

水芹菜硅窗袋气调保鲜初始气体成分的 优化研究

许学勤, 张 恒, 唐 峰
(江南大学食品学院, 江苏无锡 214036)

摘 要: 对水芹菜在常温下(15℃)采用不同初始气体成分硅窗袋包装的贮藏效果进行了研究, 研究表明: 硅窗袋包装保鲜水芹菜最佳初始气体成分为 O_2 4.48% / CO_2 2.78% / N_2 92.74%; 充气硅窗袋包装能较快速地抑制水芹菜的呼吸作用, 其贮藏效果明显好于不充气包装。

关键词: 水芹菜, 硅窗袋, 气调, 贮藏

Abstract: At 15℃, the effects of different initial gasses ratio in modified atmosphere packaging (MAP) with Si-rubberbag of *Oenanthe javanica* were studied. The results showed that the package (4.48% O_2 / 2.78% CO_2 / 92.74% N_2) had made the best effect; the respiration could be effectively restrained by MAP with Si-rubberbag, and the effects were much better than the packages without MAP.

Key words: *Oenanthe javanica*; Si-rubberbag; modified atmosphere packaging; storage

中图分类号: TS255.3 文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2007)12-0187-03

水芹菜是一种区域性和季节性较强的水生蔬菜, 又名路路通, 分为青芹和白芹, 主要食用部位为嫩茎和叶柄, 营养丰富, 每 100g 食用部分含蛋白质 2.2g, 碳水化合物 2g, 粗纤维 0.6g, 钙 160mg, 磷 61mg, 铁 8.5g, 还有维生素、挥发油、水芹素、游离氨基酸等^[1]。经常食用水芹菜具有清洁人的血液, 降低人的血压和血脂等功效, 具有一定的保健功能。水芹菜清香鲜嫩, 风味独特, 国内外市场广阔。然而水芹菜采后贮藏保鲜相当困难, 这是由于水芹嫩茎含水量较高, 采收后呼吸旺盛, 营养物质大量消耗, 粗纤维增加, 从而导致嫩茎品质变劣, 降低了商品价值, 甚至失去食用价值。这在较大程度上限制了水芹菜采后的销售范围, 阻碍了其国内外市场的拓展。目前对新鲜水芹菜的保鲜研究鲜有报道, 本文研究采用硅窗袋包装结合主动气调的方法进行贮藏实验, 通

过测定在贮藏过程中的一些理化变化, 找出最佳的气调贮藏条件, 以便为水芹菜保鲜的工业化生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

水芹菜 来源于江苏省宝应县曹甸镇水芹生产基地, 品种为青芹, 清晨采收, 中午运回实验室; 硅窗袋薄膜 为低密度高压聚乙烯, 尺寸: 270 × 300mm, 厚度: 0.04mm, 硅窗面积 1cm²; 硅橡胶膜 为兰州物化所生产的 FC-8 硅橡胶膜。

1.2 实验方法

1.2.1 原料预处理 水芹菜洗净, 去除烂黄茎叶, 根部留 3~5cm 左右, 再用清水漂洗两遍, 晾干 20min 左右, 去除表面水分。

1.2.2 实验方案 预处理后水芹菜每袋分装 300g, 贮藏于 15℃ 恒温环境中, 选用硅窗袋内 CO_2 、 O_2 初始浓度为实验因素, 进行正交实验, 以获得最佳贮藏条件。贮藏 7d 后测定水芹菜的失水率、呼吸强度、细胞膜透性、粗纤维含量和感官值的变化, 以非充气包装(初始气体成分为空气)为对照。采用模糊综合评价法^[2,3]计算综合指标值, 通过响应面分析法, 采用多元二次回归方程拟合因素与响应值(综合评价指标)之间的函数关系, 并求出最优工艺参数。

