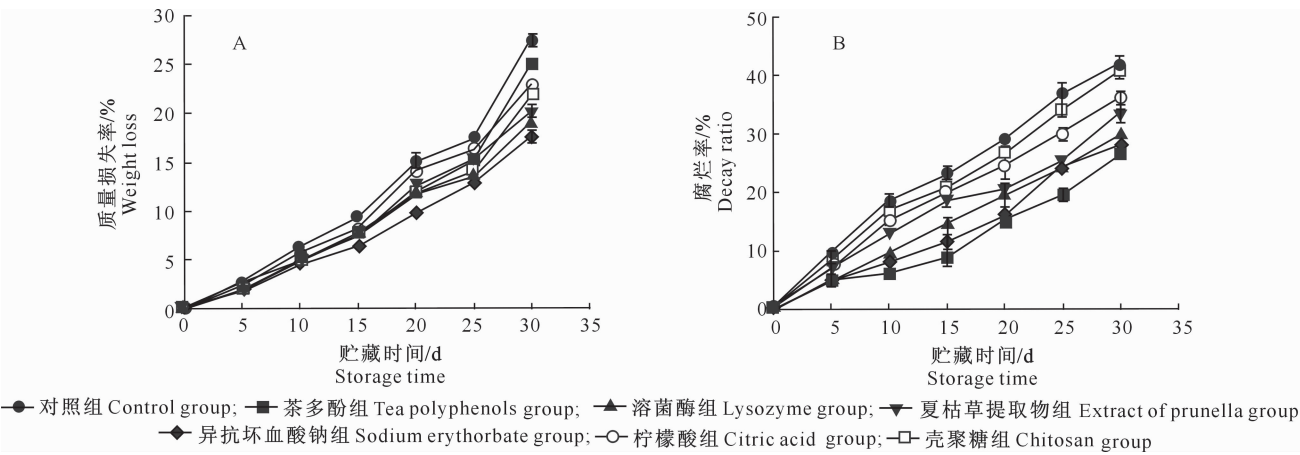


图 1 不同保鲜剂对天麻质量损失率(A)和腐烂率(B)的影响

Fig. 1 Effect of different anti-staling agents on weight loss (A) and decay incidence (B) of *Gastrodia elata*

2.1.2 软化腐烂率 新鲜天麻在贮藏过程中极易发生腐烂和霉变,6 种保鲜剂处理天麻贮藏期间软化腐烂率变化如图 1-B 所示,在贮藏过程中,不同保鲜剂组天麻腐烂率随时间延长而升高。当贮藏到第 10 天时,各组无显著差异。第 30 天时对照组腐烂率高达 42.85%,已经失去了贮藏的价值和意义;茶多酚、异抗坏血酸钠、溶菌酶、夏枯草提取物、柠檬酸、壳聚糖组的腐烂率分别为 25.80%,27.80%,29.57%,32.33%,36.33%,40.85%;与对照组相比,茶多酚、异抗坏血酸钠、溶菌酶和夏枯草提取物组差异显著($P<0.05$),柠檬酸和壳聚糖组差异不

显著($P>0.05$)。

2.1.3 硬度 天麻贮藏期间的硬度变化如图 2-A 所示,随着贮藏时间延长,各组天麻硬度均逐渐降低,但异抗坏血酸钠组明显高于其他处理。贮藏至第 30 天时,异抗坏血酸钠组天麻硬度仅下降了 38.82%,对照组则下降了 87.59%;茶多酚、溶菌酶、柠檬酸、壳聚糖组硬度基本相同,且与对照组无显著差异($P>0.05$);异抗坏血酸钠和夏枯草提取物组与对照组差异显著($P<0.05$)。表明异抗坏血酸钠和夏枯草提取物有利于天麻硬度的保持。

2.1.4 可溶性固形物含量 天麻贮藏期间可溶性

固形物含量变化如图 2-B 所示,天麻采后的可溶性固形物含量为 6%,保鲜剂组天麻可溶性固形物含量在贮藏期间均呈先上升后下降的趋势,第 10 天时出现最大值,茶多酚、溶菌酶、夏枯草提取物、异抗坏血酸钠、柠檬酸、壳聚糖、对照组分别为 8.0%,7.8%,8.7%,8.3%,7.3%,7.5%,7.1%。夏枯草提取物和异抗坏血酸钠组天麻可溶性固形物含量始

终处于较高水平,说明经过夏枯草提取物和异抗坏血酸钠处理天麻的糖分等消耗速度减缓,可溶性固形物损失较少,有利于天麻保鲜。经分析,夏枯草提取物和异抗坏血酸钠组天麻的可溶性固形物含量与对照组差异显著($P<0.05$);茶多酚、溶菌酶、壳聚糖、柠檬酸组与对照组差异不显著($P>0.05$)。

