

不同产地富士苹果品质分析与比较

冯娟¹,任小林^{2,*},田建文^{1,3},樊丽²,王晓飞²

(1.宁夏大学农学院食品科学与工程,宁夏银川 750021;

2.西北农林科技大学园艺学院,陕西杨陵 712100;

3.宁夏科学技术厅,宁夏银川 750001)

摘要:为了直观地比较出洛川、安塞、铜川等10个不同产地富士苹果品质的差异,对富士苹果外在、内在、加工品质三方面进行测定,采用主成分分析和聚类分析法,对其单果重、果皮色泽、可溶性固形物、酸度和硬度等12个主要果实品质指标进行了分析。结果表明,在果实品质评价的12个主成分中,提取出的4个主成分的累积贡献率达到85.439%,可以反映品质的大部分信息,简化后的品质评价指标为单果重、果形指数、可溶性固形物、酸和出汁率。各产地富士苹果综合品质高低的顺序为:阿克苏>静宁>三门峡>烟台>延安>安塞>天水>洛川>铜川>扶风。

关键词:富士苹果,不同产地,品质比较

Analysis and comparison of Fuji apple quality from different regions

FENG Juan¹, REN Xiao-lin^{2,*}, TIAN Jian-wen^{1,3}, FAN Li², WANG Xiao-fei²

(1.Department of Food Science and Engineering, Agriculture College of Ningxia University, Yinchuan 750021, China;

2.College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling 712100, China;

3.Science and Technology Hall of Ningxia, Yinchuan 750001, China)

Abstract: By the principal component analysis and cluster analysis, 12 main fruit quality index of Fuji apple were determined, generally including external, internal and processing quality, detailed including the weight of single fruit, skin color and luster, soluble solid content, acidity and hardness etc, the purpose was to be more intuitive compare the difference of Fuji apple's quality with 10 different regions, including Luochuan, Ansai and Tongchuan etc. The results showed that the quality of the simplified evaluation index were weight of single fruit, fruit shape index, soluble solid content, acid and juice yield. Extracting five main components from 12 principal fruit quality evaluation, it could reflect the most of the information about quality and its contribution rate reached 85.439%. It got an order from high to low about Fuji apple's comprehensive quality with different regions, Akesu>Jingning>Sanmenxia>Yantai>Yan'an>Ansai>Tianshui>Luochuan>Tongchuan>Fufeng.

Key words: Fuji apple; different producing regions; quality compare

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2013)14-0108-05

富士苹果是我国栽培面积最大的苹果品种,产量占我国苹果总产量的60.4%^[1]。品质是决定苹果口感、风味和营养的关键因素,直接影响着苹果质量等级和商品价值,果实品质优劣是决定其市场竞争力的根本因素。品质评价是良种选择和优选果品的一个重要环节,果实品质状况直接影响其品质区划^[2],我国苹果产业正在逐步提高完善,趋势从“数量效益型”向“质量效益型”转变^[3],人们对苹果品质的要求不单单在外观上,更注重的是内在品质和风味营养。影响果实品质因子较多,由果实内在、外在和加工方面等复合因子构成,各项品质指标测定起来既繁琐又较复杂且主次难分,尤其对于不同产地的品质差异,更不易比较与分析。有鉴于此,人们对桃^[4]、板栗^[5]、椴柑^[6]、脐橙^[7]的品质评价指标进行了研究和简

化,也取得一定进展。目前关于富士苹果采后研究大多集中在与其他不同品种的比较方面^[8-9],而关于不同产地的比较研究较少,如何客观、科学、准确、有效地对果实品质进行综合评价是亟待解决的课题。据此,本文采用主成分分析和聚类分析法对品质评价指标进行简化分类,再根据综合品质评价得分比较出不同产地富士苹果的品质差异。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

富士苹果 分别产自陕西(洛川、安塞、铜川、延安、扶风)、甘肃(静宁、天水)、山东(烟台)、河南(三门峡)、新疆(阿克苏),成熟度相似(所选果树树龄、栽培管理和树势基本一致),采好存于零度冷库,用于果实品质分析。

GS-15型水果质地分析仪 南京欧熙科贸有限公司;日本美能达CR-400型色度计 日本美能达;PAL-1型数显糖度计 日本Atago爱宕公司;GMK-835F型苹果酸度计 常州锐品精密仪器有限公司;

