

# 江苏富士苹果的理化及感官特性分析

牛丽影<sup>1</sup>, 吴建平<sup>1,2</sup>, 肖亚冬<sup>1</sup>, 李大婧<sup>1</sup>, 刘春泉<sup>1</sup>

(1. 江苏省农业科学院农产品加工研究所, 江苏南京 210014)

(2. 扬州大学食品科学与工程学院, 江苏扬州 225000)

**摘要:** 江苏省苹果以丰县为集中产地, 富士为主栽品种, 隶属于黄河故道产区, 为明确其鲜食特性的地域特点, 对丰县富士糖酸含量、色泽和质构等理化指标和硬性、易碎性、多汁性、酸甜度等感官属性进行了测定, 并与陕西富士进行了比较。结果显示丰县苹果蔗糖和苹果酸含量偏低, 分别为陕西苹果的 75.88% 和 58.90%。江苏苹果果皮  $L^*$  为 64.37,  $a^*$  值为 11.19,  $b^*$  值为 32.12,  $a^*$  值低而  $L^*$ 、 $b^*$  值高于陕西苹果, 说明果皮红色弱而偏黄色; 果肉  $L^*$  值为 81.19,  $b^*$  值为 29.00,  $L^*$  值低而  $b^*$  值高于陕西苹果, 说明果肉色泽偏黄。质构仪测得江苏苹果的脆度显著高于陕西苹果。感官评价结果显示江苏苹果具有硬性低、易碎、易嚼、酸度低的特点, 而多汁性和甜度差异不显著。在偏爱性比较中, 73.7% 的评价人员偏爱陕西苹果的颜色, 而对滋味和质地的偏爱程度差异不显著。研究结果将为江苏富士品质评价提供借鉴。

**关键词:** 江苏富士苹果; 理化品质; 感官属性; 偏爱性

文章编号: 1673-9078(2017)5-253-258

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.5.040

## Physicochemical and Sensory Properties of Fuji Apples Grown in Jiangsu Province

NIU Li-ying<sup>1</sup>, WU Jian-ping<sup>1,2</sup>, XIAO Ya-dong<sup>1</sup>, LI Da-jing<sup>1</sup>, LIU Chun-quan<sup>1</sup>

(1. Institute of Farm Product Processing, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

(2. College of Food Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225000, China)

**Abstract:** Fengxian county is the main apple-producing region in Jiangsu, located in the area of the Grand Canal of Yellow River, and the main cultivar is the Fuji apple. In order to understand the region-specific features of the Jiangsu Fuji apple, physicochemical indicators (content of sugars and acids, color, texture parameters, etc.) and sensory properties (firmness, brittleness, juiciness, sweetness, sourness, etc.) of fresh Fuji apples from Fengxian county were determined and compared with those of Fuji apples grown in Shaanxi province. The results showed that Jiangsu apples had lower sucrose and malic acid content: 75.88 and 58.9% of those of Shaanxi apples, respectively. The peel of Jiangsu apple had higher  $L^*$  (64.37) and  $b^*$  (32.12) values, but a lower  $a^*$  value (11.19), than those of Shaanxi apples, suggesting a weakly red and yellowish color of Jiangsu apple peel. The flesh of Jiangsu apples had lower  $L^*$  (81.19) and higher  $b^*$  (29.00) values than those of Shaanxi apples, indicating a yellowish color of Jiangsu apple flesh. The results of texture analyzer measurement showed that the crispness of Jiangsu apples was significantly higher than that of Shaanxi apples. Sensory analysis showed that Jiangsu apples had low firmness and sourness intensity, high crispness, and was easy to chew, while no significant differences were found in juiciness and sweetness. Furthermore, in the case of preferences, 73.7% of sensory panel assessors showed a preference for the color of Shaanxi apples, but showed no preference for either taste or texture. The results of this study will provide a reference for the evaluation of Jiangsu Fuji apples.

