

电子鼻评价甜瓜成熟度及风味的研究

唐晓伟¹,张万清¹,耿利华²,何洪巨¹

(¹北京市农林科学院蔬菜研究中心,北京 100097;²北京盈盛恒泰科技有限责任公司,北京 100055)

摘要:通过采用电子鼻系统对不同品种资源和成熟度的甜瓜进行分析测定,建立一个科学的准确判别甜瓜的成熟度和区分不同品种甜瓜的方法。通过主成分分析(PCA)和线性判别式分析(LDA)表明,采用电子鼻可以很好区分半熟期和完熟期的甜瓜。当采用PCA方法分析时,电子鼻可以100%地区分和判定不同成熟度的甜瓜。对不同品种甜瓜进行电子鼻检测的研究表明,电子鼻可以区分不同品种的甜瓜,区分力值很高。样品在切开和不切开状态下气味有所变化,导致各品种之间的区分力有所改变。对于某些在不切开状态下香气非常接近,难以区分的样品,可以考虑通过切开的方式对样品进行分析。通过此研究建立了一种快速准确的判读不同品种甜瓜的成熟度,改变以往仅通过人为的主观判断方式。

关键词:甜瓜;成熟度;风味;电子鼻

中图分类号:S652

文献标志码:S

论文编号:2010-1383

Evaluation of the Maturity and Flavor of Melons Using an Electronic Nose

Tang Xiaowei¹, Zhang Wanqing¹, Geng Lihua², He Hongju¹

(*Beijing Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forest Sciences, Beijing 100097;*

Beijing Ensoul Technology Ltd., Beijing 100055)

Abstract: In this work, an electronic nose was used to evaluate the different cultivars and mature stages of melons. When the maturity was distinguished according to color, the score plot of the principal component analysis (PCA) and linear discrimination analysis (LDA) for the electronic nose measurement showed that immature melons could be distinguished from mature melons. The PCA can be used to classify and identify 100% of melon maturity. Meanwhile, the electronic nose was used to distinguish the different cultivars of melons and showed high levels of classification. There were slightly flavor changes of cut and no cut samples, so it was easy to distinguish some of cultivars when the samples were cut using the electronic nose for some melon cultivars. By this research, the author built a rapid and accurate method to judge the maturity of melons instead of man sense.

Key words: melon; maturity; flavour; electronic nose

0 引言

甜瓜(*Cucumis melo L.*)属于葫芦科植物,作为世界十大水果之一,以其独特的品质风味,倍受人们喜爱,其营养价值名列世界十大水果第二位^[1]。近年来,随着经济的发展和人们生活水平的提高,国内外对甜瓜的需求日益增加。中国是甜瓜生产大国,种类繁多,风味各异,口感多样,既有适于保护地种植的厚皮甜

瓜,也有适于露地种植的薄皮甜瓜,已经成为中国一个具有国际竞争力和较大经济增长空间的重要园艺产业,是农业增产、农民增收的高效园艺作物之一。

甜瓜的风味是评价其品质的重要手段,也是影响消费者购买的主要因素之一。甜瓜具有不同的香味和特殊的气味,这是由它们自身所含的芳香物质所决定^[2]。芳香物质在果蔬中含量虽然极少,但因品种和

第一作者简介:唐晓伟,女,副研究员,硕士,主要从事蔬菜水果风味品质评价及蔬菜安全性评价研究。通信地址:100097北京市农林科学院蔬菜研究中心, Tel:010-51503065, E-mail: tangxiaowei@nercv.org。

