

# 北京地区主要芹菜品种贮藏性的比较分析

## Comparative analysis of storage characters on main breeds of celery in Beijing

郭振龙<sup>1</sup> 陈湘宁<sup>1,2,3</sup> 许丽<sup>1,2,3</sup> 张琪<sup>1</sup> 赵瑞雪<sup>1</sup>

GUO Zhen-long<sup>1</sup> CHEN Xiang-ning<sup>1,2,3</sup> XU Li<sup>1,2,3</sup> ZHANG Qi<sup>1</sup> ZHAO Rui-xue<sup>1</sup>

(1. 北京农学院食品科学与工程学院, 北京 102206; 2. 食品质量与安全北京实验室, 北京 102206;

3. 农产品有害微生物及农残安全检测与控制北京市重点实验室, 北京 102206)

(1. Department of Food Science and Engineering, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China;

2. Beijing Laboratory of Food Quality and Safety, Beijing 102206, China; 3. Beijing Key Laboratory of

Agricultural Product Detection and Control of Spoilage Organisms and Pesticide Residue, Beijing 102206, China)

**摘要:**以北京地区 11 个芹菜品种为试验材料,测定其在贮藏过程中含水量、叶绿素含量、呼吸强度、相对电导率、纤维素含量和木质素含量的变化,并对其感观品质进行评价。结果表明:贮藏期内,日本小香芹和白芹的水分含量下降最快;马家沟、帝王、玉皇芹菜的叶绿素含量均保持在较高水平,而紫芹和白芹较低,但玉皇和白芹下降程度最大;白芹在贮藏第 1 天出现呼吸峰值开始进入衰老阶段;贮藏期内白芹和紫芹的相对电导率上升幅度较大;白芹在贮藏第 4 天时失去商品性;白芹木质素含量增加幅度最大,而斯地德木质素含量增加最少。综合各项指标分析,北京地区主要芹菜中贮藏性较好的品种为斯地德,贮藏性较差的品种为白芹。

**关键词:**北京地区;芹菜;品种;贮藏性

**Abstract:** Eleven kinds of celery in Beijing were used. Six Indices including water content, chlorophyll content, respiration intensity, relative conductivity, cellulose content and lignin content of celery were measured. The results showed that, during the storage period, water content in Japanese Small Parsley and White Celery decreased sharply; chlorophyll content in Majiagou, Emperor and Jade Emperor maintained at a high level, but it is low in Purple Celery and White Celery, while the lowest level appeared in Jade Emperor and White Celery; White Celery entered the stage of senescence in the 1st day with the respiratory top; White Celery and Purple Celery's relative conductivity increased much more than the others; White Celery lost its commodity in the 4th day; lignin content of White Celery is highest in all cultivars, while Sidide showed the lowest. According to this study, Sidide owned a best storage characteristic, but

**基金项目:**北京市属高等学校高层次人才引进与培养计划项目(编号: CIT&TCD20150315);现代农业产业体系北京市叶类蔬菜创新团队建设项目(编号: BAIC07-2016)

**作者简介:**郭振龙,男,北京农学院在读硕士研究生。

**通讯作者:**许丽(1977-),女,北京农学院实验师,硕士。

E-mail: xulivip@163.com

**收稿日期:**2016-02-01

White celery was the worst one.

**Keywords:** Beijing; celery; breed; storage characteristic

芹菜(*Apium graveolens*)是叶菜的一种<sup>[1]</sup>,为伞形科一年或两年生草本植物。中国盛产芹菜,栽培历史悠久,已有 2 000 多年的历史。芹菜以其白嫩的茎、叶为食,因其香味浓郁、口感嫩脆、营养丰富而备受国人喜爱<sup>[2]</sup>,成为冬春之际餐桌上最常见的叶菜。同时芹菜具有很高的药用价值,其性甘、凉、无毒,在历代医药书中均有记载<sup>[3]</sup>。由于其富含黄酮类化合物、V<sub>C</sub>和 V<sub>A</sub><sup>[4]</sup>等营养物质,故芹菜具有降压安神、降血脂<sup>[5]</sup>、保护血管和增强免疫力的功能,具有很好的医用开发潜力和保健价值,自古有“药芹”之称<sup>[6]</sup>。针对芹菜中营养成分的研究较多:王克勤等<sup>[7-8]</sup>采用高效液相色谱法测定芹菜中芹菜素含量、提取分离与鉴定了芹菜叶中的黄酮类化合物;徐静等<sup>[9]</sup>报道检测了芹菜中的槲皮素、芹菜素和木犀草素 3 种黄酮成分。