1.2.3 测定的项目和方法 呼吸强度: 静置法^[4]; 粗纤维含量: 中性洗涤法^[5]; 失水率: 贮藏后水芹菜减少的质量占贮藏前水芹菜质量的百分比; 细胞膜透性: 相对电导率法^[6]; CO_2 、 O_2 含量: 用 O_2 、 CO_2 测定仪测定, 每天测定一次; 货架期的确定: 以表 1 为评价标准, 感官评分低于 60 分视为超过货架期。

1.3 感官评价

感官评价标准见表 1。

2 结果与讨论

2.1 水芹菜硅窗袋气调包装初始气体组分的优化

水芹菜贮藏 7d 后的各指标值测定结果见表 2。

由模糊综合评价法计算水芹菜综合评价指标为:

$$y = \{0.178 \quad 0.439 \quad 0.110 \quad 0.588 \quad 0.630 \quad 0.386 \\ 0.631 \quad 0.701 \quad 0.442\}$$

以综合评价指标 y 为响应值进行响应面分析,

收稿日期: 2007-04-25

作者简介: 许学勤, 男, 副教授, 硕士生导师。

基金项目: 江苏省科技厅攻关项目(DE2005329)。

表1 水芹菜感官品质评价标准(分)

感官等级	外观	质地	气味	评分
1	鲜绿,有光泽	脆嫩	水芹香味浓	90~100
2	绿,少许茎叶变黄变暗,无腐烂茎叶	较脆嫩	水芹香味较浓	80~90
3	有腐烂现象出现,绝大部分完好	较脆嫩	水芹香味较浓	60~80
4	少部分腐烂,茎颜色偏淡	茎较萎蔫	水芹香味淡,有腐败味	30~60
5	茎严重水浸状腐烂,颜色基本变暗	萎蔫	基本无水芹香味,腐败味严重	0~30

表2 水芹菜贮藏7d后的各指标值

袋号	x_1 O ₂ (%)	x_2 CO ₂ (%)	感官指数 (分值)	呼吸强度 (mg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)	失重率 (%)	粗纤维含量 (g/100g)	细胞膜透性 (%)
1	1(10)	-1(0)	60	62.58	15.75	0.5548	22.15
2	1	0(5)	67	47.22	10	0.4426	13.71
3	1	1(10)	60	71.44	8.49	0.4439	10.88
4	0(6)	-1	72	58.29	0.8	0.5704	5.9
5	0	0	80	60.08	8.37	0.4576	9.02
6	0	1	66	40.5	5.3	0.4312	7.72
7	-1(2)	-1	70	39.5	3.6	0.4976	8.16
8	-1	0	80	41.22	5.63	0.4528	8.24
9	-1	1	70	43.53	5.45	0.4573	8.28
对照	21	0	65	60.7	17.8	0.5470	25.7

注:设 c_1 、 c_2 分别为 O₂、CO₂ 浓度, $x_1 = \frac{c_1 - 6}{4}$, $x_2 = \frac{c_2 - 5}{5}$

分析结果见表3。

表3 响应面分析实验结果

参数	D _f	标准误差	t 值	Pr > t
截距	1	0.043124	16.80	0.0005
x_1	1	0.023620	-6.19	0.0085
x_2	1	0.023620	-3.24	0.0479
$x_1 * x_1$	1	0.040911	-4.95	0.0158
$x_2 * x_1$	1	0.028929	1.16	0.3307
$x_2 * x_2$	1	0.040911	-4.90	0.0163

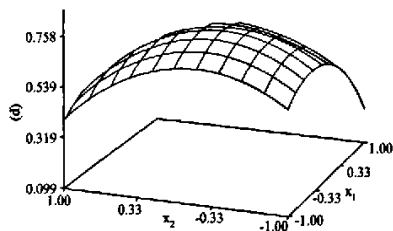


图1 硅窗袋内初始气体成分对水芹菜贮藏效果的影响

由图1可以看出,响应面呈抛物面形状,有一明显极值。说明采用硅窗袋包装结合主动气调的方式,能够找到一最佳气调条件,使水芹菜贮藏品质达到最佳效果。对图1利用SAS软件RSREG程序计算得回归方程:

$$y = 0.724667 - 0.146167x_1 - 0.076500x_2 - 0.202500x_1^2 - 0.200500x_2^2$$

解得硅窗袋最佳初始气体成分为: O₂ 4.48%, CO₂ 2.78%, 即本实验条件下,硅窗袋内初始气体成分为 O₂ 4.48%/CO₂ 2.78%/N₂ 92.74% 时,水芹菜能获得最佳贮藏效果。

