

斑鸠菜臭氧湿冷保鲜研究

郑毅^{1,2}, 伍斌¹, 邓建梅^{1,2}, 黄双华²

(1. 攀枝花学院 生物与化学工程学院 四川 攀枝花 617000; 2. 攀枝花市干热河谷特色生物资源工程技术中心, 四川 攀枝花 617000)

摘要:为研究臭氧湿冷技术对斑鸠菜保鲜的效果及最佳条件,建立斑鸠菜商品蔬菜的品质评价标准。通过单因素及正交实验,研究了臭氧水浓度、臭氧水处理时间、冷藏温湿度、换气时间对斑鸠菜保鲜品质的影响。结果表明:臭氧湿冷技术能够实现斑鸠菜的中短期保鲜,臭氧水浓度为 $(6\pm0.3)\text{mg/L}$,处理时间为12 min,冷藏温度为 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度90%,换气时间为3 d,为斑鸠菜最佳保鲜条件。在此条件下,保存24 d斑鸠菜仍具商品价值。

关键词:斑鸠菜;臭氧;保鲜;正交实验

中图分类号:TS 255.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)14-0148-04

斑鸠菜学名海州常山(*Clerodendron trichotomum* Thunb.), 马鞭草科大青属植物^[1], 又名臭梧桐。四川、云南交界处1 000 m以上山区有成片野生, 每年2~6月采摘其所发的嫩叶, 是攀西地区和云南楚雄一带人民喜食的一种木本野菜^[2]。斑鸠菜无毒, 味苦性寒, 有消食理气、清热利尿、止痢截疟、祛风湿、降血压的功能, 其风味独特, 是无污染的绿色食品, 近年来随着人们回归健康绿色自然的饮食理念的强化, 深受广大消费者青睐。目前云南楚雄、四川攀枝花都有发展上千公顷斑鸠菜的规划, 斑鸠菜鲜食最佳, 但大规模发展斑鸠菜蔬菜产业, 必然有采摘、储存、包装、运输、销售的过程, 斑鸠菜嫩叶采摘之后由于其含水量高, 生命力旺盛, 呼吸作用强, 会出现脱水、褐变、腐烂、营养成分流失等现象, 无法作为商品蔬菜销售, 普通保鲜一般只有2~3 d。因此, 斑鸠菜保鲜是其产业发展的关键。臭氧近几年在果蔬贮藏保鲜中得到了广泛的研究, 臭氧可杀菌抑酶, 快速氧化分解果蔬呼吸排出的乙烯气体, 降低果蔬新陈代谢, 减慢生理老化过程, 延长果蔬贮藏保鲜期^[3], 应用起来简便灵活, 并且无任何残留, 可有效保持蔬菜的绿色品质。该试验采用臭氧结合湿冷技术研究了对斑鸠菜保鲜的效果。

1 材料与方法

1.1 试验材料

斑鸠菜采摘自攀枝花市干热河谷特色生物资源工程技术中心示范种植基地内, 为新鲜、无病虫害、成熟

度、大小基本一致的嫩梢嫩叶。

试剂: 碘化钾、 H_2SO_4 溶液、硫代硫酸钠、可溶性淀粉、营养琼脂、NaCl、2, 6-二氯靛酚、草酸、抗坏血酸、磷酸氢钾、磷酸二氢钾均为分析纯; 实验用水为蒸馏水。

试验仪器: JT-XB-5 型臭氧发生器(济南景天环境科技有限公司); PYX-150H-B 型恒温恒湿培养箱(韶关市科力实验仪器有限公司); 268WBCS 型冰箱(海尔电器); KYQL-450 型立式自动电热压力蒸汽灭菌器(淄博康元卫生器材有限公司); YQ-3 型高速组织捣碎机(江阴市保利科研器械有限公司); FA2104S 电子分析天平(上海恒平科学仪器有限公司); SW-CJ-1 CU 超净工作台(苏州净化设备有限公司); 722 型分光光度计(上海普华科技仪器有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 保鲜程序及方法 新鲜斑鸠菜嫩叶于清晨或傍晚采摘, 采摘后2 h内用自来水清洗干净, 晾干水分。利用臭氧发生器制备臭氧水, 使用臭氧水处理斑鸠菜一段时间, 捞出晾干水分, 盛放于试验用的保鲜盒内, 置于恒温恒湿保鲜箱内保藏, 每隔一段时间取出保鲜盒换气, 每天定时检查保鲜效果。