北京市叶类蔬菜栽培面积 23 万 hm<sup>2</sup>,其中芹菜种植面积 3 793 hm<sup>2</sup>,产量约 17.067 万 t,约占叶菜总产量的 19.78%,其种植面积和产量仅次于生菜<sup>[1]</sup>。北京市芹菜常见的品种有:文图拉、皇后、四季西芹、斯地德、白芹和四季小香芹等。但芹菜在采后贮藏运输过程中极易出现失水失重、黄化、萎蔫、腐烂等现象,贮藏性差,鲜菜供应期短,造成芹菜只能在种植周边的一些地区销售,限制其对国际市场的出口贸易。

随着生物科技的进步,芹菜的种类也越来越丰富,不同品种的芹菜形态特征不同,其耐贮藏性也不尽相同。近年来,越来越多的学者关注芹菜的储藏性问题,朱军伟等<sup>[10]</sup>以上海市本芹为例,对薄膜包装下的芹菜品质进行了分析,提出了(-1.0±0.5)℃并结合薄膜包装的方法可以很好地延长货架期;许学勤等<sup>[11]</sup>和张恒<sup>[12]</sup>采用硅窗袋气调对水芹进行保鲜,发现耐贮性提高,并延长了货架期;郭峰等<sup>[13]</sup>研

究了香芹的薄膜包装效果,发现品质得到了提高;于延申等<sup>[14]</sup>和朱军伟等<sup>[15]</sup>都报道了芹菜的储藏保鲜技术,但未提及针对不同品种的特定储藏方法;王艳颖等<sup>[16]</sup>采用氯化钙对鲜切芹菜的品质进行了改善,但未提及品种;燕平梅等<sup>[17]</sup>报道了40 min紫外线照射对鲜切西洋芹菜的杀菌效果较好;Gómez等<sup>[18]</sup>探究了鲜切芹菜的气调包装、臭氧水处理等保鲜技术。但是针对不同芹菜品种间耐贮性比较的研究尚无报导。

本试验拟以11种北京市常见芹菜品种为试材,研究比较不同芹菜品种在同一环境条件下采后生理和衰老指标的变化规律,得出耐贮性的差异,旨在为进一步研究不同品种芹菜的保鲜方法以及耐贮性机理提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器

#### 1.1.1 材料与试剂

芹菜:采摘自北京市通州区良种展示基地,选择成熟度适中,个体均匀,无虫害,无病斑,机械损伤较少的样品,包括帝王、玉皇、紫芹、斯地德、日本小香芹、双岗西芹、四季西芹、京芹1号、文图拉和白芹11个品种,采收当天进行相关的处理与观测;

无水乙醇、丙酮、正己烷、氯化钠、十六烷基三甲基氯化氨、硫酸:分析纯,北京化工厂。

#### 1.1.2 主要仪器设备

紫外可见分光光度计:TU-1810型,北京普析通用仪器有限公司;

超低温冰箱:DW-HW138型,北京奥赛利科技发展有限公司;

台式低速离心机:L530型,湖南赫西仪器装备有限公司;

电子天平:AL204型,梅特勒—托利多仪器有限公司;

水分测定仪:MA150型,北京奥赛利科技发展有限公司;

果蔬呼吸测定仪:GXH-3051型,北京均方理化科技研究所;

电导率测定仪:DDS-307A型,雷磁仪器有限公司;

超声波清洗机:KQ-500DE型,昆山市超声仪器有限公司。

### 1.2 试验方法

试验所用芹菜样品均在冷链条件下由北京市通州区良种展示基地运输至北京农学院食品科学与工程学院冷库,预冷至4℃并在此温度下储藏6d,每天取样并测定其生理生化指标。

1.2.1 水分含量的测定 将芹菜茎切成薄片,放入水分测定仪中进行含量测定,待数值稳定后直接读数,该数值即为芹菜茎的水分含量。每组平行试验3次。

1.2.2 叶绿素含量的测定 根据文献<sup>[19]</sup>,在波长644 nm和662 nm下测量吸光值,按式(1)计算叶绿素的含量。

$$h = 6.91A_{642} + 15.6A_{644}, \quad (1)$$

式中:

$h$ ——叶绿素含量,mg/kg;

$A_{662}$ ——叶绿素溶液在波长为662 nm处的吸光值;

$A_{644}$ ——叶绿素溶液在波长为644 nm处的吸光值。

1.2.3 呼吸强度的测定 采用呼吸测定仪测定,按式(2)计算呼吸强度。

$$Q = \frac{F \times 60 \times C}{22.4} \times \frac{44}{W} \times 10^{-6} \times \frac{273}{273 + T}, \quad (2)$$

式中:

$Q$ ——呼吸强度,mg CO<sub>2</sub>/(kg·h);

$F$ ——气体流速,mL/min;

$C$ ——CO<sub>2</sub>浓度,μL/L;

$W$ ——被测芹菜的重量,kg;

$T$ ——测定温度,℃。

1.2.4 相对电导率的测定 根据文献<sup>[20]</sup>,按式(3)计算相对电导率。

$$c = \frac{a}{b} \times 100\%, \quad (3)$$

式中:

$c$ ——相对电导率,%;

$a$ ——震荡之后,煮沸之前的电导率,S;

$b$ ——煮沸20 min之后的电导率,S。

1.2.5 木质素含量的测定 根据文献<sup>[21]</sup>,按式(4)计算木质素含量。

$$G = \frac{G_2 - G_3}{G_1} \times 100\%, \quad (4)$$

式中:

$G$ ——木质素含量(DW),%;

$G_1$ ——样品干重,g;

$G_2$ ——样品烘干沉淀量,g;

$G_3$ ——样品灰分的质量,g。

1.2.6 感官评价 参考文献<sup>[22]</sup>的方法,评分标准见表1。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同芹菜品种贮藏期水分含量的比较

蔬菜中的水分是保证和维持蔬菜品质的重要成分,水分含量是影响蔬菜商品价值的一个重要指标。由图1可知,不同芹菜品种初始水分含量均超过90%,随贮藏时间的延长呈下降趋势。储藏至第6天,与第0天相比,日本小香芹和白芹含水量比较低,玉皇和四季西芹的含水量比较高,水分含

表1 感官评分标准表<sup>†</sup>

Table 1 Criteria for sensory evaluation

分数	标准
9	具有完好的品质,芹菜的组织新鲜脆嫩,没有褐变腐烂现象
7	具有较好的品质,芹菜颜色轻微黯淡,但整体仍然没有褐变腐烂现象
5	菜叶和菜柄稍显黄,出现肉眼可见的极轻微褐变,无腐烂,可食
3	品质较坏,芹菜局部褐变,稍有腐烂,不可食
1	完全坏掉,芹菜褐变腐烂都很严重,不可食

<sup>†</sup> 当分值平均数达到或者小于5时,样品被认为是不能接受的。

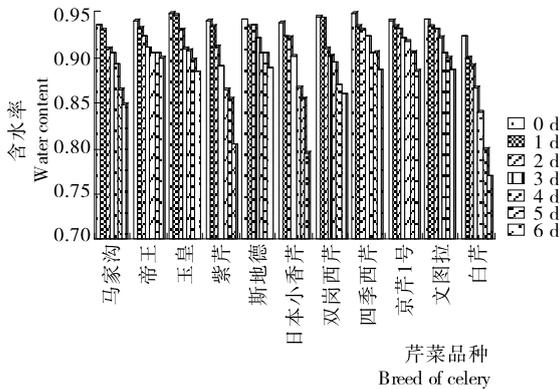


图 1 不同芹菜品种水分含量的变化

Figure 1 Changes in the water content of the different breeds of celery

量下降程度较大的是日本小香芹和白芹,分别为 15.25% 和 16.58%,下降程度较小的是帝王和玉皇,分别为 4.26% 和 6.75%。分析原因可能是日本小香芹和白芹较其他品种茎秆较细,且是空心状态,水分蒸腾快。