2.2 初始气体成分对水芹菜货架期的影响

不同初始气体成分对水芹菜货架期的影响如

图2所示,由图2可知,与对照相比,低 O₂ 含量的硅窗袋包装能显著延长水芹菜的货架期,其中5号袋及8号袋水芹菜均能延长5d以上。由于水芹菜采收后呼吸旺盛,尽管硅窗袋包装能创造较低 O₂、较高 CO₂ 的环境以降低水芹的呼吸作用,但水芹菜在包装袋中自发呼吸调节到这种平衡状态需要一定的时间,这段时间水芹菜的营养成分受到一定的损失,从而影响了其货架期。在贮藏前预充气能缩短水芹菜自发呼吸调节时间,快速达到平衡状态,减少营养物质的损失,从而延长水芹菜的货架期。

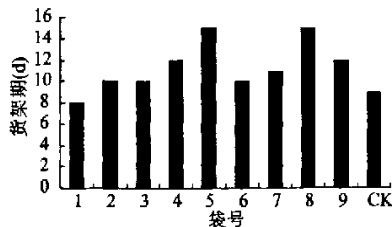
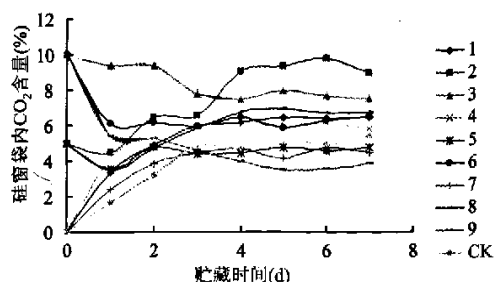
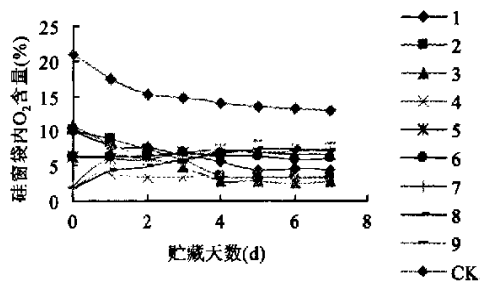


图2 不同初始气体成分对水芹菜货架期的影响

2.3 贮藏过程中袋内气体成分的变化

图3、图4是贮藏过程中硅窗袋内 CO₂、O₂ 含量变化图。从图4中可以看出, O₂ 初始浓度为 10% 及 2% 的处理袋内 O₂ 含量变化幅度较大,而初始 O₂ 浓度为 6% 的处理袋内 O₂ 变化平缓,说明初始 O₂ 浓度在 6% 左右时,袋内水芹菜呼吸作用消耗 O₂ 量与通过硅窗渗入袋内 O₂ 速率基本达到平衡,这也是硅窗袋气调保鲜果蔬的理想状态。从图4中可以看出,对于初始 O₂ 浓度 6% 的硅窗袋,随着 CO₂ 初始浓度降低,袋内 CO₂ 平衡浓度呈降低趋势,说明低初始浓度 CO₂ 更有利于水芹菜的贮藏保鲜。

3 结论

图3 贮藏过程中硅窗袋内CO₂含量变化图4 贮藏过程中硅窗袋内O₂含量变化

3.1 采用结合主动气调方法的硅窗袋包装技术保鲜水芹菜可以迅速降低水芹菜的呼吸强度,气调贮藏

(上接第186页)

