

渭北不同树龄苹果品质因子分析与综合评价

李 鹏^{1,2}, 王益权^{1,*}, 梁化学¹

(1.西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 2.陕西省发展一村一品指导中心, 陕西 西安 710003)

摘 要:为探求渭北苹果主产区果实品质的演变过程和稳定性, 分别以洛川、白水两个富士苹果主产地的果树树龄为0~10、11~15、16~20、21~25 a、大于25 a所结的苹果果实为研究对象, 分别对收获期富士苹果单果的质量、体积、质量与体积比、果实硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、钙质量分数7项指标进行测定, 并运用综合指标法对不同树龄果树所结苹果的品质进行综合分析和归纳。结果表明: 随树龄增加, 苹果单果质量和体积呈明显增加的趋势, 进入果树盛果期(16 a)后基本稳定; 果实质量与体积比随树龄增加未有显著变化; 果实硬度随树龄增加呈缓慢下降的趋势, 但不同树龄间果实硬度差异不显著; 不同树龄果实的可溶性固形物含量呈波动性变化; 可滴定酸含量随树龄呈先增加后降低的趋势; 果实中钙质量分数随树龄增加呈“V”字型变化。果实品质综合评价为树龄小于16 a时处于提升过程, 大于25 a则明显下降。由此可以得出, 渭北苹果优生区的苹果品质并不稳定, “相对稳定的优果期”仅为树龄在16~25 a的10 a时间里, 期间富士苹果的综合品质最佳, 树龄大于25 a的苹果品质退化明显。

关键词: 树龄; 富士苹果; 品质分析; 综合指标; 渭北地区

Comprehensive Evaluation of Fruit Quality Factors of Apple Trees at Different Ages in Main Growing Regions to the North of the Weihe River in Shaanxi Province

LI Peng^{1,2}, WANG Yiquan^{1,*}, LIANG Huaxue¹

(1. College of Natural Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;
2. Guidance Center for the Development of “One Village One Brand” Campaign of Shaanxi Province, Xi'an 710003, China)

Abstract: To investigate the evolution process and stability of fruit quality of apple trees in major growing areas to the north of the Weihe River in Shaanxi province, mature fruits of Fuji apple trees at different ages (0–10, 11–15, 16–20, 21–25, and > 25 years old) at orchards located in two major growing counties, Luochuan and Baishui, were analyzed for single fruit weight, volume, density, hardness, soluble solids, titratable acids and calcium content, and comprehensive quality evaluation of apples was carried out based on these seven quality indicators. The results demonstrated that single fruit weight and volume markedly increased with increasing tree age. When the trees entered the peak fruit period (16 years old), they remained basically stable. Fruit density showed no significant difference with tree age. Fruit hardness slowly declined with the increase of tree age. But the differences in the fruit hardness of apple trees of different ages did not reach the significance level. Soluble solid contents in the fruits of trees of different ages showed fluctuation, and titratable acids first increased and then decreased with increasing tree age. Changes in calcium content presented a V-shaped trend with the extension of tree age. Comprehensive evaluation showed the fruit quality exhibited an ascending trend with tree age up to 16 years and significantly declined when the tree was over 25 years old. According to the above analysis, the fruit quality of apple trees from the best growing areas to the north of the Weihe River was unstable. The relatively stable fruiting period for the best fruit quality was confined to trees ranging in age from 16 to 25 years old. The fruit quality was deteriorated significantly in trees aged over 25 years old.

Key words: tree age; Fuji apple; quality analysis; comprehensive evaluation indicators; regions to the north of the Weihe River

DOI:10.7506/spkx1002-6630-201603010

中图分类号: S152.4

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2016) 03-0049-06

收稿日期: 2015-04-02

基金项目: 农业部苹果园沼肥应用技术与示范项目(K312021012); 陕西省2013年省级农业专项资金项目(K332021312)

作者简介: 李鹏(1978—), 男, 农艺师, 博士研究生, 主要从事果园土壤物理、土壤养分与土壤管理研究。E-mail: 83500900@qq.com

*通信作者: 王益权(1957—), 男, 教授, 博士, 主要从事土壤物理及改良研究。E-mail: soilphysics@163.com

引文格式:

