

陕西省苹果主栽品种品质差异及相关性分析

史星雲¹, 王立新¹, 王亚杰¹, 孟蕊¹, 张小军¹, 赵政阳^{1,2}

(1. 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省苹果工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:选取陕西省6个不同苹果生产基地县为试验地点,比较和分析了不同产地的“富士”、“嘎啦”、“秦冠”和“玉华早富”4个主栽品种的品质差异及其指标间的相关性。结果表明:苹果果形指数与单果重、果皮黄色度值 b^* 与果皮亮度值 L^* 、可滴定酸含量与果皮红色度值 a^* 呈极显著正相关,其相关系数分别为0.785、0.582和0.507;硬度与单果重、硬度与果形指数、果皮红色度值 a^* 与果皮亮度值 L^* 、果皮黄色度值 b^* 与果皮红色度值 a^* 、固酸比与果皮红色度值 a^* 、固酸比与可滴定酸含量呈极显著负相关性,其相关系数分别为-0.487、-0.552、-0.703、-0.728、-0.576和-0.895。表明陕西省不同产地苹果主栽品种基本品质指标间存在着显著差异。

关键词:苹果;不同地区;品质比较

中图分类号:S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)14-0011-04

苹果作为世界四大水果之一,分布范围极其广泛,在全球五大洲均有广泛栽培^[1]。陕西省地处黄土高原苹果优势产区,有着极其优越的自然条件。据统计,陕西省苹果主栽品种有“富士”系(71.20%)、“秦冠”(9.95%)、“嘎啦”(8.90%)和“玉华早富”(1.30%)及其它品种(8.65%)^[2]。

苹果品质主要包括外观品质和内在品质。外观品质主要包括果实的大小、果形和色泽等,内在品质主要包括可溶性固形物含量、可滴定酸含量和总糖等,这些成分的含量及比例在很大程度上决定了果实综合品质的优劣。结合先人的研究成果,可将果实品质评价指标简化为单果重或果形指数、硬度、可溶性固形物、可滴定酸和果面色泽等5个主要指标^[3-5]。该试验选取能表征苹果外观品质和内在品质的6个基本指标,即单果重、果形指数、果皮色度、硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量为评价依据,对采自陕西省6个不同地区的4个主栽品种进行主要品质指标测定,比较各品质指标在不同产地之间的差异,并对苹果各果实品质指标进行了相关性分析,从而了解陕西各产区苹果果实品质状况和差异情况,为苹果适地适栽和提高果实品质提供一定的理

论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为“嘎啦”、“玉华早富”、“富士”和“秦冠”4个主栽品种。样品采自陕西省6个不同苹果生产基地县的果园,所选果园管理条件基本一致,树龄8~12 a,乔化树,果实套袋(详见表1)。各品种随机选取5株树形良好、长势中庸、结果正常的植株,在每个植株树冠中部的外围沿东、南、西、北、中5个方向各随机采摘2个长势良好的苹果果实,每个地点每个品种共50个苹果,用保温盒带回实验室,放在0℃冷库中保存,待测。

1.2 试验方法

试验于2012年8~11月在西北农林科技大学白水苹果试验站实验室进行,对运回实验室的各个采样点的苹果样品随机选取20个,测定各项品质指标。

1.3 项目测定

单果重用电子天平测定;果形指数用数显游标卡尺分别测定果实的纵径与横径并计算;果皮色度用经过校准的CR-400色彩色差计直接测量 L^* 、 a^* 、 b^* 的值,均匀地在每个苹果表面测量5次,并取平均值^[6];硬度用Fruit Texture Analyser仪器测定,每个苹果测定3次,取其平均值^[7];可溶性固形物含量用PAL-1手持糖度计测定,每个苹果测定3次,取其平均值;可滴定酸含量使用NaOH滴定法进行测定,每个地区的每个品种3次重复,取平均值。

1.4 数据分析

使用Excel和SPSS软件进行数据分析处理。

第一作者简介:史星雲(1988-),男,硕士研究生,研究方向为果树育种和生物技术。E-mail:shixingyunlove@163.com.

