

doi:10.11937/bfyy.20184615

基于电子鼻的运输振动蔬菜气味品质检测

刘 瑶¹, 徐冬颖¹, 刘 婧^{1,2}, 左进华¹, 高丽朴¹, 王 清¹

(1. 北京市农林科学院 蔬菜研究中心, 农业部蔬菜产后处理重点实验室, 果蔬农产品保鲜与加工北京市重点实验室, 农业部华北地区园艺作物生物学与种质创新重点实验室, 农业部都市农业(北方)重点实验室, 北京 100097;
2. 安徽农业大学 植物保护学院, 安徽 合肥 230000)

摘 要:以尖椒、青圆椒和西兰花为试材,采用振动、不振动和 MeJA 3 种方式处理以上 3 种蔬菜,利用电子鼻对蔬菜在不同贮藏时间内挥发性成分进行检测。结果表明:不振动组的尖椒和西兰花的气味和振动组的相比改变较小,青圆椒的不振动组和振动组的气味变化较小。用 MeJA 处理振动后的尖椒、青圆椒和西兰花可以有效抑制尖椒、青圆椒和西兰花气味的改变,因此,减小运输过程中蔬菜的振动和用 MeJA 处理振动蔬菜可以有效保持蔬菜的贮藏品质,延长其货架期。

关键词:尖椒;青圆椒;西兰花;茉莉酸甲酯;电子鼻

中图分类号:TS 255.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2019)18-0100-10

我国是世界果蔬生产大国,但是每年由于采摘、分级、包装、贮藏、运输等环节的技术因素,造成了大量损耗^[1]。其中运输过程中的机械损伤是不良消耗的主要原因之一,我国果蔬在运输过程中产生的损失达 25%~45%,国外发达国家果蔬的采后损伤也达到 15%~20%^[2]。因此,探究运输振动对果蔬的影响就变得尤为重要。消费者购买果蔬一般会从口感、色泽、风味、营养成分等多方面进行果蔬品质的评价,果蔬产生机械损伤后气味变化较大。因此,通过气味品质检测可探究出运输振动对果蔬的影响。目前国内外利用顶空固相微萃取技术(HS-SPME)结合气质联用技术(GC-MS)对果品挥发性物质的研究已趋于成熟,

但电子鼻对于运输振动后果蔬气味的检测很少。电子鼻作为自 20 世纪 90 年代发展起来的果实无损检测技术,用气体传感器的响应图谱识别样品的挥发性物质来评价样品整体的新鲜情况,从而实现对果品内在质量的快速有效检测^[3]。

茉莉酸甲酯(methyl jasmonate, MeJA)是植物中天然存在的生长调节因子,在调节植物胁迫反应和发育过程方面发挥着重要的作用。MeJA 可以修复果蔬外来的机械损伤,防止病原菌侵染,还可促进果蔬营养成分的有效积累,提高果实的营养价值,延长其贮藏期。D'ONFRRO 等^[4]使用浓度为 10 mmol·L⁻¹ MeJA 喷洒处理葡萄,有效促进了葡萄果实中萜类物质的积累,由其酿造的葡萄酒的香气成分明显提高;盘柳依等^[5]用 MeJA 处理采后猕猴桃果实,有效保持了猕猴桃品质,延长其贮藏期;徐冬颖等^[6]用 MeJA 处理尖椒,减少了其逆境胁迫损伤,保持了贮藏品质。但 MeJA 在振动蔬菜上鲜有研究,因此该研究利用电子检测技术分析尖椒、青圆椒、西兰花 3 种蔬菜在运输振动后气味品质的变化,探究茉莉酸甲酯处理对振动后果蔬气味品质的影响。

第一作者简介:刘瑶(1994-),女,硕士,研究方向为农产品贮藏保鲜。E-mail:435996327@qq.com.

责任作者:王清(1979-),女,博士,副研究员,研究方向为农产品贮藏与保鲜。E-mail:wangqing@nerv.org.

基金项目:国家重点研发计划资助项目(2016YFD0400901);国家大宗蔬菜产业体系建设资助项目(CARS-23);北京市农林科学院创新能力建设专项资助项目(20180404, 20180705)。

收稿日期:2019-03-06

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试的尖椒、青圆椒、西兰花均采摘于延庆东小营村,挑选无机械伤、无病虫害、成熟度一致的完好蔬菜作为试验试材;0.03 mm PE 膜购于北京华盾雪花有限公司;模拟运输振动时所用纸箱的长、宽、高分别为 490、300、310 mm,采购于北京新发地农产品批发市场。PEN3 型便携式电子鼻:德国 Airsense 公司产品。

1.2 试验方法

1.2.1 样品处理

尖椒、青圆椒、西兰花均以同种方法进行处理。

以尖椒为例:将挑选好的尖椒平均装入 5 个纸箱中,分别做如下处理(表 1)。

表 1 尖椒试验处理

Table 1 Experimental treatment of pepper

处理 Treatment	振动 Vibration	清水浸泡 Water immersion	MeJA Methyl jasmonate
A 组(不振动 CK) Group A (No vibration CK)			
A 组(振动 CK) Group A (Vibration CK)	✓		
B 组(不振动清水 CK) Group B(No vibration water CK)		✓	
B 组(振动清水 CK) Group B(Vibration water CK)	✓	✓	
B 组(振动 MeJA) Group B(Vibration MeJA)	✓		✓

