

不同贮藏条件下野生蕨菜生理特性的变化研究

李荣峰, 马 博, 龚秀翠

(百色学院 化学与生命科学系, 广西 百色 533000)

摘 要:以野生蕨菜为试材,以刚采收的鲜样为对照,研究了室内放置 3 d 和冰箱冷藏 3 d 2 种处理对野生蕨菜顶芽、幼叶、成熟叶和成熟茎中的蛋白质、叶绿素、丙二醛(MDA)含量及过氧化物酶(POD)活性的影响,以期研究不同贮藏条件下野生蕨菜采后生理特性的变化情况。结果表明:新鲜野生蕨菜各部位都富含蛋白质及叶绿素;随着采摘后贮藏时间的延长,蛋白质和叶绿素含量下降,过氧化物酶(POD)活性降低,丙二醛(MDA)含量不断升高;冰箱冷藏与室内自然放置相比,具有较高的蛋白质和叶绿素含量,但保持较低的 POD 活性及 MDA 含量,说明冰箱冷藏比室内放置更能保存蕨菜的各部分营养成分。

关键词:野生蕨菜;生理特性;贮藏

中图分类号:Q 949.36 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)03-0001-04

蕨菜属凤尾蕨科多年生草本野生药食植物,是我国暖温带及亚热带常见的一种富含多种营养成分的野生蔬菜,不但营养成分齐全、含量丰富,而且还含有萜类、黄酮类和甾(体)类等多种生物活性物质^[1],具有较高的营养价值和药用价值,其开发和利用也越来越受到世界许多国家的重视,市场前景广阔。但蕨菜采摘后若不马上进行处理,容易发生老化、酶促褐变及抗氧化系统等一系列的生理变化,造成营养流失,这不仅直接影响产品质量,而且造成巨大的经济损失^[2]。因此,蕨菜采摘后的最大问题就是如何保鲜。目前常采用物理和化学方法来防止蕨菜采摘后的快速老化及酶促褐变问题^[2]。而低温处理是保藏蕨菜良好的物理方法之一,它能最大限度地保持蕨菜原有的风味和固有的品质。目前,速冻保藏蕨菜在国内尚属起步,冻藏对蕨菜品质的影响及过氧化物酶活性变化的试验研究还鲜见报道^[3]。为进一步了解不同贮藏条件下野生蕨菜的生理变化及保鲜效果,该试验选取桂西浅山坡生长的野生蕨菜为材料,设置室内放置 3 d 及冰箱冷藏 3 d 2 种采后处理,进行了蕨菜地上部 4 个不同部位生理特性变化及抗氧化作用研究,以期对蕨菜的采后保鲜提供一定的参考依据。

第一作者简介:李荣峰(1980-),女,广西灵川人,硕士,讲师,现主要从事植物生理生化及生态学和植物组织培养等方面的教学和科研工作。E-mail:anny1119520@126.com.

基金项目:广西教育厅科研资助项目(201010LX502; 200807MS012);广西高等学校特色专业及课程一体化建设资助项目(GXTSZY224);百色学院科研资助项目(2009KQ01; 2010KB12)。

收稿日期:2012-10-18

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的野生蕨菜于 2011 年 4 月 9 日早 11:00 采自百色市右江区麒麟山庄旁边的土山坡上,采摘部分为地上部可食用的幼嫩蕨菜。

1.2 试验方法

将刚采摘回来处于拳卷期、粗细大小一致、无机械损伤的野生蕨菜,用自来水洗净、沥干,分成 3 份,分别进行不同的贮藏处理后测定生理活性指标。第 1 份为采收后马上测定;第 2 份在室内放置 3 d 后测定;第 3 份野生蕨菜用保鲜袋装好放置冰箱冷藏 3 d 后测定。各处理均 3 次重复。

1.3 项目测定

将经过 3 种不同保鲜处理后的野生蕨菜,分别剪取顶芽、幼茎、成熟叶和成熟茎 4 个部位,测定蛋白质含量、丙二醛(MDA)含量、叶绿素含量及过氧化物酶(POD)活性等生理生化指标。可溶性蛋白质含量测定采用色素结合法($\mu\text{g/gFW}$),以小牛血清蛋白(BAS)为标准蛋白^[4-5];丙二醛含量测定采用硫代巴比妥酸(TBA)法($\mu\text{mol/gFW}$)^[6];叶绿素含量测定采用丙酮提取法(mg/gFW)^[7];过氧化物酶活性测定采用愈创木酚法($\Delta A_{470} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \text{FW}$)^[8]。