**Key words:** Jiangsu Fuji apple; physicochemical property; sensory attribute; preference comparison

我国是世界苹果生产和消费量最高的国家, 富士为我国主栽品种, 遍布四大产区<sup>[1]</sup>。近十年来, 我国对苹果产地特征的研究很多, 对不同产地的苹果果型、

收稿日期: 2016-06-21

基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金项目 [CX (15) 1022]

作者简介: 牛丽影 (1977-), 女, 博士, 副研究员, 研究方向: 果蔬加工

通讯作者: 刘春泉 (1959-), 男, 研究员, 研究方向: 农产品精深加工与产业化

果重、果色等农艺性状<sup>[2]</sup>以及糖、酸、酚类等化学成分差异<sup>[3]</sup>进行了比较, 或者依据理化指标、光谱图谱等进行产地鉴别<sup>[4,5]</sup>。产地特征隶属于食品差异评价范畴, 感官品质是食品品质的重要组成部分, 感官品质包括差异性研究与嗜好性研究, 可用于指导产品研发、销售目标人群的确定等<sup>[6]</sup>。苹果作为我国重要的水果种类, 一直缺乏不同苹果风味口感的感官差异分析和消费者嗜好分析研究。据一项对欧洲 7 国 4290 个消费

者对苹果的嗜好性研究显示, 68%的消费者喜欢甜苹果, 而 32%的消费者喜欢偏酸、较硬的甜苹果<sup>[7]</sup>。在 Wang 和 Huo 对我国四个省会城市 504 个消费者对苹果购买意向的调查显示, 73.4%的消费者认为风味是最重要的特点, 形状和颜色的重要性排第二位<sup>[8]</sup>, 但没有对风味属性进一步的分解。一般来说, 消费者对苹果的偏爱基于滋味和质构的相互作用<sup>[9]</sup>, 对于滋味而言, 主要为酸度和甜度, 质构特点的描述则较为复杂, 除脆度、硬度, 还包括受欢迎的特性多汁性以及表示缺陷的干面性和粉性<sup>[10]</sup>等。

受气象生态因素影响, 不同产区的富士品质差异很大<sup>[11]</sup>。江苏省最大的红富士苹果生产基地位于丰县, 隶属于黄河故道产区<sup>[12]</sup>, 土壤以沙土为主, 质地疏松, 土层深厚, 透气性强, 其特有的土质与气候形成了与其他产区不同的风味口感, 但对江苏苹果品质特色的报道很少。本文将仪器分析获得的理化品质指标数据与感官评定结果相结合, 将丰县富士苹果的糖酸含量、色泽参数、密度和质构等理化特点以及外观、质构及滋味等感官属性特点和整体偏爱性进行了分析, 并与陕西苹果进行了比较, 为苹果产地鉴别及地域品牌建设提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 原料

本实验所用江苏丰县富士于 2015 年 11 月购自淘宝丰县运营中心, 陕西高原红富士购自南京众彩物流中心。

选用苹果样品已在产地经过汇总及商业化筛选, 包装整齐、大小一致, 均为当年采摘样品, 两种苹果外层均采用泡沫水果网套包装, 内层则分别为塑料套袋及蜡纸。运至实验室后则贮藏于 4 °C 冷库, 选择果径 10~11 cm 的果实各 60 个作为样本, 十天内完成各项指标测定。

### 1.2 主要仪器设备与试剂

JYZ-6ET, 九阳原汁机; PB-10 pH 计, 德国 Sartorius 公司; WAY-2S 阿贝折光仪, 上海易测仪器设备有限公司; CT3 质构仪, 美国 Brookfield 公司; MP2002 电子天平, 上海舜宇恒平科学仪器有限公司; Agilent 1200 液相色谱系统, 美国 Agilent 公司; CM-700d 色差仪, 柯尼卡美能达公司。

乙腈: 色谱纯, 美国天地公司; 蔗糖、葡萄糖、果糖、奎宁酸、苹果酸、柠檬酸、琥珀酸: 分析纯, 上海国药集团。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 pH 和可溶性固形物 (SSC) 的测定