振动处理的尖椒要求:运至经济开发区广电计量检测有限公司进行模拟蔬菜运输振动试验,在 0.5 g 的振动加速度、4 Hz 的振动频率下常温振动 2 h。清水浸泡处理的尖椒要求:清水浸泡 10 min,室温晾干。MeJA 处理的尖椒要求:5 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 MeJA 浸泡 10 min,室温晾干。将处理好的尖椒晾干后,装入 PE(厚度为 0.03 mm)保鲜袋中,折扣包装。将 A、B 2 组尖椒于(20 \pm 1) $^{\circ}\text{C}$ 的冷库中贮藏,每 2 d 对不同处理组尖椒进行电子鼻测定。青圆椒和西兰花的对照组和处理组的处理方式与尖椒相同。青圆椒每 2 d 取样测

定,共测定 10 d。西兰花每 1 d 取样测定,共测定 4 d。(以下均简称为 A 组和 B 组)。

1.2.2 电子鼻检测

尖椒、青圆椒、西兰花均以相同方法进行检测。以尖椒为例:将尖椒样品分别放入塑料筐中,用保鲜膜封严,在室温条件下放置 1 h,用 PEN3 型便携式电子鼻进行气味分析,采用顶空吸气法直接将进样针头插入塑料筐中,测定条件为:传感器清洗时间 80 s,自动调零时间 5 s,样品准备时间 5 s,样品测试时间 120 s,传感室流量 100 $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$,试验发现传感器响应值在 110 s 趋于稳定,故选择 118、119 s 和 120 s 时的响应值用于数据分析,测量前后,均对传感器进行清洗和标准化,每处理测定重复 3 次^[7]。PEN3 型便携式电子鼻传感器性能见表 2。

表 2 PEN3 型便携式电子鼻标准传感器阵列与性能

Table 2 Standard sensor arrays and performance in electronic nose PEN3

传感器编号 Sensor number	传感器名称 Sensor name	性能描述 Performance specification
S1	W1C	对芳香成分灵敏
S2	W5S	对氮氧化物很灵敏,灵敏度大
S3	W3C	对氨水和芳香成分(笨等)灵敏
S4	W6S	对氢气有选择性
S5	W5C	对烷烃(丙烷等)和芳香成分灵敏
S6	W1S	对烷烃灵敏
S7	W1W	对硫化成分(硫化氢等灵敏)
S8	W2S	对醇类灵敏
S9	W2W	对芳香成分和有机硫化物灵敏
S10	W3S	对烷烃(甲烷等)灵敏

1.3 数据分析

利用仪器自带的 Winmuster 分析软件,对数据进行主成分分析(PCA)。利用 Excel 2010 统计分析软件进行数据整理,利用 Origin 9.0 软件作图。

2 结果与分析

2.1 尖椒振动电子鼻分析

2.1.1 尖椒运输振动主成分分析

主成分分析(principal component analysis, PCA)是指将多个变量通过线性变换,并选出较少个数重要变量的一种多元统计分析方法,又称主分量分析^[8-9]。如图 1 所示,PCA 是一种掌握

事物主要矛盾的统计分析方法。该方法通过将所提取的传感器多指标的信息进行数据转换和降维,并对降维后的特征向量进行线性分类,最后在PCA分析的散点图上显示试验主要的两维散点图^[10]。图1为运输振动和未振动尖椒的PCA分析图(A组),处理组和对照组的尖椒主成分1的贡献率为84.77%,主成分2的贡献率为15.08%,总贡献率为99.85%。表明2个主成分已经基本代表了样品的主要信息特征,电子鼻能够对样品和

贮藏时间加以区分。尖椒振动组和未振动组前6d的挥发性物质成分区域较为接近,说明振动组和未振动组贮藏前6d尖椒果实挥发性物质变化不大,而贮藏8d时挥发性物质成分区域与前6d距离较远,10d果实的挥发性物质成分区域与8d距离较远,说明尖椒果实挥发性物质在贮藏8d和10d均有明显变化,可以作为尖椒新鲜度降低的拐点^[11]。用PCA分析可以明显对振动组和未振动组尖椒不同贮藏时间进行区分。

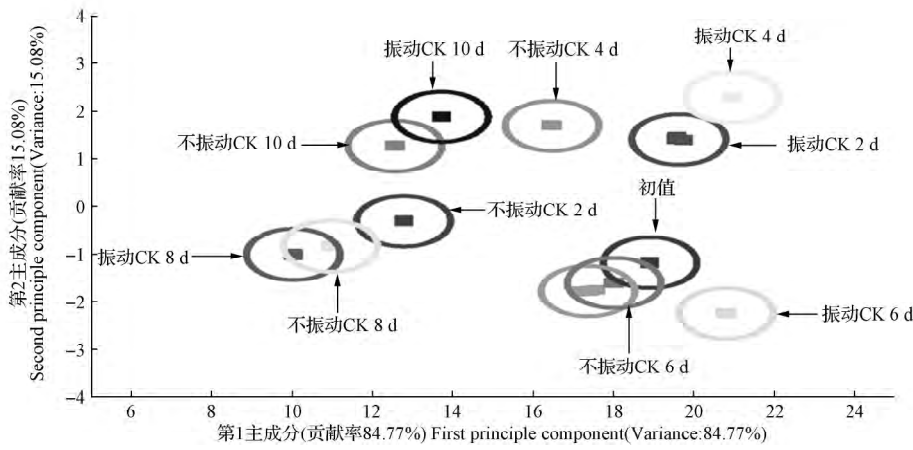


图1 尖椒运输振动PCA分析

Fig. 1 PCA analysis results of transportation vibration in pepper

2.1.2 尖椒运输振动雷达图分析

雷达图是利用电子鼻的不同传感器所检测到的不同类型挥发物质的特征图^[12]。从图2可以看出,随着贮藏时间的延长,雷达图的外形均不相同,2号和7号传感器的响应值最大,说明尖椒挥发性成分主要含有氮氧化合物和有机硫化物。如