1.4 数据分析

根据 3 次试验所得数据计算平均值和标准误差,用 Excel 2003 进行数据统计及分析。

2 结果与分析

2.1 不同贮藏条件下野生蕨菜不同部位蛋白质含量的变化

由表 1 可知,新鲜蕨菜顶芽、成熟叶和幼茎都含有丰富的蛋白质,100 g 蕨菜中蛋白质含量都超过 0.3 g,成熟茎蛋白质含量则明显下降,只有顶芽的 50%左右,顶芽和成熟叶片的蛋白质含量最高。说明蕨菜越鲜嫩,蛋白质的含量越高,而叶片的蛋白质含量又高于茎。另外,蕨菜采后在贮藏过程中,蛋白质含量不断下降,采后的新鲜野生蕨菜含量最高,室内放置 3 d 后的蛋白质含量最低,说明随着采后时间延长,蛋白质流失渐多。但在冰箱冷藏 3 d 后各部位平均下降了 4.57%,平均每天下降 1.52%,室内放置 3 d 后各部位平均下降了 12.99%,平均每天下降 4.33%,表明冰箱冷藏比室内放置更能保持蕨菜的蛋白质成分。

表 1 不同贮藏条件对野生蕨菜不同部位蛋白质含量的影响

Table 1 The effect of different storage conditions on the protein content of different parts in wild fern g/100g				
保存方式 Conserve way	蕨菜部位 Wild fern parts			
	顶芽 Terminal bud	幼茎 Caulicle	成熟叶 Mature leaf	成熟茎 Mature stems
新鲜野生蕨菜 Fresh wild fern	0.366	0.330	0.359	0.181
室内放置 3 d Place three days indoor	0.329	0.297	0.320	0.143
冰箱冷藏 3 d Refrigerator for three days	0.349	0.316	0.355	0.166

2.2 不同贮藏条件下野生蕨菜不同部位 POD 活性的变化

POD 是植物体内普遍存在的、活性较高并不断发生变化的一种酶,它与呼吸作用、光合作用及生长素的氧化等都有密切关系。由表 2 可知,蕨菜采后各部位的 POD 活性大小为:幼茎>顶芽>成熟茎>成熟叶,茎中的 POD 活性高于叶片,幼嫩部分的 POD 活性又高于成熟的茎叶。蕨菜采后在不同保存处理过程中,新鲜的野生蕨菜 POD 活性最强,随着贮藏时间的延长,POD 活性

表 2 不同贮藏条件下野生蕨菜不同部位过氧化物酶(POD)活性的变化

Table 2 The changes of POD activity of different parts in wild fern under different storage conditions $\Delta A_{470} \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$				
保存方式 Conserve way	蕨菜部位 Wild fern parts			
	顶芽 Terminal bud	幼茎 Caulicle	成熟叶 Mature leaf	成熟茎 Mature stems
新鲜野生蕨菜 Fresh wild fern	0.466	0.691	0.282	0.319
室内放置 3 d Place three days indoor	0.293	0.554	0.185	0.195
冰箱冷藏 3 d Refrigerator for three days	0.276	0.413	0.097	0.134

呈下降趋势,室内放置 3 d 后 POD 活性各部位平均下降了 32.56%,平均每天下降 10.85%,冰箱冷藏 3 d 后各部位平均下降了 51.15%,平均每天下降 17.05%,表明冰箱低温冷藏比室内放置更能保护蕨菜不受伤害。

2.3 不同贮藏条件下野生蕨菜不同部位 MDA 含量的变化

由表 3 可知,蕨菜在采摘后贮藏过程中,MDA 含量不断发生变化,叶片的 MDA 含量相对蕨菜茎稍高,随着采后保存时间的延长,各处理 MDA 含量均呈上升趋势,但上升的趋势存在明显差异,室内放置 3 d 后 MDA 含量各部位平均增加了 356%,平均每天增加 118.9%,而冰箱冷藏 3 d 后各部位平均增加了 130%,平均每天增加 43.2%,表明室内放置的逆境胁迫比冰箱冷藏对蕨菜的影响更大。