通讯作者:何洪巨,男,1966年出生,研究员,博士,主要从事蔬菜营养与保健功能研究。

收稿日期:2010-05-04, **修回日期:**2010-06-10。

成熟度的不同其含量各有不同^[3]。气味的检测一般采用气相色谱法(GC)和气相色谱/质谱联用技术(GC/MS)^[4]。但这些检测方法检测费用昂贵、检测周期长,特别是所得气味都是经样品分离后的结果,需把分离后的结果再重组才可作对比,所以测试结果都很难代表样品的整体性,与人的嗅觉很难作系统化和科学化的对照。随着电子鼻(传感器阵列系统)技术的发展,用电子鼻来表征气味及检测品质更为可靠和合理。这一快速方法使实时监测的愿望可以真正得到实现。在国内外,研究人员已经用电子鼻进行肉类^[5]、酒类^[6-7]的品质评价和苹果^[8-10]、桃^[11]、番茄^[12]、谷物^[13]、茶叶^[14]等农产品品质评价的研究。此研究以甜瓜作为试验对象,尝试采用电子鼻进行不同甜瓜品种资源和成熟度评价的研究,为甜瓜采收时进行分级和风味品质评价提供理

论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验所用甜瓜品种种植于北京市农林科学院蔬菜研究中心甜瓜试验基地。采用塑料大棚种植。株行距45 cm×75 cm,播种于2009年3月2日,定植期于3月25日,授粉期5月7—10日,采收期6月21日。采摘时根据甜瓜的外表、颜色,将甜瓜分为2种不同的成熟度:半熟期和成熟期。甜瓜品种特性见表1。仪器:采用德国Airsense公司的PEN3电子鼻,PEN3电子鼻包含10个金属氧化物传感器阵列,根据传感器接触到样品挥发物后的电阻量 G 与传感器在经过标准活性碳过滤气体的电阻量 G_0 的比值而进行数据处理和模式识别。

表1 试验甜瓜品种特性

样品号	品种名称	品种类型	果型	皮色肉色	香气浓郁度
2	京玉5号	网纹甜瓜	圆球形	绿肉网纹	5
63-1	新组合	厚光皮甜瓜	圆球形	白皮白肉	2
63-5-1		厚光皮甜瓜	圆球形	白皮白绿肉	2
63-7		厚光皮甜瓜	圆球形	白皮白绿肉	2
63-10		厚光皮甜瓜	圆球形	白皮白绿肉	2
8289-1		厚光皮甜瓜	圆球形	黄皮白肉	1
8292-1		厚光皮甜瓜	圆球形	黄皮白肉	1
8301-2	京玉白流星	厚光皮甜瓜	圆球形	白皮白肉	2
CK49	雪峰蜜2号	厚光皮甜瓜	圆球形	白皮白肉	1
CK50	一特白	厚光皮甜瓜	圆球形	白皮浅绿肉	1
8538-2	哈密瓜组合	哈密瓜	长椭圆	花绿皮浅橙肉	2
CK59	金凤凰	哈密瓜	长椭圆	金黄皮浅橙肉	1
CK28-1	梅亚黄金道	薄皮甜瓜	长卵形	花皮粉白肉	5(熟瓜)
CK28-2	梅亚黄金道	薄皮甜瓜	长卵形	花皮粉白肉	3(生瓜)
CK35-1	京玉268	厚薄皮中间型甜瓜	长卵形	白皮白肉	4(熟瓜)
CK35-2	京玉268		长卵园	白皮白肉	3(生瓜)
CK36-1	京玉280	厚薄皮中间型	卵园	灰绿皮绿肉	4(熟瓜)
CK36-2	京玉280		卵园	灰绿皮绿肉	3(生瓜)

1.2 试验方法

1.2.1 采集时间选择 根据参考文献和预备试验得知,样品密封1 h后其顶部空间的挥发物将达到平衡状态。采用单个样品用保鲜袋密封1 h后,进行电子鼻自动顶空取样的检测。从图1可知,电阻比刚开始时较低,随着挥发物在传感器表面富集,传感器电阻比不断地增大,最后趋于平缓,达到一个稳定的状态。本研究用稳定状态下信号进行分析,取30~33 s处的信号作为分析的时间点。

1.2.2 试验对象选择:试验选用3种甜瓜,每种甜瓜有半成熟和成熟之分,每种成熟期的甜瓜分别做了3次试验。PCA分析将3种甜瓜分成6类,每类取了3次试验的结果,每次试验的30~33 s的数据作为分析点。

1.2.3 主成分分析(PCA) PCA分析是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主要的二维散点图。PC1和PC2上包含了在PCA转换中得到的第一主成分和第二主成分的贡献率,贡