责任作者:赵政阳(1964-),男,博士,教授,研究方向为果树遗传育种与生物技术。E-mail:zhaozy@nwsuaf.edu.cn.

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项资助项目(nycytx-08-01-03);陕西省“13115”重大专项资助项目(2010ZDKG-69);陕西省科技攻关资助项目(2010K01-04-1)。

收稿日期:2012-03-05

表 1 陕西省 6 个不同产地
苹果果实采样地点、日期及测定时间

Table 1 The sampling site, time and
determined time of apple from six different habitats in Shaanxi province

| 品种 Varieties | 采样地点 Sampling site | 采样日期 Sampling date | 测定时间 Determined time |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| “嘎啦”系 ‘Gala’ | 延安市宝塔区柳林镇 | 8月20日 | 8月23日 |
| | 洛川县凤栖镇芦白村 | 8月21日 | 8月23日 |
| | 白水杜康镇 | 8月17日 | 8月18日 |
| | 旬邑县太村镇唐家村 | 8月22日 | 8月23日 |
| | 富平县梅家坪镇新安村 | 8月16日 | 8月18日 |
| | 扶风县天度镇天度村 | 8月19日 | 8月23日 |
| “玉华早富” ‘Yuhuaazafu’ | 洛川县凤栖镇芦白村 | 9月11日 | 9月17日 |
| | 白水杜康镇 | 9月15日 | 9月17日 |
| | 旬邑县郑家镇凉泉村 | 9月6日 | 9月17日 |
| | 富平县梅家坪镇 | 9月14日 | 9月17日 |
| | 扶风县天度镇永平村 | 9月10日 | 9月17日 |
| | 延安市宝塔区柳林镇 | 10月14日 | 10月22日 |
| “富士”系 ‘Fuji’ | 洛川县凤栖镇芦白村 | 10月4日 | 10月22日 |
| | 白水杜康镇 | 10月20日 | 10月28日 |
| | 旬邑县太村镇唐家村 | 10月15日 | 10月28日 |
| | 富平县梅家坪镇 | 10月19日 | 10月22日 |
| | 扶风县天度镇永平村 | 10月14日 | 10月28日 |
| | 延安市宝塔区柳林镇 | 10月14日 | 10月22日 |
| “秦冠” ‘Qinguan’ | 洛川县凤栖镇芦白村 | 10月25日 | 10月28日 |
| | 白水杜康镇 | 10月27日 | 10月28日 |
| | 旬邑县太村镇唐家村 | 10月15日 | 10月28日 |
| | 扶风县天度镇永平村 | 10月14日 | 10月28日 |

2 结果与分析

2.1 不同产地“嘎啦”苹果品质分析

由表 2 可知,扶风县“嘎啦”果实单果重和果形指数

表 2 陕西省不同产地苹果品种品质指标测定结果

Table 2 Testing results of quality indexes of apple cultivars from different habitats in Shaanxi province