表 3 不同贮藏条件对野生蕨菜 MDA 含量的影响

Table 3 The effect of different storage conditions on content of MDA of different parts in wild fern $\mu mol/g$				
保存方式 Conserve way	蕨菜部位 Wild fern parts			
	顶芽 Terminal bud	幼茎 Caulicle	成熟叶 Mature leaf	成熟茎 Mature stems
新鲜野生蕨菜 Fresh wild fern	4.051	3.591	2.057	1.519
室内放置 3 d Place three days indoor	8.359	7.313	15.282	10.234
冰箱冷藏 3 d Refrigerator for three days	5.491	4.354	6.714	5.095

2.4 不同贮藏条件下野生蕨菜不同部位叶绿素含量的变化

叶绿素是绿叶菜类保鲜过程中的重要感官指标,如果保鲜方法不当,极易出现褐变、黑色斑点等症状,严重影响其感官及销售价值。由表 4 可知,新鲜野生蕨菜顶芽的叶绿素含量低于成熟叶片中叶绿素的含量,为成熟叶片的 60.6%,顶芽中叶绿素 a/b 为 2.11,成熟叶中叶绿素 a/b 只有 1.13。蕨菜在贮藏过程中,叶绿素含量呈

表 4 不同贮藏条件下野生蕨菜叶片的叶绿素含量变化

Table 4 The changes of chlorophyll content of leaves in wild fern under different storage conditions mg/g						
保存方式 Conserve way	顶芽 Terminal bud			成熟叶 Mature leaf		
	叶绿素 a Chlorophyll a	叶绿素 b Chlorophyll b	总叶绿素 Total chlorophyll	叶绿素 a Chlorophyll a	叶绿素 b Chlorophyll b	总叶绿素 Total chlorophyll
	a	b	chlorophyll	a	b	chlorophyll
新鲜野生蕨菜 Fresh wild fern	0.756	0.358	1.114	0.975	0.862	1.837
室内放置 3 d Place three days indoor	0.667	0.381	1.048	0.580	0.536	1.065
冰箱冷藏 3 d Refrigerator for three days	0.689	0.366	1.055	0.939	0.767	1.706

下降趋势,但各处理下降的趋势存在明显差异,冰箱冷藏3 d后顶芽和成熟叶片叶绿素含量平均下降6.21%,平均每天下降2.07%;而室内放置3 d后各部位叶绿素含量平均下降了23.97%,平均每天下降7.99%,表明冰箱冷藏比室内放置更能保持蕨菜叶绿素的含量。

3 讨论与结论

蛋白质是细胞中最重要的含氮生物大分子之一,承担着各种生物功能。蛋白质的定量分析是蛋白质构造分析的基础,也是农牧产品品质分析、食品营养价值比较、生化育种、临床诊断等的重要手段。姚玉霞等^[9]研究表明,新鲜蕨菜中粗蛋白的含量为1.8%。郝丽珍等^[10]研究认为,蕨菜的营养成分以孢子成熟期的地上部含量为最高。该试验研究中采用地上部可食用部位的蕨菜,处于生长旺盛期,呼吸强度大,含水率高。采摘后新鲜蕨菜中幼嫩部位的顶芽、幼茎和成熟叶都富含丰富的蛋白质,而随贮藏时间延长,蛋白质含量损失增大,说明采摘后营养物质会逐渐消耗,从而导致蕨菜品质变劣,降低经济和食用价值,与郭衍银等^[11]对蕨菜的相关研究相一致,主要体现了贮藏过程中蕨菜呼吸代谢对营养物质的消耗。在室内放置的蕨菜平均每天损失的蛋白质含量高于冰箱冷藏,可能是由于室内放置时水分散失较快,呼吸加快,而冰箱的低温抑制呼吸功能,从而能很好的保持其蛋白质成分。

POD是植物呼吸酶的一类,它能较好反映蕨菜孢子体不同器官随生育进程而发生的变化^[12],该研究结果也证明了这一点。蕨菜生长期茎、叶、顶芽各部位的POD活性都不一样,以较鲜嫩的幼茎和顶芽中POD活性最高,主要因为幼茎和顶芽均处于蕨菜生长的苗期至初展叶期,这一阶段的呼吸作用最为旺盛,不适宜贮藏,这与刘开华等^[13]的研究结果相一致。另外,逆境胁迫下,植物体内的保护酶如POD可以及时清除细胞内过量的氧自由基,降低其对细胞膜的伤害,从而起到重要的防御作用。该试验研究中当蕨菜采摘后贮藏,体内的POD活性会不断下降,表明当蕨菜遭受到逆境胁迫(采收后贮藏也可视为逆境的一种)时,体内的氧化代谢就会失调,活性氧产生加快,而清除系统的功能降低,致使 O_2^- 和 H_2O_2 等活性氧在体内积累,蕨菜组织结构和功能受到损伤^[14]。而冰箱低温的冷藏能延缓蕨菜组织结构受损,所以冰箱冷藏的蕨菜POD活性比室内放置的蕨菜POD活性变化慢。