收稿日期:2013-02-01 * 通讯联系人

作者简介:冯娟(1988-),女,硕士研究生,研究方向:果蔬储藏与加工。

基金项目:国家现代苹果产业技术体系专项(NCYTX-08-05-02)。

榨汁机 上海飞利浦公司;UV-2201型紫外可见分光光度计 美国PE公司;低温高速离心机 德国Eppendorf公司;恒温箱 上海一恒科学仪器有限公司;分析天平 梅特勒-托利多仪器有限公司等。

1.2 指标测定方法

1.2.1 外观品质测定

1.2.1.1 单果质量测定 采用电子天平测定。

1.2.1.2 果形指数测定 游标卡尺测定果实的纵径、横径,果形指数=纵径/横径。

1.2.1.3 果皮色泽测定 参考Iglesias等^[10]和Tijksensa等^[11]的方法,采用进行色度仪测定,用 L^* 、 a^* 、 b^* 表示。每个地区十个重复,沿果实表面赤道面取5个点测量, L^* 表示色泽明亮度, $c^*=(a^*+b^*)^{1/2}$,代表鲜艳度。

1.2.2 内在品质测定

1.2.2.1 酸度测定 采用酸度计测定。

1.2.2.2 可溶性固形物测定 采用糖度计测定。

1.2.2.3 硬度测定 采用水果质地分析仪测定。

1.2.2.4 果肉密度测定 采用排水法测定,取一定大小的果肉,使用天平称重测出质量 m ,然后用排水法测出体积 V ,根据公式(1)计算果肉密度:

$$\rho=m/V \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad \text{式(1)}$$

1.2.2.5 果肉色泽测定 采用色度仪测定,测定时除了削皮换个探头外,其他同果皮色泽测定方法一致。

1.2.3 加工品质测定

1.2.3.1 果汁密度测定 采用婆梅比重计测定。

1.2.3.2 褐变指数测定 采用紫外分光光度计测定,参考Edna等^[12]的方法,并做出了一定的修改。具体方法:将苹果样品榨汁,分别加入两个烧杯中,每个烧杯加4mL,其中一个迅速加入6mL三氯乙酸(对照组),将两个烧杯在20℃条件下放置2h,在另一个烧杯中加入6mL三氯乙酸(处理组)。将对照组和处理组在5000r/min离心20min后,取上清液在420nm^[13]处测定吸光值,计算其 ΔOD 值,作为褐变指数。

1.2.3.3 出汁率测定 参照鲁玉妙等^[14]的方法,取一定量的苹果切块并称重,用榨汁机榨汁,称果汁的质量。根据公式(2)计算出汁率:

$$\text{出汁率}(\%)=\text{苹果汁的质量}/\text{原料质量}\times 100 \quad \text{式(2)}$$

1.3 数据处理

采用Excel 2003进行数据的整理和简单计算,再用SPSS19.0进行主成分分析,然后用DPS7.05进行聚类分析。

2 结果与分析

2.1 富士苹果果实品质分析

10个不同产地富士苹果主要果实品质评价指标测定结果见表1。表中数据反应了不同产地富士苹果品质基本指标,体现各产地果实品质指标的简单相互关系。外在品质中,单果重方面烟台和洛川两个产地苹果最重,铜川最低;果形指数方面扶风、天水两个产地的测量值最大,果形接近椭圆形或圆锥形,外观端正;果皮色泽方面,延安的苹果色泽比其他产地苹果艳丽,内在品质中,果肉色泽方面阿克苏、静宁

表1 不同产地富士苹果果实品质分析结果($\bar{x}\pm s, n=10$)

Table 1 The fruit quality of Fuji apple among different cultivating regions ($\bar{x}\pm s, n=10$)