分离。第二次是在过滤后的匀浆液中加入3.5g的干燥氯化钠,可以达到高效吸收有机相水分的目的。部分蔬菜水果中糖、水溶性维生素等物质含量很高,如果不将其与目标化合物分离,会严重地干扰目标化合物农残测定的准确性。鉴于糖、水溶性维生素等水溶性化合物在水中的溶解度远远大于有机溶剂,故按本实验改进实验程序,水分净化很彻底,也就相应地净化了在水中溶解度大的化合物。从实验图谱及结果可看出,图谱中杂峰干扰少,克服了复杂本底的影响。

3.2 按本实验程序,实验过程中用5.0mL10%丙酮-正己烷(V/V),5.0mL正己烷按顺序淋洗Florisil固相萃取柱,能将Florisil固相萃取柱上吸附的强极性的化合物充分淋洗干净,可以防止将其带入净化液,提高目标化合物的测试效果。

3.3 按本实验程序,使用减压浓缩法将样品浓缩,可节约大量时间;同时,浓缩时水浴温度控制在40℃以内,可获得满意的回收率。

4·结论

本实验以冬枣为研究对象,对现有蔬菜水果中百菌清及拟除虫菊酯的残留测定方法作了一定的修改^[9]。改进后的方法具有分离效果好,分析时间短,回收率好,操作简单、快速等特点,能够有效提高蔬菜水果中百菌清及拟除虫菊酯的残留检测水平和灵敏度。

参考文献:

[1] 丁智慧,刘吉开,丁靖培,古昆.拟除虫菊酯的研究进展

7d后呼吸强度为 $40\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 左右,与同温度下非充气硅窗袋包装相比降低了33%左右,从而能有效抑制水芹菜的蒸腾作用,减少贮藏过程中营养物质的损耗,提高耐贮性。

3.2 结合主动气调方法的硅窗袋包装保鲜水芹菜,15℃下0.3kg包装附加硅窗膜面积 10mm^2 的条件下,硅窗袋内初始气体理论体积分数为4.48% O₂和2.78% CO₂,适宜水芹菜的贮藏。与同温度下非充气对照相比,货架期可提高5d以上,达16d左右。

参考文献:

[1] 王光亚,等.食品成分表[M].人民卫生出版社,1998.
[2] 吴有炜.实验设计与数据处理[M].苏州大学出版社,2002.
[3] 肖功年,张魁,彭建,等.气调包装对草莓贮藏过程的影响[J].食品工业科技,2003(6):68~70.
[4] 李家庆.果蔬保鲜手册[M].中国农业出版社,2003.
[5] 黄晓锐,刘邻渭.食品化学综合实验[M].中国农业大学出版社,2002.
[6] 汤章城,等.现代植物生理学实验指南[M].科学出版社,1999.

[J].云南化工,2001,28(2):22~24.

[2] 刘尚钟,王敏,陈霞衡.拟除虫菊酯类农药的研究和展望[J].农药,2004,43(7):289~293.

[3] 陈建民,王晓光,薛健,斯建勇.西洋参中百菌清残留量GC测定方法的研究[J].药物分析杂志,1995,15(4):32~34.

[4] 周晓龙,孙涛,王建梅,张敏,乔坤云.气相色谱法检测蔬菜中百菌清及拟除虫菊酯类农药残留[J].仪器仪表学报,2005,26(8):151~153.

[5] 张艳,王晓菁,苟金萍,程淑华,赵银宝.蔬菜中百菌清与拟除虫菊酯农药残留量的测定[J].甘肃农业科技,2004(11):41~43.

[6] 刘永波,贾立华,牛淑妍,张明霞,陈涛.固相萃取-气相色谱-质谱联用法快速检测蔬菜水果中44种有机氯和拟除虫菊酯多残留的研究[J].2005,33(2):290.

[7] Ch Lentza-Rizos, E J Avramides, E Visi. Determination of residues of endosulfan and five pyrethroid insecticides in virgin olive oil using gas chromatography with electron-capture detection[J]. Journal of Chromatography A, 2001(921): 297~304.

[8] Y-C Ling, I-P Huang. Multi-residue matrix solid-phase dispersion method for the determination of six synthetic pyrethroids in vegetables followed by gas chromatography with electron capture detection[J]. Journal of Chromatography A, 1995(695):75~82.