1.2.2 保鲜效果的评价标准 要评判保鲜效果的好坏, 必须建立斑鸠菜保鲜品质的评价体系, 根据文献资料^[4-5]及研究经验, 其评价体系分为感官综合评价和营养卫生指标分析2个方面, 感官评价在先, 营养卫生评价在后。感官综合评价标准及方法: 以新鲜材料、品质完好为10分; 以采摘一段时间后, 少量脱水或顶芽轻微褐变, 叶柄、梢基轻微黯淡、品质基本未破坏为8分; 嫩叶有10%褐变、有2%叶开始腐烂、品质变差、但仍可清理后食用为6分, 此为其商品界限。嫩叶褐变超过20%、腐烂现象达到5%、已无保藏价值、不便食用、无商品价值为4分; 褐变率超过50%, 腐烂率超过10%为2分; 褐变率达到90%以上, 腐烂率超过20%

第一作者简介: 郑毅(1978-), 男, 四川德阳人, 硕士, 讲师, 研究方向为应用微生物及生物资源开发。E-mail: armmu@163.com.

基金项目: 攀枝花市应用技术与开发资金资助项目(2009TX-3(5))。

收稿日期: 2011-04-11

为0分。营养卫生评价标准及方法: 维生素C含量: 通过2,6-二氯酚酚滴定法^[9]测定, 维生素C含量下降到新鲜材料中维生素C含量50%, 表明蔬菜营养流失严重, 失去商品价值。菌落总数: 通过平板计数法^[17]测定, 菌落总数超过7 logCFU/g, 表明微生物超标, 不符合商品蔬菜卫生要求。

1.2.3 温湿度对斑鸠菜保鲜的影响研究 低温冷藏是蔬菜保鲜的一项基本措施, 低温不仅能够有效地抑制果蔬呼吸作用, 还能降低乙烯的生成量和释放量, 抑制过氧化物酶的活性, 维持超氧化物歧化酶(SOD)活性, 同时可以抑制致病菌的生长繁殖, 避免褐变腐烂, 有利于保鲜。温度之外, 湿度对蔬菜保鲜也至关重要, 当地2~5月正是典型的干热河谷气候, 空气相对湿度较低, 白天一般在20%~30%, 夜间一般在50%~60%, 研究时取平均值40%。为研究温度与湿度对斑鸠菜保鲜的影响, 设计4组试验, 并设3次重复。组1: 对照组(常温20℃、常湿40%); 组2: 低温4℃、常湿40%; 组3: 常温20℃、高湿90%; 组4: 低温4℃、高湿90%。

1.2.4 换气时间对斑鸠菜保鲜的影响研究 试验采用的保鲜盒、恒温恒湿箱均为密闭空间, 蔬菜储藏过程中会排出有害气体, 只有及时排除, 并通入新鲜空气, 才能有效的降低所贮藏果蔬的呼吸速率, 达到延长保鲜的目的。故研究在低温高湿(4℃、90%相对湿度)保藏条件下, 设计4组试验, 并设3次重复。组1: 对照组(不换气); 组2: 1 d换气1次; 组3: 3 d换气1次; 组4: 4 d换气1次。