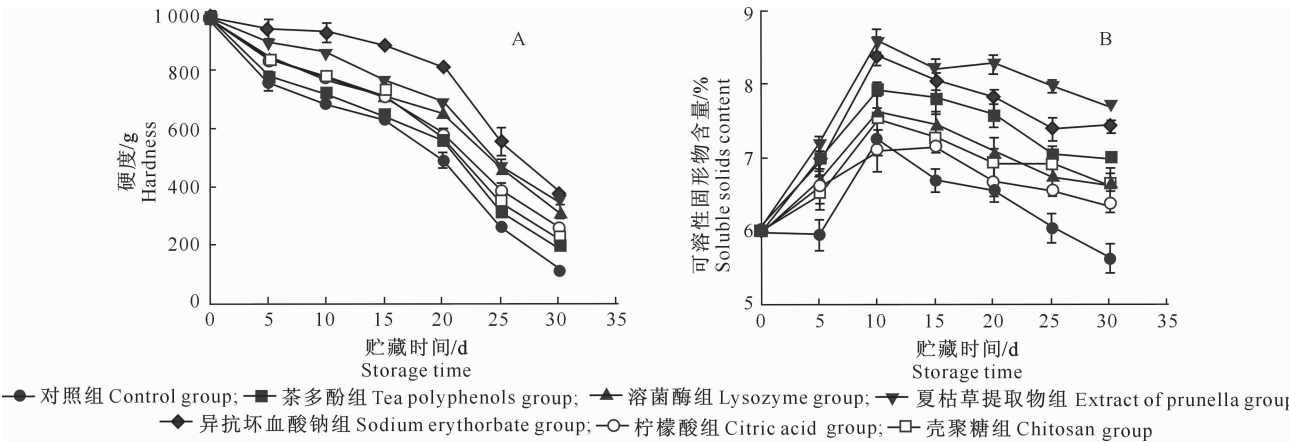


图 2 不同保鲜剂对天麻硬度(A)和可溶性固形物含量(B)的影响

Fig. 2 Effect of different anti-staling agents on hardness (A) and soluble solids content (B) of *Gastrodia elata*

2.2 6 种保鲜剂处理对天麻营养品质的影响

2.2.1 Vc 含量 维生素 C(Vc)是果实的营养成分之一,也是果实体内清除活性氧的一种重要的抗氧化物质,对延缓果实衰老有一定的作用^[34]。由图 3-A 可知,不同保鲜剂组天麻 Vc 含量随着贮藏时间的延长呈不断下降的趋势,营养价值大大降低。贮藏初期 Vc 含量为 38.09%,至 30 d 时,茶多酚、溶菌酶、夏枯草提取物、异抗坏血酸钠、柠檬酸、壳聚糖

和对照组天麻 Vc 含量分别为 17.89%,4.32%,12.68%,21.62%,15.26%,8.22%,5.07%。与对照组相比,异抗坏血酸钠组差异极显著($P<0.01$),茶多酚、溶菌酶、夏枯草提取物、柠檬酸组差异显著($P<0.05$),说明这 5 种保鲜剂能显著抑制天麻中 Vc 的氧化,减缓 Vc 的下降速率,可以较好地保持天麻的营养品质。