李鹏, 王益权, 梁化学. 渭北不同树龄苹果品质因子分析与综合评价[J]. 食品科学, 2016, 37(3): 49-54. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201603010. <http://www.spkx.net.cn>

LI Peng, WANG Yiquan, LIANG Huaxue. Comprehensive evaluation of fruit quality factors of apple trees at different ages in main growing regions to the north of the Weihe River in Shaanxi province[J]. Food Science, 2016, 37(3): 49-54. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-201603010. <http://www.spkx.net.cn>

果实品质变化既与果树遗传性状及果树树势的衰老相关, 也与长期植果后土壤条件的演替有着直接关系。目前, 关于不同种植年限果园的研究成果主要集中在果树种植年限对土壤有机碳^[1]、养分^[2]、土壤结构^[3]、微生物区系^[4-6]及酶活性^[7-8]等的影响。研究结果普遍表明, 随树龄的增长, 果园的土壤肥力持续退化。果园土壤肥力退化必然对果树生长产生不同程度的影响, 使苹果外观和内在品质下降。孙桂丽等^[9]研究了树龄对库尔勒香梨品质的影响; 官雪芳等^[10]研究了种植年限对脐橙果实品质的影响; 梁海忠等^[11]研究了高纺锤形树体枝量对苹果品质的影响; 王东辉等^[12]研究了树龄对空心李品质的影响等。关于随树龄增加苹果品质变化规律的研究尚不多见。研究不同树龄苹果的品质演变过程, 探寻果品品质退化的机理, 对果园的科学管理、延缓树势衰老、延长盛果期和优果期均具有重要意义。

渭北黄土地区水热条件优越、光照资源充沛、土壤条件适宜, 是我国农业规划的苹果主产区的核心地带, 被誉为优质苹果的适生区域。自20世纪80年代红富士苹果被大量引入栽培以来, 其栽培面积已经占到渭北地区苹果栽种总面积的80%以上^[13]。苹果收入已经成为当地农户家庭最主要的经济来源。然而, 大部分果树生长年限达到20 a后, 便进入了果树盛果后期, 由于果园的土壤环境条件不够稳定, 果园土壤肥力退化快, 以及人为管理不科学等原因, 导致果树的树势衰老快, 果品品质不稳定, 优果期短暂, 直接影响地区果业的健康持续发展^[14]。植果时间的延长, 果品产量的下降, 品质的退化, 商品率的降低, 都影响果农的收入, 毁弃果园的问题已经极为普遍。本研究在渭北地区选定栽种不同树龄富士苹果果树的果园, 苹果果实成熟后采集新鲜苹果样品, 分析其主要品质指标, 探讨渭北果区富士苹果品质随树龄增长的演化规律, 分析优质果品时限, 为揭示渭北果区苹果树衰老、产量下降的原因, 果实品质退化的规律, 制约果树衰弱(老)的主要因素提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

于2013年苹果成熟期, 在陕西洛川、白水两县塬区内, 分别选取了土壤类型及其形成条件、地形地貌、管理水平、树冠内挂果密度(负载量)等基本一致, 树龄

分别为0~10、11~15、16~20、21~25 a、大于25 a的富士苹果园各10个, 在每个苹果园内选取具有代表性果树各3棵作为采样的重复, 在每棵果树冠外围中层沿东、南、西、北4个方向随机各采得富士苹果果实样品各1个, 将在每个果园内3棵果树上采集的12个苹果样品混合装袋, 带回实验室, 冷藏备用, 用于测定各项品质指标^[15-16]。所采果实样品均是套袋果实。

1.2 仪器与设备

PL203型电子分析天平 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司; GY-1型果实硬度计 北京阳光亿事达贸易有限公司; PAL-1型数显糖度计 日本爱拓公司; HH.S21-Ni8型水浴锅 北京科学仪器公司; DG-9073B-1型电热古风干燥箱 上海福玛试验设备有限公司; SX2-4-10型马弗炉 武汉亚华电炉有限公司。