2.2 不同芹菜品种贮藏期叶绿素含量的比较

由图 2 可知,11 个品种的芹菜在贮藏期内的叶绿素含量均呈现下降趋势。贮藏期内,马家沟、帝王、玉皇芹菜叶绿素含量均保持在较高水平,而紫芹和白芹叶绿素含量较低。但贮藏期内双岗西芹和斯地德芹菜叶绿素含量下降程度最小,分别为 44.11% 和 38.02%,玉皇和白芹下降程度较大,分别为 52.97% 和 57.47%。白芹的叶绿素含量下降幅度最大,其原因可能是白芹脂氧合反应和过氧化物代谢活跃,催化相应的底物氧化,其间产生的物质引起大量的叶绿素氧化分解<sup>[10]</sup>。

2.3 不同芹菜品种贮藏期呼吸强度的比较

由图 3 可知,贮藏期内各芹菜品种呼吸强度的变化趋势大致为先升后降,白芹在贮藏第 1 天出现峰值,说明第 1 天后白芹就开始进入衰老阶段,呼吸强度为 1 210 mg CO<sub>2</sub>/(kg · h);其次是日本小香芹和紫芹,在贮藏第 2 天出现相对较高的峰值,说明第 2 天后也开始进入衰老阶段,第 3 天后呼吸强度一直保持在较高水平,并高于其他品种,第 6 天呼吸强度分别为 989 mg CO<sub>2</sub>/(kg · h) 和 790 mg CO<sub>2</sub>/(kg · h);而双岗西芹

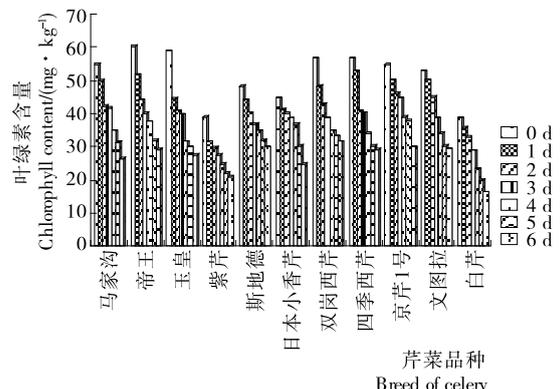


图 2 不同芹菜品种叶绿素含量的变化

Figure 2 Changes in the chlorophyll content of the different breeds of celery

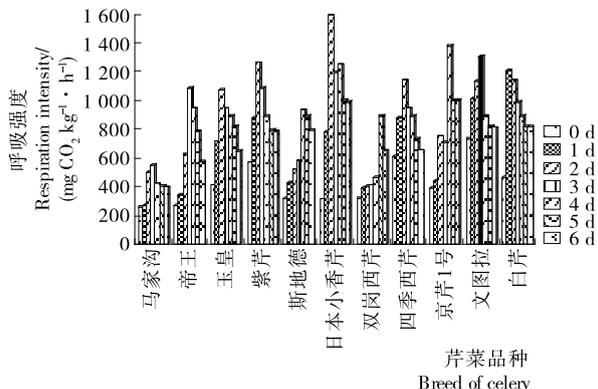


图 3 不同芹菜品种呼吸强度的变化

Figure 3 Changes in the respiration intensity of the different breeds of celery

和 马家沟 芹菜的呼吸强度一直处于较低水平,第 6 天呼吸强度分别为 652 mg CO<sub>2</sub>/(kg · h) 和 396 mg CO<sub>2</sub>/(kg · h)。呼吸作用会消耗芹菜本身营养物质,因此,就呼吸强度这一指标来看,双岗西芹和 马家沟 芹菜的耐贮性较好,白芹、日本小香芹和 紫色 芹菜的耐贮性较差。

2.4 不同芹菜品种贮藏期相对电导率的比较

由图 4 可知,各品种贮藏期内的相对电导率均成上升趋势。白芹相对电导率上升幅度最大,由 15.88% 上升至 61.21%;其次是紫芹,由 10.91% 上升至 50.80%。贮藏期内相对电导率上升幅度最小的是 马家沟 芹菜和 斯地德 芹菜,分别由 21.89% 和 12.81% 上升至 40.01% 和 38.10%。相对电导率是衡量细胞膜透性的重要指标,其值越大,表示电解质的渗漏量越多,细胞膜受害程度越重。储藏第 6 天,白芹相对电导率是第 0 天的 3.85 倍,远远高于其他品种。因此,从储藏期间细胞膜完整性来讲,白芹遭到破坏程度和通透性最大,储藏性最差。