1.2.5 臭氧水对斑鸠菜保鲜的影响研究 果蔬贮藏保鲜中的霉菌是常见的有害微生物, 只采用低温措施保藏, 霉菌在0℃左右仍能生存繁殖, 具有较强的耐受力 and 抵抗力, 成为引起果蔬腐烂变质的主要原因。臭氧是良好的杀菌剂, 能杀灭或有效抑制包括霉菌在内的微生物生长^[8], 同时可快速氧化分解果蔬呼吸排出的乙烯气体, 降低果蔬新陈代谢, 减慢生理老化过程, 延长果蔬贮藏保鲜期。故研究在低温高湿(4℃、90%相对湿度)条件下, 结合臭氧技术开展对斑鸠菜的保鲜研究, 设计8组试验, 设3次重复。组1: 对照组1(不处理); 组2: 对照组(采用自来水处理); 组3: 处理浓度(2±0.3)mg/L, 处理时间为5 min; 组4: 处理浓度为(2±0.3)mg/L, 处理时间10 min; 组5: 处理浓度为(5±0.3)mg/L, 时间5 min; 组6: 处理浓度(5±0.3)mg/L, 处理时间10 min; 组7: 处理浓度(8±0.3)mg/L, 处理时间5 min; 组8: 处理浓度(8±0.3)mg/L, 处理时间10 min。臭氧水采用臭氧发生器制备, 通过开关调节和通入时间长短调节获得所需的臭氧水浓度, 臭氧水浓度通过碘量法^[9]测定, 考虑到制备过程中臭氧水浓度不恒定, 故设定了±0.3 mg/L的偏差。

1.2.6 臭氧结合湿冷对斑鸠菜保鲜条件优化研究 在考察单因子实验的基础上, 设计正交实验, 确定最佳保鲜条件。

2 结果与分析

2.1 不同温湿度对斑鸠菜保鲜的影响

由图1可知, 低温、高湿能延长斑鸠菜的保鲜时间。在常温常湿(温度20℃、相对湿度40%)条件下, 具有商品价值的斑鸠菜只能保鲜2 d; 常温下提高湿度到90%, 可保藏4 d; 在低温(4℃)条件下, 湿度过低, 蔬菜仍然会较快失水导致嫩梢干枯, 保鲜时间为6 d; 提高湿度到90%, 可大幅增加斑鸠菜的保鲜时间, 达到11 d。斑鸠菜作为普通鲜菜销售, 低温高湿是最简单的保鲜方法, 使用食品保鲜袋包装后置于冰箱冷藏, 即可达到短期保鲜的目的。

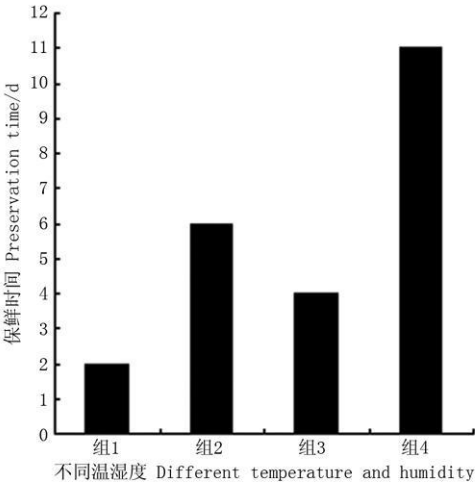


图1 不同温湿度条件下斑鸠菜的保鲜时间
Fig. 1 Effects of temperature and humidity on *C. trichotomum* Thunb. leaves preservation

2.2 换气对斑鸠菜保鲜的影响

由图2可知, 通过换气可延长斑鸠菜的保鲜时间。在温度4℃、相对湿度90%条件下, 1 d换气1次可使保鲜时间延长到14 d, 3 d换气1次同样可使保鲜时间延长到14 d, 5 d换气1次保鲜时间可延长到13 d。1 d换气1次与3 d换气1次效果相近, 考虑到1 d换气1次过于频繁, 使保鲜材料与空气中的微生物接触机会增加, 容易导致菌落总数超标, 故选择3 d换气1次效果最佳。

2.3 臭氧对斑鸠菜保鲜的影响

由图3可知, 臭氧水处理能延长斑鸠菜的保鲜时间。在对照组中, 不处理保藏时间为11 d, 用自来水处理保藏时间延长1 d, 原因是自来水中含有次氯酸残留, 其为强氧化剂, 有一定保鲜效果。该研究使用了低、中、高3个臭氧浓度, 研究发现, 都能延长斑鸠菜的保鲜时间, 低浓度延长的时间不明显; 高浓度会破坏斑鸠菜嫩叶的组织细胞, 反而腐烂指数会出现上升的趋势, 同时检测营养指标发现高浓度处理维生素C含量下降过多, 营养流失严重。从处理时间来看, 浓度低时, 时间越长处理效果越好, 高浓度时, 延长时间反而会影响保鲜效果, 故