1.3 方法

单果质量采用精确度为万分之一的天平测定; 果实的体积及质量与体积比采用排水称质量测容积的方法测定^[17-18]; 果实硬度测定参照NY/T 2009—2011《水果硬度的测定》方法测定, 采用GY-1型果实硬度计测定; 可溶性固形物含量采用PAL-1型数显糖度计测定^[19]; 可滴定酸含量测定参照GB/T 12293—1990《水果、蔬菜制品可滴定酸度的测定》方法测定; 钙质量分数采用乙二胺四乙酸(ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA)滴定法测定^[20]。

1.4 数据分析

采用Excel 2007、SPSS 19.0软件对实验数据进行分析与处理。

2 结果与分析

2.1 树龄对富士苹果外观品质的影响

2.1.1 不同树龄苹果单果质量差异分析

单果质量是苹果外观品质的重要评价指标之一, 它一方面依赖于果树品种的遗传属性和挂果量, 另一方面取决于果树的生长条件, 尤其是土壤条件。单果质量越大, 果实产量越高, 商品性也就越好。由表1可知, 渭北苹果的单果质量在145.00~239.02 g之间, 不同树龄果园间富士苹果的单果质量及其变异系数变化特征明显。从开始挂果的幼树到盛果期果树, 随树龄的增加单果平均质量呈现出明显增加趋势, 直到大约15 a以后的盛果期, 单果平均质量才能达到基本稳定的最大值200 g左右。树龄

为0~10 a的幼龄期富士苹果树的单果质量显著小于树龄大于15 a的果树,而树龄在11~15 a之间与大于15 a果树的单果平均质量的差异不显著,说明当果树进入盛果期以后,其单果平均质量没有显示出明显的差异。

表1 不同树龄富士苹果单果质量差异

Table 1 Difference analysis of single fruit weight of Fuji apple trees of different ages

树龄/a	最小值/g	最大值/g	平均值/g	标准差	变异系数/%
≤10	145.00	206.31	175.66 ^B	19.41	11.05
11~15	172.52	205.36	188.94 ^{AB}	10.45	5.53
16~20	189.56	220.31	203.30 ^A	10.68	5.26
21~25	159.69	228.50	194.10 ^A	23.68	12.20
>25	164.29	239.02	201.27 ^A	27.82	13.82

注:采用最小显著差数法(least significant difference, LSD)进行多重比较;同列不同大写字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

不同树龄果实的单果质量的变异系数表示着果实的均匀性。由表1可知,树龄在11~20 a的单果质量变异系数很小,变异系数在5%左右,说明此阶段果实的均匀性较好。无论是幼龄果树还是树龄大于20 a的果树,其单果质量变异系数均比树龄11~20 a的果树高出1倍多,特别是大于20 a的高龄果树单果质量变异系数呈逐渐增大趋势,表明高龄果树的果实均匀性明显变差。

树龄为0~10 a的幼龄果树,尽管已经挂果,但此期间果园管理和树体修剪仍以增强树体和构建树形为主要任务,扩大树冠容积,引起营养物质大多消耗在生长枝条上,从而导致果实发育不好,果形大小不一致,果实均匀性较差,单果质量减小,变异系数变大;树龄在11~20 a之间的果树,树冠基本定型,营养物质分配合理,同时果农基于追求果实产量目的,对果园的施肥管理重视度也相对较高,其单果质量稳定,变异系数较小,果实大小较为一致,均匀度较好;当树龄超过20 a后,尽管对果园施肥与管理的重视程度基本不变,但苹果的单果质量变异系数明显增大,果实均匀度明显降低,表现出果树的衰老症状。

2.1.2 不同树龄苹果果实体积差异分析

果实大小作为外观品质的重要指标之一而倍受关注。果实体积大,果形端正,其商品性就好,市场价格高。一般情况下,以苹果横径作为判断果实大小的指标,然而,果形的变异性很大,仅用横径作为判断果实的大小指标显然不够科学。本研究采用了排水称质量的方法,将测定的果实体积作为果实大小的度量指标,结果见表2,渭北地区富士苹果的体积在172.02~301.81 cm³之间,从幼果期到盛果期间随树龄增加,富士苹果的体积呈增大趋势。果树进入盛果期后(树龄大于15 a),果实体积才基本稳定,达到245 cm³左右。树龄为0~10 a和树龄大于15 a的果树所结的富士苹果的体积差异水平显著,而与树龄在11~15 a果树的果实的体积差异却未达到显著水平。