MDA是组织或器官膜脂质发生过氧化反应而产生的,是膜脂过氧化终产物,表示细胞膜脂过氧化程度和植物的衰老状态。该试验中,叶片体内的MDA含量相对蕨菜茎稍高,说明采摘后蕨菜叶片比茎的组织结构更易受损,而室内放置3 d后不管是蕨菜顶芽、幼茎还是成熟叶、

成熟茎,MDA含量都远远超过新鲜及冰箱冷藏3 d的蕨菜MDA含量。原因可能是因为冰箱冷藏时,保鲜塑料膜加上冰箱这个相对封闭的环境, $V(CO_2)/V(O_2)$ 的比例逐渐升高,呼吸受抑制,因此MDA积累的速度较慢。

叶绿素含量高低是衡量植物光合作用强弱的一个指标。郝丽珍等^[15]研究表明,蕨菜在初展叶期,只有1对嫩叶充分展开时,光合面积小,叶绿素含量低,干物质积累就少;全展叶期蕨菜生长达到了旺盛的时期,其干物质积累是初展叶期的7.56倍,叶绿素含量会达到最高。该试验结果中蕨菜顶芽叶片尚属于初展叶期,所以叶绿素含量低于成熟的叶片,其试验结果与之相同。杨学荣^[16]认为,阳地植物的叶绿素a/b在3左右,林荫下植物a/b为2.3左右。该试验采用的野生蕨菜的生长环境为浅山坡,森林郁闭度很高,所以叶绿素a/b比值稍低。研究结果还表明,蕨菜采摘后叶绿素含量会有所降低,但室内放置3 d与冰箱冷藏3 d后的叶绿素含量变化相差不大,原因可能是室内放置虽然是暴露于光下,但蕨菜采后已不能进行光合作用,而冰箱冷藏处于低温黑暗条件,随着干旱及低温的胁迫,叶绿素含量会发生一定的变化。

参考文献

- [1] 马博,苏仕林,李荣峰.蕨菜化学成分及其生物活性研究进展[J].食品工业科技,2011,32(3):413-416.
- [2] 李荣峰,苏仕林,马博.野生蕨菜的采后生理变化及保鲜技术研究[J].百色学院学报,2010,23(6):90-93.
- [3] 刘开华,邢淑婕.速冻对蕨菜品质的影响及酶活性变化的试验研究[J].食品科技,2004(11):33-36.
- [4] 陈毓荃.生物化学研究技术[M].北京:中国农业出版社,1995:86-87.
- [5] 孔繁翔,陈颖,章敏.镍、锌、铝对羊角月牙藻生长及酶活性的影响研究[J].环境科学学报,1997,17(2):193-198.
- [6] 中国科学院上海植物生理研究所,上海市植物生理学会.现代植物生理学实验指南[M].北京:科学技术出版社,1999.
- [7] 张志良.植物生理学实验指导[M].北京:北京农业大学出版社,1990:34-35.
- [8] Amako K, Chen G X, Asade K. Separate assays specific for ascorbate peroxidase and guaiacol peroxidase and for the chloroplastic and cytosolic isozymes of ascorbate peroxidase in plants[J]. Plant Cell Physiol, 1994, 35:497-504.
- [9] 姚玉霞,蔡建培,李泽鸿,等.四种山野菜营养成分分析[J].营养学报,2003,25(4):441-442.
- [10] 郝丽珍,邵世勤,王萍,等.蕨菜的营养成分及其利用研究[C].哈尔滨:中国园艺学会第四届青年学术讨论会论文集,2000:440-444.
- [11] 郭衍银,王相友,章耀.蕨菜的气调保鲜应用研究[J].农业机械学报,2010,41(1):117.
- [12] 郝丽珍,王萍,刘杰才,等.蕨菜不同器官在不同生育时期的过氧化物酶和酯酶同工酶分析[J].内蒙古农业大学学报,2000,21(3):30-34.
- [13] 刘开华,余荣珍.信阳蕨菜过氧化物酶活性及其影响因素的研究[J].食品研究与开发,2005,26(2):65-67.
- [14] 李合生.现代植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2002:409-420.
- [15] 郝丽珍,王萍,田志来,等.蕨菜叶绿素含量及呼吸酶活性的变化规律研究[J].内蒙古农业大学学报,2000,21(2):45-48.
- [16] 杨学荣.植物生理学[M].北京:人民教育出版社,1981:85-86.