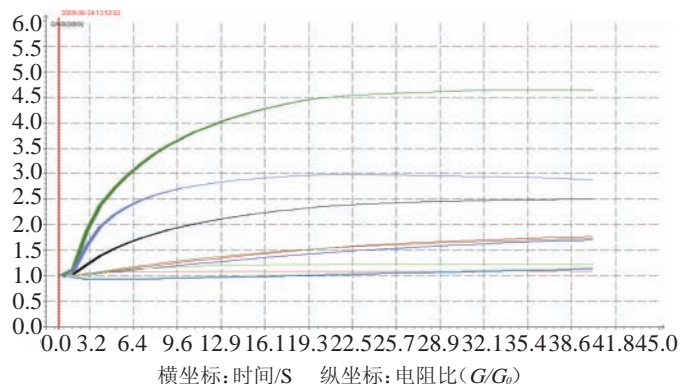


图1 甜瓜挥发物测量中电子鼻的电信号变化

献率越大,说明主要成分可以较好地反映原来多指标的信息。

1.2.4 线性判别式分析(LDA) LDA分析是研究样品所属类型的一种统计方法。LDA分析时,利用了所有传感器的信号以提高分类的准确性。LDA分析更加注重样品在空间中的分布状态及彼此之间的距离分析,将样品信号数据通过运算法则投影到某一方向,使得组与组之间的投影尽可能分开。

2 结果与分析

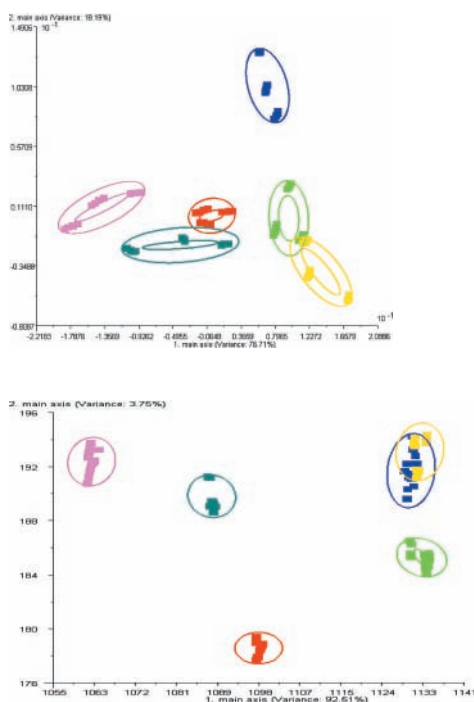
2.1 不同成熟度甜瓜的电子鼻检测分析

图2显示了电子鼻检测和区分不同成熟度甜瓜的PCA和LDA分析图。在PCA分析中,第一主成分PC1和第二主成分PC2的贡献率分别为76.712%和18.195%,总的贡献率为94.907%。在LDA分析中,线性判别函数LD1和LD2的贡献率分别为92.513%和

3.7472%,总的贡献率为96.26%。从PCA和LDA分析中可以得到,3种品种的半成熟期的甜瓜与成熟期的甜瓜可以很好地用电子鼻进行区分,区分力值均大于0.85以上,这与Oshita^[5]等在梨上的研究结果相同。不同品种的甜瓜在半成熟期时香气表现接近,而成熟后香气均差异很大,区分力值均大于0.91以上。说明不同品种的甜瓜越成熟,香气差异越大。这是由于半成熟期的甜瓜还没有达到发挥果实特有芳香的程度,而成熟期的甜瓜已经接近和达到发挥果实特有芳香的程度,具有一定的代表性。

2.2 不同甜瓜品种的电子鼻检测分析

图3显示了在不切开样品的前提下电子鼻检测和区分不同品种的甜瓜的PCA和LDA分析图。在PCA分析中,第一主成分PC1和第二主成分PC2的贡献率分别为59.463%和30.003%,总的贡献率为89.465%。



PCA-Analysis

normalization : PCA : N
 Matrix : Correlation-M.
 Algorithm: PCA
 Variance: : 94.907 %
 1. main axis: 76.712 %
 2. main axis: 18.195 %
 Pattern File:

Discrimination power:

	CK35-1熟	CK35-2生	CK31-2生	CK31-1熟	CK28-1熟	CK28-2生
CK35-1熟	0.886	0.886	0.959	0.959	0.916	0.926
CK35-2生	0.969	0.925	0.963	0.963	0.629	0.833
CK31-2生	0.959	0.963	0.912	0.912	0.911	0.558
CK31-1熟	0.916	0.629	0.911	0.959	0.959	0.709
CK28-1熟	0.926	0.833	0.558	0.709	0.859	

LDA-Analysis

normalization : LDA :
 Matrix : Correlation-M.
 Algorithm: LDA
 Variance: : 96.26 %
 1. main axis: 92.513 %
 2. main axis: 3.7472 %
 Pattern File:

CK35-1 熟
 CK35-2 生
 CK31-2 生
 CK31-1 熟
 CK28-1 熟
 CK28-2 生

图2 按颜色区分的3种不同种甜瓜半成熟和成熟的PCA和LDA分析图

在LDA分析中,线性判别函数LD1和LD2的贡献率分别为71.399%和21.621%,总的贡献率为93.02%。从PCA和LDA分析中可以得到,除8289、8298、CK50三个品种的甜瓜区分度较差外,其余各种样品区分度都比较好。尤其是2号样和CK50号样,同其他各品种样品差异巨大,区分力大部分在0.9以上。

图4显示了切开样品后电子鼻检测和区分不同品种的甜瓜的PCA和LDA分析图。PCA总的区分贡献率有明显提高,而LDA总的区分贡献率却均有明显下降,同时每种样品的之间区分力也有所变化,8289、8292和CK50号样品之间完全区分开了。说明切开样品后,各品种样品的特殊香气完全释放出来,将香气近似的几个样品也完全区分开。但切开后的香气变的更加复杂,线性判别函数LD1和LD2区分贡献率均有所下降,LD1和LD2两个函数不能完全代表整体的香气组分了。而经进一步分析LD3区分贡献率达10.36%,将

来建立区分模板时,应该也要考虑LD3的参与的分析效果。

图5显示了不切开和切开样品的LOADING传感器区分贡献率分析结果,非常清楚的看到,在这个区分贡献中,2号传感器对第1组分的区分贡献率最大,7号传感器对第2组分的区分贡献率最大。

3 讨论

(1)在按颜色进行成熟度区分时,从主成分分析(PCA)和线性判别式分析(LDA)中可以得到,电子鼻可以较好地地区分半成熟期和成熟期的甜瓜。

(2)电子鼻可以对不同种类的甜瓜进行很好地区分。样品在切开和不切开状态下气味有所变化,导致各品种之间的区分力有所改变。对于某些在不切开状态下香气非常接近,难以区分的样品,可以考虑通过切开的方式对样品进行分析。