| 品种 Varieties | 地点 Place | 单果重 Single fruit weight/g | 果形指数 Fruit index | 可溶性固形物含量 Soluble solid content/% | 硬度 Hardness /kg·cm ⁻² | 果皮亮度值 L* Brightness value of peel L* | 果皮红色度 a* Redness degree a* | 果皮黄色度 b* Yellow degree b* | 可滴定酸含量 Titratable acid content/% | 固酸比 Solid acid ratio |
|------------------------|-------------|---------------------------------|---------------------|--|--|--|----------------------------------|---------------------------------|--|----------------------------|
| “嘎啦”系 ‘Gala’ | 白水 | 193.1bc | 0.8526c | 14.31a | 7.60c | 51.298d | 25.016a | 15.827d | 0.380b | 38.66b |
| | 富平 | 200.0bc | 0.9409ab | 14.73a | 7.27c | 63.339ab | 7.675c | 21.145b | 0.292d | 51.66a |
| | 扶风 | 216.3a | 0.9525a | 12.88b | 7.49c | 66.555a | 15.416b | 19.189c | 0.258e | 52.67a |
| | 旬邑 | 192.3bc | 0.9285ab | 12.02c | 8.82a | 62.324b | 24.235a | 16.049d | 0.368b | 32.91c |
| | 洛川 | 206.6ab | 0.8981b | 12.69bc | 8.58ab | 58.241c | 24.244a | 15.868d | 0.414a | 30.79c |
| | 宝塔区 | 183.8c | 0.8498c | 12.83b | 7.96bc | 56.320c | 18.158b | 24.421a | 0.333c | 38.91b |
| “玉华早富” ‘Yuhuaazafu’ | 白水 | 264.7a | 0.8677 | 13.72a | 6.13c | 59.274b | 30.295a | 16.000c | 0.471a | 29.81c |
| | 富平 | 241.0b | 0.8700 | 11.76b | 5.59d | 64.625a | 10.448d | 27.785a | 0.226c | 52.53a |
| | 扶风 | 256.6b | 0.8759 | 13.45a | 7.77a | 65.603a | 16.751c | 19.025b | 0.328b | 41.22b |
| | 旬邑 | 248.2b | 0.8727 | 12.78b | 6.17c | 57.341b | 30.247a | 16.932c | 0.243c | 50.52a |
| | 洛川 | 239.6b | 0.8751 | 13.07a | 6.87b | 63.076a | 23.594b | 19.546b | 0.326b | 40.27b |
| | 白水 | 322.9a | 0.8891 | 14.64a | 6.56b | 57.457ab | 26.942ab | 18.291bc | 0.418a | 35.65b |
| “富士”系 ‘Fuji’ | 富平 | 292.0cd | 0.8834 | 14.39a | 6.76b | 61.570a | 18.760c | 22.995a | 0.340b | 45.41a |
| | 扶风 | 301.3bcd | 0.9006 | 13.31b | 6.65b | 61.536a | 22.534bc | 17.548bc | 0.292c | 46.43a |
| | 旬邑 | 282.0d | 0.8868 | 13.25b | 7.22a | 57.346ab | 28.881a | 19.466b | 0.289c | 46.63a |
| | 洛川 | 306.6ab | 0.8637 | 13.74b | 7.32a | 55.782b | 31.658a | 15.753c | 0.433a | 32.38b |
| | 宝塔区 | 316.2ab | 0.8955 | 14.46a | 6.74b | 55.868b | 28.833a | 18.028bc | 0.325bc | 45.67a |
| | 白水 | 258.4b | 0.8571 | 13.40b | 9.84a | 53.216b | 25.599ab | 13.791b | 0.257cd | 52.39b |
| “秦冠” ‘Qinguan’ | 扶风 | 251.1b | 0.8715 | 11.59d | 7.34c | 60.229a | 27.164ab | 14.219b | 0.327b | 35.55d |
| | 旬邑 | 264.2b | 0.8709 | 13.20bc | 8.39b | 54.109b | 28.011a | 18.583a | 0.290c | 46.04c |
| | 洛川 | 255.3b | 0.8507 | 14.28a | 8.72b | 45.798c | 21.815b | 13.143b | 0.238d | 60.60a |
| | 宝塔区 | 280.0a | 0.8895 | 12.48c | 7.54c | 53.958b | 30.820a | 13.963b | 0.368a | 34.28d |

注:同列不同小写字母代表差异显著(P<0.05)。

Note: The different small letters within the same column represent significant difference(P<0.05).

最大,与其它地区呈显著性差异,宝塔区的最小;白水縣和富平县的果实可溶性固形物含量明显高于其它地区,扶风县、宝塔区和洛川县之间没有显著性差异,旬邑县含量最少,仅为 12.02%;在果实硬度方面,旬邑县和洛川县在 8.0 kg/cm² 以上,明显高于其它地区,其次是延安市宝塔区,白水縣、扶风县和富平县之间硬度不存在显著性差异;果实果皮色度较好的是旬邑县和洛川县,外观好,果皮亮,颜色深;富平县的果皮红色度值较低,在 10 以下,红色较浅,着色差;洛川县“嘎啦”可滴定酸含量明显高于其它地区,其含量在 0.4% 以上,但富平县和扶风县的可滴定酸含量较低。