指标	产地										平均值	标准差
	洛川	安塞	铜川	延安	扶风	静宁	天水	三门峡	烟台	阿克苏		
X(1)单果重(g)	271.3±16.1	214.9±34.1	182.2±9.9	206.1±27.1	210.0±22.1	231.2±31.4	214.6±18.1	222.8±31.5	284.6±23.6	225.5±29.1	226.3	30.4
X(2)果皮色泽(cd/m ²)	28.28±3.63	30.15±2.42	26.26±2.03	33.10±2.28	26.26±2.03	30.50±2.57	29.01±2.16	28.65±2.68	29.38±1.53	28.96±1.10	29.06	2.01
X(3)可溶性固形物(%)	12.5±0.44	10.0±1.23	10.2±0.87	10.8±0.99	11.0±0.62	14.4±0.84	12.3±0.98	14.1±0.85	10.5±1.15	10.4±2.98	10.1	1.0
X(4)酸度(%)	0.42±0.04	0.37±0.06	0.36±0.04	0.43±0.08	0.41±0.05	0.42±0.05	0.41±0.03	0.53±0.04	0.51±0.09	0.55±0.07	0.44	0.07
X(5)硬度(kg/cm ²)	6.934±0.216	7.184±0.550	7.827±0.745	7.063±0.492	7.104±0.775	7.865±1.275	7.778±0.331	7.932±0.663	6.505±0.573	7.849±0.827	7.404	0.505
X(6)果肉色泽(cd/m ²)	22.96±0.96	25.67±1.59	25.21±0.53	25.10±0.75	22.10±1.31	26.02±1.06	25.30±1.14	25.72±1.87	23.57±2.17	26.44±1.23	24.81	1.44
X(7)果肉密度(g/cm ³)	0.846±0.016	0.848±0.011	0.848±0.036	0.846±0.005	0.843±0.034	0.848±0.011	0.863±0.020	0.887±0.009	0.839±0.021	0.865±0.011	0.853	0.015
X(8)果形指数	0.81±0.03	0.86±0.02	0.87±0.06	0.85±0.02	0.90±0.06	0.86±0.05	0.90±0.04	0.86±0.10	0.81±0.03	0.80±0.06	0.85	0.04
X(9)果汁密度(g/cm ³)	1.055±0.010	1.050±0.006	1.055±0.005	1.025±0.002	1.080±0.003	1.066±0.011	1.050±0.011	1.060±0.006	1.075±0.011	1.060±0.003	1.057	0.015
X(10)出汁率(%)	0.646±0.032	0.668±0.014	0.610±0.028	0.645±0.025	0.689±0.053	0.699±0.012	0.697±0.020	0.589±0.034	0.703±0.016	0.704±0.004	0.665	0.041
X(11)褐变指数(ΔOD)	0.193±0.057	0.294±0.012	0.224±0.005	0.191±0.017	0.218±0.026	0.259±0.009	0.273±0.018	0.200±0.019	0.166±0.045	0.300±0.021	0.232	0.047
X(12)可溶性糖(mg/g)	85.09±21.57	91.09±17.12	90.98±19.12	109.67±20.53	89.06±19.95	97.42±22.66	83.71±18.12	97.99±21.29	93.27±15.96	97.77±15.63	93.60	7.55

表2 各指标的相关系数矩阵
Table 2 Correlation matrix of indexes

相关系数	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)	X(6)	X(7)	X(8)	X(9)	X(10)	X(11)	X(12)
X(1)	1.000	0.122	0.081	0.432	-0.595	-0.380	-0.209	-0.679	0.411	0.337	-0.406	-0.190
X(2)	0.122	1.000	0.592	0.125	-0.165	0.422	-0.059	-0.225	-0.587	0.147	0.017	0.681
X(3)	0.081	0.592	1.000	0.368	0.305	0.714	0.278	-0.398	-0.327	-0.231	-0.035	0.672
X(4)	0.432	0.125	0.368	1.000	0.071	0.184	0.531	-0.599	0.271	0.092	-0.150	0.364
X(5)	-0.595	-0.165	0.305	0.071	1.000	0.708	0.685	0.338	-0.130	-0.241	0.564	0.054
X(6)	-0.380	0.422	0.714	0.184	0.708	1.000	0.519	-0.046	-0.437	-0.100	0.602	0.420
X(7)	-0.209	-0.059	0.278	0.531	0.685	0.519	1.000	0.072	-0.106	-0.408	0.219	0.099
X(8)	-0.679	-0.225	-0.398	-0.599	0.338	-0.046	0.072	1.000	-0.055	-0.090	0.214	-0.248
X(9)	0.411	-0.587	-0.327	0.271	-0.130	-0.437	-0.106	-0.055	1.000	0.432	-0.050	-0.430
X(10)	0.337	0.147	-0.231	0.092	-0.241	-0.100	-0.408	-0.090	0.432	1.000	0.377	-0.180
X(11)	-0.406	0.017	-0.035	-0.150	0.564	0.602	0.219	0.214	-0.050	0.377	1.000	-0.170
X(12)	-0.190	0.681	0.672	0.364	0.054	0.420	0.099	-0.248	-0.430	-0.180	-0.170	1.000