图2(A)为尖椒振动组和对照组在0~6d的雷达图(A组),前6d振动和不振动的尖椒气味与初值相比,有所增加,说明振动并未减弱尖椒前6d气味,甚至随着贮藏时间的增加,尖椒的香气更加浓郁。前4d不振动组2号和7号的传感器响应值要高于振动组,说明前4d不振动尖椒香气要

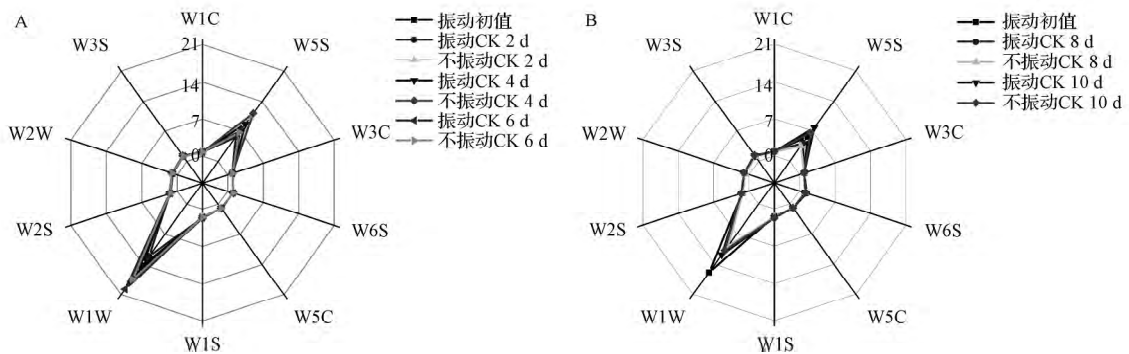


图2 尖椒运输振动2~6d(A),8~10d(B)雷达图分析

Fig. 2 Analysis of 2-6 days(A),8-10 days (B) radar diagram of pepper transportation vibration

明显于振动尖椒,可能是振动组的果蔬发生了生物形变,生物出现了细胞的破坏,比未振动组散发出较少的香气物质^[13]。图 2(B)为尖椒 0 d 和 8~10 d 的雷达图,8~10 d 尖椒 2 号和 7 号传感器总体小于初值,说明贮藏 8 d 后,尖椒散发的香气物质要低于 0 d,8 d 后尖椒的商品价值明显降低,风味品质下降。

2.1.3 茉莉酸甲酯对尖椒运输振动影响主成分分析

图 3 为茉莉酸甲酯处理振动尖椒的 PCA 分析图,处理组和对照组的尖椒主成分 1 的贡献率为 90.64%,主成分 2 的贡献率为 9.28%,总贡献率为 99.92%。表明 2 个主成分基本代表了样品的主要信息特征,电子鼻能够对 3 种处理不同贮藏时间加以区分。如图 3 所示,前 4 d,经过 Me-

JA 处理后的振动尖椒和振动清水 CK 与不振动清水 CK 对比(B 组),物质成分区域要更接近于初值。说明,经过 MeJA 处理后的振动尖椒新鲜度要好于未经 MeJA 处理的尖椒。6 d 后,经过 MeJA 处理后的尖椒物质成分区域与振动清水相比,要更接近于初值,说明用 MeJA 处理后的尖椒可降低气味成分的减弱,利于尖椒气味的保持。综上,利用 PCA 分析方法可区分 MeJA 处理后的尖椒挥发性物质,但还有 8 d 后区分不够明显,需要借助雷达图进行细致分析。