2.2 不同产地“玉华早富”品质分析

由表 2 可知,各地区间“玉华早富”果形指数很接近,均在 0.87 左右。单果重白水縣最大为 264.7 g,显著高于其它地区;白水縣、扶风县和洛川县可溶性固形物含量较高,其含量在 13.0% 以上,显著高于旬邑县与富平县。硬度最大的是扶风县,达 7.77 kg/cm²,与其它地区差异显著,其次是洛川县,白水縣和旬邑县之间不存在显著性差异,最小的是富平县为 5.59 kg/cm²;富平县的果皮红色度值 a* 最小,仅为 10.448,着色较差;可滴定酸含量白水縣最高,为 0.471%,口味偏酸,显著高于其它地区,其次是扶风县和洛川县,二者很接近;富平县和旬邑县之间差异不显著。

2.3 不同产地“富士”苹果品质分析

由表 2 单果重大小可以看出,旬邑县的“富士”苹果单果重最低;苹果果形指数在各地都很接近,约为 0.89 左右,果形为近圆形;可溶性固形物含量较高的有白水、宝塔区和富平县。果实硬度较大的为旬邑县和洛川县的,显著高于与其它 4 个地区;果皮的亮度值 L^* 在富平县、扶风县、白水、旬邑县之间不存在显著性差异,显著高于其余 2 个地区,且二者间无显著性差异;红色度值 a^* 在洛川县、旬邑县、宝塔区和白水之间差异不显著,富平县最小,仅为 18.760,着色稍差。洛川县和白水县可滴定酸含量都在 0.4% 以上,显著高于其它地区,口味偏酸;其次是富平县和宝塔区;扶风县和旬邑县可滴定酸含量较低,在 0.3% 以下。

2.4 不同产地“秦冠”苹果品质分析

由表 2 可知,宝塔区的“秦冠”苹果单果重最大,为 280.0 g,与其它 4 个产区存在显著性差异;而其它 4 个地区不存在显著性差异;可溶性固形物含量最高的地区是洛川县,高达 14.28%,显著高于其它地区,最小的为扶风县,

仅为 11.59%;果实硬度由高到低依次为白水县、洛川县、旬邑县、宝塔区和扶风县,范围为 7.0~10.0 kg/cm²。总的来看各地区间果实色泽的差异性不大,旬邑县和宝塔区的果实色泽较好,着色深,底色好;在可滴定酸含量测定研究中发现,宝塔区的果实含量最高,为 0.368%,与其它 4 个地区有显著性差异,其次是扶风县、旬邑县、白水、洛川县,其中洛川县最低,为 0.238%。

2.5 苹果各品质指标间的相关性分析

由表 3 可知,苹果基本品质指标间多个项目存在着极显著相关性,说明果实品质指标间的联系较为紧密。苹果果形指数与单果重、果皮黄色度值 b^* 与果皮亮度值 L^* 、可滴定酸含量与果皮红色度值 a^* 呈极显著正相关,其相关系数分别为 0.785、0.582 和 0.507;硬度与单果重、硬度与果形指数、果皮红色度值 a^* 与果皮亮度值 L^* 、果皮黄色度值 b^* 与果皮红色度值 a^* 、固酸比与果皮红色度值 a^* 、固酸比与可滴定酸呈极显著负相关性,其相关系数分别为 -0.487、-0.552、-0.703、-0.728、-0.576 和 -0.895。