试验结果以采用 $(5 \pm 0.3) \text{ mg/L}$ 处理 10 min 效果最佳。考虑到臭氧在水中的半衰期只有 10 ~ 30 min, 时间延长对处理效果影响不大。

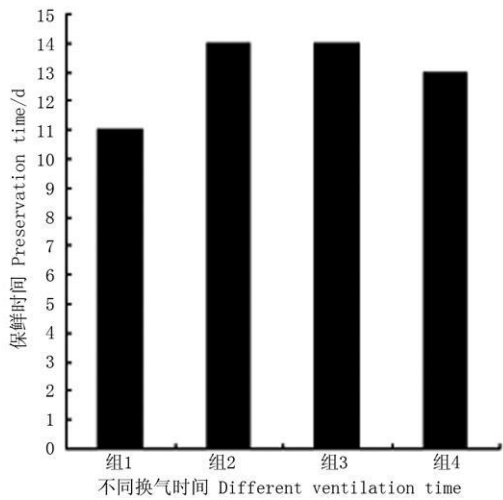


图2 不同换气时间斑鸠菜的保鲜效果的影响
Fig. 2 Effects of ventilation time on *C. trichotum* Thunb. leaves preservation

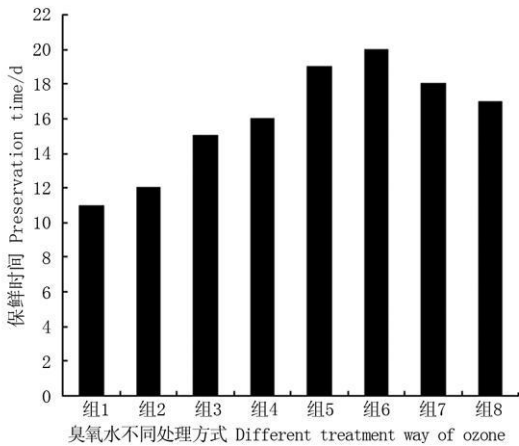


图3 臭氧水不同处理方式对斑鸠菜保鲜效果的影响
Fig. 3 Effects of ozone on *C. trichotum* Thunb. leaves preservation

2.4 臭氧结合湿冷对斑鸠菜保鲜条件优化的影响

根据上述各组研究结果, 确定了斑鸠菜保鲜条件正交实验的因素水平, 主要考察 4 个因素(臭氧水浓度、处理时间、冷藏温度、换气时间), 每个因素 3 个水平, 设计 $L_9(3^4)$ 正交实验表(表 1)。正交实验的结果及数据分析见表 2, 各因素对斑鸠菜保鲜时间的影响顺序为: C(保藏温度) > A(臭氧水浓度) > B(处理时间) > D(换气时间), 最佳条件组合为 $A_3B_3C_1D_2$, 即臭氧水浓度为 $(6 \pm 0.3) \text{ mg/L}$, 处理时间为 12 min, 保藏温度为 1°C , 换气时间为 3 d 换 1 次。以此条件组合进行 3 次平行试验, 保鲜期的平均值为 24 d, 说明保鲜的最佳条件为 $A_3B_3C_1D_2$ 。

表 1 斑鸠菜保鲜条件因素水平

Table 1 Factor and level of <i>C. trichotum</i> Thunb. leaves preservation conditions				
因素 Factor				
水平 Level	臭氧水浓度 Concentration of ozone water/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	臭氧水处理时间 Treatment time of ozone water/ min	保藏温度 Preservation temperature/ $^\circ\text{C}$	换气时间 Ventilation time/ d
1	4 ± 0.3	8	1	2
2	5 ± 0.3	10	4	3
3	6 ± 0.3	12	7	4