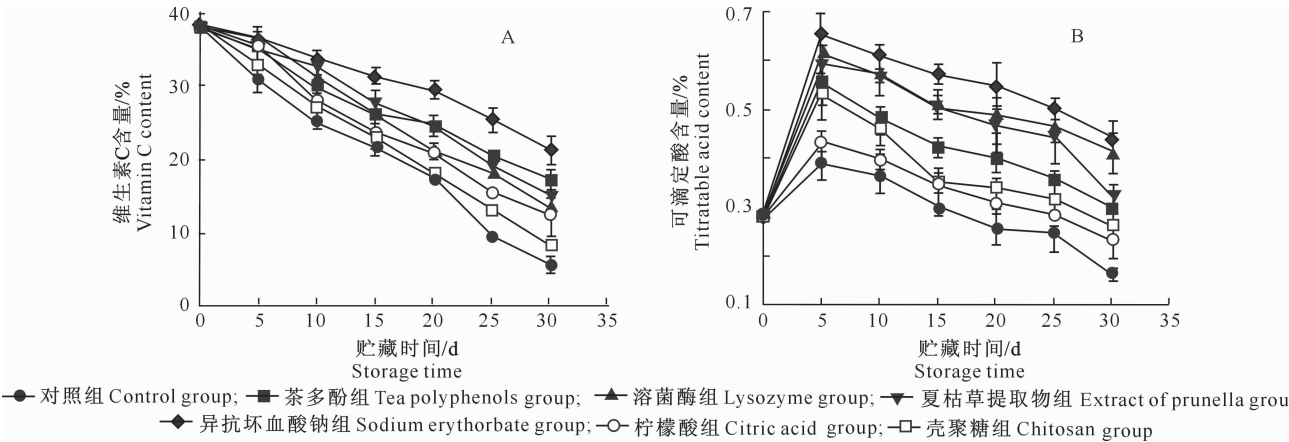


图 3 不同保鲜剂对天麻中维生素 C(A)和可滴定酸(B)含量的影响

Fig. 3 Effect of different anti-staling agents on vitamin C (A) and titratable acid (B) content of *Gastrodia elata*

2.2.2 可滴定酸含量 天麻贮藏期间仍在进行新陈代谢,有机酸作为重要的呼吸能量来源被不断分解。天麻贮藏期间可滴定酸含量变化如图 3-B 所

示,6 种保鲜剂组天麻可滴定酸含量均高于对照组。贮藏期间,不同保鲜剂组天麻可滴定酸含量均呈先上升后下降的趋势。贮藏至第 5 天时,均出现最大

值,茶多酚、溶菌酶、夏枯草提取物、异抗坏血酸钠、柠檬酸、壳聚糖、对照组的可滴定酸含量分别为 0.53%,0.59%,0.58%,0.61%,0.44%,0.49%,0.40%,且差异均不显著。至第 30 天时,上述 6 组的可滴定酸含量分别为 0.28%,0.38%,0.33%,0.40%,0.20%,0.23%,0.15%;异抗坏血酸钠和溶菌酶组与对照组相比差异极显著($P<0.01$),夏枯草提取物、茶多酚和壳聚糖组差异显著($P<0.05$),柠檬酸组差异不显著($P>0.05$)。

2.2.3 天麻素含量 由图 4 可知,贮藏期间不同组天麻素含量均呈下降趋势,且对照组天麻素含量均低于保鲜剂处理。至第 30 天时,茶多酚、溶菌酶、夏枯草提取物、异抗坏血酸钠、柠檬酸、壳聚糖、对照组天麻素含量分别为 0.16%,0.24%,0.20%,0.28%,0.11%,0.08%,0.04%。只有异抗坏血酸钠组的天麻素含量高于国家药典规定($\geq 0.25\%$),但保鲜贮存的新鲜天麻作为菜品食用时,天麻素含量允许低于 0.25%,所以其他 5 种保鲜剂组天麻虽不具备药用价值,但仍有一定的食用价值。

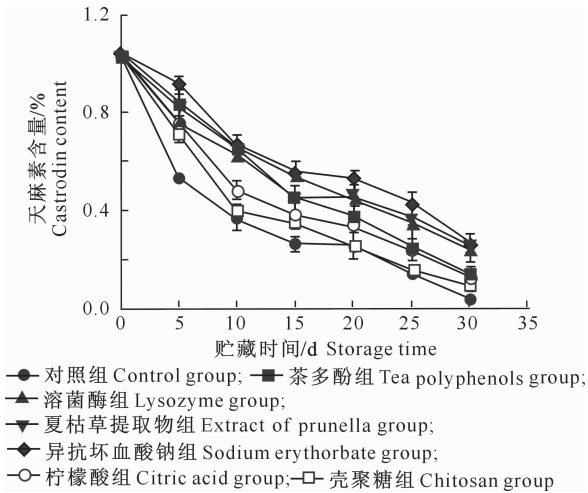


图 4 不同保鲜剂对天麻素含量的影响
Fig. 4 Effect of different anti-staling agents on castrodin content of *Gastrodia elata*

2.3 6 种保鲜剂处理对天麻生理代谢指标的影响

2.3.1 MDA 含量 MDA 是膜脂过氧化作用的主要产物之一,它的积累为果蔬衰老与膜受损的标志。天麻贮藏期间 MDA 含量变化如图 5-A 所示,贮藏前 20 d,各组的 MDA 含量变化平缓,差异不显著。20 d 以后至贮藏结束,MDA 含量上升明显,说明此时天麻组织开始衰老,膜脂过氧化程度增强,细胞膜透性增大,使 MDA 迅速积累。30 d 时,茶多酚、溶菌酶、夏枯草提取物、异抗坏血酸钠、柠檬酸、壳聚糖、对照组天麻 MDA 含量分别为 26.51,22.68,