外源硒对盐胁迫下加工番茄幼苗叶片 抗氧化系统的调控效应

马 龙¹, 喻晓强², 樊新民¹, 王建伟¹, 刘慧英¹

(1. 石河子大学 农学院, 新疆 石河子 832000; 2. 江西农业大学 科技处, 江西 南昌 330045)

摘 要:以耐盐性不同的 2 个加工番茄品种(‘双丰 87-5’和‘佳禾 9 号’)为试材,研究了外源硒(Na_2SeO_3 0.05 mmol/L)对 NaCl(100 mmol/L)胁迫下加工番茄叶片中活性氧清除系统的影响。结果表明:加硒显著降低了盐胁迫下加工番茄叶片的 H_2O_2 和丙二醛(MDA)含量,提高了加工番茄叶片中谷胱甘肽(GSH)和抗坏血酸(AsA)含量,降低了过氧化氢酶(CAT)活性,提高了超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、抗坏血酸过氧化物酶(APX)、谷胱甘肽还原酶(GR)活性,说明硒能增强盐胁迫下加工番茄活性氧清除能力,降低膜脂过氧化作用,减少盐胁迫对植株的伤害。耐盐性强的加工番茄品种‘佳禾 9 号’具有强的活性氧清除能力,有效缓解了盐胁迫对加工番茄幼苗的毒害作用。

关键词:硒;加工番茄;盐胁迫;抗氧化系统

中图分类号:S 641.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)03-0004-05

新疆是我国加工番茄主产区,总产量占全国加工番茄制品产量的 90%以上。但新疆丰富的含盐母质、特殊

的气候条件和地理格局导致新疆加工番茄现有耕地土壤的盐碱含量过高,土壤盐渍化日益严重,已成为新疆当前发展绿色产业的主要障碍。如何减轻盐胁迫环境对加工番茄的不良影响和提高番茄的抗逆性是当前新疆红色番茄产业的核心问题之一。盐胁迫下,植物膜脂过氧化作用加强,自由基积累,活性氧产生与清除之间的动态平衡被破坏,能够启动膜脂过氧化和膜脂脱脂作用,质膜透性加大,造成膜蛋白和膜脂损伤,从而破坏膜结构。因此,植物耐盐性的提高应包括盐胁迫期间对维持细胞膜系统完整性起重要作用的活性氧清除能力的

第一作者简介:马龙(1987-),男,新疆伊宁人,硕士,现主要从事设施园艺与无土栽培等研究工作。E-mail:414441064@qq.com.

责任作者:刘慧英(1970-),女,新疆伊宁人,博士,教授,现主要从事蔬菜生理生化与设施园艺等研究工作。E-mail:liuhy_bce@shzu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31160391)。

收稿日期:2012-10-24

Research on Physiological Property Variation on Wild Fern Under Different Storage Conditions

LI Rong-feng, MA Bo, GONG Xiu-cui

(Department of Chemistry and Life Science, Baise College, Baise, Guangxi 533000)

Abstract: Taking wild bracken as experimental material, freshly picked fresh samples as CK, two treatments that indoor place for 3 days and the refrigerator for 3 days were conducted, protein content, chlorophyll content, MDA content and activities of peroxidase(POD) in terminal bud, young leaves, mature leaves and stems of wild bracken were measured, in order to reveal physiological characteristics of wild bracken postharvest. The results showed that the various parts of the fresh wild bracken were rich in protein and chlorophyll content. With the extension of storage time after picking, the decline in protein and chlorophyll content, POD activity decreased, and MDA content continued to rise. Compared to indoor natural depot, placed in the refrigerator could make fern maintain higher protein and chlorophyll content, but had low POD activity and MDA content. The results suggested that the refrigerator could better keep various nutrients of the bracken than indoor placed.

Key words: wild fern; physiological characteristics; storage