

影响消费者对‘富士’苹果品质主观评价的因素分析及评价模型建立

张军科,李兴亮,李民吉,周贝贝,张强,魏钦平*

(北京市林业果树科学研究院·农业部华北地区园艺作物生物学与种质创制重点实验室·北京市落叶果树工程技术研究中心,北京 100093)

摘要:【目的】明确消费者对‘富士’苹果果实品质偏好和客观质量指标与消费者主观感官评价的关系,建立消费者主观评价预测模型。【方法】以全国53个主要苹果生产县的‘富士’苹果样品为材料,组织5个不同年龄段的消费者进行了果实外观品质、内在品质和风味品质及感官综合品质的主观评分,同时测定了各样品的8个客观品质指标,应用偏最小二乘法回归分析确定了影响消费者对果实品质主观感官评价结果的客观品质指标及其权重。【结果】多元回归的共线性诊断表明消费者主观综合评价得分与多个果实客观品质指标之间存在复共线性,需要采用复共线性回归方法进行分析。应用偏最小二乘法回归分析表明,‘富士’苹果的着色面积、可溶性固形物含量、固酸比、果实大小和果实硬度等对消费者主观综合评价有正的效应权重和载荷;而果实水分含量、可滴定酸等对消费者主观综合评价结果有负效应权重和载荷。‘富士’苹果外观、内在和风味品质对消费者主观综合评价的权重分别为30.04%、27.42%和42.52%,进一步以‘富士’苹果客观品质指标值为因变量,以消费者感官主观评价得分值为依变量,建立了消费者主观评价模型。【结论】研究结果对于探明消费者对‘富士’苹果品质的偏好、比较评价不同产地苹果主观品质、指导不同产地针对性提高‘富士’果品质量及辅助筛选‘富士’苹果品种优势生态区域等具有重要意义。

关键词: 苹果;品质评价;消费者感官评价;评价模型;偏最小二乘法回归分析

中图分类号: S661.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-9980(2017)10-1316-07

Factors involved in the consumer's sensorial evaluation of fruit quality and the construction of the subjective evaluation models of the 'Fuji' apple

ZHANG Junke, LI Xingliang, LI Minji, ZHOU Beibei, ZHANG Qiang, WEI Qinpings*

(Beijing Academy of Pomology and Forestry Sciences · Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops (North China), Ministry of Agriculture · Beijing Engineering Research Center for Deciduous Fruit Trees, Beijing 100093, China)

Abstract: 【Objective】To work out the consumer's preference on the fruit quality, the relationship between the subjective quality indicators and objective sensorial scores, and to set up an exact prediction model of the consumer's sensorial evaluation of fruit quality scoring based on the quality indicators. 【Methods】The 'Fuji' apple fruit harvested from 53 national major producing counties were collected, their subjective fruit quality concerning the appearance, internal flavor quality and integrated sensorial quality were assessed by randomly picking 50 consumers of deferent ages ranging from 20-60 years old. Meanwhile, eight objective quality indicators were measured. Their correlation between the subjective sensorial integrated evaluation scores and the objective indicators were analyzed by the partial least square regression method (PLSR). The effect of the fruit objective indicators X_1-X_8 and their weights on the subjective evaluation scores Y_1-Y_4 were estimated. 【Results】To find out the correlation of the consumers' sub-

收稿日期: 2017-02-04 接受日期: 2017-06-09

基金项目: 林业公益性行业科研专项(201404720); 国家科技支撑课题(2014BAD16B02-3); 北京市科委重大项目(D131100000113001)