2.1.4 茉莉酸甲酯对尖椒运输振动影响雷达图分析

由图 4 可知,8 d 和 10 d 的处理组和对照组(B 组)的物质成分区域较为接近,不利于有效区分,所以用雷达图进行不同处理组的区分。不同

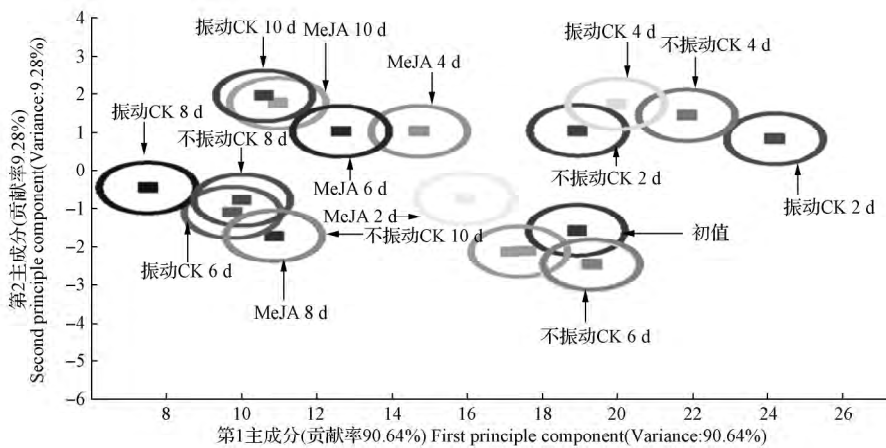


图 3 茉莉酸甲酯对尖椒运输振动影响 PCA 分析

Fig. 3 PCA analysis of the effect of MeJA on transport vibration of pepper

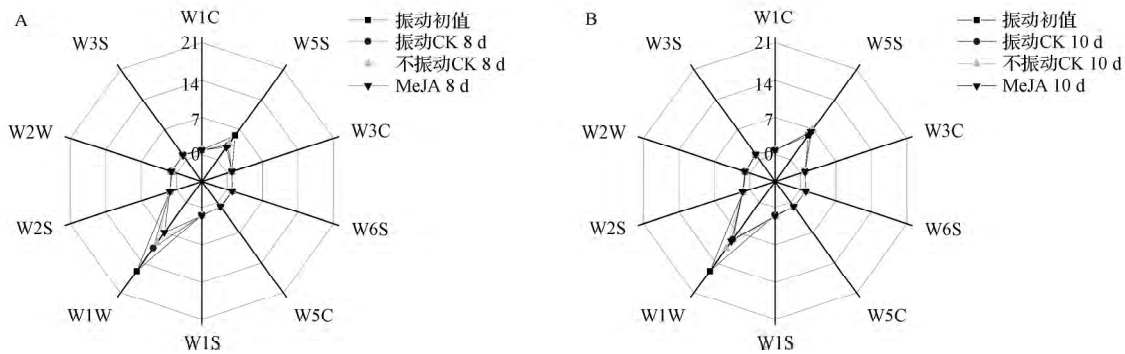


图 4 茉莉酸甲酯对尖椒运输振动 8 d(A)和 10 d(B)影响雷达图分析

Fig. 4 Analysis of 8 days (A), 10 days(B) radar diagram of MeJA transport vibration of pepper

处理组的雷达图的外形均不相同,2号和7号传感器的响应值均为最大,说明不同处理组的尖椒挥发性成分主要均含有氮氧化物和有机硫化物。初值的2号和7号响应值均高于贮藏8d和10d处理组,说明,随着贮藏时间的延长,尖椒的气味减弱,散发出比初值较弱的香气,此时尖椒的新鲜度下降,商品价值降低。不同处理组的7号传感器响应值变化最为明显,说明不同处理方式可能使尖椒有机硫化物的改变最明显。

2.2 青圆椒振动电子鼻分析

2.2.1 青圆椒运输振动主成分分析

如图5所示,为运输振动CK和不振动CK

青圆椒的PCA分析图(A组),2组的尖椒主成分1的贡献率为97.05%,主成分2的贡献率为2.85%,总贡献率为99.90%。表明2个主成分已经基本代表了样品的主要信息特征,电子鼻能够对样品和贮藏时间加以区分。从图5可以看出,青圆椒的振动CK和不振动CK 10d内的挥发性物质成分区域较为接近,且不同贮藏时间内挥发性物质成分区域有重叠,说明振动组和不振动组贮藏10d内的青圆椒果实挥发性物质变化不大,在贮藏期内,运输振动和不振动对青圆椒的气味影响不大,均可保持青圆椒的香气。

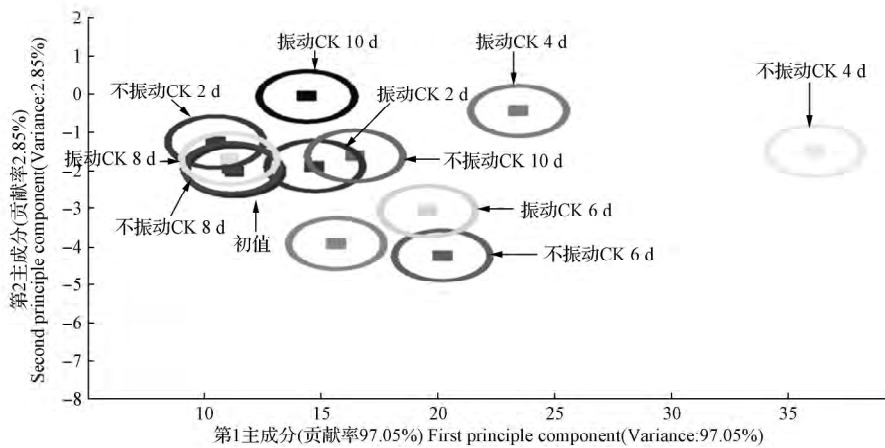


图5 青圆椒运输振动PCA分析

Fig. 5 PCA Analysis results of transportation vibration in round green pepper

2.2.2 青圆椒运输振动雷达图分析

由图6青圆椒的振动PCA所示,青圆椒振动CK组和不振动CK组(A组)在贮藏时间内,气

味变化并不明显,以青圆椒贮藏2d和10d为例,做青圆椒的振动雷达图,如图6(A)和(B)所示。振动CK组和不振动CK组的雷达图的外形相

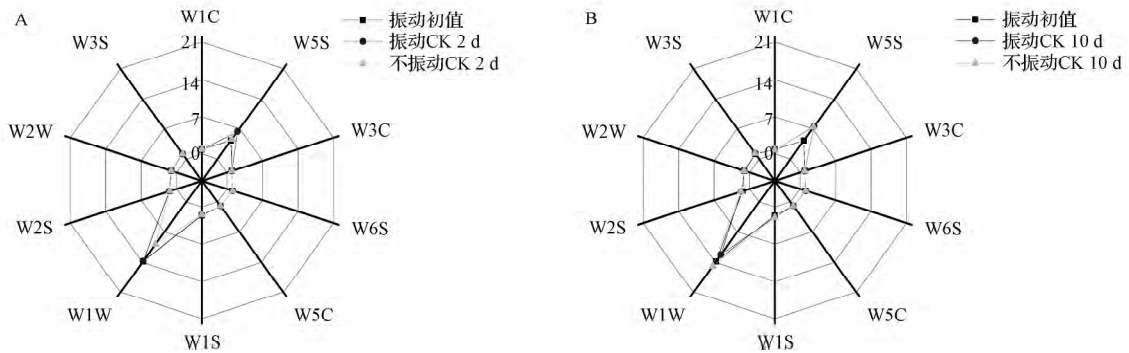


图6 青圆椒运输振动2d(A),10d(B)雷达图分析

Fig. 6 Analysis of 2 days (A), 10 days (B) radar diagram of round green pepper transportation vibration