分别采用 pH 计和阿贝折光仪对压榨得到的苹果原液的 pH 和 SSC 进行测定。

#### 1.3.2 可滴定酸 (TA) 含量的测定

测定方法参照 GB/T 12456-2008 食品中总酸的测定。取 5.0 mL 苹果汁, 以 0.1 mol/L 的 NaOH 滴定至 pH 值 8.1, 结果以苹果酸计。

#### 1.3.3 果实密度的测定

随机选取 15 个果实编号, 利用天平测定单果质量  $m$ , 排水法依次测定单果体积  $V$ , 根据  $\rho=m/V(\text{g}/\text{cm}^3)$  计算果实密度, 取 15 个果实的平均值。

#### 1.3.4 糖和有机酸的测定

糖的测定方法参照文献<sup>[13]</sup>, 有机酸的测定方法参照文献<sup>[14]</sup>。

原料处理: 取苹果汁 500 mL 煮沸后 10000 r/min 离心 15 min, 取上清液经 0.45  $\mu\text{m}$  过滤器过滤, 用于液相色谱分析。

有机酸的测定: G1315B DAD 检测器, 色谱柱为 ZORBAX Eclipse XDB-C18(5  $\mu\text{m}$ , 4.6 mm i.d. $\times$ 250 mm), 流动相为 0.02 mol/L  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  缓冲液(pH 2.6), 设定流速 0.5 mL/min, 进样体积 20  $\mu\text{L}$ , 检测波长 214 nm, 柱温 25 °C。

糖的测定: G1362A 示差检测器, 色谱柱为 Carbohydrate (5  $\mu\text{m}$ , 4.6mm i.d. $\times$ 150 mm), 流速 1.0 mL/min, 柱温 30 °C, 流动相为乙腈/水(75/25, V/V), 测定前将样品与乙腈体积比 1:1 混合。

#### 1.3.5 质构测定

选取两个产地的苹果各 15 个, 以果柄至果蒂为纵轴线, 赤道等距划分为 6 条纵轴线, 采用穿刺模式, 对完整样品和去皮后分别取六个赤道点利用质构仪进行测定。仪器探头为 TA44 型, 夹具为 TA-TPB 型, 程序参数设置为: 测试速度 0.5 mm/s, 触发点负载 10.0 g, 目标距离 20 mm。

#### 1.3.6 色泽测定

采用测 CIE  $L^*$ 、 $a^*$ 和  $b^*$ 模式测定, 取 15 个果实为一个样本, 每个果实在果面中心处对称测定 6 个值。测定前以标准白度( $L^*=97.06$ ,  $a^*=0.04$ ,  $b^*=2.01$ )对色差计进行校准。

#### 1.3.7 感官评定

苹果的硬性、易碎性、易嚼性参照 GB/T 16860-1997 质地剖面中的评价方法进行定义; 多汁性、甜度、酸度的定义和参照物则分别参照文献<sup>[15]</sup>和<sup>[16]</sup>, 具体定义和评价方法见表 1。评价员为果蔬加工

研究室工作人员及研究生共 38 人,均具有食品科学专业背景,其中男性 14 人,女性 24 人,年龄在 22~40 岁。通过进行基本味道阈值、差别样品的检验能力和描述能力对评价员进行选拔,并对质构描述词的理解和感受进行培训。参与评价的 38 人中包括优选评价员 8 人,初级评价员 30 人。

感官评价试验在感官评价室,上午 10:00~11:00,

室温(20~24 °C)下进行,分两次进行,第一次参照 GB/T 12310-2012 感官分析成对比较检验采用 2 cm<sup>3</sup> 苹果果肉,彩色光源下,要求评价员对两种苹果的硬性、易碎性、易嚼性、甜度、酸度、多汁性进行比较;第二次采用完整苹果,自然光源下对色泽外观进行偏爱性评价后,按照个人习惯的食用方式对滋味和质地进行偏爱性评价。