表 2 斑鸠菜保鲜正交实验 $L_9(3^4)$ 的结果分析

Table 2 Orthogonal $L_9(3^4)$ the results and data analysis of <i>C. trichotum</i> Thunb. leaves preservation					
试验序号 Number					保鲜时间 Preservation time/ d
因素和水平 Factor and level					
A	B	C	D		
1	1	1	1	1	20
2	1	2	2	2	19
3	1	3	3	3	18
4	2	1	2	3	19
5	2	2	3	1	19
6	2	3	2	1	23
7	3	1	3	2	19
8	3	2	1	3	22
9	3	3	2	1	21
k_1	19.000	19.333	21.667	20.000	
k_2	20.333	20.000	19.667	20.333	
k_3	20.667	20.667	18.667	19.667	
R	1.667	1.334	3.000	0.666	

2.5 最佳保藏条件下的斑鸠菜品质检测

2.5.1 感官评价 最佳保鲜条件: 1°C , 90% 相对湿度 $(6 \pm 0.3) \text{ mg/L}$ 处理 12 min, 3 d 换气 1 次。根据表 3 斑鸠菜保鲜感官综合评价标准, 在 1 ~ 6 d, 能保持新鲜材料的状态, 保藏 24 d 是其保持商品蔬菜品质的界限。

表 3 臭氧湿冷对斑鸠菜处理最佳保鲜条件下其感官品质的变化

Table 3 Effects of ozone-wet treatments on sensory quality of <i>C. trichotum</i> Thunb. leaves				
储藏天数 Preservation time/ d	1 ~ 6	7 ~ 18	19 ~ 24	25 d 及以上
感官综合评分	10	8 ± 1	6+	< 6

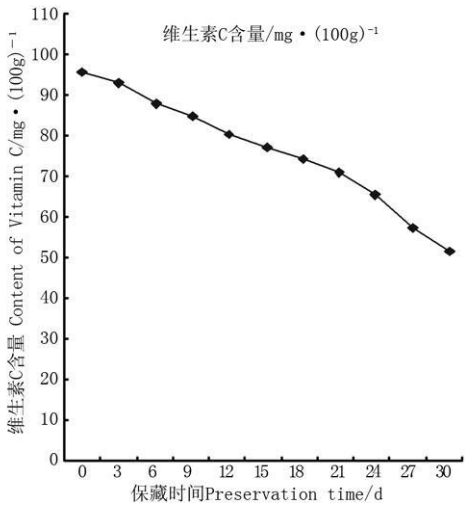


图4 最佳保鲜条件下斑鸠菜维生素 C 含量变化
Fig. 4 Vitamin C content curve on the optimal preservation conditions

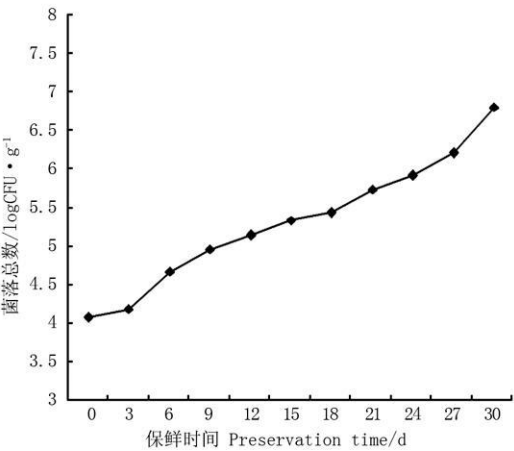


图 5 最佳保鲜条件下斑鸠菜表面菌落总数变化曲线
Fig .5 CFU curve on the optimal preservation conditions

2.5.2 营养卫生指标评价 在最佳保鲜条件下, 根据斑鸠菜营养卫生指标评价标准, 维生素 C 含量的变化见图 4, 菌落总数的变化见图 5。臭氧水处理会导致蔬菜维生素 C 损失, 研究实测未经臭氧水处理的新鲜材料其维生素 C 含量为 108.45 mg/100g, 经臭氧处理后新鲜材料维生素 C 含量为 96.53 mg/100g, 损失了 11%。保藏期间维生素 C 含量随保藏时间的延长而逐渐下降, 保存 24 d 的维生素 C 含量为 60.71 mg/100g, 损失了 44%, 但仍在商品界限范围内。斑鸠菜在保鲜期间表面菌落总数会快速增长, 使用臭氧处理能有效抑制微生物生长, 经臭氧处理后新鲜材料菌落总数为 4 logCFU/g, 保藏 24 d 菌落总数为 5.9 logCFU/g, 仍在商品界限范围内。