作者简介: 张军科,男,博士,教授,主要从事果树栽培生理研究。Tel:010-82598036, E-mail: zhang7098900@163.com

*通信作者 Author for correspondence. Tel:010-82590046, E-mail: qpwei@sina.com

jective scores and the objective quality indicators, a multiple co-linearity diagnosis between the consumers' subjective scores and the objective quality indicators were carried out. Results showed that multiple co-linearity existed between the eight objective indicators, further multiple co-linearity regression analysis were necessary to determine their relationship regression analysis. Partial least squares regression, one of the most newly developed multiple co-linearity regression analysis techniques, showed that single fruit mass (X_1), coloration coverage (X_3), fruit firmness (X_4), SSC: TA ratio (X_8) and SSC (X_6) contributed to the consumers' subjective score with positive loading weight and factors, while the fruit index (X_2), water content (X_5) and titratable acids (X_7) contributed to the consumers' subjective score with negative loading weight and factors. Among the eight indicators, the coloration coverage (X_3) and SSC (X_6) harboring bigger positive loading weight and factors and titratable acids (X_7) poses bigger negative loading weight and factors, which implied that consumers preferred fruit with larger coloration coverage and high SSC but disliked the fruit with high titratable acids content. The relationship between the consumers' subjective scores and three different categories of consumers' sensorial quality scores including fruit appearance quality, internal quality and flavor quality were analyzed. The results showed that fruit appearance quality, internal quality and flavor quality contributed 30.04%, 27.42% and 42.52% for the consumers' subjective integrated sensorial scores, respectively. This implied that consumers' paid more attention on flavor quality than appearance quality and internal quality. This is the first quantitative description of effects of different quality categories on the consumers' subjective evaluations. With the objective fruit quality indicators as independent variables (X_1 - X_8) and the consumer's subjective evaluation score as dependent variables (\hat{Y}), a universal model for predicting the general consumer's subjective integrated evaluation score was constructed. The equation is as follows: $\hat{Y}=95.711 2+ 0.0155X_1-6.525 4X_2+ 0.099 6X_3+ 0.428 1X_4-0.595 3X_5+ 0.987 6X_6- 4.992 2X_7+ 0.049 6X_8$ (in which the X_1 , mean fruit weight; X_2 , fruit shape index; X_3 , colored area; X_4 , fruit firmness; X_5 , water content; X_6 , soluble solid content; X_7 , titratable acid content; X_8 , SSC: TA ratio; and \hat{Y} , predicted consumer's scores). The correlation analysis of the consumers' scores and the predicted consumers' scores showed a good linear distribution validating the usability of the predicting equation. 【Conclusion】The result presented the consumers sensorial preference of the 'Fuji' apple objective quality indicators and a predicting model for consumers sensorial score based on the quality indicators were established, which will provide an important understanding and platform for fruit subjective quality comparisons, cultivation method evaluations and even optima cultivation region selections.

Key words: Apple; Quality evaluation; Consumer subjective sensorial evaluation; Evaluation model; Partial least square regression

苹果作为生鲜食品,由于其香脆可口、营养丰富和具有保健作用,深受消费者喜爱。‘富士’系苹果中的‘长富2号’作为我国苹果的主栽品种,其年产量约3 000万t,占全国苹果总产量的72%,占世界苹果总产量的48%左右^[1]。由于我国地域辽阔,生产者众多,受不同产地自然环境条件、生产者栽培管理技术的影响,同一苹果品种在不同产地产出的果品在品质上存在较大差异^[2-4]。此外,在果品方面,由于果品品质包括外观品质、内含品质和风味品质等多个不同指标,在消费者方面,由于品质评价涉及消费习

惯、认知能力、年龄经历等,消费者对同一果品的接受和喜好程度并不相同,而个别简单的果品客观品质指标不能直接反应消费者对果品品质的主观感官综合评价^[5-9]。因此,研究并量化影响消费者对苹果品质主观感官评价的客观品质指标,探明消费者对‘富士’苹果品质的主观需求、优化不同产地‘富士’苹果目标市场和消费者群体、针对性提高果品质量及筛选‘富士’苹果品种优势生态区域等具有重要意义^[10]。

经常性地大规模消费者主观感官评价不仅

费时费力,且其由于参评者取样随机性较大,导致品质感官评价结果重复性和可靠性较差^[11]。通过分析消费者感官评价结果与果实客观品质指标之间的关系,建立可以用于预测消费者感官评价结果的客观评价因子模型,可以提高主观感官评价的可靠性,降低主观评价的成本和误差^[11]。

消费者对果品品质的主观感官综合评价结果与苹果客观品质指标的关系属于多自变量和多因变量间的关系,目前采用多元回归或偏回归分析方法^[12]。由于果品客观品质指标即各自变量之间存在线性相关关系,即多重共线性,盲目地应用回归分析建立回归方程不仅得不到理想的结果,反而导致错误的结论^[12];处理多重共线性问题的回归分析方法主要有:偏回归分析中岭回归(Ridge Regression, RR)、主成分回归(Principal Component Regression, PCR)、典相关回归(Canonical Regression, CR)和偏最小二乘回归(Partial Least Squares Regression, PLSR)^[13]。偏最小二乘回归是一种新型的多元数据统计分析方法,偏最小二乘回归方法综合了多元线性回归分析、典型相关分析和主成分分析方法的优点,最初由Lindberg等^[14]于1983年首次提出,它主要用于研究多因变量对多自变量的回归建模,特别当各变量内部高度线性相关时,用偏最小二乘回归法更有效。

