

贮藏温度和包装方式对菊花脑贮藏期间生理特性的影响

赵永敢¹, 邢后银², 章泳³, 李延清¹, 郁志芳^{1,*}

(1. 南京农业大学食品科技学院, 江苏 南京 210095

2. 南京市蔬菜研究所, 江苏 南京 210095 3. 南京农业技术推广站, 江苏 南京 210095)

摘要: 研究了常温、10±1℃和0±1℃三种贮藏温度及相应温度下敞口和挽口两种包装方式对菊花脑贮藏期间生理特性的影响。结果表明, 0℃贮藏可有效抑制菊花脑的呼吸强度、超氧阴离子和丙二醛的生成速率及电导率的上升速度, 同时降低了多酚氧化酶和过氧化物酶的活性, 延长了菊花脑的贮藏寿命; 结果同时显示10℃和0℃下挽口包装菊花脑贮藏保鲜效果优于敞口包装, 而在常温下效果则相反。

关键词: 菊花脑; 包装方式; 贮藏温度

Effects of Storage Temperature and Packaging Model on Physiological Changes of
Chrysanthemum nankingense during Storage

ZHAO Yong-gan¹, XING Hou-yin², ZHANG Yong³, LI Yan-qing¹, YU Zhi-fang^{1,*}

(1. College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China

2. Nanjing Vegetable Institute, Nanjing 210095, China

3. Nanjing Agriculture Technology Extendable Station, Nanjing 210095, China)

Abstract The effects of storage temperature (room temperature, 10±1℃ and 0±1℃) and packaging mode on physiological changes of *Chrysanthemum nankingense* were investigated. The results showed that the respiratory rate, O_2 and MDA (malondialdehyde) contents, rate of relative electric conduction, and activities of PPO (polyphenol oxidase) and POD (peroxidase) of *Chrysanthemum nankingense* are all lowered at 0℃. The results also showed that loose-sealing packaging is better than open packaging for the control of physiological changes of *Chrysanthemum nankingense* at temperature of 10℃ and 0℃, but it is contrary at room temperature.

Key words *Chrysanthemum nankingense*; packaging mode; storage temperature

中图分类号: TS205.7; TS206.6

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)07-0497-04

菊花脑(*Chrysanthemum nankingense* H. M.)又名菊花叶、路边黄、黄菊仔等, 原产中国, 是菊科草本野菊花的近缘植物, 野菊(*Chrysanthemum indicum* L)的一个变种^[1]。菊花脑抗逆性强, 很少发生病虫害, 每年2~10月上市, 江苏省南京地区栽培较多, 已成为这一地区的传统特产蔬菜。近年来长江流域及以北地区已有一定种植面积。菊花脑食用部位主要是嫩茎和叶, 具有浓郁的菊香味, 炒食、做汤清香爽口。菊花脑营养丰富, 每100g可食部分含蛋白质3g, 脂肪0.5g, 碳水化合物6g, 粗纤维3.4g, 钠39mg, 钾699mg, 钙178mg, 镁63mg, 磷41mg, 铜520mg, 铁3.8g, 锰

588mg, 锌1.1g等^[2]; 此外, 菊花脑还含有多种氨基酸、VB₁、菊苷、黄酮苷、胆碱和挥发油。菊花脑有清凉、明目, 调中开胃, 也有解毒、降血压之功效^[3], 对抑制病原微生物、细菌和病毒及皮肤真菌生长均起作用; 其中的黄酮类化合物具有多方面的药用疗效, 能维持毛细血管的正常功能, 预防病菌感染, 抑制肿瘤, 清除自由基, 并对高血压、高血脂症等心血管系统疾病有较好的防治作用^[4-5]。

采后的菊花脑因新陈代谢活跃和叶片气孔众多, 气体交换和水分蒸散迅速, 会很快褪绿黄化, 失水萎蔫, 导致品质下降, 甚至腐烂, 因而菊花脑保鲜是生产实

收稿日期: 2006-04-30

*通讯作者

基金项目: 江苏省攻关项目(BE2003347); 南京市科技项目(2003ZB0104)