表 1 感官特性的定义和评价方法

Table 1 Definitions and methods/references of sensory attributes

描述词	定义	评价方法/参照物
硬性	穿透样品所需的力有关的机械质地特性	将样品放在上下门牙间
易碎性	粉碎样品所需力量有关的机械质地	将样品放在白齿间压迫,使样品碎裂
易嚼性	咀嚼至可被吞咽所需时间地特性有关的机械质地特性	将样品放在口腔中每秒钟咀嚼一次,所用力量与用 0.5 s 内咬穿一块口香糖所需力量相同,评价当可将样品吞咽时所咀嚼次数或能量
多汁性	用白齿咀嚼前三次时释放出果汁的量	咀嚼方法同易嚼性评价
甜度	咀嚼至下咽时感觉到的甜味的强度	1.3/(g/L)苹果酸溶液中加入 1.3~8.0/(g/L)蔗糖
酸度	咀嚼至下咽时感觉到的酸味的强度	68/(g/L)蔗糖溶液中加入 1.3~8.0/(g/L)苹果酸

### 1.4 数据统计

两地苹果理化指标的比较采用单因素方差分析,以平均值±标准方差形式表示,采用 Origin 7.5 软件进行 Turkey 检验,  $p < 0.05$  时差异显著,  $p < 0.01$  时差异极显著。

采用 Originpro 7.5 进行箱线图(Box Plot)分析,包含数据的最大值(Max)、最小值(Min)、中位数(Me)和

两个四分位数 5 个特征值。矩形箱的上下端分别对应数据组的上下四分位数(QL)和(QU),中位数则在矩形箱内,全部数据等分为四部分,其中每部分包含 25% 的数据,平均数的位置用箱内的方形点表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 pH、TA、SSC 和糖酸含量比较

表 2 江苏和陕西红富士的 pH、可滴定酸及糖酸含量

Table 2 pH values and content of TA, SSC, sugars, and organic acids in Fuji apples cultivated in Jiangsu and Shaanxi

指标	江苏丰县富士	陕西高原红富士	差异显著性
pH	4.21±0.04	3.84±0.04	0.000**
可滴定酸/(mg/mL)	3.72±0.54	7.38±0.14	0.000**
SSC(Brix)	13.3±0.20	15.6±0.00	0.000**
果糖/(mg/g)	64.08±0.95	65.80±1.36	0.123
葡萄糖/(mg/g)	31.16±0.19	33.95±2.26	0.092
蔗糖/(mg/g)	5.85±0.62	7.71±0.65	0.012*
总糖/(mg/g)	101.09±1.76	107.47±3.63	0.039*
奎宁酸/(mg/g)	0.16±0.03	0.16±0.02	0.871
苹果酸/(mg/g)	3.09±0.09	5.25±0.10	0.000**
柠檬酸/(mg/g)	0.05±0.02	0.10±0.05	0.000**
琥珀酸/(mg/g)	0.02±0.01	0.07±0.04	0.000**

注:“\*”表示在 0.05 水平上显著相关( $p < 0.05$ );“\*\*”表示在 0.01 水平上显著相关( $p < 0.01$ )。

苹果样品的糖酸相关指标见表 2。两种苹果均为果糖含量最高,分别为总糖的 61.2%和 59.6%,其次为葡萄糖,蔗糖含量最低,有机酸中苹果酸为最主要的酸,达有机酸总量的 90%以上,还检测到少量的奎

宁酸、柠檬酸、琥珀酸,与冯娟等(2013)<sup>[3]</sup>测定结果一致。但是两地富士苹果的 pH 值、SSC、TA、苹果酸含量差异均达到极显著水平( $p < 0.01$ ),江苏苹果具有较高的 pH 值,TA 和苹果酸含量分别为陕西富士的

50.4%和 58.9%。果糖、葡萄糖含量差异不显著 ( $p>0.05$ ), 蔗糖差异显著 ( $p<0.05$ ), 总糖差异显著 ( $p<0.05$ )。糖酸含量及比例是苹果品质的重要指标, 与酸甜风味密切相关。两种苹果的 SSC/TA 值分别为 35.75 和 24.23, 冯娟等<sup>[3]</sup>测定 13 个产地富士苹果糖酸比在 17.70~28.00 之间, 本文结果中陕西富士在此范围内, 但丰县富士明显具有低酸的特点。