两个产地要优于其他产地;硬度方面铜川、阿克苏、三门峡、静宁大于其他产地,松脆可口;可溶性固形物方面静宁、三门峡含量大于其他产地;酸度方面阿克苏、三门峡、烟台含酸量大于其他产地;可溶性糖方面延安的最高,静宁、烟台和阿克苏三个产地相对较高;加工品质中,褐变指数方面最高的为阿克苏苹果,ΔOD值为0.300,褐变指数最低的为烟台苹果,ΔOD值为0.166,安塞、铜川、天水、静宁、扶风这五个产地褐变指数相对都较高;果汁密度方面扶风和烟台最高,延安产地最低,其他产地之间相差不大;出汁率方面阿克苏、烟台、静宁、天水大于其他产地的苹果,即加工品质要优于其他产地。但是,不同产地间富士果实综合品质在表中不易体现,为此,需要对其进行综合评价。

2.2 富士苹果果实品质评价因子的选择

富士苹果果实品质的构成因子较多,不同果实品质因子之间存在着密切相关性和相对独立性。对供试的10个产地富士苹果主要品质指标应用多元统计法的主成分分析和聚类分析,选择出品质评价的主要因子并进行分类。

2.2.1 主成分分析的检验 表2是所测定的各个品质指标进行无量纲标准化处理后,求得的相关系数矩阵,其中X(1)、X(2)……X(12)代表品质指标见表1。根据KMO检验和Bartlett球度检验^[5],表3得出:KMO值为0.764,根据统计学家Kaiser之前规定的标准,当KMO取值大于0.6时,适合因子分析。Bartlett球度检验得出的相伴概率为0.0014,小于显著性水平0.05,因此拒绝Bartlett球度检验的零假设,认为适合于因子分析。检验验证结果表明,本实验符合因子分析。

表3 KMO检验和Bartlett球度检验

Table 3 KMO and Bartlett's test

检验方式	检验结果	
KMO test	0.764	
Bartlett的球形度检验	df	66
	Sig	0.0014

2.2.2 主成分因子的选择 根据特征值大于1的原

则提取了4个主成分,其特征值分别为3.776、2.971、1.934、1.571,各个主成分的方差贡献率分别为31.470%、24.759%、16.115%、13.094%,累积贡献率达85.439%(表4),能够反应果实品质大部分信息。

表4 主成分分析表

Table 4 Analysis of the principle components

指标	主成分			
	1	2	3	4
果肉色泽	0.917	-0.067	0.160	0.274
可溶性固形物	0.748	0.499	0.000	-0.003
硬度	0.684	-0.539	0.401	-0.045
可溶性糖	0.635	0.489	-0.311	-0.032
果肉密度	0.610	-0.156	0.557	-0.387
果形指数	-0.009	-0.824	-0.246	-0.019
单果重	-0.461	0.746	0.283	0.059
果皮色泽	0.502	0.535	-0.445	0.386
果汁密度	-0.598	0.016	0.653	0.049
酸	0.241	0.610	0.652	-0.164
出汁率	-0.351	0.140	0.241	0.847
褐变指数	0.357	-0.501	0.302	0.666
特征值	3.776	2.971	1.934	1.571
方差贡献率(%)	31.470	24.759	16.115	13.094
累积方差贡献率(%)	31.470	56.230	72.345	85.439

从表4可以看出,决定第1主成分大小的主要是果肉色泽和可溶性固形物;决定第2主成分大小的主要是果形指数和单果重;决定第3主成分大小的主要是果汁密度和酸;决定第4主成分大小的主要是出汁率和褐变指数。为了使提取出的4个主成分能够更好的定义及描述,对成分矩阵进行旋转,结果见表5,决定第1主成分的主要是果皮色泽和可溶性糖;决定第2主成分大小的主要是硬度和果肉密度;决定第3主成分大小的主要是酸;决定第4主成分的主要是出汁率和褐变指数。依据这两种方法的分析结果,将第1主成分可定义为苹果内在品质的甜味;第2主成分可定义为苹果的外观品质;第3主成分可定义为苹果内在