表 3 苹果品质指标间的相关性分析
Table 3 The correlation analysis of quality indexes of apple

| 指标 Index | 单果重 Single fruit weight | 果形指数 Fruit index | 可溶性固形物含量 Soluble solid content | 硬度 Hardness | L^* | a^* | b^* | 可滴定酸含量 Titratable acid content | 固酸比 Solid acid ratio |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------|----------------------|----------------------|--------|-----------------------------------|-------------------------|
| 单果重 Single fruit weight | 1 | | | | | | | | |
| 果形指数 Fruit index | 0.785 ^{##} | 1 | | | | | | | |
| 可溶性固形物含量 Soluble solid content | 0.238 | 0.023 | 1 | | | | | | |
| 硬度 Hardness | -0.487 ^{##} | -0.552 ^{##} | 0.023 | 1 | | | | | |
| L^* | -0.073 | 0.299 | -0.287 | -0.254 | 1 | | | | |
| a^* | 0.370 [#] | 0.090 | -0.070 | 0.043 | -0.703 ^{##} | 1 | | | |
| b^* | -0.231 | -0.061 | 0.021 | -0.026 | 0.582 ^{##} | -0.728 ^{##} | 1 | | |
| 可滴定酸含量 Titratable acid content | 0.240 | -0.098 | 0.207 | 0.011 | -0.258 | 0.507 ^{##} | -0.319 | 1 | |
| 固酸比 Solid acid ratio | -0.168 | 0.116 | 0.195 | -0.033 | 0.187 | -0.576 ^{##} | 0.322 | -0.895 ^{##} | 1 |

注: #, $P < 0.05$; ##, $P < 0.01$ 。

3 讨论

黄土高原地区是世界公认的优质苹果适生区,同时也是中国着力建设的 2 个苹果优势区之一^[8]。由于栽培品种和种植环境条件的不同,成熟苹果的大小、形状、颜色、酸甜度及其它品质特性差异很大^[4]。于辉等^[9]研究发现,在实际生产中,不同产地的“寒富”苹果在果实外观、内在品质及果实风味上表现出很大的差异,而且具有很强的地域性。赵政阳^[10]研究表明,生态因子对苹果的生长及品质提高作用显著。气候条件、地理环境、土肥水管理、疏花疏果、树形、栽植密度等,还有苹果采摘后运输到实验室测定的过程中,运输方式、时间等都会对苹果品质造成一定的影响。该研究经综合比较分析,并参照 GBT-10651-2008 鲜苹果可知,“嘎啦”、“红富士”在各地表现都较好,但白水和洛川的苹果表现优,果个大,着色好,外观品质优良,风味酸甜可口,品质佳,

其它地区风味偏甜。这可能主要是因为白水与洛川的气温适宜,热量适中,成熟期气温昼夜温差大,光照充足,管理生产水平高,果实品质较好。研究表明,光照与温度是影响果实品质不可分割的因素,光照低,坐果减少,果个变小,着色不佳,品质下降^[11]。“秦冠”在宝塔区的表现好,果个大,着色优,底色好,硬度适中,风味好,这是由于海拔高,昼夜温差大,光照好,雨量适中,有利于“秦冠”生长。这与张翠萍^[12]的研究结果是一致的,即山地昼夜温差大,坡度错落,通风透光良好,苹果品质好于平原。

苹果果皮色泽是评价苹果品质特性的重要因子,且是影响苹果市场价值的重要因素之一。一般来说,红色品种受到广大消费者的偏爱,且着色好的品种果实需求量更大^[13]。果皮色泽取决于底色和表色的共同作用,独立遗传的底色和表色有各种各样的搭配,构成苹果色泽

多样而复杂的变异^[14]。该试验表明,各地区间苹果果皮色泽差异明显,洛川县、白水縣和宝塔区的苹果果皮色泽较好,这可能是由于海拔较高、温差大、有利于果实着色;富平县的果皮红色度值偏低,黄色度值较大,说明着色较差,这是由于海拔低、年平均温度高,昼夜温差小,或摘袋后天气不良造成的。李丽梅等^[15]研究发现地处太行山区的顺平“红富士”,海拔 265 m,年日照时数 2 516 h,昼夜温差大,利于糖分和花青苷的积累,果实品质好;而辛集苹果产地地处冀中平原,昼夜温差相对较小,果园内通风透光性较差,造成果实着色不好,品质不高。

从苹果各主要基本指标间相关性分析可知,硬度和单果重之间呈极显著负相关(相关系数为-0.487),这说明随着果实的逐渐成熟,硬度在下降;果皮红色度值 a^* 从苹果各主要基本指标间相关性分析可知,果皮红色度值 a^* 与果皮亮度值 L^* 呈极显著的负相关(相关系数为-0.703),说明随着果皮中花青苷的积累,果皮亮度会降低;果皮黄色度值 b^* 与果皮红色度值 a^* 呈极显著负相关(相关系数为-0.728),说明果皮中的类胡萝卜素含量和花青苷含量也呈负相关;可滴定酸含量与果皮红色度值 a^* 呈极显著正相关(相关系数为 0.507),说明果实着色好,可滴定酸含量高。果皮红色度值 a^* 与果皮黄色度值 b^* 、可滴定酸含量、固酸比、单果重、果皮亮度值 L^* 等几个指标间都存在显著地相关性,这说明它可以作为衡量苹果果实品质的一个重要指标。