近,接近于初值,2 号和 7 号传感器的响应值均为最大。运输振动后贮藏 10 d 内对青圆椒的气味影响并不大,不会影响青圆椒的商品价值。

2.2.3 茉莉酸甲酯对青圆椒运输振动影响主成分分析

如图 7 所示,为运输振动清水 CK 和不振动清水 CK 青圆椒的 PCA 分析图(B 组),其中尖椒主成分 1 的贡献率为 91.42%,主成分 2 的贡献率为 5.56%,总贡献率为 96.98%。表明 2 个主

成分已经基本代表了样品的主要信息特征,电子鼻能够对样品和贮藏时间加以区分。从图 7 可以看出,青圆椒振动清水 CK 组、不振动清水 CK 组和振动 MeJA 组在相同贮藏天数下,挥发性物质成分区域并未重合,可以很明显的看出,振动 MeJA 组的挥发性物质成分区域比振动清水 CK 组和不振动清水 CK 组更接近初值。试验表明,用 MeJA 处理可以有效抑制青圆椒气味的改变,延长青圆椒的货架期,保持其新鲜度。

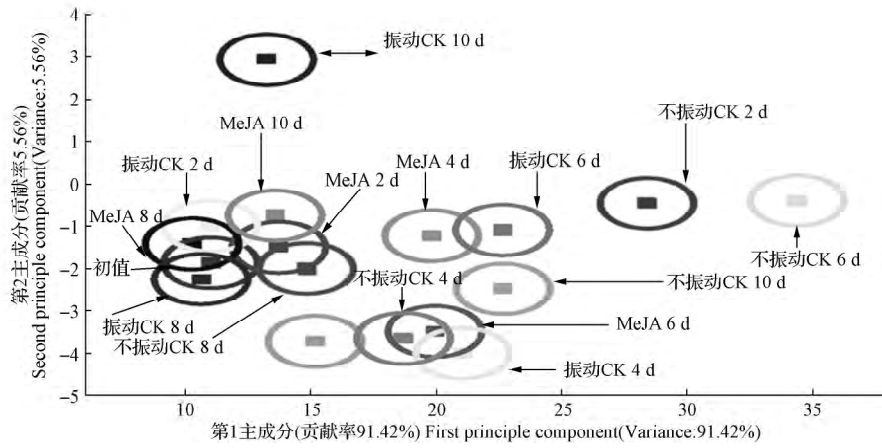


图 7 茉莉酸甲酯对青圆椒运输振动影响 PCA 分析

Fig. 7 PCA analysis of the effect of MeJA on transport vibration of round green pepper

2.2.4 茉莉酸甲酯对青圆椒运输振动影响雷达图分析

由图 8 青圆椒的振动雷达图可知,青圆椒在相同贮藏天数后,青圆椒振动清水 CK 组、不振动清水 CK 组和振动 MeJA 组(B 组)呈现相同的变化,所以雷达图以 2 d 和 10 d 为例。如图 8(A)和

(B)所示,为青圆椒振动清水 CK 组、不振动清水 CK 组和振动 MeJA 组在贮藏 2 d 和 10 d 的雷达图。2 号和 7 号传感器的响应值均为最大,振动 MeJA 组的青圆椒气味的改变最小,其气味接近初值。因此,用 MeJA 处理振动后的青圆椒可以有效延长其货架期,防止青圆椒的腐败。

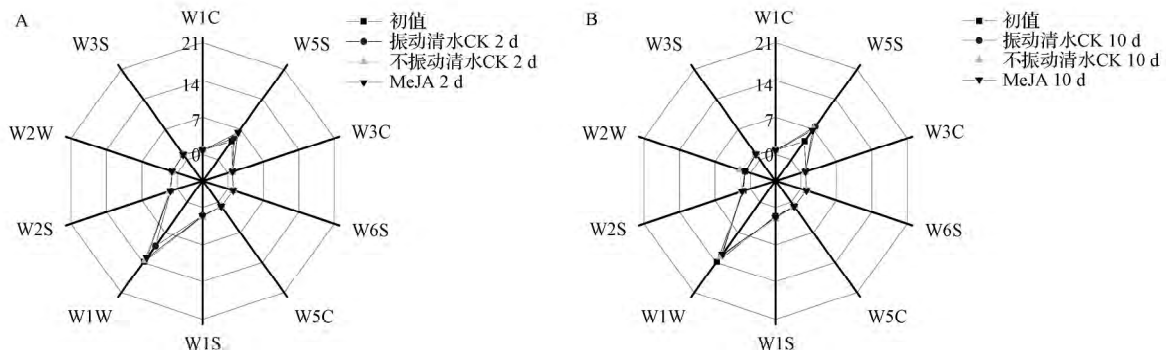


图 8 茉莉酸甲酯对青圆椒运输振动 2 d(A)和 10 d(B)影响雷达图分析

Fig. 8 Analysis of 2 days(A),10 days(B) radar diagram of MeJA transport vibration of round green pepper

2.3 西兰花振动电子鼻分析

2.3.1 西兰花运输振动主成分分析

如图9所示,振动CK组和不振动CK组(A组)的西兰花主成分1的贡献率为94.76%,主成分2的贡献率为5.04%,总贡献率为99.80%。表明2个主成分已经基本代表了样品的主要信息特征,电子鼻能够对样品和贮藏时间加以区分。前3d,振动CK组和不振动CK组的挥发性物质成分区域接近初值,4d均远离初值,西兰花的挥