19.56,16.85,25.19,20.73,28.03 $\mu\text{mol/g}$ 。异抗坏血酸钠组与对照组差异极显著($P<0.01$),茶多酚、溶菌酶、夏枯草提取物组与对照组差异显著($P<0.05$),柠檬酸、壳聚糖组与对照组差异不显著($P>0.05$),说明天麻经异抗坏血酸钠、茶多酚、溶菌酶、夏枯草提取物处理后能抑制其在贮藏期间 MDA 含量的积累,延缓衰老。

2.3.2 呼吸强度 呼吸作用的强弱可以反映组织内营养物质消耗的快慢,是贮藏期间重要的生理指标之一。由图 5-B 可以看出,天麻呼吸强度呈先上升后下降的趋势。15 d 时,不同保鲜剂组天麻呼吸强度均出现最大值,茶多酚、溶菌酶、夏枯草提取物、异抗坏血酸钠、柠檬酸、壳聚糖、对照组呼吸强度分别为 40,42,38,36,47,44,49 $\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 。30 d 时,上述 6 组呼吸强度分别降至 23.76,26.52,22.00,20.24,29.04,27.28,31.80 $\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 。经分析发现,异抗坏血酸钠、夏枯草提取物和茶多酚组与对照组差异显著($P<0.05$);溶菌酶、柠檬酸和壳聚糖组与对照组无显著差异($P>0.05$),说明异抗坏血酸钠、夏枯草提取物和茶多酚可以在一定程度上抑制天麻的呼吸,且以异抗坏血酸钠的抑制效果最好。

2.3.3 POD 活性 天麻贮藏期间 POD 活性变化如图 6-A 所示,贮藏期间不同保鲜剂处理天麻的 POD 活性均呈先上升后下降的趋势。第 5 天时各组 POD 活性均达到最大值,茶多酚、溶菌酶、夏枯草提取物、异抗坏血酸钠、柠檬酸、壳聚糖、对照组分别为 1.730 4,1.830 4,1.241 6,1.564 0,1.456 8,1.431 2,1.090 4($\Delta\text{OD}_{470}/(\text{min} \cdot \text{g})$)。5~15 d 迅速下降,之后缓慢下降。第 30 天时,异抗坏血酸钠组 POD 活性与对照组差异极显著($P<0.01$),溶菌酶和茶多酚组与对照组差异显著($P<0.05$),夏枯草提取物、柠檬酸、壳聚糖组与对照组相差异不显著($P>0.05$),表明异抗坏血酸钠处理天麻在贮藏期间 POD 活性较高。

2.3.4 CAT 活性 天麻贮藏期间过氧化氢酶活性变化如图 6-B 所示,贮藏期间不同保鲜剂组天麻 CAT 活性均呈先上升后下降的趋势。第 10 天时 CAT 活性达到最大值,茶多酚、溶菌酶、夏枯草提取物、异抗坏血酸钠、柠檬酸、壳聚糖、对照组分别为 40.16,42.88,47.84,44.64,42.08,38.08,36.56 ($\Delta\text{OD}_{240}/(\text{min} \cdot \text{g})$)。以夏枯草提取物组 CAT 活性最高,其次为异抗坏血酸钠组和溶菌酶组,且三者差异不显著($P>0.05$)。第 30 天时,CAT 活性大小表

现为夏枯草提取物组>异抗坏血酸钠组>溶菌酶组>柠檬酸组>茶多酚组>壳聚糖组>对照组,其中夏枯草提取物、异抗坏血酸钠、溶菌酶组与对照组差异显著($P<0.05$);茶多酚、柠檬酸、壳聚糖组差