## 2.2 果皮与果肉色泽参数的比较

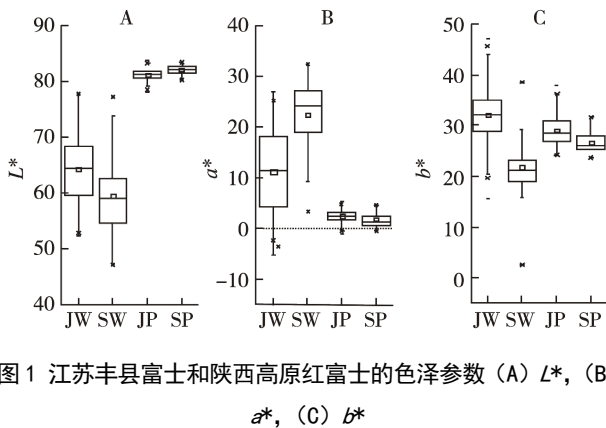


图1 江苏丰县富士和陕西高原红富士的色泽参数 (A)  $L^*$ , (B)  $a^*$ , (C)  $b^*$

Fig.1 Color parameters (A)  $L^*$ , (B)  $a^*$ , and (C)  $b^*$  of Fuji apples cultivated in Jiangsu and Shaanxi

注: JW 表示江苏完整苹果; SW 表示陕西完整苹果; JP 表示江苏去皮苹果; SP 表示陕西去皮苹果。

由箱线图(图1)可以看出整果  $L^*$  值和  $a^*$  值离散度较大, 去皮后离散度变小,  $L^*$  值增加,  $a^*$  减小, 说明去皮后果肉的色泽均匀性及亮度均高于果皮。对于  $b^*$  值, 去皮并未使数据离散度大幅降低, 江苏苹果无论去皮与否, 均高于陕西样品。 $a^*$  值为红度值, 正值表现为红色, 负值为绿色, 苹果样品中除陕西完整苹果外, 均检测到负值, 说明部分测试点为绿色。按照平均值与标准偏差计算, 江苏与陕西苹果果皮  $L^*$  值分别为  $64.37\pm4.05$  和  $59.45\pm4.68$ ,  $a^*$  值分别为  $11.19\pm4.65$  和  $22.34\pm3.99$ ,  $b^*$  值分别为  $32.12\pm4.05$  和  $21.73\pm4.62$ , 差异极显著 ( $p<0.01$ ),  $a^*$  值低而  $L^*$ 、 $b^*$  值高, 说明江苏苹果比陕西苹果红度低而黄度高, 这与西部气候条件更利于苹果红色着色的理论<sup>[11]</sup>一致。去皮后江苏苹果果肉  $L^*$  值分别为  $81.19\pm0.91$  和  $82.07\pm0.42$ , 显著低于陕西苹果 ( $p<0.01$ );  $a^*$  值分别为  $2.38\pm0.96$  和  $1.65\pm1.37$ , 差异不显著 ( $p>0.05$ );  $b^*$  值分别为  $29.00\pm1.55$  和  $26.54\pm1.13$ , 差异极显著 ( $p<0.01$ )。总体而言, 江苏苹果果皮色泽较陕西富士红值低, 倾向于黄色和绿色, 而果肉显著偏黄。

## 2.3 密度与质构特征

果肉密度一定程度上可以反映苹果的致密程度, 肉质紧密度不同的果实口感也不尽相同, 测定数据(表3)显示两种苹果密度差异未达显著水平。冯娟<sup>[17]</sup>测得 13 个产地富士苹果果肉密度范围为  $0.833\sim0.887\text{ g/cm}^3$ , 本文测定结果与其测定陕西洛川及凤翔的苹果密度接近。

表3 江苏丰县富士和陕西高原红富士的苹果密度比较

Table 3 Comparison of the density of Fuji apples cultivated in Jiangsu and Shaanxi