从果实体积的变异系数也可看出,随树龄的增加,果实大小呈现均匀性的变化情况。树龄为0~10 a的幼龄果树的果实体积变异性最大,达到了20.43%,说明其果实大小的均匀度最差;当树龄在11~20 a之间,果实体积变异性较小,变化在3.65%~5.16%之间,即果实体积大小较为均匀;树龄达到21 a以后,果实体积变异系数明显增大,果实大小均匀性变得愈来愈差。

表2 不同树龄富士苹果单果体积差异分析

Table 2 Difference analysis of fruit volume of Fuji apple trees of different ages

树龄/a	最小值/cm ³	最大值/cm ³	平均值/cm ³	标准差	变异系数/%
≤10	172.02	277.74	211.03 ^B	43.11	20.43
11~15	211.15	248.05	228.71 ^{AB}	11.81	5.16
16~20	227.12	251.88	241.83 ^A	8.83	3.65
21~25	189.57	281.02	235.31 ^A	23.19	9.86
>25	199.94	301.81	250.87 ^A	30.24	12.05

2.1.3 不同树龄苹果果实质量与体积比差异分析

果实的体积质量是指单果质量与体积的比值,它是反映苹果内在和外观品质的综合性指标,单果体积大且质量大的苹果品质才最佳。由表3可知,渭北苹果的质量与体积比在0.778 0~0.892 0 g/cm³之间,渭北地区苹果质量与体积比虽然有随着树龄增长呈波动性变化的特征,但不同树龄之间果实质量与体积比差异不显著。相对而言,苹果质量与体积比平均值最高的是树龄为21~25 a的果树,但不同树龄果园苹果质量与体积比的差异并不显著。

表3 不同树龄富士苹果质量与体积比差异

Table 3 Difference analysis of fruit density of Fuji apple trees of different ages

树龄/a	最小值/(g/cm ³)	最大值/(g/cm ³)	平均值/(g/cm ³)	标准差	变异系数/%
≤10	0.810 4	0.872 6	0.840 7 ^A	0.02	2.46
11~15	0.778 0	0.862 1	0.828 6 ^A	0.03	3.15
16~20	0.807 2	0.870 4	0.836 6 ^A	0.02	2.21
21~25	0.811 0	0.892 0	0.844 3 ^A	0.03	3.30
>25	0.798 2	0.861 0	0.824 2 ^A	0.02	2.83

果实质量与体积比基本一致,说明了渭北地区不同树龄果园的果实单果质量和体积变化规律具有很好的一致性。生产实践中可根据检测条件,选用果实的单果质量或果实体积作为指标,就能够反映各类果园苹果的外观品质。

2.2 树龄对富士苹果食用品质的影响

2.2.1 不同树龄苹果硬度差异分析

果实硬度指果肉的抗压能力,是评价苹果内在品质的重要指标。果肉硬度较大,口感爽脆,耐贮藏性高,可有效减少果实在采摘、包装、运输过程中的损伤。由表4可知,渭北果园富士苹果的硬度在9.28~12.39 kg/cm²之间,参照GB/T 10651—2008《鲜苹果》

的硬度质量标准方法,渭北果园不同树龄果树所结的富士苹果硬度均符合 $\geq 7.0 \text{ kg/cm}^2$ 的品质要求,这与渭北地区土壤属于富含钙的石灰性土壤有密切关系。随着树龄的增加,渭北果园富士苹果的硬度总体上呈缓慢下降的趋势,但在不同树龄之间,果实硬度差异未达到显著水平。

表4 不同树龄富士苹果硬度差异分析
Table 4 Difference analysis of fruit hardness of Fuji apple trees of different ages

树龄/a	最小值/ (kg/cm^2)	最大值/ (kg/cm^2)	平均值/ (kg/cm^2)	标准差	变异 系数/%
≤ 10	9.98	12.11	10.87 ^A	0.77	7.06
11~15	10.20	12.35	10.86 ^A	0.65	6.00
16~20	9.79	11.66	10.69 ^A	0.63	5.94
21~25	10.18	11.50	10.83 ^A	0.54	4.95
>25	9.28	12.39	10.45 ^A	0.82	7.87