异不显著($P>0.05$)。表明夏枯草提取物、异抗坏血酸钠、溶菌酶可以提高天麻的 CAT 活性,增强其抗衰老能力。

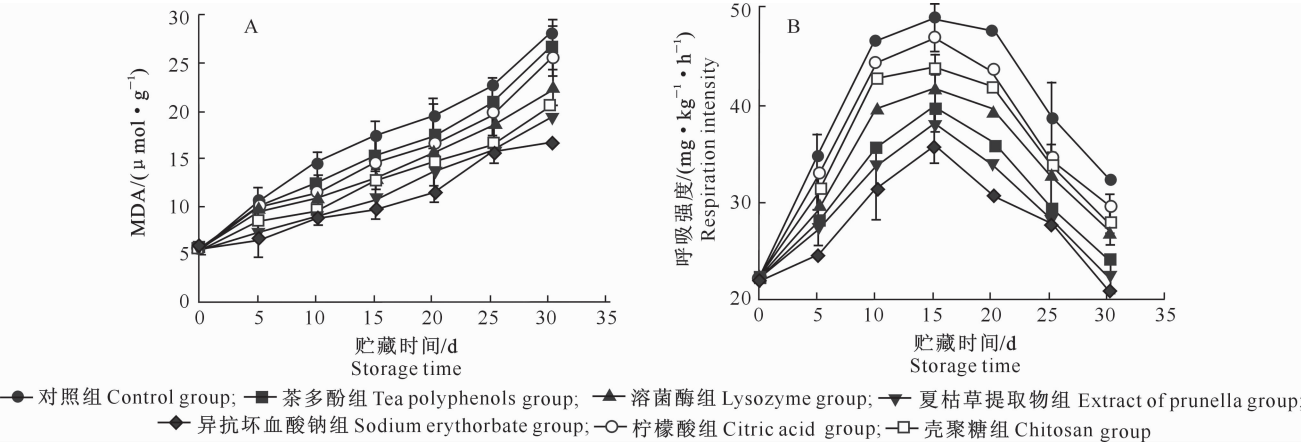


图 5 不同保鲜剂对天麻中丙二醛含量(A)和呼吸强度(B)的影响

Fig. 5 Effect of different anti-staling agents on malondialdehyde (A) and respiration intensity (B) of *Gastrodia elata*

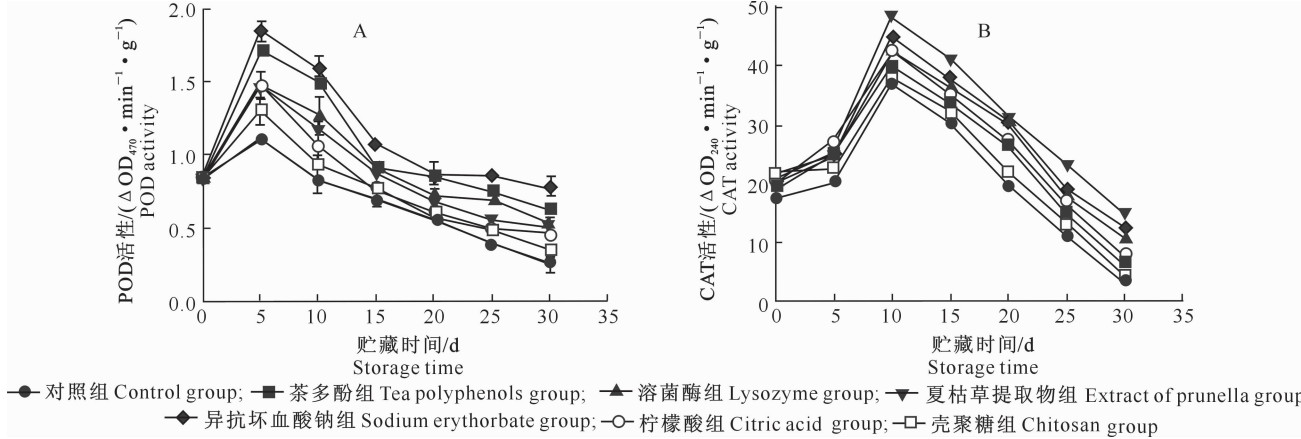


图 6 不同保鲜剂对天麻中 POD 活性(A)和 CAT 活性(B)的影响

Fig. 6 Effect of different anti-staling agents on POD (A) and CAT activity (B) of *Gastrodia elata*

3 讨论与结论

天麻素是天麻主要的药理活性成分,中国药典(2015 版)规定天麻中的天麻素和对羟基苯甲醇含量(按干燥品计算)不得少于 0.25%^[3]。新鲜天麻若不进行炮制或保鲜处理,其天麻素含量下降非常快。本研究所用 6 种保鲜剂中,贮藏第 10 天时保鲜效果最好的是异抗坏血酸钠,天麻素含量为 0.70%,优于孙海燕等^[18]的研究结果(0.38%),推测可能是保鲜剂处理能够抑制导致天麻素降解的酶类或化学物质产生。

异抗坏血酸钠具有抗氧化性能,是一种公认的安全的食品添加剂,其可将果蔬中的醌类及其衍生物还原成酚类,防止醌类物质聚合形成黑色素,从而

起到护色保鲜作用。陈迪新等^[22]研究发现,用总黄酮含量为 0.50 mg/mL 的银杏叶提取液结合体积分数 1% 的异抗坏血酸钠溶液处理鲜切梨的保鲜效果最好,可以减缓鲜切梨呼吸强度、质量损失率、色差的变化,减慢 Vc 含量、硬度、可溶性固形物含量等的下降速率,延迟褐变发生。本研究结果显示,异抗坏血酸钠对减缓可溶性固形物损失和 Vc 含量下降等的表现较优。