作者简介: 赵永敢(1980-), 男, 硕士研究生, 研究方向为农产品贮藏加工。

践中急需解决的问题。目前有关菊花脑保鲜的研究报道甚少,本实验着重研究不同温度和包装方式对菊花脑采后生理特性的影响,以期探索延长菊花脑寿命的方法和条件。

1 材料与方法

1.1 材料与处理方法

供试菊花脑为南京当地秋季生产,凌晨采收后立即运回实验室挑选。菊花脑个体大小基本一致、无机械损伤、无黄花叶片。挑选整理后的菊花脑经自然通风预冷去除田间热和组织表面的明水后,以HDPE食用级保鲜塑料袋(25cm×38cm×0.01cm,苏州市新城牌)分装。包装后的样品分成两大组分别进行挽口(袋口轻绕数次,但不扎口)和敞口处理。然后再分为三组,分别置 $0\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、 $10\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 和常温下(18~25 $^{\circ}\text{C}$)贮藏。每5d测定各生理指标。

每处理重复三次。

1.2 测定指标和方法

1.2.1 呼吸强度测定

采用静置法^[6]。

1.2.2 丙二醛(MDA)测定

采用硫代巴比妥酸(TBA)法^[7]。

1.2.3 超氧阴离子含量测定

采用羟胺氧化法^[8]。

1.2.4 过氧化物酶(POD)活性测定

采用愈创木酚比色法^[9],以每分钟 OD_{460} 变化0.01为一个POD活力单位。

1.2.5 多酚氧化酶(PPO)活性测定

采用消光值法^[10],以每分钟 OD_{410} 变化0.01为一个PPO活力单位。

1.2.6 相对电导率

取10片完整的菊花脑叶片,在每片叶片的中部,用打孔器打孔,共取10片小圆片,用去离子水冲洗三次,放入盛有20ml去离子水的三角瓶中静置1h,用DDS-21型电导率仪测定渗出液的电导率 L_0 ,加热煮沸5min,冷却后再测定渗出液的电导率 L_1 ,以 $L_0/L_1 \times 100\%$ 表示相对电导率。

1.3 数据处理

三次测定的数据取平均数,并计算标准差。用SAS8.0进行相关性分析及显著性的分析。

2 结果与分析

2.1 呼吸强度

呼吸强度是果蔬采后生理的重要指标,呼吸强度的

大小直接关系到新鲜果蔬采后贮藏的难易程度和时间。由图1可知,菊花脑贮藏的前5d,各处理的呼吸强度均有不同程度的增加,但贮藏温度愈低,呼吸强度愈小;贮藏5d后,菊花脑的呼吸强度呈现明显的 10°C 下高于 0°C 的现象(常温下菊花脑贮藏7d时已经完全失去商品价值,不再测定相关指标),表明低温可明显抑制菊花脑的呼吸作用。从图1还可以发现,相同贮藏温度下不同包装方式对菊花脑呼吸强度也有影响,挽口包装的菊花脑呼吸强度低于敞口包装,表明挽口包装在一定程度上可降低菊花脑的呼吸作用,原因可能在于挽口包装能造成一个相对密闭的环境,达到自发气调的效果。图1结果说明,低温与挽口包装相结合,更有利于降低菊花脑的呼吸强度,减少营养物质的消耗,延缓菊花脑衰老的进程,延长贮藏期。

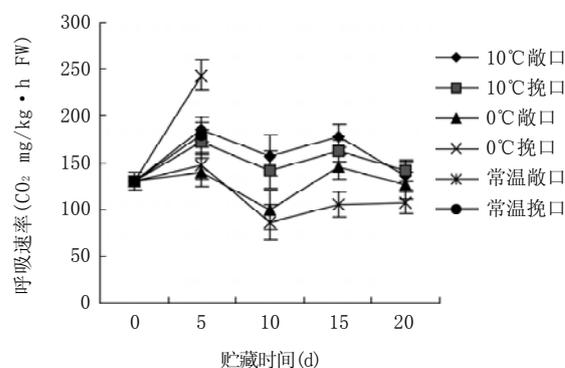


图1 温度和包装方式对菊花脑呼吸强度的影响
Fig.1 Effects of storage temperature and packaging mode on respiratory rate of *Chrysanthemum nankingense*

2.2 超氧阴离子

活性氧是超氧阴离子的单电子还原物,它是生物体内最初产生的活性氧,过多的活性氧会转化为大量的氧自由基,破坏果蔬组织结构,加快果蔬机体的衰老进程。图2显示,常温下挽口贮藏的菊花脑,第5d超氧