笔者采用偏最小二乘法,研究消费者对‘富士’苹果品质的主观感官评价与其客观品质指标的关系,明确消费者主观感官评价的影响因素,探索消费者对我国‘富士’苹果品质因子的喜好,建立主观感官评价预测模型,从而为‘富士’苹果品质的主观感官评价比较和客观品质控制提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 采样方法

供试品种为‘长富2号’(*Malus domestica* ‘Nagafu No.2’)。从我国不同苹果产区选择53个生产县(市、区)作为采样地点,每个县区选择树龄15~20 a、树形为自由纺锤形或小冠疏层形、连续5 a以上单产在30 000~45 000 kg·hm⁻²、面积在6 667 m²以上、管理水平基本一致的果园3个。分别在2010年和2011年的11月底在每个果园按照9点取样法选取9株树进行采样,在每个树冠的东南和西南离地面1.5 m以上的方位随机取10个果实,每个试验园共

取果实90个左右,取下后装入内有塑料袋的果箱内,4 h内放入冷库中,用冷藏车集中到本单位实验室,然后把果实随机分成3份,每份30个果实左右,一份用于外观品质指标测定,一份用于消费者感官品尝评价,另外一份作为备份样品用于指标的必要复测。

1.2 果实品质的指标测定

果实外观品质指标测定了各样品的平均单果质量(g)、果形指数、果实着色面积占比(%);果实内在品质指标测定了果实含水率(%)、果实硬度(kg·cm⁻²);风味指标测定了各样品的可溶性固形物含量(%)、可滴定酸含量(mg·g⁻¹)和固酸比。平均单果质量为30个样品果实的平均值;果实硬度用GY-1型果实硬度计测量;可溶性固形物含量用PR-100型数字糖度计测定;可滴定酸含量采用NaOH中和滴定法测定。

1.3 果实品质的消费者感官评价

分别在2010年和2011年的11月底,组织消费者对不同产地的‘富士’苹果果实进行感官品尝评分,共分5个年龄组,分别是60岁以上、51~60岁、41~50岁、31~40岁和21~30岁,每个年龄组由10人组成,共50人,男、女各占50%。评价中对样品果进行统一编号,每人根据个人喜好程度按照百分制打分,打分项目分为果实外观品质(包括大小、果形、颜色、光洁程度等)、内在品质(包括硬度、脆度、汁液多少、果肉颜色、果肉粗细等)、风味品质(包括香味、甜味、酸味、异味、口感等)和主观综合评分共4项。

1.4 消费者感官评分影响因子的回归统计分析方法

消费者感官评价与果实品质指标分析的回归方程建立,首先对模型进行的复共线性诊断,以特征根条件指数和方差分解比例为标准,条件指数值10~30为弱相关,30~100为中等相关,>100表示有强相关;若最大条件指数≥10,且2个或多个的估计回归系数有较大的方差分解比(一般>0.5时),认为自变量间存在共线性^[15]。然后以偏最小二乘回归建立回归方程和模型预测,应用SAS软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 果实感官评价的模型建立

2.1.1 果实品质感官评价与客观果实指标的复共线性诊断 为了分析消费者对‘富士’果实品质的主观

感官评价结果与客观品质指标值之间的关系,首先进行了‘富士’苹果品质的感官评价值与客观品质指标值之间的复共线性诊断,结果见表1。从表1看出,果实品质感官评分的条件指数最大值为342.50,

大于100,与果实含水量的方差分解比为0.920 4,根据复共线性判断标准,表明影响消费者主观感官评价值的果实客观品质指标间存在复共线性关系,需要应用复共线性回归分析方法进行多变量统计分

表1 全国53个县(市)果实品质的特征值和条件数
Table 1 Eigenvalue and index of fruit qualities from 53 counties of China