植物或中药的提取物中含有多酚、精油、黄酮、多糖、萜类、生物碱、甙类等物质,具有抗菌防腐和抗氧化作用,可应用于食品防腐保鲜,因其安全、健康,符合绿色生活理念,越来越受到消费者的青睐^[21]。本研究选用的植物中茶多酚、夏枯草具有广谱抗菌作用,能抑制果蔬表面的微生物,减弱微生物活动对

果蔬的影响,从而降低果蔬的生理活动强度,起到保鲜效果。郭艳峰等^[20]使用夏枯草、丁香、猪屎豆提取物组合的复合保鲜剂对圣女果起到了理想的保鲜作用。陈迪新等^[35]发现,使用茶叶水提取物能有效控制草莓果实的腐烂和质量损失,明显延长贮藏期,减缓 Vc 含量和抗氧化酶活性降低,与本研究茶多酚对天麻的保鲜效果基本一致。

本研究中,6 种保鲜剂对天麻的贮藏保鲜均有一定效果,其中异抗坏血酸钠、夏枯草提取物、茶多酚、溶菌酶组效果显著,能有效调节天麻贮藏期间的生理活动,保持其食用品质。异抗坏血酸钠、夏枯草提取物、茶多酚、溶菌酶组可有效降低 MDA 的累积,保持细胞膜完整性,延缓天麻组织的衰老,且经异抗坏血酸钠处理之后可阻碍病菌侵入,调节天麻组织内外的气体交换,减少天麻内物质转化和呼吸基质的消耗,起到维持天麻硬度的作用;柠檬酸、壳聚糖处理对天麻品质的保持也有一定效果。

综合各项指标认为,化学保鲜剂以异抗坏血酸钠的天麻贮藏综合品质最好,30 d 时,所有测定指标与对照组相比均差异显著($P < 0.05$);生物保鲜剂以夏枯草提取物的效果较好,但有关浸泡时间、贮藏温度、保鲜剂浓度、包装方式等参数的优化,以及复合保鲜剂对天麻的保鲜效果等均有待进一步研究。