(3)电子鼻在对同一品种的甜瓜成熟与不成熟的

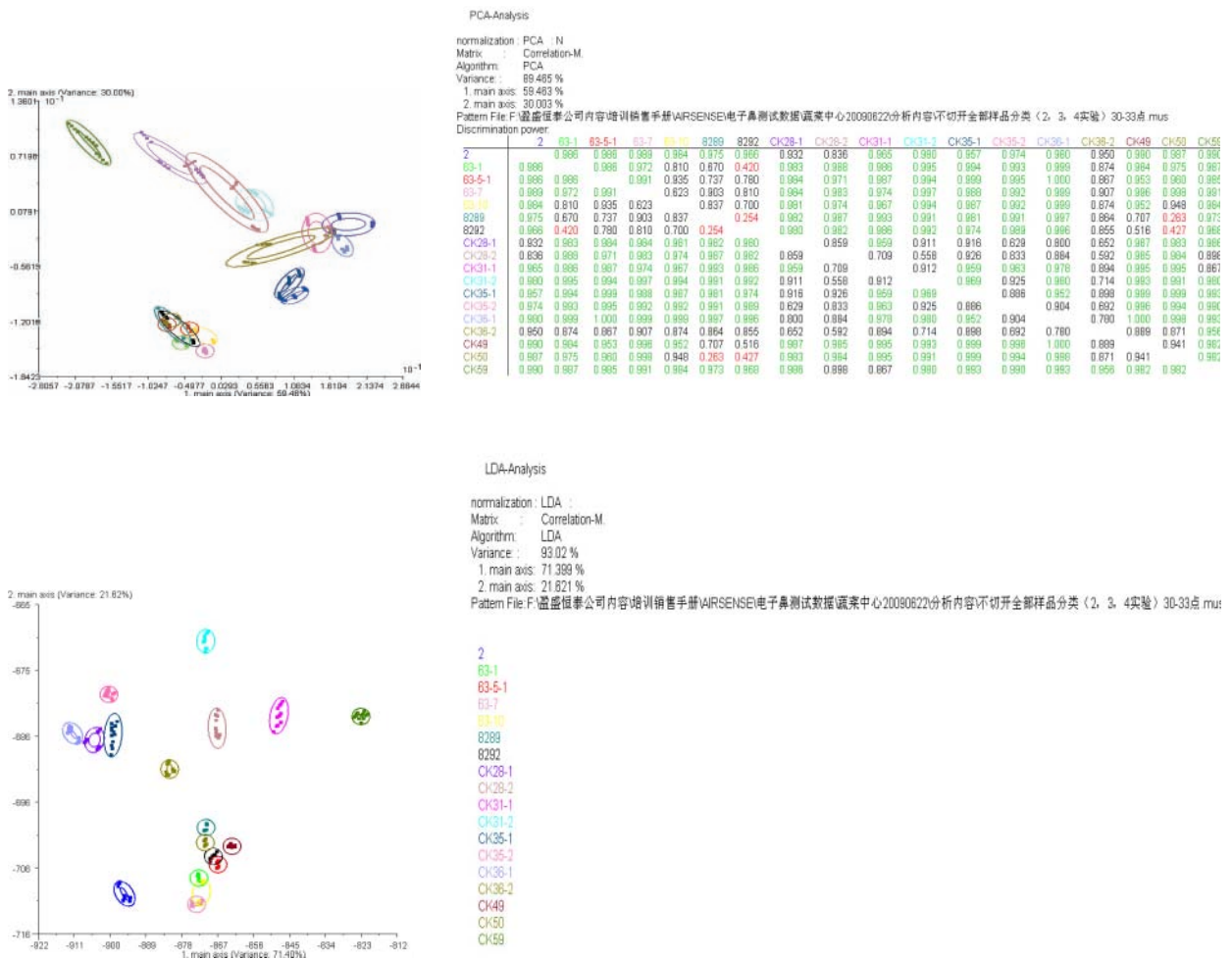


图3 样品不切开的情况下按颜色区分的不同种甜瓜的PCA和LDA分析图

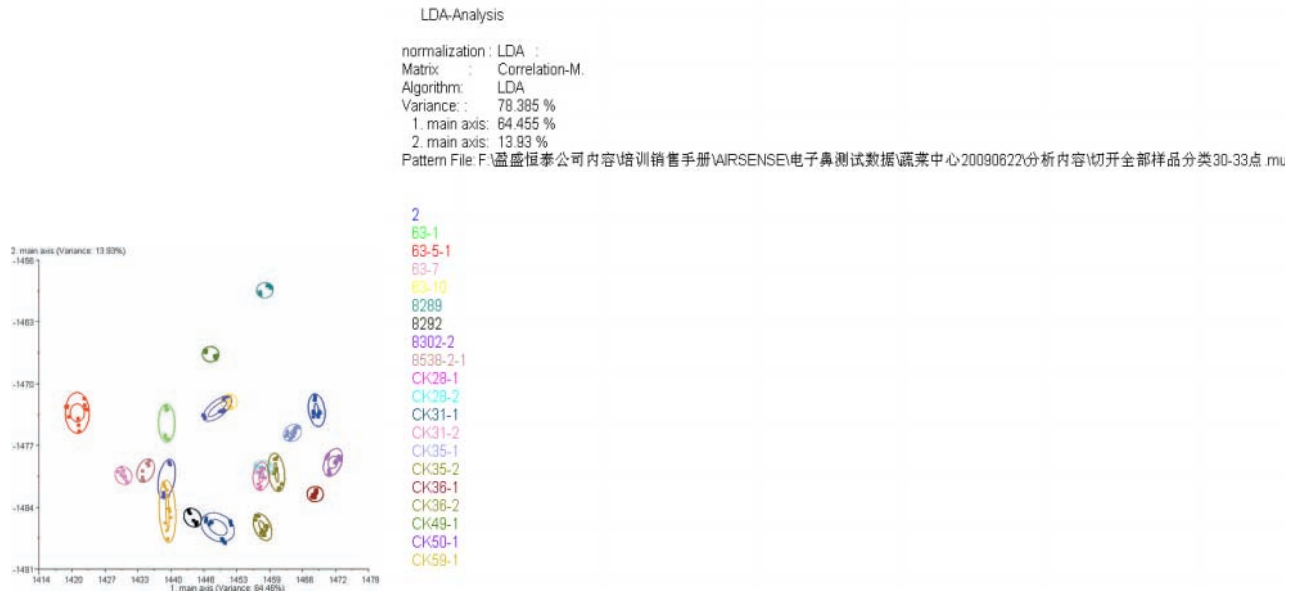


图4 样品切开的情况下按颜色区分的不同品种甜瓜的PCA和LDA分析图

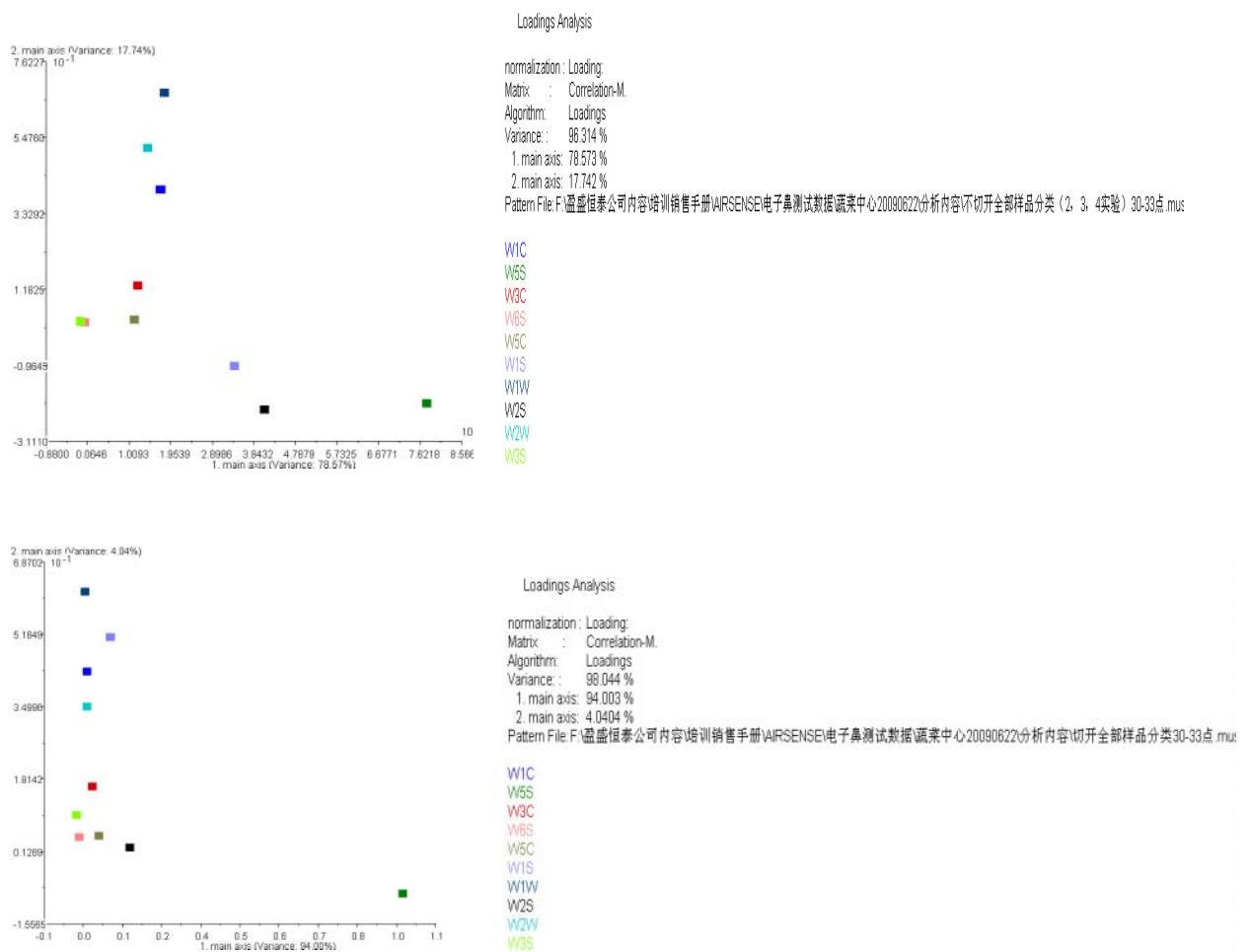


图5 不切开与切开LOADING传感器区分贡献率分析结果图

区分鉴别效果非常好,可以准确对未知样品进行成熟与非成熟辨别归类。因此,电子鼻在非破坏辨别评价甜瓜成熟度上具有巨大的潜力。

参考文献

- [1] 日本农山渔村文化协会.蔬菜生物生理学基础[M].北京农业大学译.北京:农业出版社,1985.
- [2] 刘明池,郝静,唐晓伟,等.番茄果实芳香物质的研究进展[J].中国农业科学,2008,41(5):1444-1451.
- [3] 余善鸣,白杰,马国庆.果蔬保鲜与冷冻干燥技术[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1999.
- [4] 唐晓伟,刘明池,何洪巨,等.新鲜番茄风味组分研究[J].食品科学,2007,28(2):28-30.
- [5] 周亦斌,王俊.电子鼻在食品感官检测中的应用进展[J].食品与发酵工业,2004,30(2):129-132.
- [6] 王俊,胡桂仙,于勇,等.电子鼻与电子舌在食品检测中应用研究进展[J].农业工程学报,2004,20(2):292-295.