3 结论

试验运用臭氧结合湿冷技术, 较好的完成了斑鸠菜中短期保鲜研究, 为斑鸠菜蔬菜产业发展过程中的保鲜环节提供了科学依据。
该研究应用单因素试验和正交实验设计方案和极差分析评判斑鸠菜臭氧湿冷保鲜的参数条件, 最优化的保鲜条件为: 臭氧水浓度为 (6±0.3) mg/L, 处理时间为 12 min, 冷藏温度为 1℃, 相对湿度 90%, 换气时间为 3 d。在此条件下, 保存 24 d 斑鸠菜仍具商品价值。
使用臭氧结合湿冷技术, 保藏 24 d 的斑鸠菜嫩叶褐变率不足 10%, 腐烂率不到 2%, 感官综合评分达到了 6 分, 其卫生营养指标也符合商品蔬菜要求。

参考文献

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 [M] . 第 65 卷. 1 分册. 北京: 科学出版社, 1982.
[2] 王大绍. 斑鸠菜—有开发前景的木本野菜 [J] . 攀枝花科技与信息, 2002 27(2): 49-49.
[3] 徐春涛, 王瑾. 臭氧果蔬保鲜技术的研究 [J] . 江西食品工业, 2009 (4): 41-43.
[4] 王瑾, 林向阳, 阮榕生, 等. 高浓度臭氧水对鲜切花 椰菜保鲜的研究 [J] . 食品科学 2008. 29(8): 607-611.
[5] 徐斐燕. 鲜切西兰花的保鲜技术研究 [D] . 杭州: 浙江大学 2006
[6] 国家标准局. GB 6195-86 水果、蔬菜维生素 C 含量测定法 (2, 6-二氯酚滴定法) [S] . 北京: 中国标准出版社 1986.
[7] 中华人民共和国卫生部. GB 4789. 2-2010 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定 [S] . 北京: 中国标准出版社, 2010.
[8] 陆福军, 孙明钊, 孙丽萍, 等. 臭氧在果蔬保鲜储藏中的应用 [J] . 植物检疫, 2009 23(4): 48-50.
[9] 吴亚西, 陆美自. 臭氧分析方法的研究 [J] . 中国自然医学杂志, 2002 4(4): 227-229.
[10] 李梦钊, 王玉忠, 温秀军, 等. 草莓臭氧保鲜试验初报 [J] . 北方园艺, 2010(9): 192-193.

Study on Humidicool Combined with Ozone Technology in Preservation of *Clerodeudrou trichotomum* Thunb. Leaves

ZHENG Yi^{1,2}, WU Bin¹, DENG Jian-mei^{1,2}, HUANG Shuang-hua²

(1. School of Biological and Hemical Engineering, Panzhihua University, Panzhihua Sichuan 617000; 2. Dry-hot Valley Characteristic Bio-Resources Engineering Center of Panzhihua City, Panzhihua, Sichuan 617000)

Abstract: In order to study *Clerodeudrou ttichotomum* Thunb. leaves best preservation conditions by ozone-wet technigue freshness and to establish evaluation criteria of Quality vegetable products, based on a single factor and based on the orthogonal experiment method, the ozone concentration, temperature, humidity, refrigeration, ventilation on the quality of *Clerodeudrou trichotomum* Thunb. Leaves were researched. The results showed that the ozone-wet technique to achieve the short-term preservation of *C. trichotomum* Thunb. leaves. Ozone concentration was (6±0.3) mg/L, the processing time was 12 min, cold temperature was 1℃, relative humidity was 90%, ventilation every three days, *C. trichotomum* Thunb. leaves for the best preservation conditions. In this condition, save the 24-day value of the goods remain *C. trichotomum* Thunb. leaves.

Key words: *Clerodeudrou trichotomum* Thunb. ; ozone; preservation; orthogonal test