【参考文献】

- [1] Chen P J, Sheen L Y. *Gastrodiae rhizoma* (tiān má): a review of biological activity and antidepressant mechanisms [J]. J Tradit Complement Med, 2011, 1(1): 31-40.
- [2] Jang Y W, Lee J Y, Kim C J. Anti-asthmatic activity of phenolic compounds from the roots of *Gastrodia elata* Bl. [J]. Int Immunopharmacol, 2010, 10(2): 147-154.
- [3] Zhan H D, Zhou H Y, Sui Y P, et al. The rhizome of *Gastrodia elata* Blume-An ethnopharmacological review [J]. J Ethnopharmacol, 2016, 189: 361-385.
- [4] 段小花, 李资磊, 杨大松, 等. 昭通产天麻化学成分研究 [J]. 中药材, 2013, 36(10): 1608-1611.
Duan X H, Li Z L, Yang D S, et al. Study on the chemical constituents of *Gastrodia elata* [J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2013, 36(10): 1608-1611.
- [5] Qiu H, Tang W, Tong X, et al. Structure elucidation and sulfated derivatives preparation of two alpha-D-glucans from *Gastrodia elata* Bl. and their anti-dengue virus bioactivities [J]. Carbohydr Res, 2007, 342(15): 2230-2236.
- [6] Chen X, Cao D, Zhou L, et al. Structure of a polysaccharide from *Gastrodia elata* Bl. and oligosaccharides prepared there of with anti-pancreatic cancer cell growth activities [J]. Carbohydrate Polymers, 2011, 86(3): 1300-1305.
- [7] Liu W, Hu Y L, Wang M, et al. Purification, crystallization and preliminary X-ray diffraction analysis of a novel mannose-binding lectin from *Gastrodia elata* with antifungal properties [J]. Acta Crystallogr D Biol Crystallogr, 2002, 58: 1833-1835.
- [8] Matias M, Silvestre S, Falcão A, et al. *Gastrodia elata* and epilepsy: rationale and therapeutic potential [J]. Phytomedicine, 2016, 23(12): 1511-1526.
- [9] Yang X D, Zhu J, Yang R, et al. Phenolic constituents from the rhizomes of *Gastrodia elata* [J]. Nat Prod Res, 2007, 21(2): 180-186.
- [10] 王亚男, 林生, 陈明华, 等. 天麻水提取物的化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2012, 37(12): 1775-1781.
Wang Y N, Lin S, Chen M H, et al. Chemical constituents from aqueous extract of *Gastrodia elata* [J]. Chinese Journal of Chinese Materia Medica, 2012, 37(12): 1775-1781.
- [11] 陈琛, 李鑫鑫, 魏唯, 等. 大孔树脂纯化天麻多糖的工艺研究 [J]. 四川大学学报(自然科学版), 2018, 55(5): 1109-1115.
Chen C, Li X X, Wei W, et al. Macroporous adsorption resin for the purification of polysaccharides from *Gastrodia elata* [J]. Journal of Sichuan University(Natural Science Edition), 2018, 55(5): 1109-1115.
- [12] 杨顺强, 武婷, 吴珊. 不同包装方式对鲜天麻保鲜效果的比较 [J]. 湖北农业科学, 2015, 54(13): 3221-3223.
Yang S Q, Wu T, Wu S. Comparison of the effect of preservation on fresh *Gastrodia elata* Bl. packed with different packaging methods [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2015, 54(13): 3221-3223.
- [13] 文欢, 张大燕, 王伟, 等. 不同保藏方法对鲜天麻保鲜效果比较 [J]. 食品研究与开发, 2017, 38(6): 201-205.
Wen H, Zhang D Y, Wang W, et al. Comparison of preservative effects of different preservation methods on fresh *Gastrodia elata* [J]. Food Research and Development, 2017, 38(6): 201-205.
- [14] Jiang X, Huang L F, Zheng S H, et al. Sulfur fumigation, a better or worse choice in preservation of traditional Chinese medicine [J]. Phytomedicine, 2013, 20(2): 97-105.
- [15] 刘金美, 田治蛟, 戴堃, 等. 昭通乌天麻最佳采收期研究 [J]. 中国现代中药, 2016, 18(2): 189-192.
Liu J M, Tian Z J, Dai K, et al. Studies on optimal harvest period of Zhao tong's *Gastrodiae rhizome* (*Gastrodia elata* Bl. f. *glauca* S. Chow) [J]. Mod Chin Med, 2016, 18(2): 189-192.
- [16] 王新胜, 尤敏, 斯纓, 等. 湖北天麻 GAP 基地不同品种天麻最佳采收期研究 [J]. 武汉植物学研究, 2006, 24(1): 71-73.
Wang X S, You M, Si Y, et al. Study on the optimum harvest period of different varieties *Gastrodia elata* Bl. GAP cultivation habitat in Hubei province [J]. Journal of Wuhan Botanical Research, 2006, 24(1): 71-73.
- [17] 黄万兵, 朱国胜, 钱珍珍, 等. 鲜天麻保存中相关生理特性的研究 [J]. 中药材, 2016, 39(7): 1525-1529.
Huang W B, Zhu G S, Qian Z Z, et al. Study on physiological