- [7] 周亦斌,王俊.基于电子鼻的番茄成熟度及贮藏时间评价的研究[J].农业工程学报,2005,21(4):113-117.
- [8] Stijn Saevels, Jeroen Lammertyn, Amalia Z Berna, et al. An electronic nose and a mass spectrometry-based electronic nose for assessing apple quality during shelf life[J]. Postharvest Biology and Technology, 2004,31:9-19.
- [9] Corrado Di Natale, Antonella Macagnano, Eugenio Martinelli, et al. The evaluation of quality of postharvest oranges and apples by means of an electronic nose[J]. Sensors and Actuators B, 2001,78: 26-31.
- [10] Brezmes J, Llobet E, Vilanova X, et al. Fruit ripeness monitoring using an electronic nose[J]. Sensors and Actuators B, 2000,69: 223-229.
- [11] Corrado Di Natale, Manuela Zude-Sasse, Antonella Macagnano, et al. Outer product analysis of electronic nose and visible spectra: Application to the measurement of peach fruit characteristics[J]. Analytica Chimica Acta, 2002,459:1072-117.
- [12] Amalia Z Berna, Jeroen Lammertyn, Stijn Saevels. Electronic nose systems to study shelf life and cultivar effect on tomato aroma profile[J]. Sensors and Actuators B, 2004,97:324-333.
- [13] 邹小波,赵杰文.电子鼻快速检测谷物霉变的研究[J].农业工程学报,2004,20(4):121-124.
- [14] 周亦斌,王俊.新技术在茶叶品质评价中应用的现状及趋势[J].茶叶科学,2004,24(2):82-85.
- [15] Oshita S, Shima K, Haruta T, et al. Discrimination of odors emanating from La France' pear by semi-conducting polymer sensors[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2000,26: 209-216.