由表4还可知,树龄在25 a以上的老龄果树,果实硬度不仅最小,且其变异系数明显增大,说明老果园果树所结的果实不仅硬度在下降,果实之间变异性也在增加。高龄果树所结果实的硬度减小和一致性变差也是树势衰老与退化的特征之一。

2.2.2 不同树龄苹果可溶性固形物含量差异分析

可溶性固形物作为果实最重要的食用品质指标,是指果树光合作用产物转运并贮藏在果实内的,能溶于水的糖、酸、维生素、矿物质等物质的总含量,其中可溶性糖为主要成分。可溶性固形物不仅直接影响到苹果食用品质,也左右着果实商品价值及贮运性能等。经统计得出,渭北富士苹果的可溶性固形物含量在11.65%~16.20%之间。图1是渭北不同树龄果树所结苹果的固形物含量的平均值,并参照GB/T 10651—2008可知,渭北不同树龄果树所结果实的可溶性固形物平均含量均符合 $\geq 13\%$ 的质量要求。随着树龄增长,富士苹果的可溶性固形物含量呈波动性变化特征,可溶性固形物含量平均值最高的是树龄为21~25 a果树所结果实,分别比树龄0~10、11~15、16~20 a和大于25 a果树所结苹果的可溶性固形物含量高0.45%、1.45%、1.12%和0.72%。

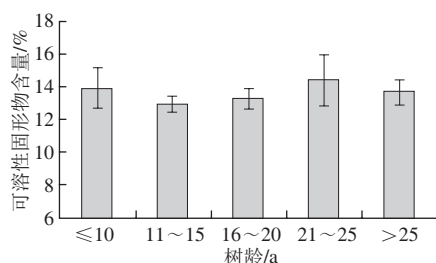


图1 不同树龄富士苹果可溶性固形物含量平均值差异

Fig.1 Difference analysis of average fruit soluble solid content of Fuji apple trees of different ages

2.2.3 不同树龄苹果可滴定酸含量差异分析

苹果中可滴定酸含量是苹果风味及食味品质的评价指标,尽管它与气候和土壤条件关系密切,但在同一气候和土壤条件下的渭北地区,苹果的可滴定酸含量在不同树龄间变化特征也极为明显(图2)。经统计得出,整体上渭北不同树龄果树所结富士苹果的可滴定酸含量在0.198%~0.420%之间,可滴定酸含量随树龄增长呈现先增大后减小的变化趋势。树龄为0~10 a的幼树苹果可滴定酸含量最小,与其他树龄果树差异明显;树龄为16~20 a(盛果期)果树所结苹果的滴定酸含量最大,与其他树龄之间差异达到了显著水平。而树龄为11~15、21~25 a和大于25 a果树所结果实之间无显著差异。这种变化特征证明富士苹果在盛果期的可滴定酸含量高,风味浓郁,食味佳。树龄达到20 a以后,苹果的食味品质开始明显下降,品质退化特征显著。

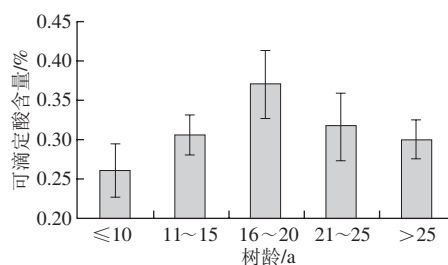


图2 不同树龄富士苹果可滴定酸含量平均值差异

Fig.2 Difference analysis of average fruit titratable acid content of Fuji apple trees of different ages