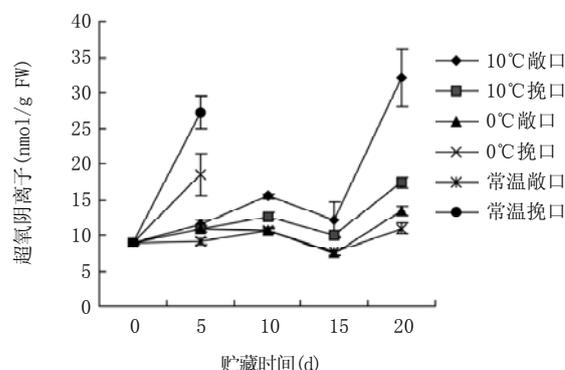


图2 温度和包装方式对菊花脑超氧阴离子(O₂^{·-})含量的影响
Fig.2 Effects of storage temperature and packaging mode on O₂^{·-} contents of *Chrysanthemum nankingense*

离子产生量就迅速增加到 27.154nmol/mg FW, 为初始值的 3.06 倍, 且高于挽口贮藏菊花脑产生的超氧离子量。贮藏于 10℃ 和 0℃ 下的菊花脑, 超氧离子前 15d 增加均不明显, 但在随后 5d 中迅速增多, 尤其是 10℃ 下敞口包装的菊花脑超氧离子产生量增加到 32.207nmol/g FW, 为初始值的 3.63 倍, 远大于此的其它处理的超氧阴离子测定值。图 2 的结果还显示, 菊花脑贮藏于 10℃ 和 0℃ 下时, 两种包装方式中挽口比敞口更能抑制超氧离子的产生, 且在 10℃ 下差异更明显。比较超氧离子在常温和低温下产生的速率可见包装方式对其有影响, 这可能与常温下菊花脑水分损失多, 组织处于水分胁迫, 和其他生理变化有关系。

2.3 相对电导率

电导率可用作指示细胞膜透性和组织衰老的指标。图 3 显示, 菊花脑常温贮藏 5d 后, 挽口和敞口包装的电导率分别增加了 67.3% 和 37.8%, 这与常温下超氧离子的变化一致, 而与低温下敞口包装电导率大的结果相反。菊花脑 10℃ 下贮藏 20d 后敞口和挽口包装的电导率分别增加了 88.5% 和 67.9%, 0℃ 下贮藏 20d 后敞口和挽口包装的电导率分别增加了 44.2% 和 33.9%, 说明温度越高, 电导率变化越大, 证实了低温可以减缓电导率的上升速度。菊花脑贮藏期间随着时间的延长, 相对电导率逐渐上升, 表明菊花脑细胞膜系统受到破坏, 衰老加重。图 3 同时显示, 相同贮藏温度下, 不同的包装方式对电导率的变化也有影响, 挽口包装有利于抑制电导率的上升。

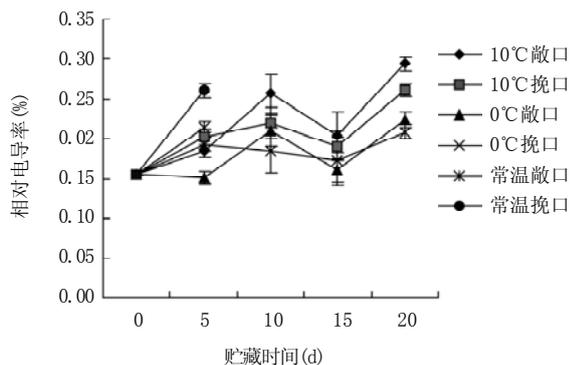


图3 温度和包装方式对菊花脑相对电导率的影响

Fig.3 Effects of storage temperature and packaging mode on rate of relative electric conduction of *Chrysanthemum nankingense*

2.4 丙二醛(MDA)

丙二醛(MDA)是膜脂氧化的产物, 它对植物的细胞膜和酶有严重损伤作用, 常导致膜结构及生理完整性的破坏^[11]。因此, MDA 的积累将加速植物细胞和组织的衰老, 其可用作衰老指标^[12]。由图 4 可见, 贮藏在不同温度下的菊花脑, 丙二醛含量不同, 呈现温度愈