因子数 Number	特征值 Eigenvalue	条件数 Index	方差分解比例 Proportion of variation									
			截距 Intercept	单果质量 Mean fruit mass /g	果形指数 Fruit shape index	着色面积 Red color area/%	果实硬度 Fruit firmness/ (kg·cm ⁻²)	含水量 Water content/%	可溶性固形物含量 Soluble solid content/%	可滴定酸含量 Titratable acid content/%	固酸比 SSC to TA ratio	
1	8.884 0	1.000	0.000 2	0.000 1	0.000 1	0.000 2	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 2	0.000 2
2	0.069 0	11.351	0.000 1	0.000 2	0.000 1	0.006 5	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.012 3	0.012 7
3	0.021 0	20.570	0.000 1	0.082 7	0.000 8	0.697 8	0.002 4	0.000 1	0.000 0	0.000 2	0.000 2	0.002 7
4	0.012 1	27.079	0.000 1	0.469 6	0.001 0	0.145 8	0.046 8	0.000 1	0.015 8	0.007 9	0.010 4	0.010 4
5	0.007 0	35.531	0.000 1	0.010 6	0.000 3	0.003 0	0.781 0	0.000 1	0.026 8	0.014 7	0.012 2	0.012 2
6	0.005 2	41.203	0.003 6	0.365 3	0.038 4	0.016 2	0.122 8	0.009 3	0.032 2	0.003 4	0.000 8	0.000 8
7	0.001 2	87.301	0.005 4	0.034 5	0.710 5	0.013 5	0.000 9	0.016 8	0.097 9	0.071 4	0.090 6	0.090 6
8	0.000 4	140.569	0.013 6	0.033 2	0.217 8	0.050 7	0.012 2	0.053 4	0.823 3	0.835 4	0.835 5	0.835 5
9	0.000 1	342.503	0.977 3	0.003 8	0.031 2	0.066 2	0.033 7	0.920 4	0.003 9	0.054 6	0.035 1	0.035 1

析。

2.1.2 不同品质指标对消费者感官评价值效应和权重分析 为了进一步说明果实客观品质指标与消费者感官评分的关系,探明消费者对果实品质因素的喜好,建立消费者感官评价模型,应用偏最小二乘多元线性回归分析方法,计算出果实客观品质因素对消费者感官评价得分的权重和载荷(图1)。从图1中看出,消费者对‘富士’苹果品质感官评价正效应权重和载荷的大小顺序为着色面积比例(X₃)、果实可溶性固形物含量(X₆)、果实固酸比(X₈)、果实硬度(X₄)和单果质量(X₁)、;负效应权重和载荷的大小顺序为果实水分

含量(X₅)、可滴定酸(X₇)和果形指数(X₂),说明人们更加偏好果实色泽好、可溶性固形物含量高和果实固酸比高,不太喜欢含水分高、酸度大的‘富士’果实品质。

从消费者主观感官综合评价的外观、内在和风味品质三方面得分的对综合评分值的贡献分析(图2),风味品质主观评分占主观综合评分的权重比例为42.52%,外观品质评分占主观综合评分的30.04%,内在品质评分占主观综合评分的27.42%,说明在消费者的主观综合评价过程中,更加注重‘富士’苹果果实的风味品质(Y₃),其次是外观品质(Y₁),最后是内在品质(Y₂);进一步说明了目前消费者最为关注果实的风味

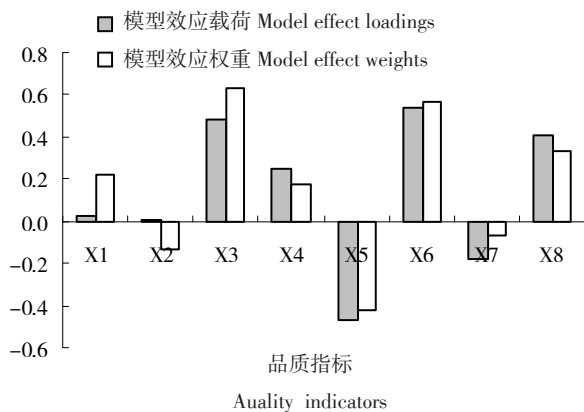


图1 果实品质因素对消费者感官评分的效应权重和载荷
Fig. 1 The loadings and weights of fruit quality indicators on consumers' scores