2.2.4 不同树龄苹果钙质量分数差异分析

不少研究表明,钙在果树矿物质营养中占有极为重要的地位,在众多矿物质元素中,唯有钙含量作为苹果内在品质的重要评价指标。优质苹果中钙质量分数高,则果实硬脆度高,质量与体积比大,果肉致密,细胞间隙率低,风味品质佳,肉质好,耐贮藏,苹果抗病虫能力^[21]。相反,果实内钙元素若不足,苦痘病、水心病、腐烂病等发病率极高^[22]。经统计得出,渭北果园不同树龄果树所结富士苹果的钙质量分数在0.198~0.359 g/kg之间,个体之间相差较大。由图3可知,不同树龄果园苹果中钙含量呈现“V”字型变化,不同树龄果树所结苹果的钙质量分数差异未达到显著水平。从树龄看,树龄为0~10 a和大于25 a果树所结苹果的钙质量分数相对较高,这也与这两个树龄段挂果量较少有一定关系。果实的钙质量分数与土壤钙活性、果树对钙的吸收、转运以及分配关系密切,也与果树挂果量有一定关系。盛果期果树挂果量大,单个果实的钙质量分数相对较小,这也与土壤水分、营养元素等条件有很大关系^[22]。其中渭北地区果实的钙质量分数与土壤条件及其钙活性的关系问题,将另作讨论。

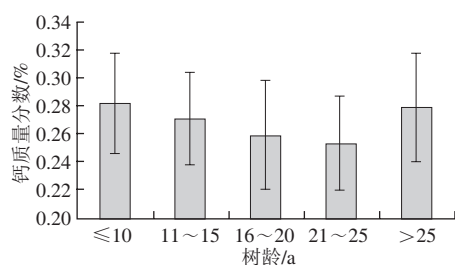


图3 不同树龄富士苹果果实钙质量分数平均值差异

Fig.3 Difference analysis of average fruit calcium content of Fuji apple trees of different ages

2.3 不同树龄苹果品质综合评价

“满意度”是对果实品质的综合评价指标，它是将果实所表现出来的一系列品质特性可以达到人们需求的合理或满意程度^[23]。满意度取0~1之间的某个实数值。将苹果品质某一项指标的最大值确定为1，最小值确定为0。为了探求不同树龄苹果的品质满意度，本研究以各单项品质指标的平均值为变量，按照公式（1）计算其“相对满意度”。

$$M = \frac{b_i - \text{Min}b_i}{\text{Max}b_i - \text{Min}b_i} \quad (1)$$

式中： M 为不同树龄苹果某一项品质指标的相对满意度； b_i 为各树龄段苹果品质指标的平均值； $\text{Max}b_i$ 为所研究树龄段内苹果某一项品质指标平均值的最大值； $\text{Min}b_i$ 为其最小值。依据表1~4和图1~3分别计算不同树龄果园苹果单项品质指标的相对满意度，结果见表5。

表5 富士苹果果实品质评价指标的相对满意度
Table 5 Relative satisfaction indexes of Fuji apple fruit quality evaluation indicators

树龄/a	单果质量	体积	质量与体积比	硬度	可溶性固形物含量	可滴定酸含量	钙质量分数
≤10	0.00	0.00	0.821 4	1.00	0.69	0.00	1.000
11~15	0.48	0.44	0.220 9	0.99	0.00	0.42	0.605
16~20	1.00	0.77	0.616 4	0.58	0.23	1.00	1.191
21~25	0.67	0.61	1.000 0	0.90	1.00	0.50	0.000
>25	0.93	1.00	0.000 0	0.00	0.51	0.35	0.902

在对各树龄段苹果7个单项品质指标的相对满意度统计的基础上，利用加权系数法计算各树龄段苹果品质指标的“综合满意度”，公式如下：

$$V = \sum W_i M_i \quad (2)$$

式中： V 为不同树龄苹果品质综合满意度； M_i 为各单项指标对应的相对满意度； W_i 为单项评价指标的加权数，加权数也取0~1之间。

鉴于目前国内外还没有可以借鉴的涉及苹果品质评价时各项因子权重的研究文献报道，本研究通过对15位果树专家、食品专家的问卷调查，并结合生产实践，从

产量和品质并重原则考虑，拟定了苹果各项指标的权重值，它们依次为：单果质量0.20、体积0.20、质量与体积比0.10、硬度0.10、可溶性固形物含量0.15、可滴定酸含量0.15、钙质量分数0.10。依据公式（2）计算出各树龄段苹果的综合满意度，结果见图4。