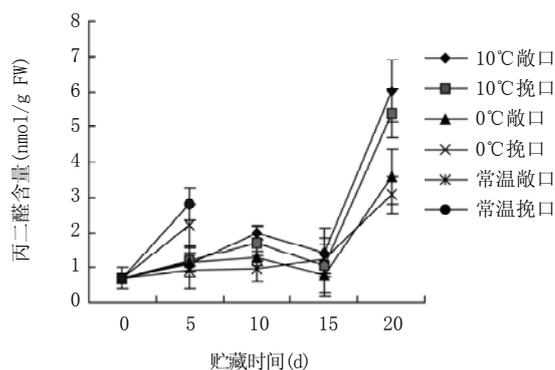


图4 温度和包装方式对菊花脑丙二醛含量的影响

Fig.4 Effects of storage temperature and packaging mode on MDA contents of *Chrysanthemum nankingense*

高含量愈多的趋势, 如贮藏 5d 时, 常温、10℃ 和 0℃ 下菊花脑中丙二醛含量分别是 2.788、1.176 和 0.906nmol/g。菊花脑随贮藏时间的延长, 丙二醛含量整体呈上升趋势, 且在前 15d 增加相对较少, 随后明显增多; 另外, 菊花脑中丙二醛含量的增加与温度关系密切, 10℃ 下增加的量明显高于 0℃。图 4 显示还显示, 菊花脑的装方式对丙二醛含量也有影响, 低温下挽口包装对减少丙二醛的生成有一定作用, 而常温则反之。这些结果表明低温可有效抑制丙二醛的产生, 减轻细胞膜脂过氧化程度, 进而延缓菊花脑的衰老, 挽口包装有辅助作用。用 SAS8.0 统计软件分别对电导率和丙二醛含量与超氧阴离子含量进行相关性分析, 获得菊花脑电导率、丙二醛含量与超氧阴离子含量有显著的正相关性 ($r=0.84590$ 、 $r=0.79001$), 表明菊花脑贮藏期间超氧阴离子的增加是导致菊花脑膜脂过氧化(形成丙二醛)、膜透性增加(电导率上升)的重要原因。

2.5 过氧化物酶(POD)

菊花脑贮藏期间过氧化物酶的测定结果见图 5。贮藏期间菊花脑过氧化物酶的活性整体呈上升趋势, 且与温度关系密切, 与包装方式对其也有作用。常温下贮

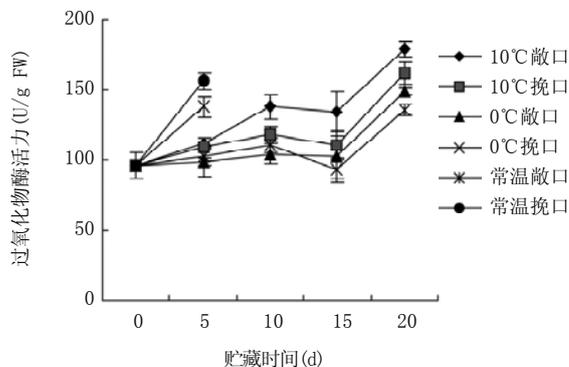


图5 温度和包装方式对菊花脑过氧化物酶活性的影响

Fig.5 Effects of storage temperature and packaging mode on POD activity of *Chrysanthemum nankingense*

藏的菊花脑过氧化物酶增加最快,第5d时挽口和敞口分别增加了60.3和41.6个活力单位,增幅明显高于10℃和0℃下菊花脑的过氧化物酶活力。菊花脑贮藏20d时,10℃下敞口和挽口包装的过氧化物酶活力分别增加了83.2和65.6个活力单位,而0℃下仅分别增加了52.8和39.6个活力单位。POD是植物体内清除过氧化物、降低活性氧伤害的一种关键酶^[13]。POD活性高,清除过氧化物能力就越强,对植物的保护作用就越大。过氧化物酶活力的增加可能是由于组织内的活性氧含量的增多诱导作用,促进POD防御机制被启动。菊花脑过氧化物酶活性与超氧阴离子含量变化显著的正相关($r=0.86943$)证明了这一点。

2.6 多酚氧化酶(PPO)

菊花脑贮藏期间多酚氧化酶的测定结果见图6。在所有贮藏温度下外,菊花脑贮藏期间多酚氧化酶活性前5d各处理都有所下降,然后上升至第10d达到贮藏期间最高峰,随后又下降。比较0℃和10℃下多酚氧化酶活性两者正相关;另外,需要注意的是不同包装方式多酚氧化酶影响不明显。这些结果与温度和包装方式对超氧阴离子、相对电导率、丙二醛和过氧化物酶活性影响的结果不一致,有关的原因有待研究。