[9] NY/T 761-2004 蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药多残留检测方法[S].中华人民共和国农业行业标准,2004,中华人民共和国农业部发布.

[10] 全国农药残留实验研究协作组编.农药残留量实用检测方法手册》第二卷[M].化学工业出版社,2001.428~437.

水芹菜硅窗袋气调保鲜初始气体成分的优化研究

作者: [许学勤](#), [张烜](#), [唐峰](#)
作者单位: [江南大学食品学院, 江苏无锡, 214036](#)
刊名: [食品工业科技](#) 
英文刊名: [SCIENCE AND TECHNOLOGY OF FOOD INDUSTRY](#)
年, 卷(期): 2007 (12)
被引用次数: 2次

参考文献(6条)

1. [王光亚](#) [食品成分表](#) 1998
2. [吴有炜](#) [实验设计与数据处理](#) 2002
3. [肖功年](#); [张慙](#); [彭建](#) [气调包装对草莓贮藏过程的影响](#) [期刊论文]-[食品工业科技](#) 2003 (06)
4. [李家庆](#) [果蔬保鲜手册](#) 2003
5. [黄晓钰](#); [刘邻渭](#) [食品化学综合实验](#) 2002
6. [汤章城](#) [现代植物生理学实验指南](#) 1999

本文读者也读过(10条)

1. [李丽梅](#). [关军锋](#). [及华](#). [冯云霄](#). [孙玉龙](#) [切割和包装对欧芹贮藏品质的影响](#) [期刊论文]-[食品工业科技](#) 2006 (8)
2. [贡汉坤](#). [高翔](#). [王蕊](#). [GONG Hankun](#). [GAO Xiang](#). [WANG Rui](#) [鲜切西洋芹加工工艺的研究](#) [期刊论文]-[食品研究与开发](#) 2005, 26 (6)
3. [林静](#). [许学勤](#). [LIN Jing](#). [XU Xue-qin](#) [水芹菜软包装产品护绿工艺的研究](#) [期刊论文]-[食品研究与开发](#) 2007, 28 (6)
4. [江舰](#). [殷俊峰](#). [徐宏](#) [芹芽采后无污染贮藏保鲜技术研究](#) [期刊论文]-[安徽农业科学](#) 2004, 32 (6)
5. [张烜](#). [许学勤](#). [ZHANG Xuan](#). [XU Xue-qin](#) [硅窗袋保鲜芹菜的研究](#) [期刊论文]-[食品科技](#) 2007 (6)
6. [江舰](#). [殷俊峰](#). [徐宏](#) [臭氧对芹芽保鲜试验研究](#) [会议论文]-2005
7. [王小利](#) [芹菜保鲜技术](#) [期刊论文]-[农村新技术](#) 2009 (4)
8. [张烜](#) [水芹菜的硅窗袋保鲜研究](#) [学位论文] 2006
9. [任云霞](#). [孙勇](#). [REN Yun-xia](#). [SUN Yong](#) [芹菜保鲜研究](#) [期刊论文]-[保鲜与加工](#) 2001, 1 (2)
10. [潘磊庆](#). [屠康](#). [贾明敏](#). [陆兆新](#) [臭氧水处理对芹菜保鲜效果的研究](#) [期刊论文]-[安徽农业大学学报](#) 2004, 31 (3)

引证文献(2条)

1. [王亚楠](#). [胡花丽](#). [张璇](#). [古荣鑫](#). [李鹏霞](#) [气调贮藏对‘红阳’猕猴桃果胶含量及相关酶活的影响](#) [期刊论文]-[食品与发酵工业](#) 2013 (8)
2. [曾志雄](#). [吕恩利](#). [陆华忠](#). [郭嘉明](#). [赵俊宏](#) [叶菜保鲜环境参数的研究现状与分析](#) [期刊论文]-[广东农业科学](#) 2012 (23)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_spgykj200712060.aspx