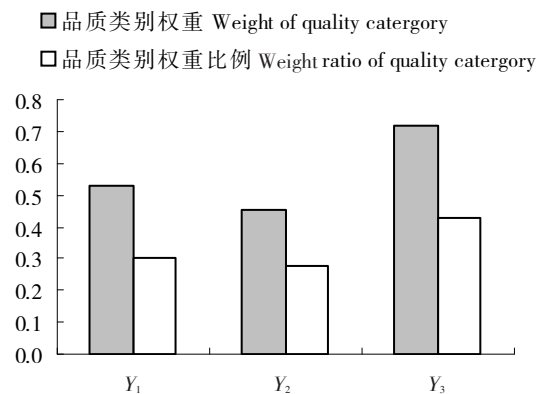


图2 不同类别消费者感官评价评价指标对消费者感官综合评价得分的权重和载荷
Fig. 2 The weights and loadings of fruit quality indicators on the different type of consumer evaluation scores

品质和外观品质。

2.1.3 果实品质感官评价的回归模型建立 为了比较苹果不同客观品质因子对消费者主观感官评价得分的重要性,应用偏最小二乘回归分析方法,以果实客观品质因素($X_1 \sim X_8$)为自变量,果实品质的综合评价得分(\hat{Y})为依变量,建立了评价指标与品质因素的回归方程:

$$\hat{Y} = 95.7112 + 0.0155X_1 - 6.5254X_2 + 0.0996X_3 + 0.4281X_4 - 0.5953X_5 + 0.9876X_6 - 4.9922X_7 + 0.0496X_8$$

该回归方程显著性检验的 F 值为 8.68, 小于 <0.0001 的极显著水平,说明建立的回归方程可靠。从方程中各品质指标的回归系数值可以看出,果形指数、果实可滴定酸含量和水分含量对品质主观评价得分值具有负效应,果实可溶性固形物和硬度对品质主观评价得分值有正的效应。该方程可以用于根据客观品质指标预测消费者对‘富士’苹果果实的主观评价结果。

2.2 果实感观评价预测模型验证

为了判断该回归方程的可靠性,应用消费者主观综合评价回归方程,分别计算出各县市果实品质感官综合评价的预测值(Y 轴),比较与消费者主观综合评价实际得分值(X 轴)的关系,2者的分布图见图3。消费者的主观综合评分值、模型预测值均匀分布在预测方程曲线的两侧,且主观评分值与预测结果值趋势基本一致,说明建立的预测模型用于果实品质主观评价具有一定可

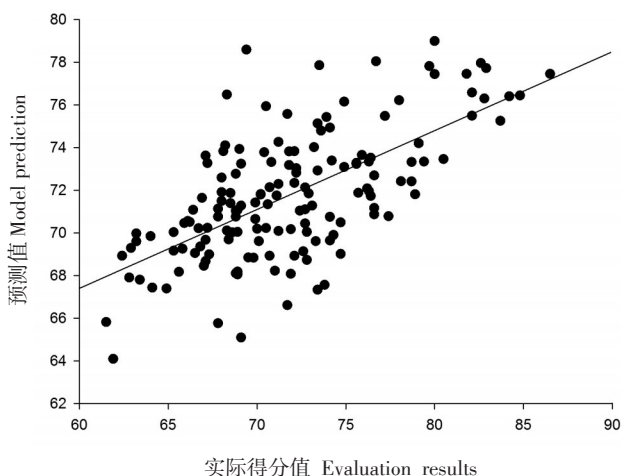


图3 ‘富士’苹果果实品质消费者感官评价得分与模型预测值分布图

Fig. 3 The distribution of model prediction and consumer evaluation results of ‘Fuji’ apple quality

靠性。

3 讨 论

果品品质的评价可以采用客观指标来评价,也可以根据消费者的主观好恶来评价。客观指标评价采用了一些不依赖于消费者个人、可以准确测量的理化指标来衡量果品品质,具有直观、准确、可横向比较的特性,但当果品的多个客观品质指标趋势不一致、或者不同品质指标间存在较为复杂的共线性关系时,本方法将会面临困难,需要借助于主观评价方法确定客观评价指标间权重关系,从而做出综合判断^[2,4,16]。主观评价立足于果品满足消费者主观感官需求的程度,由消费者根据果品作用于消费者的视觉、听觉、味觉、触觉等后形成多维感性认知后综合形成品质评判结论^[10]。可见,客观评价反应了果品的理化状态特征,而主观评价反应了果品满足消费者主观需求的程度。因此,消费者主观评价对于改进栽培技术、生产满足消费者需求的产品具有更直接的指导意义。