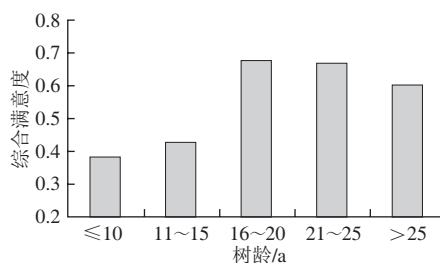


图4 富士苹果果实品质评价综合满意度

Fig.4 Comprehensive satisfaction index of Fuji apple fruit quality evaluation

由图4可知，树龄为16~25 a的盛果期富士果树所结苹果品质的综合满意度最高，树龄超过25 a的果树所结苹果品质的综合满意度次之，11~15 a和0~10 a的幼果期果树所结苹果品质的综合满意度较低。即树龄为16~25 a的富士果树所结苹果品质最好，大于25 a果树所结苹果品质次之，小于16 a果树所结苹果品质较差。这充分说明渭北果园富士苹果从挂果到形成品质较优果实的周期较长，大约需要15 a；16~25 a为优果期，大约10 a时间；树龄大于25 a果树所结苹果的外观品质和食用品质均开始明显退化。渭北地区果实质量退化的原因以及尽可能延长苹果优果期的技术与措施将是园艺学家、土壤学家所面临的重要的研究课题。

3 结论与讨论

提高产量、优化品质是现代农业重要的研究课题和目标。关于渭北优果区苹果品质的演化过程的研究尚未见报道。随着果树种植年限的延长，果园土壤环境必然发生变化，从而影响果实的外观和内在品质。姜文广等^[24]关于树龄对葡萄品质的影响研究表明，3 a生的单果质量明显小于5 a生和6 a生。赖九江等^[25]关于树龄对脐橙品质的影响研究表明，随着树龄增加，脐橙果实可溶性固形物含量提高，单果质量随树龄增加呈先增后降的变化趋势。王东辉等^[12]研究认为，空心李的可溶性固形物含量及酸度在不同树龄的果实上没有显著差异，而总糖含量随树龄增长而增加。以上研究均表明，果实品质有随树龄增加而有不同方向和程度的变化过程，这一方面体现了在果树不同生长阶段光合产物“源”“库”供求平衡关系与分配过程。幼树期，树势旺盛，养分供应偏向于营养生长，果实整齐度不好、果皮厚、风味淡。随着

树龄增大, 树势趋于稳定, 树体养分分配趋于平衡, 枝叶的新陈代谢能力也较强, 因而果实趋于均匀, 果皮变薄, 风味变浓。随着树龄的增大, 树体进入衰老期, 树势减弱, 同化能力也逐渐下降, 物质代谢水平降低, 果实品质慢慢变差。另一方面, 对于多年生的果树而言, 在生态气候变化不够明显情况下, 其产量和品质必然体现在果园土壤环境的变化情况。渭北气候、光照、土壤等多项因子属于苹果优生条件, 通过本研究的确可以清楚地看出, 这里生产的苹果多项质量指标均符合国家鲜果质量标准。尽管如此, 仍然呈现着随树龄增长, 一些果品质量指标发生规律性的变化。整体上看, 从幼果树到盛果期(树龄小于15 a), 随苹果产量增长, 果实外观质量明显提升。盛果期间外观质量基本稳定, 果实的食用品质处于波动。25 a以后果树的产量和综合品质明显递减。

综上所述, 渭北地区富士苹果品质表现为树龄16~25 a果实所结苹果品质最好, 树龄大于25 a果树所结苹果品质次之, 树龄小于16 a果树所结苹果品质较差。

从幼果期到盛果期, 随着树龄增加, 富士苹果单果质量和体积呈明显的增加趋势; 进入盛果期后, 其单果质量和体积基本稳定。果实质量与体积比随树龄增加未有显著性差异; 果实硬度随树龄增加呈缓慢下降趋势, 不同树龄间果实硬度差异不显著; 不同树龄果树所结果实的可溶性固形物含量之间有显著性差异; 可滴定酸含量随树龄增加呈现先增加后降低趋势; 果实钙质量分数随树龄增加呈“V”字型变化。

参考文献:

- [1] 杜静静, 张永清. 不同种植年限果园土壤有机质变化特征研究[J]. 山西师范大学学报(自然科学版), 2013, 27(2): 51-54.
- [2] 胥继东, 王益权, 刘军, 等. 渭北旱塬不同树龄果园土壤营养状况演化趋势[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(31): 13722-13724; 13752.
- [3] 孙蕾, 王益权, 张育林, 等. 种植果树对土壤物理性状的双重效应[J]. 中国生态农业学报, 2011, 19(1): 19-23. DOI:10.3724/SP.J.1011.2011.00019.
- [4] 田稼, 孙超, 杨明琰, 等. 黄土高原不同树龄苹果园土壤微生物、养分及pH的相关性[J]. 西北农业学报, 2012, 21(7): 138-141; 148.
- [5] SHISHIDO M, SAKAMOTO K, YOKOYAMA H, et al. Changes in microbial communities in an apple orchard and its adjacent bush soil in response to season, land-use, and violet root rot infestation[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2008, 40(6): 1460-1473. DOI:10.1016/j.soilbio.2007.12.024.
- [6] RUMBERGER A, MERWIN I A, THIES J E. Microbial community development in the rhizosphere of apple trees at a replant disease site[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2007, 39(7): 1645-1654. DOI:10.1016/j.soilbio.2007.01.023.
- [7] 石宗琳, 王益权, 张露, 等. 渭北果园土壤有机质及酶活性研究[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(4): 86-91.
- [8] 杜静静, 张永清, 马大龙, 等. 不同种植年限苹果园土壤理化性质与酶活性研究[J]. 中国农学通报, 2013, 29(34): 90-95.
- [9] 孙桂丽, 玉苏甫·阿不力提甫, 徐敏, 等. 树形及树龄对‘库尔勒香梨’光合特征及果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2014(16): 4-8.
- [10] 官雪芳, 林碧芬, 徐庆贤, 等. 种植年限对土壤性状、微生物群落及脐橙果实品质的影响[J]. 浙江农业学报, 2012, 24(1): 105-113.
- [11] 梁海忠, 范崇辉, 王琰, 等. 苹果高纺锤形树体枝量、果实产量与品质的研究[J]. 西北农林科技大学(自然科学版), 2010, 38(7): 123-128.
- [12] 王东辉, 田国政, 刘永清. 不同树龄空心李的果实品质比较[J]. 浙江林业科技, 2005, 25(2): 29-31.
- [13] 史星雲, 徐珊珊, 武月妮, 等. 陕西省苹果品种结构及生产效益现状调查[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2014, 42(2): 101-106. DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.02.044.
- [14] 王浩. 渭北旱塬农业地质条件与苹果品质关系[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014: 28-35.
- [15] 金会翠, 张林森, 李丙智, 等. 增施钾肥对红富士苹果叶片营养及果实品质的影响[J]. 西北农业学报, 2007, 16(3): 100-104.
- [16] 和润喜, 邵抚民, 石卓功. 昆明市西山区苹果果实品质分析[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(7): 1743-1746. DOI:10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2009.07.059.
- [17] 白沙沙, 毕金峰, 方芳, 等. 苹果品质评价技术研究现状及展望[J]. 食品科学, 2011, 32(3): 286-290.
- [18] 张道德. 金冠苹果果实的介电特性与无损检测技术的研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2007: 18.
- [19] 李锡香, 宴儒米, 向长萍. 新鲜果蔬的品质及其分析方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 208-210.
- [20] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 271-273.
- [21] 李宝江, 林桂荣, 刘凤君. 矿质元素含量与苹果风味品质及耐贮藏性的关系[J]. 果树科学, 1995, 12(3): 141-145. DOI:10.13925/j.cnki.gsxb.1995.03.001.
- [22] 关军锋, SAURE M. 果树钙素营养与生理[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 6.
- [23] 方传锦. 对19个猕猴桃品种果品品质的分析评价[J]. 安徽农业科学, 2004, 32(2): 489-490.
- [24] 姜文广, 李记明, 于英, 等. 不同树龄对蛇龙珠葡萄果实品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2013(1): 21-23.
- [25] 赖九江, 马小焕, 钟莉华, 等. 赣南纽荷尔脐橙果实品质比较研究[J]. 中国南方果树, 2012, 41(5): 5-7; 12.