指标	江苏丰县富士	陕西高原红富士	差异显著性
密度 $\text{g/cm}^3$	$0.88\pm0.15$	$0.86\pm0.01$	0.749

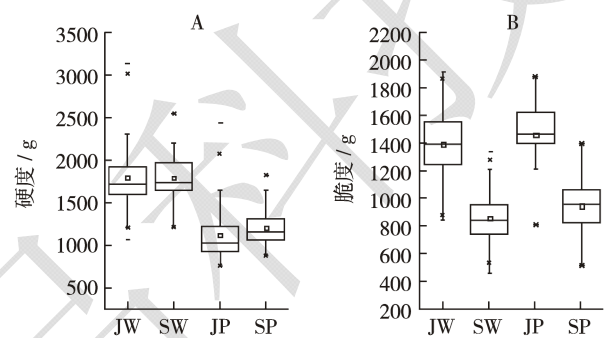


图2 江苏丰县富士和陕西高原红富士的质构特性 (A) 硬度 (B) 脆度

Fig.2 Texture parameters of Fuji apples cultivated in Jiangsu and Shaanxi. (A) hardness; (B) crispness

注: JW 表示江苏完整苹果; SW 表示陕西完整苹果; JP 表示江苏去皮苹果; SP 表示陕西去皮苹果。

图2为质构仪测得的硬度和脆度结果。去皮即果肉的硬度低于整果, 对于两种苹果, 无论去皮与否陕西苹果的硬度平均值均高于江苏苹果, 但方差分析并未达到差异显著水平 ( $p<0.05$ ); 而两种苹果脆度的差异达到极显著水平 ( $p<0.01$ ), 完整和去皮的江苏苹果的脆度值平均值分别为  $1387.06\pm153.00$  和  $1422.75\pm218.59\text{ g}$ , 高于陕西苹果的  $848.28\pm114.01$  和  $914.62\pm131.77\text{ g}$ 。

## 2.4 感官评价结果分析

表4为两种苹果感官评价的结果。定向差异比较的结果显示在硬性、易碎性、易嚼性和酸度上, 江苏苹果与陕西苹果的差异均达到极显著水平, 即江苏苹果相较于陕西苹果表现为硬度低, 易碎易嚼, 酸度较低。多汁性和甜度并未表现出显著的差异。在偏爱性比较上, 喜欢陕西苹果色泽的人数显著高于喜欢江苏苹果的人数, 占到总人数的 73.7%, 在滋味和质地的喜爱程度上, 虽然偏爱江苏苹果的人数多于偏爱陕西苹果

的人数,但在统计学上未达显著水平。两种苹果的整体偏爱性同样未达到显著差异水平。

表4 江苏和陕西富士苹果感官属性比较

Table 4 Comparison of the sensory attributes of Fuji apples cultivated in Jiangsu and Shaanxi

指标	答案数		无差异答案数	显著性	
	江苏丰县富士	陕西高原红富士			
定向差异比较	硬性	2	36	0	$\alpha \leq 0.001$
	易碎性	31	5	2	$\alpha \leq 0.001$
	易嚼性	38	0	0	$\alpha \leq 0.001$
	多汁性	20	15	3	不显著
	甜度	15	15	10	不显著
	酸度	4	30	4	$\alpha \leq 0.001$
偏爱性比较	色泽	4	28	6	$\alpha \leq 0.001$
	滋味	21	14	3	不显著
	质地	20	17	1	不显著
整体偏爱性	15	16	7	不显著	

### 3 讨论

虽然均为富士系苹果,但因生长地域不同,江苏富士和陕西富士在滋味、色泽、质地上表现出了显著差异。据报道苹果感官甜度很难用客观指标来衡量,相关性最好的 SSC 与感官评价结果中值的相关系数也仅为 0.41,而酸度与总酸含量相关性良好<sup>[20]</sup>。本研究中江苏富士 SSC 和 TA 含量显著偏低,感官分析中甜度差异不显著,酸度差异显著,说明感官评价在整体质量评价中具有重要作用。色泽分析中,江苏富士红值  $a^*$  显著低于陕西富士,符合以往因气象生态因素形成的苹果地域差异研究结果<sup>[11]</sup>。