发性物质在4d发生改变,此时西兰花的新鲜度降低,失去商品价值。在相同贮藏时间下,不振动CK组比振动CK组挥发性物质成分区域更接近初值,说明在相同贮藏天数下,西兰花经过振动后,气味更容易发生改变。运输过程中更容易使西兰花发生损伤,如擦伤、淤伤和擦伤带有淤伤^[14],这些擦伤会减少西兰花贮藏时间,使西兰花更易腐败。

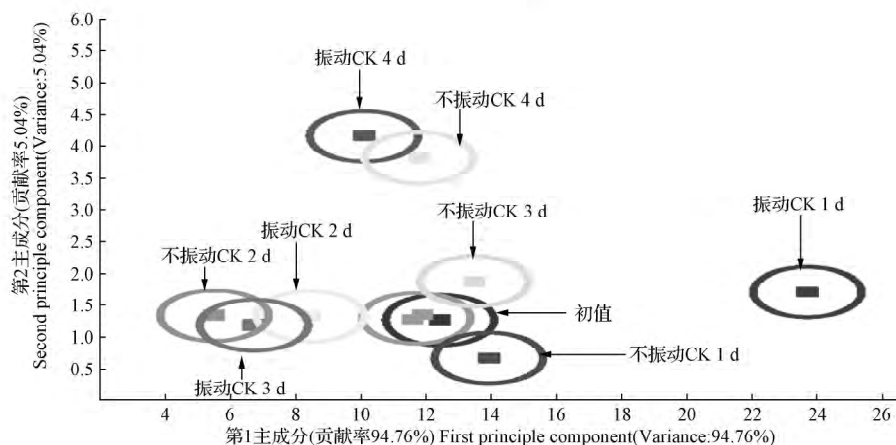


图9 西兰花运输振动 PCA 分析

Fig. 9 PCA analysis results of transportation vibration in broccoli

2.3.2 西兰花运输振动雷达图分析

图10(A)为西兰花前3d的雷达图(B组),前3d西兰花的气味变化并不明显,均接近初值,说明此时的西兰花新鲜,具有商品价值。4d西兰花的气味与初值相比明显改变,2号和7号传

感器的响应值变化明显,此时西兰花腐烂变质,出现其它气味,失去商品价值。不振动CK组的气味明显好于振动CK组,说明振动影响西兰花组织表皮细胞的渗透和细胞壁的降解,并影响运输后西兰花的硬度和外部变化^[15],降低商品价值。

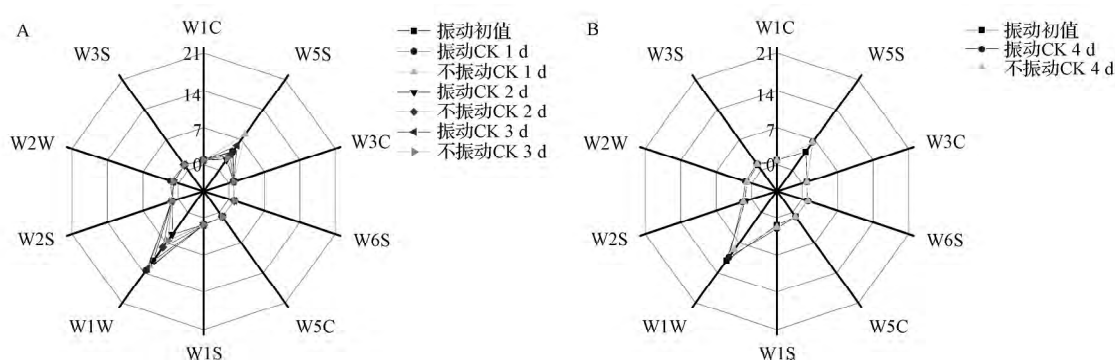


图10 西兰花运输振动1~3d(A),4d(B)雷达图分析

Fig. 10 Analysis of 1-3 days(A), 4 days(B) radar diagram of broccoli transportation vibration

2.3.3 茉莉酸甲酯对西兰花运输振动影响主成分分析

如图 11 所示,清水 CK 组和振动 MeJA 组(B 组)的西兰花主成分 1 的贡献率为 82.36%,主成分 2 的贡献率为 17.44%,总贡献率为 99.80%。表明 2 个主成分已经基本代表了样品的主要信息特征,电子鼻能够对样品和贮藏时间加以区分。如图 11 所示,2 d 后振动清水 CK 组、不振动清水 CK 组和振动 MeJA 组的挥发性物质成分区域远

离初值,说明经过清水浸泡的西兰花,比未经过清水浸泡的西兰花更容易腐败,贮藏 2 d 气味就改变较为明显。在相同贮藏时间下,经过 MeJA 处理的西兰花挥发性物质成分区域距离初值较为接近,说明,运输振动后的西兰花,经过 MeJA 浸泡可以有效减弱西兰花气味的改变,提高商品价值和贮藏品质。贮藏 4 d 后,西兰花气味改变较为明显,此时西兰花完全失去商品价值。