2.5 不同芹菜品种贮藏期木质素含量的比较

由图 5 可知,各芹菜品种在贮藏期间木质素含量呈现上升趋势。不同品种木质素含量增加最明显的是 白芹、四季西芹、双岗西芹,分别为 65.41%、64.90%、65.71%。木质素含量增加最少的是 斯地德、玉皇、帝王,分别为 34.83%、32.45%、25.00%。芹菜组织的木质化将影响芹菜本身的口

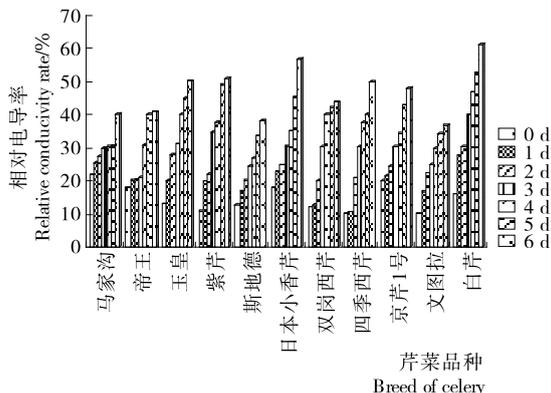


图 4 不同芹菜品种相对电导率的变化

Figure 4 Changes in the relative conductivity rate of the different breeds of celery

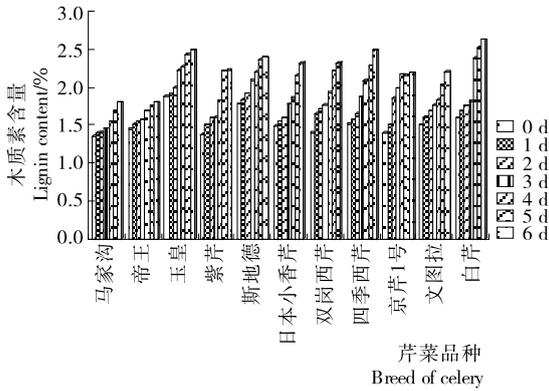


图5 不同芹菜品种木质素含量的变化

Figure 5 Changes in the lignin content of the different breeds of celery

感,木质素主要积累在茎的维管束部分,其含量的增加会造成口感不佳,并加速芹菜老化。因此从木质素角度来讲,白芹、四季西芹、双岗西芹的贮藏性差,斯地德、玉皇、帝王的贮藏性较好。

2.6 不同芹菜品种贮藏期感官评价的比较

由图6可知,5分为芹菜是否具有商品性的界限,芹菜的感官指数低于5分则表示该芹菜不再具有商品性。白芹在贮藏期的第4天感官评价指数为4.5分(小于5分),因此白芹在贮藏第4天时失去商品性;而玉皇、日本小香芹、双岗西芹、四季西芹、紫芹在贮藏期的第6天失去商品价值,其他芹菜品种在贮藏期内均具有商品价值。斯地德在贮藏期第6天感官评价分数最高。

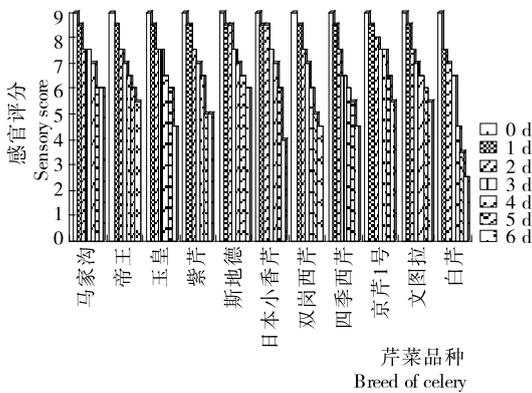


图6 不同芹菜品种感官评价的变化

Figure 6 Changes in the sensory quality of the different breeds of celery

3 结论

本试验研究了北京地区11种芹菜的贮藏性差异,通过综合分析水分含量、叶绿素、呼吸强度、相对电导率等生理生化指标以及感官评分表明:斯地德贮藏性较好,白芹的贮藏性较差,为芹菜的地域性保鲜提供了参考。通过研究芹菜老化机理来改进保鲜技术,特别是气调保鲜方向的研究,也越来越受到各国专家学者的重视。下一步的研究将以上述研究结果为基础,针对芹菜的耐贮性机理、气调保鲜控制机理和木质化机理展开,进一步揭示芹菜老化特性和开发新型保鲜技术体系。