品质的酸味;第4主成分可定义为苹果的加工品质。

表5 旋转主成分分析表

Table 5 Rotating of the principle component's analysis

指标	成分			
	1	2	3	4
果皮色泽	0.902	-0.156	0.097	0.193
可溶性糖	0.821	0.088	0.163	-0.183
可溶性固形物	0.753	0.343	0.340	-0.089
果汁密度	-0.732	-0.049	0.438	0.239
硬度	0.021	0.924	-0.252	0.052
果肉密度	-0.005	0.868	0.182	-0.267
果肉色泽	0.588	0.730	-0.058	0.252
酸	0.086	0.351	0.864	-0.066
果形指数	-0.264	0.155	-0.803	-0.012
单果重	-0.112	-0.442	0.798	0.094
出汁率	-0.129	-0.268	0.211	0.886
褐变指数	0.006	0.529	-0.312	0.733

2.2.3 主成分因子的聚类分析 用系统聚类分析建立果实品质评价体系^[6],如果单用主成分分析只可选择出果实品质评价指标,并不能更有效挑选出影响其果实品质较大的指标。将表6前4个各个主成分的特征向量进行系统聚类,最大距离约为0.61时可化分为4个类别(如图1)。

从图1可以看出,果形指数(8)、出汁率(10)分别单列为一类,单果重和果汁密度(1、9)聚为一类,果皮色泽、可溶性固形物、可溶性糖、果肉色泽、果肉色泽、硬度、果肉密度、褐变指数和酸度(2、3、12、6、5、7、11、4)8个指标同聚为一类。其中单为一类的品质因素具有相对独立性;同聚为一类的果实品质因素之间有密切的相关性。由此,富士苹果12个果实品质因素可以选出4个因子予以简化,简化后的评价因子是:果形指数、出汁率、单果重或果汁密度、果皮色泽或可溶性固形物或可溶性糖或果肉色泽或硬度或果肉密度或褐变指数或酸度。

2.3 不同产地富士苹果果实品质聚类分析

依据图1果实品质评价体系并结合表4、表5主成

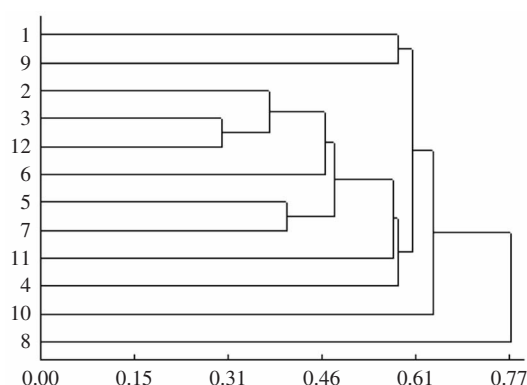


图1 富士果实品质评价因素的聚类分析结果

Fig.1 Cluster results on selection of fruit quality evaluation factors of Fuji apple

分因子的选择,选取单果重、果形指数、可溶性固形物、酸和出汁率5个果实品质指标为富士苹果品质简化后的评价体系,综合评价10个不同产地富士苹果果实品质指标。从图2可以看出,当最大距离为8.03时可聚为4类,洛川聚为第1类;烟台聚为第2类;安塞、延安、扶风、天水、静宁、三门峡、阿克苏聚为第3类;铜川聚为第4类。

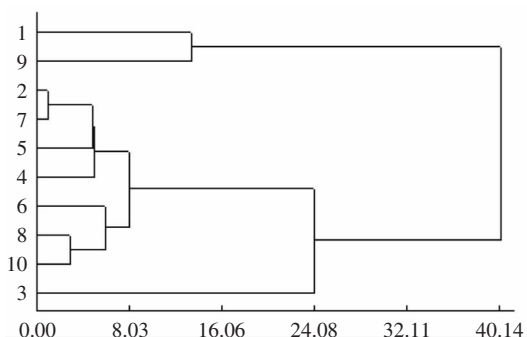


图2 不同产地富士苹果果实品质聚类分析结果

Fig.2 Cluster results on fruit quality of Fuji apple from different cultivating regions