参考文献

[1] 赵政阳,冯宝荣,王雷存,等.我国苹果产业向优势区域集中的战略思考[J].西北农业学报,2004,13(4):195-199.

- [2] 陕西省果业管理局.陕西省果业统计信息[M].西安:陕西省果业管理局,2010.
- [3] 樊丁宇,廖康,杨波,等.新疆杏品种果实鲜食品质主要评价指标的选择[J].中国农学通报,2009,25(22):207-211.
- [4] 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.
- [5] 徐吉花,赵政阳,王雷存,等.苹果果实品质评价因子的选择研究[J].干旱地区农业研究,2011,29(6):269-273.
- [6] Drogoudi P D, Michailidis Z, Pantelidis G, et al. Peel and flesh antioxidant content and harvest quality characteristics of seven apple cultivars[J]. Scientia Horticulturae, 2008, 115(2):149-153.
- [7] 杜社妮,李晶晶,张蕊,等.苹果果实硬度适宜测定部位的研究[J].北方园艺,2011(24):33-35.
- [8] 中华人民共和国农业部.全国优势农产品区域布局规划(2008-2015年)[EB/OL].(2008-09-12)[2010-2-5].http://www.agri.gov.cn/xxlb/t20080912_1132619.htm.
- [9] 于辉,张秀美,王宏,等.不同产地寒富苹果品质的分析[J].江西农业学报,2012,24(4):55-56.
- [10] 赵政阳.陕西苹果质量安全影响因素及其控制研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2007:34-51.
- [11] 魏钦平,李嘉瑞,束怀瑞.苹果品质与生态因子关系的研究[J].山东农业大学学报,1998,29(4):532-536.
- [12] 张翠萍.土壤肥力与苹果果实品质关系的调查分析[J].河北果树,1993,19(4):25-26.
- [13] Saure M C. External control of anthocyanin formation in apple: a review[J]. Sci Hortic, 1990, 42:181-218.
- [14] 田义,丛佩华.苹果果实着色研究进展[C].2008园艺进展(第8辑)-中国园艺学会第八届青年学术讨论会暨现代园艺论坛论文集,2008(8):97-100.
- [15] 李丽梅,关军峰,及华,等.不同产地“红富士”苹果的采后品质及软化[J].中国生态学报,2009,17(4):690-693.

Quality and Correlation Analysis of the Main Apple Cultivars in Shaanxi Province

SHI Xing-yun¹, WANG Li-xin¹, WANG Ya-jie¹, MENG Rui¹, ZHANG Xiao-jun¹, ZHAO Zheng-yang^{1,2}

(1. College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. Apple Engineering and Technique Research Centre of Shaanxi Province, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: The basic quality indexes of ‘Fuji’, ‘Gala’, ‘Qinguan’, ‘Yuhuaazofu’ apple from six different habitats of Shaanxi province were determined and correlation analysis of quality indexes were performed. The results showed that quality differences between four cultivars from six different habitats were obvious. Correlation analysis of quality indexes revealed that, the significant correlation was found between fruit index and single fruit weight, the rind yellowness and the rind brightness, titratable acid content and the rind redness, soluble solid content and single fruit weight, soluble solid content and fruit index, the rind redness and the rind brightness, the rind yellowness and the rind redness, solid acid ratio and the rind redness, solid acid ratio and titratable acid content, and the correlation coefficient were up to 0.785, 0.582, 0.507, -0.487, -0.552, -0.703, -0.728, -0.576 and -0.895. It suggested that the main quality indexes of the main apple cultivars from different habitats of Shaanxi had significant difference.

Key words: apple; different habitats; quality comparison