在果品品质的消费者主观评价预测方面,由于主观评价结果是多种客观品质指标的综合反应,建立果品品质的主观评价结果与客观品质指标的关系是研究的重点。在葡萄酒等食品中,已经建立了较为全面的主观评价得分与部分客观品质成分之间的相关关系,可直接采用电子鼻、客观指标测定值通过模型预测消费者评价结果,大大提高了消费者主观评价效率和评价结果的可重复性^[10]。但目前苹果品质的主观评价与客观品质指标的关系尚处于探索阶段。Symoneaux等^[17]研究发现‘金冠’系列苹果较大的苹果脆度和甜度是消费者主观偏好的指标,而果肉发绵是非偏好的指标。Sara等^[18]研究的结果与此相符,认为丹麦人和英国人对3个苹果品种的主观偏好主要与品种有关而与果实绵度没有关系,3个品种中消费者对‘Cox’和‘乔纳金’的喜好程度大于‘Boskoop’,提出了文化差异不影响主观评价结果。Bonany等^[19]发现部分苹果品种的接受度与不同国家之间存在较强的相关性,同时也发现品种偏好与年龄、品种偏好与性别存在一定相关性。Iglesias等^[20]提出了苹果品种的消费者偏好度与某些挥发性化合物的释放高度相关。部分学者认为硬度是影响美国消费者对苹果偏好度的第一重要的客观指标,其次为高糖酸比^[7,21]。也有学者认为果实汁液多少和贮

藏后纬度影响主观评价得分^[22-23]。Bonany等^[24]发现7个欧洲国家消费者对3个标准品种和8个新品种评价中喜欢甜苹果的占68%,喜欢酸苹果的占32%。Galmarini等^[25]发现阿根廷和法国消费者需求并不一致,2者共同喜好是多汁、美味、硬、新鲜,阿根廷人更偏好视觉特征,而法国人更偏好风味特征,此外消费频率高者更倾向于品种和风味,消费频率低者更侧重于果品的视觉特征。也有学者提出苹果品质主观感官评价中果个大小和果面颜色品质与仪器分析品质间存在较高的相关性系数,其余品质(果肉质、风味、汁液、香气)与仪器品质间相关性系数较小^[26]。可见,苹果消费者主观评价得分与客观品质指标的关系仍存在较大争议,‘富士’苹果作为世界产量和面积均第一的品种,消费者偏好的品质因子和主观评价方法均缺乏报道,需要进一步研究。

本研究初步建立了通过客观品质指标预测消费者对‘富士’苹果进行主观评价结果的模型,本模型与其他方法如主成分分析法、评语法相比具有更大优势:一是大大降低了预测模型中变量数和维度,增加了预测的可行性;二是预测结果可用数值表示,结果更为直观,不同产地样品间的相互比较更为方便,更为客观和科学,为不同产地‘富士’苹果品质的消费者评价提供了科学的方法。

4 结 论

消费者对‘富士’苹果主观品质评分值与果实客观品质指标的相关系数不能准确反应客观品质指标对消费者主观评价值的决定程度,应用偏最小二乘法回归分析能够确定影响消费者主观感官评价的客观品质指标及其权重,并据此建立了‘富士’苹果品质的消费者主观评价模型,可用于不同‘富士’苹果样品的消费者评价预测和消费者需求满足程度的评判。

参考文献 References:

- [1] 赵德英,袁继存,徐锴,程存刚,闫帅.近10年来国内外苹果产销分析[J].中国果树,2016(3):87-93.
ZHAO Deying, YUAN Jicun, XU Kai, CHENG Cungang, YAN Shuai. An analysis of apple production and sales at home and abroad in recent 10 years[J]. China Fruits, 2016(3): 87-93.
- [2] 冯娟,任小林,田建文,樊丽,王晓飞.不同产地富士苹果品质分析与比较[J].食品工业科技,2013,34(14):108-112.
FENG Juan, REN Xiaolin, TIAN Jianwen, FAN Li, WANG Xiaofei. Analysis and comparison of Fuji apple quality from different regions[J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(14): 108-112.
- [3] 马玉娟,赵见军,邓红,孟永宏,郭玉蓉.陕西洛川富士鲜苹果品质综合评价及分级体系的构建[J].食品科学,2015,36(1):69-74.
MA Yujuan, ZHAO Jianjun, DENG Hong, MENG Yonghong, GUO Yurong. Construction of comprehensive quality evaluation and grading system for fresh Fuji apple in Luochuan, Shaanxi[J]. Food Science, 2015, 36(1): 69-74.
- [4] 王轩,毕金峰,刘璇,吕健,杨爱金.不同产地红富士苹果品质评价因子的选择[J].核农学报,2013,27(10):1501-1510.
WANG Xuan, BI Jinfeng, LIU Xuan, LÜ Jian, YANG Aijin. Different origin Fuji apple quality evaluation factors choice[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2013, 27(10): 1501-1510.
- [5] MARIN A B, COLONNA A E, KUDO K, KUPERMAN E M, MATHEIS J P. Measuring consumer response to ‘Gala’ apples treated with 1-methylcyclopropene (1-MCP)[J]. Postharvest Biology and Technology, 2009, 51(1):73-79.
- [6] IGLESIAS I, ECHEVERRÍA G, SORIA Y. Differences in fruit colour development, anthocyanin content, fruit quality and consumer acceptability of eight ‘Gala’ apple strains[J]. Scientia Horticulturae, 2008, 119(1):32-40.
- [7] HARKER F R, KUPERMAN E M, MARIN A B, GUNSON F A, TRIGGS C M. Eating quality standards for apples based on consumer preferences[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 50(1):70-78.
- [8] ENDRIZZI I, TORRI L, COROLLARO L M, DEMATTE M L, APREA E, CHARLES M, BIASIOLI F, GASPERI F. A conjoint study on apple acceptability: Sensory characteristics and nutritional information[J]. Food Quality and Preference, 2015, 40:39-48.
- [9] 聂继云,李志霞,李海飞,李静,王昆,毋永龙,徐国锋,闫震,吴锡,覃兴.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 Jiyun, LI Zhixia, LI Haifei, LI Jing, WANG Kun, WU Yonglong, XU Guofeng, YAN Zhen, WU Xi, QIN Xing. Evaluation indices for apple physicochemical quality[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2012, 45(14): 2895-2903.
- [10] COROLLARO M L, CORELLI F G L. An overview of sensory quality of apple fruit[J]. Journal of the American Pomological Society, 2014, 68(3):141-157.
- [11] COROLLARO M L, APREA E, ENDRIZZI I, BETTA E, DEMATTE L M, CHARLES M, BERGAMSCI M, COSTA F, BIASIOLI F, GRAPPADELLI C L, GASPERI F. A combined sensory-instrumental tool for apple quality evaluation[J]. Postharvest Biology and Technology, 2014, 96:135-144.
- [12] 袁志发,周静芋.多元统计分析[M].北京:科学出版社,2002:181-187.