2.4 不同产地富士苹果综合品质高低比较

依据提取出来的4个主成分因子为综合评价品

表6 各指标的特征向量

Table 6 Feature vector of indexes

因子	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)	X(6)	X(7)	X(8)	X(9)	X(10)	X(11)	X(12)
X(1)	-0.2374	0.4330	0.2036	0.0472	-0.3283	0.0995	0.4083	0.0063	0.2727	0.1896	0.5622	-0.0399
X(2)	0.2585	0.3102	-0.3203	0.3077	0.0790	0.3448	0.3244	0.1544	0.2759	-0.0173	-0.4436	-0.3352
X(3)	0.3848	0.2894	-0.0006	-0.0027	-0.1035	-0.5025	0.3681	0.0040	-0.1352	0.0607	-0.2147	0.5490
X(4)	0.1239	0.3539	0.4686	-0.1312	0.3042	0.2681	-0.1947	-0.1324	-0.2369	0.5591	-0.1816	-0.0306
X(5)	0.3520	-0.3125	0.2880	-0.0360	0.0065	-0.2064	0.0941	-0.5498	0.5355	0.0720	-0.0333	-0.2178
X(6)	0.4719	-0.0386	0.1151	0.2189	-0.1876	-0.1499	0.0454	0.0925	-0.5319	-0.0711	0.2970	-0.5198
X(7)	0.3141	-0.0904	0.4008	-0.3090	0.0060	0.4935	0.1824	0.1801	0.0163	-0.5190	0.0487	0.2361
X(8)	-0.0046	-0.4778	-0.1770	-0.0154	0.4353	0.1361	0.5607	0.0688	-0.1616	0.3640	0.2155	0.0892
X(9)	-0.3078	0.0092	0.4698	0.0393	0.3522	-0.4270	0.1856	0.4422	0.1124	-0.1672	-0.1861	-0.2671
X(10)	-0.1807	0.0809	0.1734	0.6754	0.2756	0.1034	0.0616	-0.4443	-0.1791	-0.3273	0.0569	0.2104
X(11)	0.1839	-0.2908	0.2173	0.5316	-0.1975	0.0873	-0.2663	0.4470	0.2492	0.2974	0.0352	0.2875
X(12)	0.3269	0.2838	-0.2240	-0.0254	0.5647	-0.1381	-0.2948	0.1336	0.2689	-0.1089	0.4804	0.0638

质指标,求得各个产地主成分得分及综合得分,见表7。得到不同产地富士苹果综合品质高低的顺序为:阿克苏>静宁>三门峡>烟台>延安>安塞>天水>洛川>铜川>扶风。

表7 各产地主成分得分及综合得分

Table 7 Score and general score of principal components of different cultivating regions

产地	成分得分				综合得分	排序
洛川	-2.359	1.089	-0.212	-0.846	-2.328	8
安塞	0.320	-0.963	-0.936	1.370	-0.209	6
铜川	0.424	-2.250	-0.841	-1.264	-3.931	9
延安	2.014	1.658	-3.098	-0.085	0.489	5
扶风	-3.425	-1.836	0.138	-0.292	-5.415	10
静宁	1.229	0.219	0.271	1.466	3.184	2
天水	0.083	-2.241	0.416	0.912	-0.829	7
三门峡	2.422	0.267	1.481	-2.630	1.540	3
烟台	-2.415	3.263	0.446	0.139	1.433	4
阿克苏	1.708	0.792	2.336	1.230	6.066	1

3 结论与讨论

本文通过比较分析不同产地富士苹果果实品质指标,比较10个产地苹果的差异,选取单果重、果形指数、可溶性固形物、酸和出汁率为品质评价指标,得出各个产地苹果综合品质高低的顺序为:阿克苏>静宁>三门峡>烟台>延安>安塞>天水>洛川>铜川>扶风。

应用数学多元统计方法中的主成分分析^[17]和聚类分析^[18]能够对较多品质性状进行综合考察,主观因素少,能在保留指标大部分信息的前提下对指标简化为新的个数较少且彼此独立的综合指标,分类结果更加客观科学从而更准确地分析果实品质。魏钦平等^[19]利用主成分分析法对不同品种苹果果实的主要品质指标进行分析,选择了单果质量、可溶性固形物、总糖等评价指标,使苹果的品质评价工作简化,而本文与前人研究结果有共同之处,并有所改进,保证了富士苹果果实综合品质评价指标更有针对性,避免盲目测定大量可能影响品质的所有指标,减少了工作量,较简单地对不同产地富士苹果进行分类也比较出不同产地富士苹果果实综合品质差异性,为提高苹果的品质提供了一定理论依据。但苹果果实品质因受很多客观和主观上因素影响较大^[20],其中包括气象因子(如海拔、年降水量、日照、气温)、栽植条件、肥水管理水平等,因此会因产地不同而呈现出较大差异。可以通过对这些影响因素的研究达到对苹果品质的深度认识,从而提高其品质提出一些更有力可行的方法,对于实现我国果实品质调控,提高苹果国际市场竞争力,增加出口有着重大意义。