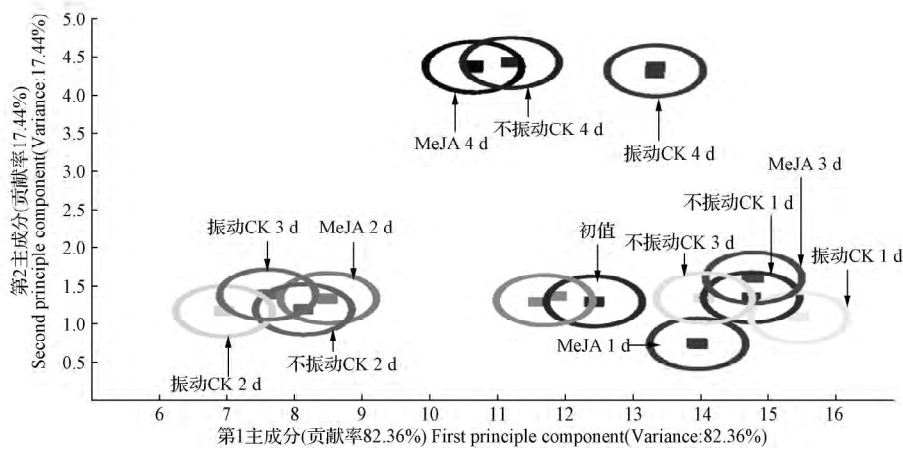


图 11 茉莉酸甲酯对西兰花运输振动影响 PCA 分析

Fig. 11 PCA analysis of the effect of MeJA on transport vibration of broccoli

2.3.4 茉莉酸甲酯对西兰花运输振动影响雷达图分析

如图 12 所示,2 号和 7 号传感器的响应值变化明显。图 12(A)所示,贮藏 1 d 时,不振动清水 CK 组、振动清水 CK 组和振动 MeJA 组(B 组)的西兰花气味变化均不大,说明贮藏 1 d 西兰花新鲜,具有较高的商品价值。MeJA 处理过的西兰花

与振动清水 CK 和不振动清水 CK 相比更接近初值,说明,用 MeJA 处理振动后的西兰花可以有效降低西兰花的损伤,提高其商品价值。图 12(B)所示,2 d 后,西兰花的气味改变明显,经过 MeJA 处理后的西兰花气味变化较小,因此用 MeJA 处理可以有效抑制振动后的西兰花气味变化,延长货架期。

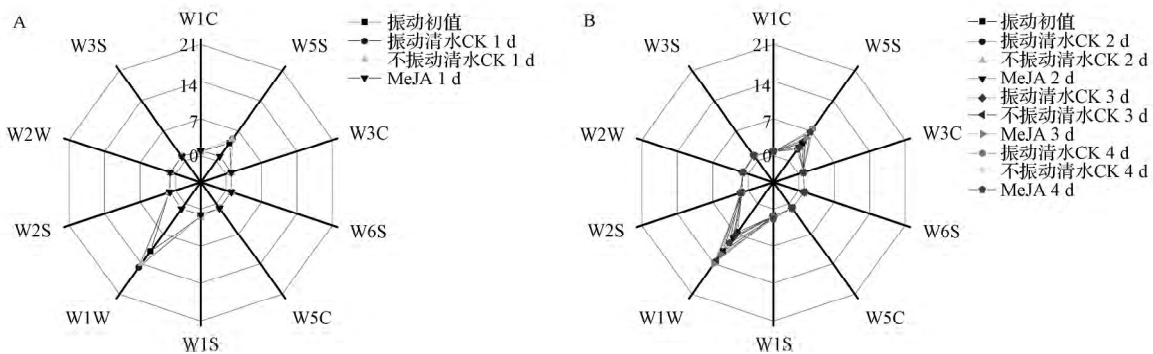


图 12 茉莉酸甲酯对西兰花运输振动 1 d(A)和 2~4 d(B)影响雷达图分析

Fig. 12 Analysis of 1 day(A), 2-4 days(B) radar diagram of MeJA transport vibration of broccoli

3 结论与讨论

对振动组和 MeJA 处理组的尖椒、青圆椒和西兰花进行检测,分析运输振动对蔬菜变化与电子鼻无损检测间的关系,利用对传感器响应值进行 PCA 方法的分析,实现了蔬菜运输振动后的新鲜度鉴别^[16]当采用 PCA 方法分析时,电子鼻可以区分处理组与对照组的蔬菜,并且可以区分不同贮藏时间的尖椒和西兰花。采用雷达图分析方法可得出,传感器 W5S、W1W 在检测中作用最大,对区分蔬菜是否新鲜,是否有商品价值贡献最大。不振动组的尖椒和西兰花的气味改变较小,青圆椒的不振动组和振动组的气味变化不大,所以减小运输过程中果蔬的振动可以有效提高果蔬的商品价值。MeJA 可通过激活植物的防御反应和修复外来机械损伤来调控果蔬的品质^[17-18],用 MeJA 处理振动后的尖椒、青圆椒和西兰花可以有效抑制尖椒、青圆椒和西兰花气味的改变。

为了提供更可靠的依据,可以把电子鼻检测与气相色谱-质谱方法结合起来^[19],分析出振动后果蔬的各自特征呈味物质及其所占的比例,分析对照组和经过 MeJA 处理后蔬菜间的差别,为降低振动对果蔬损伤提供理论依据。以后可以从传感器的优化以及神经网络、遗传算法等相结合的模式识别方法,模拟人的思维过程,获得更为精确的模型^[9]。

参考文献

- [1] 王永康.我国农产品物流现状及其冷链发展对策[J].改革与战略,2011(9):93-95.
[2] 李萍,王若伊,林顿,等.果蔬运输振动损伤及其减振包装设计[J].食品工业科技,2015,34(5):353-357.