质构分析中,质构仪测定的两种苹果的硬度差异不显著,而感官评价中硬性差异极显著,另外质构仪测得的江苏苹果的脆度值显著高于陕西苹果,质构仪测定脆度的定义为样品表面出现破碎时需要的力,因此脆度值高表明需要的力大,这与感官评价中江苏苹果显著易碎、易嚼并不一致。据报道,质构仪分析得到的脆度值不能完美的反映感知到的薯片的脆度<sup>[18]</sup>,说明如何使仪器测定的数据更好的反应感官特性仍待进一步研究。多汁性是苹果受欢迎的感官属性,与多汁性相对的描述词还有粉性(mealiness)及干面感(flouriness)等词汇。并且多汁性并不等同于水分含量,即便是水分含量相近的苹果,多汁性的感官强度变化也可能差异很大<sup>[19,20]</sup>。本研究对两种苹果多汁性和甜度差异未达显著水平,说明虽然江苏苹果硬度低、易咀嚼,但并非粉性及干面感,仍具有多汁性。通过对江苏和陕西的富士苹果的比较,硬度低而多汁的质构特点是江苏富士重要的产地特

色。本文中未使用脆性作为感官描述词也是发现评价员易将脆性与硬和易碎性混淆,如果需要更确切的描述江苏苹果的特色,可针对我国语言表述的特点设定更精确的描述词和实验设计及统计方法。

最后,在偏爱性比较结果中显示,偏爱红苹果应该是我国消费者的普遍心理,而对于清甜易嚼的江苏苹果和酸甜、硬度较高的陕西苹果的偏爱性差异不显著。诚然,消费者的嗜好与性别、文化和年龄等因素有关<sup>[21]</sup>,苹果的个体差异也会对感官评价的准确性造成一定影响<sup>[15]</sup>。我国地域宽广,人口众多,并且近年来我国人口流动性强、城市化加速,对不同地域、不同人群鲜食苹果感官特性与嗜好性研究,有助于实现苹果产业的更优发展。

### 4 结论

江苏富士苹果在有机酸含量、色泽、质地上与陕西苹果存在显著差别,有机酸含量低,果皮色泽红值低,果肉则偏黄,硬度偏低、质地松脆易嚼是其主要特征。对苹果感官属性的比较研究显示,江苏苹果的多汁性与甜度与陕西苹果相当,其低酸、清甜多汁及易碎易嚼的特点同样为部分消费人群偏爱,整体偏爱性则未与陕西苹果表现出明显差异。

### 参考文献

- [1] 刘天军,范英.中国苹果主产区生产布局变迁及影响因素分析[J].农业经济问题,2012,33(10):36-42,111  
LIU Tian-jun, FAN Ying. Analysis of the influencing factor and layout of major apple production in China [J]. Issues in Agricultural Economy, 2012, 33(10): 36-42, 111