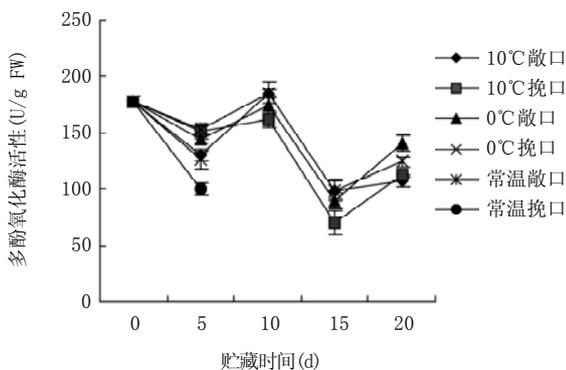


图6 温度和包装方式对菊花脑多酚氧化酶活性的影响

Fig.6 Effects of storage temperature and packaging mode on PPO activity of *Chrysanthemum nankingense*

3 结论

菊花脑贮藏在不同温度和包装条件下,其呼吸作

用、超氧阴离子($O_2^{\cdot-}$)、丙二醛(MDA)、电导率、电导率、过氧化物酶和多酚氧化酶均有不同程度的差异。表现为:0℃贮藏温度对于抑制呼吸、延缓超氧阴离子($O_2^{\cdot-}$)和丙二醛(MDA)产生、推迟电导率和酶活性的增强最为有效,且随着贮藏时间的延长效应愈明显,结合菊花脑贮藏期间没有发现冷害和冻害的发生,因而认为菊花脑贮藏采用0℃的温度是合适的。另外,菊花脑贮藏中结合挽口包装能提高低温的效果,有利于延缓菊花脑的衰老,延长贮藏期。

参考文献:

- [1] 江苏省植物研究所. 江苏植物志:下册[M]. 南京:江苏科技出版社, 1982: 257.
- [2] 毕兆东, 孙淑萍. 菊花脑无公害生产技术及其开发利用[J]. 北方园艺, 2004, 3(5): 24-25.
- [3] 汤庚国, 李湘萍. 江苏野菜资源的利用与开发[J]. 植物资源与环境, 1995, 4(3): 351.
- [4] 王放, 王显伦. 食品营养保健原理及技术[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1997: 397.
- [5] 于守洋, 王雅凌, 余永龙. 营养科学与保健食品[M]. 哈尔滨:黑龙江人民出版社, 1996: 282-283.
- [6] 陈建峰, 王小峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2002: 60.
- [7] 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, 2001: 260-261.
- [8] 陆巍, 许晓明, 张荣铎, 等. 冰醋酸对于测定植物材料中超氧阴离子含量的灵敏度的影响[J]. 南京师范大学学报, 2004, 27(1): 82-84.
- [9] 徐朗莱, 叶茂炳. 过氧化物酶活力连续记录测定法[J]. 南京农业大学学报, 1989, 12(3): 80-83.
- [10] PIZZOCARO F, et al. Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride[J]. Food Proc and Proc, 1993, 17: 21-30.
- [11] HALLINELL B. Chloroplast metabolism, the structure and function of chloroplasts in green leaf cells[M]. Oxford: Charendom Press, 1981: 186.
- [12] 张国平, Stanleym. 几种化学物质对小麦叶片衰老的延缓作用[J]. 浙江农业学报, 1994, 6(2): 94-97.
- [13] 李向东, 王晓云, 张高英, 等. 生长调节物质对花生叶片衰老调控的初步探究[J]. 中国油料作物学报, 1998, 20(4): 52-55.
- [14] LOPEZ-GALVEZ G, SALTEIT M, CANTWELL M. Would-induced phenylalanine ammonia lyase activity: factors affecting its induction and correlation with the quality of fresh-cut lettuces[J]. Postharvest Biol Technol, 1996(9): 223-233.
- [15] 鞠志国, 朱广廉. 莱阳在梨果实褐变与多酚氧化酶及酚类完整区域化分布的关系[J]. 植物生理学通讯, 1988, 14(4): 356-361.

中 文 核 心 期 刊