- [3] 颜廷才,邵丹,李江阔,等.基于电子鼻和 GC-MS 评价不同品种葡萄采收后品质和挥发性物质的变化[J].现代食品科技,2015,31(11):290-297.
[4] D'ONFRRO C, MATARESE F, CUZZOLA A. Effect of methyl jasmonate on the aroma of Sangiovese grapes and wines[J]. Food Chemistry, 2018, 242:352-361.
[5] 盘柳依,赵显阳,陈明,等.外源茉莉酸甲酯处理对采收猕猴桃果实品质和抗氧化酶活性的影响[J].食品与发酵工业,2019,45(9):190-196.
[6] 徐冬颖,刘婧,左进华,等.茉莉酸甲酯处理对运输振动后尖椒贮藏品质的影响[J].现代食品科技,2018,34(9):70-76.
[7] 韩雪,王晶晶,张玉科,等.电子鼻法检测不同温度毛酸浆风味物质的变化[J].饲料检测,2016(20):43-47.
[8] 唐晓伟,张万清,耿利华,等.电子鼻评价甜瓜成熟度及风味的研究[J].中国农学通报,2010,26(21):75-80.
[9] 曹雪仁,詹浩宇,周益林,等.电子鼻技术在快速检测小麦矮腥黑穗病菌中的应用[J].生物安全学报,2011,20(2):171-172.
[10] 车君艳,何小龙,周晓燕.不同品牌调味品的电子鼻分析及感官评价[J].中国调味品,2013,38(12):60-62.
[11] 石国英,高思宇,韦静静,等.基于电子鼻的桑葚采收后品质预测[J].食品与发酵工业,2016,42(3):193-197.
[12] 张鹏,李江阔,陈绍惠.基于电子鼻判别富士苹果货架期的研究[J].食品工业科技,2015,36(5):272-276.
[13] 王芳,魏星,魏巍,等.果蔬运动受振动·冲击作用研究进展[J].安徽农业科学,2015,43(26):326-329.
[14] 周然,苏树强,李云飞.果蔬运输振动频谱检测分析及对水果损伤的研究[J].包装工程,2007,28(10):76-79.
[15] 李萍,王若伊,林顿,等.果蔬运输振动损伤及其减振包装设计[J].食品工业科技,2013,34(5):353-357.
[16] 纪祥洲,李亮,桑志成,等.电子鼻检测冻藏草莓品质研究[J].中国农学通报,2014,30(36):304-309.
[17] 齐海萍,刘程惠,田密霞,等.茉莉酸甲酯在采后果蔬品质控制中的应用[J].食品安全质量检测学报,2015,6(7):2415-2419.
[18] 徐冬颖,刘婧,左进华,等.茉莉酸甲酯处理对运输振动后尖椒贮藏品质的影响[J].现代食品科技,2018,34(9):1-7.
[19] 丁媛,郑平安,缪芳芳,等.电子鼻在 8 种贝类气味差异研究中的应用[J].食品科学,2013,34(22):353-355.

Detection of Vegetable Smell Quality After Transport Vibration Based on Electronic Nose Technology

LIU Yao¹, XU Dongying¹, LIU Jing^{1,2}, ZUO Jinhua¹, GAO Lipu¹, WANG Qing¹

(1. Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences/Key Laboratory of the Vegetable Postharvest Treatment of Ministry of Agriculture/Beijing Key Laboratory of Fruits and Vegetable Storage and Processing/Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops (North China), Ministry of Agriculture/Key Laboratory of Urban Agriculture(North), Ministry of Agriculture, Beijing 100097; 2. College of Plant Protection, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230000)

Abstract: The pepper, green round pepper and broccoli were used as raw materials to vibration, non-vibration and MeJA treatment and electronic nose was used to detect the volatile components in vegetables at different storage time. The results showed that the change of smell of prickly pepper and broccoli in non-vibration group was smaller than that in vibrating group, while that in non-vibrating group and vibrating group in round green pepper group was smaller. MeJA treatment of vibrating pepper, green pepper and broccoli could effectively inhibit the change of the smell of pepper, green pepper and broccoli. Therefore, reducing the vibration of fruits and vegetables during transportation and treating them with MeJA could effectively maintain the storage quality of fruits and vegetables and prolong the shelf life of fruits and vegetables.

Keywords: pepper; round green pepper; broccoli; methyl jasmonate; electronic nose

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告

《中国南方果树》2020 年征订启事

《中国南方果树》是农业部主管、中国农业科学院柑桔研究所主办的国家级专业性技术类期刊。全国中文核心期刊。主要报道我国南方地区栽培的所有果树作物的创新性研究成果,反映国内南方果树科技动态,介绍新的实用技术和先进经验,扶持培养果树科技人才,推动和促进我国果树学科的发展,为我国南方果树产业发展提供技术支持。

本刊设置研究论文、研究简报和技术交流三大板块,每一版块分设柑桔类果树、其他常绿果树和落叶果树,包括品种与资源、栽培生理与技术、贮藏与加工技术、病虫害防治、产业经济等内容。本刊所刊载的研究论文和试验报告均是作者原创性高新技术或实用生产技术研究成果,具有创新性、先进性、实用性、时效性,对生产管理有重要指导作用,是我国果树行业权威、实用、科学的科技传播媒介和工具性参考资料。

本刊为双月刊,国内外公开发行人。16 开本,正文 160 页左右,逢单月 25 日出版。每期定价 10 元,全年 60 元。全国各地邮局(所)均可订阅,邮发代号 78—13。漏订者可随时通过邮局或银行汇款到编辑部邮购,每期加收快递费 5 元。

编辑部电话:(023)68349196 68349197

E-mail: nfgs@cric. cn

广告部电话:(023)68349198

广告专用 E-mail: wsl@cric. cn

在线投稿网址: [http://tsg. cric. cn](http://tsg.cric. cn)

中国果业网: <http://www. zhgy. com>

邮局汇款地址:重庆市北碚区歇马镇柑桔研究所 邮编:400712 收款人:吴涛

银行汇款:开户行:农行重庆北碚歇马支行 户名:中国农业科学院柑桔研究所

账号:31091201040002333

“汇款时务必写明用途和联系电话”