参考文献

[1] 范双喜,陈湘宁.我国叶类蔬菜采后加工现状及展望[J].食品科学技术学报,2014,32(5):1-5.

[2] 黄正明,杨新波,曹文斌,等.中药水芹的现代研究与应用[J].解放军药学学报,2001,17(5):266-269.

[3] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S].2005版.北京:化学工业出版社,2005:52-53.

[4] RIZZO V, MURATORE G. Effects of packaging on shelf life of fresh celery[J]. Journal of Food Engineering, 2009, 5(90):124-128.

[5] TSI D, TAN B K. Effects of celery extract and 3-N-butyl phthalide on lipid level in genetically hypercholesterolaemic (RICO) rats[J]. Clin Exp Pharmacol Physiol, 1996, 23(3):214-217.

[6] 王克勤,陈亮,刘仲华,等.芹菜综合加工及其功能成分研究进展[J].食品与机械,2006,22(3):57-61.

[7] 王克勤,罗军武,陈静萍,等.高效液相色谱法测定芹菜中芹菜素含量[J].食品与机械,2009,25(2):74-77.

[8] 王克勤,罗军武,刘仲华,等.芹菜叶中黄酮类化合物的提取分离与鉴定[J].食品与机械,2009,25(6):66-69.

[9] 徐静,郭长江,韦京豫.蔬菜中类黄酮物质的高效液相色谱测定法[J].营养学报,2005,27(4):276-279.

[10] 朱军伟,谢晶,章佳君,等.薄膜包装芹菜品质分析及货架寿命研究[J].食品科学,2014,34(4):272-276.

[11] 许学勤,张炬,唐峰.水芹菜硅窗袋气调保鲜初始气体成分的优化研究[J].食品工业科技,2007,28(12):187-189.

[12] 张炬.水芹菜的硅窗袋保鲜研究[D].江苏:江南大学,2006:24-27.

[13] 郭峰,胡花丽,吴朝霞,等.薄膜包装对鲜切芹菜抗氧化活性的影响[J].食品与发酵工业,2015,41(1):257-261.

[14] 于延申,齐心,滕云.谈芹菜贮藏保鲜技术[J].吉林蔬菜,2016(4):28-29.

[15] 朱军伟,谢晶,林永艳,等.贮藏温度和包装方法对两种叶菜采后品质的影响[J].食品与机械,2012,28(4):175-178.

[16] 王艳颖,刘程惠,田密霞,等.氯化钙处理对鲜切芹菜生理与品质的影响[J].食品安全质量检测学报,2015,6(7):2458-2462.

[17] 燕平梅,魏爱丽.紫外线处理对鲜切芹菜品质的影响[J].食品工业科技,2010,31(5):327-329.

[18] GÓMEZ P A, ARTÉS F. Improved keeping quality of minimally fresh processed celery sticks by modified atmosphere packaging[J]. LWT-Food Science and Technology, 2005, 38(4):323-329.

[19] 梁慧锋,张英锋,马子川.焯烫时间对绿叶菜中叶绿素含量影响的研究[J].渤海大学学报,2010,31(1):6-9.

[20] FACUNDO Gomez, LAURA Fernandez. Heat shock increases mitochondrial H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> production and extends postharvest life of spinach leaves[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008(49):229-234.

[21] AGÜERO M V, PONCE A G. Lettuce quality loss under conditions that favor the wilting phenomenon[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011(59):124-131.

[22] ARTÉS F, MARTINEZ J A. Influence of packaging treatments on the keeping quality of 'Salinas' lettuce[J]. LWT - Food Science and Technology, 1996, 29(7):664-668.