参考文献

- [1] 杨振锋,聂继云,李静,等. 富士苹果几项品质指标分析[J]. 山西果树,2007(2):18-19.
- [2] 鲍江峰,夏仁学,邓秀新,等. 湖北省纽荷尔脐橙果实品质状况的研究[J]. 武汉植物学研究,2005,23(6):583-587.
- [3] 高华,赵政阳,梁俊. 陕西苹果品种发展历史、现状及育种进展[J]. 西北林学院学报,2008,23(1):100-103.
- [4] 张海英,韩涛,王有年,等. 桃果实品质评价因子的选择[J]. 农业工程学报,2006,22(8):235-239.
- [5] 陈在新,雷泽湘,刘会宁,等. 板栗营养成分分析及其品质的模糊综合评判[J]. 果树科学,2000,17(4):286-289.
- [6] 刘永忠,马湘涛,张红艳,等. 我国槿柑品质现状及主要产区的果实品质比较[J]. 园艺学报,2004,31(5):584-588.
- [7] 鲍江峰,夏仁学,邓秀新,等. 用主成分分析法选择纽荷尔脐橙品质的评价因素[J]. 华中农学大学学报,2004(12):663-666.
- [8] 关军锋,马智宏. 苹果果实软化与果胶含量、质膜透性和钙溶性的关系[J]. 果树学报,2001,18(1):11-14.
- [9] 雷琴,任小林. 秦冠和富士苹果果实成熟过程中的质地变化特性[J]. 西北农业学报,2007,16(1):210-216.
- [10] IGLESIAS I, ECHEVERRIA 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.
- [11] TIJTSKESA L M M, KONOPACKI P J, SCHOUTEN R E, et al. Biological variance in the color of Granny Smith apples modeling the effect of senescence and chilling injury[J]. Postharvest Biology and Technology,2008,50(2/3).
- [12] Edna Pesis, Susan E Ebeler. Short anaerobiosis period prior to cold storage alleviates bitter pit and superficial scald in Granny Smith apples[J]. Journal Science Food Agriculture,2010,90:2114-2123.
- [13] 章金英. 苹果汁加工工艺中果汁褐变控制[D]. 北京:中国农业大学,2004:25.
- [14] 鲁玉妙,高华,赵政阳,等. 粉红女士苹果品质特性分析评价[J]. 果树学报,2003,20(6):503-505.
- [15] 邵慧芳,陈丽红,杨永锋. 应用主成分分析和聚类分析评价烤烟叶位间质量差异[J]. 西南农业学报,2008:21.
- [16] 倪志华,张思恩,辜青青,等. 基于多元统计法的南丰蜜橘品质评价指标的选择[J]. 果树学报,2011,28(5):918-923.
- [17] 张振文,姚庆群. 主成分分析法在芒果贮藏特性分析中的应用[J]. 亚热带植物科学,2005,34(2):25-28.
- [18] 聂继云,张红军,马智勇,等. 聚类分析在我国果树研究中的应用及问题分析[J]. 果树科学,2000,17(2):128-100.
- [19] 魏钦平,程述汉,丁殿东. 苹果品质评价因素的选择[J]. 中国果树,1997(4):14-15.
- [20] 景淑娟,郭学军,李娟绒,等. 影响红富士苹果质量的因素及改善措施[J]. 山西果树,2010(1):31-32.

(上接第107页)

protein emulsions[J]. Food Chemistry,2007,105:94-100.

[16] MIYASHITA K, NARA E, OTA T. Oxidation stability of polyunsaturated fatty acids in an aqueous solution[J]. Biosci Biotech

Biochem,1993,57(10):1638-1640.

[17] 程宇. 马铃薯蛋白水解物在水包油乳液中的抗氧化作用及机理研究[D]. 无锡:江南大学,2010.