- YUAN Zhifa, ZHOU Jingyu. Multivariate statistical analysis [M]. Beijing: Science Press, 2002: 181-187.
- [13] 高惠璇. 两个多重相关变量组的统计分析(3)(偏最小二乘回归与 PLS 过程)[J]. 数理统计与管理, 2002, 21(3): 58-64.
- GAO Huixuan. Two multiple statistical analysis of relevant variables group (3) partial least squares regression and PLS procedure[J]. Application of Statistics and Management, 2002, 21(3): 58-64.
- [14] LINDBERG W, PERSSON J A, WOLD S. Partial least-squares method for spectrofluorimetric analysis of mixtures of humic acid and lignin sulfonate[J]. Analytical Chemistry, 1983, 55(4): 643-648.
- [15] 周贝贝, 张强, 孙健, 李兴亮, 魏钦平. 偏最小二乘回归在苹果土壤养分与果实品质关系的研究与应用[J]. 农业科学与技术, 2016, 17(2): 362-366.
- ZHOU Beibei, ZHANG Qiang, SUN Jian, LI Xingliang, WEI Qinpings. Study and application of partial least squares regression on relationship between soil nutrient and fruit quality[J]. Agricultural Science & Technology, 2016, 17(2): 362-366.
- [16] 白沙沙, 毕金峰, 王沛, 公丽艳, 王轩. 不同品种苹果果实品质分析[J]. 食品科学, 2012, 33(17): 68-72.
- BAI Shasha, BI Jinfeng, WANG Pei, GONG Liyan, WANG Xuan. Fruit quality analysis of different apple varieties [J]. Food Science, 2012, 33(17): 68-72.
- [17] SYMONEAUX R, GALMARINI M V, MEHINAGIC E. Comment analysis of consumer's likes and dislikes as an alternative tool to preference mapping. A case study on apples[J]. Food Quality and Preference, 2012, 24(1): 59-66.
- [18] SARA R, JAEGER Z. Consumer preferences for fresh and aged apples: A cross-culture comparison[J]. Food Quality and Preference, 1998, 9(5): 355-366.
- [19] BONANY J, BUEHLER A, CARBO J, CODARIN S, DONATI F, ECHEVERRÍA G, EGGER S, GUERRA W, HILAIRE C, HÖLLER I, IGLESIAS I, JESIONKOWSKA K, KONOPACKA D, KRUCZYNSKA D, MARTINELLI A, PITIOT C, SANSVINI S, STEHR R, SCHOORL F. Consumer eating quality acceptance of new apple varieties in different European countries[J]. Food Quality and Preference, 2013, 30(2): 250-259.
- [20] IGLESIAS I, ECHEVERRÍA G, LOPEZ M L. Fruit color development, anthocyanin content, standard quality, volatile compound emissions and consumer acceptability of several 'Fuji' apple strains[J]. Scientia Horticulturae, 2012, 137: 138-147.
- [21] COSTA F. Mechanical investigation to assess the peel contribution in apple fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2016, 111: 41-47.
- [22] DELAIRE M, FATOUMATA S, MEHINAGIC E, GUILLERMIN P, PARTON C, MEURLAY L D, MORVAN L C, SYMONEAUX R. Effect of apple growth pattern on fruit textural quality at harvest and after cold storage in 'Braeburn' [J]. Scientia Horticulturae, 2015, 194: 134-137.
- [23] ECHEVERRÍA G. Assessment of relationships between sensory and instrumental quality of controlled-atmosphere-stored 'Fuji' apples by Multivariate Analysis[J]. Journal of Food Science, 2004, 69(9): 368-375.
- [24] BONANY J, BRUGGER C, BUEHLER A, CARBO J, CODARIN S, DONATI F, ECHEVERRÍA G, EGGER S, GUERRA W, HILAIRE C, HOLLER I, IGLESIAS I, JESIONKOWSKA K, KONOPACKA D, KRUCZYNSKA D, MARTINELLI A, PITIOT C, SANSVINI S, STEHR R, SCHOORL F. Preference mapping of apple varieties in Europe[J]. Food Quality and Preference, 2014, 32: 317-329.
- [25] GALMARINI M V, SYMONEAUX R, CHOLLET S, ZAMORA M C. Understanding apple consumers' expectations in terms of likes and dislikes. Use of comment analysis in a cross-cultural study [J]. Appetite, 2013, 62: 27-36.
- [26] 白沙沙. 鲜食苹果品质评价研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- BAI Shasha. The research on quality evaluation of fresh apples[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2012.

欢迎订阅 2018 年《中国瓜菜》

《中国瓜菜》是由农业部主管、中国农业科学院郑州果树研究所主办的全国性瓜菜科技期刊, 进入 2014 年版《中文核心期刊要目总览》园艺类核心期刊, 进入《中国农业核心期刊概览 2014》。2018 年《中国瓜菜》将继续及时报道瓜菜领域的重大科研成果、科研新进展、实用技术和信息, 努力把《中国瓜菜》打造成我国瓜菜科研和产业交流的优秀平台, 促进我国瓜菜业的全面发展和社会、经济、生态效益的综合提升。本刊分为科研、生产、论坛和信息等四大板块, 设有专题综述、试验研究、品种选育、研究简报、标准化技术、栽培与植保、产业发展等栏目。适合瓜菜科技人员、农业院校师生、瓜

菜种植者、种子及产品经销商、行业组织及实体管理人员、瓜菜区领导等瓜菜从业者参阅。

月刊, 每月 5 日出版, 每期 64 页码、定价 5 元, 全年 12 期共 60 元。邮发代号: 36-143; 国外代号: BM2654。也可汇款至本刊发行部订阅。

地址: 郑州市未来路南端·中国农业科学院郑州果树研究所; 邮编: 450009; E-mail: zhongguoguacai@caas.cn; 在线投稿系统: <http://zgxc.cbpt.cnki.net>; 网址: www.chinacuveg.cn; 电话: 0371-65330927(编辑部), 65330926(广告部), 65330982(发行部)。