- characteristics related to storage of fresh *Gastrodia elata* Bl. [J]. Journal of Chinese Medicinal Materials, 2016, 39(7): 1525-1529.
- [18] 孙海燕,马骏,钟爱民,等.不同保鲜包装对天麻贮藏生理和效果的影响[J].食品工业科技,2016,37(12):329-333.
Sun H Y, Ma J, Zhong A M, et al. Effect of different packing bags on quality of *Gastrodia elata* Blume [J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(12): 329-333.
- [19] 何彩梅,何忠伟,赵孝承,等.复合天然抗氧化保鲜剂对大果山楂保鲜效果研究[J].食品工业,2017,38(12):11-13.
He C M, He Z W, Zhao X C, et al. Study on the effects of compound nature preservative on *Crataegus pinnatifida* [J]. Food Industry, 2017, 38(12): 11-13.
- [20] 郭艳峰,刘妍,李向丽,等.圣女果复合植物保鲜剂的筛选及保鲜效果研究[J].热带作物学报,2017,38(2):365-373.
Guo Y F, Liu Y, Li X L, et al. Compound plant preservative and preservation effect for cherry tomatoes [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2017, 38(2): 365-373.
- [21] 张茜,李洋,王磊明,等.生物保鲜剂在果蔬保鲜中的应用研究进展[J].食品工业科技,2018,39(6):308-316.
Zhang Q, Li Y, Wang L M, et al. Research progress of application of biological preservative in the preservation of fruits and vegetables [J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(6): 308-316.
- [22] 陈迪新,赵梁怡,杨英军,等.银杏叶提取液结合异抗坏血酸钠对鲜切砀山梨贮藏品质的影响[J].食品科学,2017,38(11):243-248.
Chen D X, Zhao L Y, Yang Y J, et al. Effect of *Ginkgo biloba* leaf extract combined with sodium ascorbate on storage quality of fresh-cut Dangshan pear [J]. Food Science, 2017, 38(11): 243-248.
- [23] 方中明,白根祥,殷家俊,等.3种化学保鲜剂对板栗储藏和营养品质的影响[J].广东农业科学,2015,42(10):89-92.
Fang Z M, Bai G X, Yin J J, et al. Effects of three preservative chemical agents on storage and nutrition keeping of chestnut [J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2015, 42(10): 89-92.
- [24] 张立华,张元湖,曹慧,等.石榴皮提取液对草莓的保鲜效果[J].农业工程学报,2010,26(2):361-365.
Zhang L H, Zhang Y H, Cao H, et al. Effects of pomegranate peel extract on keep-freshing of strawberry [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010, 26(2): 361-365.
- [25] 金文刚,陈德经,耿敬章,等.正交试验优化大鲈皮明胶提取工艺及其性质分析[J].食品与发酵工业,2017,43(2):174-179.
Jin W G, Chen D J, Geng J Z, et al. Optimization of extraction technology and properties of gelatin from *Andrias davidianus* skin by orthogonal experiment [J]. Food and Fermentation Industries, 2017, 43(2): 174-179.
- [26] 张忠,马朝玲,丁若珺,等.不同解冻方式对软儿梨果实品质与抗氧化物质含量的影响[J].食品科学,2018,39(3):236-244.
- Zhang Z, Ma Z L, Ding R J, et al. Effects of different thawing methods on fruit quality and antioxidant compound contents of 'Ruaner' pear [J]. Food Science, 2018, 39(3): 236-244.
- [27] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007.
Cao J K, Jiang W B, Zhao Y M. Fruit and vegetable post-harvest physiological and biochemical experiments guide [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2007.
- [28] 杨超,吕紫媛,伍瑞云,等.天麻的化学成分与药理机制研究进展[J].中国现代医生,2012,50(17):27-28.
Yang C, Lü Z Y, Wu R Y, et al. The progress of chemical composition and pharmacological mechanism of *Gastrodia elata* Blume [J]. China Modern Doctor, 2012, 50(17): 27-28.
- [29] 景娟,江海,陈琛,等.UPLC法测定略阳天麻中天麻素[J].陕西理工学院学报(自然科学版),2016,32(5):74-79.
Jing X, Jiang H, Chen C, et al. Measurement of gasrtrodine content in Lueyang *Gastrodia elata* by UPLC [J]. Journal of Shaanxi University of Technology (Natural Science Edition), 2016, 32(5): 74-79.
- [30] 蔡晓宁,尹绍东,张来林,等.丁香提取液对马铃薯保鲜效果的影响[J].河南工业大学学报,2015,36(4):74-79.
Cai X N, Yin S D, Zhang L L, et al. Research on the effect of clove extracts on preservation [J]. Journal of Henan University of Technology, 2015, 36(4): 74-79.
- [31] 陈发庆,王成忠,张新明.超高压处理对核桃雄花序体内酶及主要成分的影响研究[J].现代食品科技,2013,29(4):745-748.
Chen F Q, Wang C Z, Zhang X M. Effect of high pressure on enzymes and main components in flowers of *Juglans regia* L [J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(4): 745-748.
- [32] 孙雯,宋淑亚,罗仁仙,等.采收期对青皮核桃抗氧化特性及耐贮性的影响[J].食品科学,2014,35(10):290-296.
Sun W, Song S Y, Luo R X, et al. Effect of harvest stage on antioxidant property and storability of green walnut fruits [J]. Food Science, 2014, 35(10): 290-296.
- [33] 赵珊,贡汉生,田亚晨,等.苯乳酸-海藻酸钠涂膜保鲜剂的制备及其在甜樱桃保鲜中的应用[J].食品科学,2018,39(11):221-226.
Zhao S, Gong H S, Tian Y C, et al. Preparation of PLA/SA composite coating and its application in quality preservation of sweet cherries [J]. Food Science, 2018, 39(11): 221-226.
- [34] 黄嘉欣,刘川,罗程印,等.原儿茶酸复合涂膜对辣椒采后保鲜的影响[J].食品科学,2017,38(17):251-259.
Huang J X, Liu C, Luo C Y, et al. Effect of protocatechuic acid composite coating on postharvest preservation of green hot peppers [J]. Food Science, 2017, 38(17): 251-259.
- [35] 陈迪新,邓元平,李小静,等.茶叶水提取物对草莓保鲜效果的影响[J].食品科学,2014,35(2):310-315.
Chen D X, Deng Y P, Li X J, et al. Effects of tea water extracts on quality maintenance of strawberry [J]. Food Science, 2014, 35(2): 310-315.