- [2] 李卓,郭玉蓉,孙立军,等.不同产地长富 2 号苹果品质差异及其与地理坐标的相关性[J].陕西师范大学学报(自然科学版),2012,40(4):98-103  
LI Zhuo, GUO Yu-rong, SUN Li-jun, et al. Quality differences of "Nagafu 2" apple from different habitats and its correlation with geographical coordinates [J]. Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science Edition), 2012, 40(4): 98-103
- [3] 冯娟,任小林,田建文.不同产地富士苹果多酚、可溶性糖及有机酸的对比研究[J].食品科学,2013,34(24):125-13  
FENG Juan, REN Xiao-lin, TIAN Jian-wen. Comparative contents of polyphenols, soluble sugars and organic acids in Fuji apples from different growing regions [J]. Food Science, 2013, 34(24): 125-130
- [4] 聂继云,李志霞,李海飞,等.苹果理化品质评价指标研究[J].中国农业科学,2012,45(14):2895-2903  
NIE Ji-yun, LI Zhi-xia, LI Hai-fei, et al. Evaluation indices for apple physicochemical quality [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2012, 45(14): 2895-2903
- [5] 张鹏,李江阔,陈绍慧,等.近红外光谱用于鉴别苹果产地的研究[J].食品科技,2014,39(11):305-309  
ZHANG Peng, LI Jiang-kuo, CHEN Shao-hui, et al. Discrimination method of different origin apples based on near infrared spectroscopy [J]. Food Science and Technology, 2014, 39(11): 305-309
- [6] Lockshin L, Corsi A M, Cohen J, et al. West versus east: measuring the development of Chinese wine preferences [J]. Food Quality & Preference, 2016
- [7] Bonany J, Brugger C, Buehler A, et al. Preference mapping of apple varieties in Europe [J]. Food Quality and Preference, 2014, 32(32): 317-329
- [8] Wang L, Huo X. Willingness-to-pay price premiums for certified fruits -A case of fresh apples in China [J]. Food Control, 2016, 64: 240-246
- [9] Harker F R, Amos R L, Echeverría G, et al. Influence of texture on taste: insights gained during studies of hardness, juiciness, and sweetness of apple fruit [J]. Journal of Food Science, 2006, 71(2): S77-S82
- [10] Harker F R, Stec M G, Hallett I C, et al. Texture of parenchymatous plant tissue: a comparison between tensile and other instrumental and sensory measurements of tissue strength and juiciness [J]. Postharvest Biology and Technology, 1997, 11(2): 63-72
- [11] 魏钦平,程述汉,唐芳,等.红富士苹果品质与生态气象因子关系的研究[J].应用生态学报,1999,10(3):289-292  
WEI Qin-ping, CHENG Shu-han, TANG Fang, et al. Relationship between fruit quality of Fuji apple and meteorological factors [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 1999, 10(3): 289-292
- [12] 郭庆祥.丰县果树产业发展现状与对策[J].现代农业科技,2013,41(23):137,139  
GUO Qing-xiang. Current situation and countermeasures of feng county fruit industry development [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2013, 41(23): 137, 139
- [13] SONG Jiang-feng, WANG Yuan, LIU Chun-quan, et al. Effect of exogenous spermine on quality and sucrose metabolism of vegetable soya bean (*glycine max* L.) during cold storage [J]. International Journal of Food Science and Technology, 2015, 50(7): 1697-1703
- [14] WU Ji-hong, GAO Hai-yan, ZHAO Lei, et al. Chemical compositional characterization of some apple cultivars [J]. Food Chemistry, 2007, 103(1): 88-93
- [15] Harker F R, Gunson F A, Jaeger S R. The case for fruit quality: an interpretive review of consumer attitudes, and preferences for apples [J]. Postharvest Biology and Technology, 2003, 28(3): 333-347
- [16] Dever M C, Cliff M A, Hall J W. Analysis of variation and multivariate relationships among analytical and sensory characteristics in whole apple evaluation [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1995, 69(3): 329-338
- [17] 冯娟.不同产地富士苹果果实品质分析与比较[D].银川:宁夏大学,2013  
FENG Juan. The analysis and comparison of Fuji apple's fruit quality from different regions [D]. Yinchuan: Ningxia University, 2013
- [18] Taniwaki M and Kohyama K. Mechanical and acoustic evaluation of potato chip crispness using a versatile texture analyzer [J]. Journal of Food Engineering, 2012, 112(4): 268-273
- [19] Bavay C, Symoneaux R, Maître I, et al. Importance of fruit variability in the assessment of apple quality by sensory evaluation [J]. Postharvest Biology and Technology, 2013, 77(1): 67-74
- [20] Harker F R, Lau K, Gunson F A. Juiciness of fresh fruit: A time-intensity study [J]. Postharvest Biology and Technology, 2003, 29(1): 55-60
- [21] 陈柳依.陕西消费者购买苹果行为及其对苹果品质特征偏好的调查[D].银川:宁夏大学,2015  
CHEN Liu-yi. The survey of consumer behavior both buying apples and preference of apple characteristic in Shanxi

现代食品科技