

# 不同海拔高度对“红富士”苹果果实品质的影响

孙文泰, 尹晓宁, 刘兴禄, 董铁, 牛军强, 马明

(甘肃省农业科学院 林果花卉所, 甘肃 兰州 730070)

**摘 要:**以“红富士”苹果为试材,对苹果主产区甘肃省静宁县 1 340~1 850 m 不同海拔高度的苹果果实品质进行了调查研究。结果表明:随着海拔的升高,果实单果重逐渐降低,果个变小,硬度增大,可溶性固形物含量在海拔 1 500~1 600 m 呈现最高值,果实着色及果形指数均优。综合考虑,静宁县海拔 1 550~1 600 m 的苹果果实品质最佳,此海拔区段对提高“红富士”苹果果实品质最有利,是“红富士”苹果优质高产适宜的海拔地带。

**关键词:**海拔;温度;光质;“红富士”;品质

**中图分类号:**S 661.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)06-0012-04

“红富士”是我国苹果的主栽品种<sup>[1]</sup>,近年来栽植面积不断扩大,产量逐渐增加,栽培技术不断更新,但在当前苹果生产由产量效益型向质量效益型转化的过程中,提高品质仍然是苹果生产的首要任务。苹果的品质主要由果实大小、硬度、果形指数、色泽、可溶性固形物、含糖量、含酸量、淀粉含量等构成<sup>[2]</sup>。影响果实品质的因素很多,除了品种的遗传特性外,还有生态条件、果园管理状况等,其中生态条件在果实品质形成过程中起着关键作用<sup>[3-4]</sup>。

静宁县地处甘肃省东部,属黄土高原沟壑区,海拔 1 340~2 245 m,其独特的地域、气温、土壤特点,有利于苹果生产。海拔高度主要是通过对光、热、水、气、土壤和生物等生态因子的影响而对果实品质起间接的生态作用<sup>[5]</sup>。目前苹果生产栽植优势区域有由低海拔向较高海拔转移的趋势。在适宜的海拔区段,地势高,温差大,紫外线多,果树矮化,光照好,果实品质优。但是否海拔越高,对苹果生产越有利,相关的海拔高度对果实品质的影响方面尚鲜见报道。因此,该试验通过设定 10 个不同海拔区段,在保持影响果实品质的其它影响因子(果园管理水平、坡向、土壤肥力等)相对一致的情况下,针对静宁县“红富士”苹果的品质进行了调查,初步研究

该县苹果生产的生态最适带,为针对不同的海拔区段制定不同的生产措施提供依据,并为甘肃省其它高海拔地区的苹果生产提供借鉴。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在甘肃省静宁县进行,北纬 35°51',东经 105°73',海拔 1 340~2 245 m,年均气温 7.1℃,昼夜温差大,日照时数 2 238 h,无霜期 159 d。土壤主要以黄绵土为主,占全县土壤面积的 91.18%。年均降水量为 450.8 mm,年蒸发量为 1 469 mm。

### 1.2 试验材料

供试苹果为“红富士”,砧木为山定子,树龄 16 a,株行距 3 m×4 m,树势健壮。

### 1.3 试验方法

试验于 2010 年 10 月,在静宁县海拔 1 340~1 850 m 范围内,以 50 m 为 1 个海拔区段,共 10 个区段,每区段选择 10 个具典型代表性管理良好的盛果期果园为 10 次重复,每个果园在果树的东、西、南、北 4 个方向,随机选取树冠中部外围的中等大小的果实。

### 1.4 项目测定

用游标卡尺测定果实的纵径和横径,计算果形指数;用电子秤称量单果重;用 GY-1 果实硬度计测定果实去皮硬度;用 WYT-4 手持测糖仪测定可溶性固形物;果实着色面积比例用目测法测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同海拔高度对“红富士”苹果单果重的影响

由图 1、2 可知,在试验的海拔区段中,果实单果重在 125~300 g 之间,有 43% 的果实单果重在 200~225 g 之间,基本分布在海拔 1 450~1 650 m。随着海拔的升

**第一作者简介:**孙文泰(1983-),女,山东潍坊人,硕士,助理级二级,现主要从事果树栽培研究工作。E-mail:swt830312@126.com。  
**责任作者:**马明(1965-),男,甘肃秦安人,研究员,硕士生导师,现主要从事果树栽培和生理等研究工作。E-mail:maming65118@163.net。

**基金项目:**国家苹果产业技术体系专项资金资助项目(CARS-28);甘肃省苹果产业科技攻关资助项目(2010-429);甘肃省农业综合开发科技推广资助项目(2008-1)。

**收稿日期:**2012-12-07

高,单果重呈现逐渐下降的趋势,其中 1 500 m 左右,单果重最大为 228.41 g;在 1 800 m 左右达到最低值 172.65 g,海拔 1 800 m 以上有小幅上升。

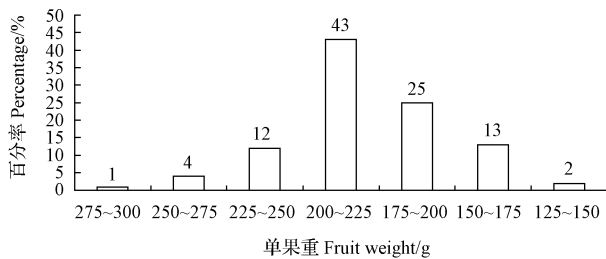


图 1 静宁县不同海拔高度“红富士”单果重比率

Fig. 1 The statistical map of 'Red Fuji' apple fruit weight at different altitudes of Jingning county

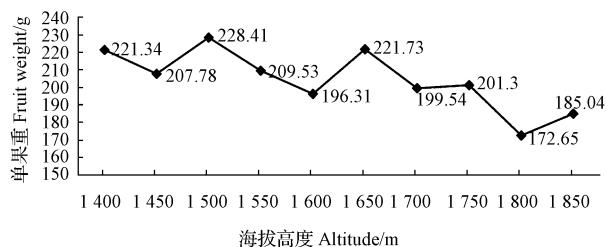


图 2 静宁县不同海拔高度“红富士”单果重趋势

Fig. 2 The trend graph of 'Red Fuji' apple fruit weight at different altitudes of Jingning county

## 2.2 不同海拔高度对“红富士”苹果果实横径的影响

由图 3 可知,在试验的海拔区段中,果实横径均在 70 mm 以上,随着海拔的升高,横径逐渐减小,即果实大小呈下降趋势,与单果重的变化相似。在海拔 1 340~1 750 m 间横径均在 75 mm 以上。1 500 m 左右果实的横径最大,为 80.93 mm;1 800 m 左右达到最低值 71.33 mm,海拔 1 800 m 以上有小幅上升。

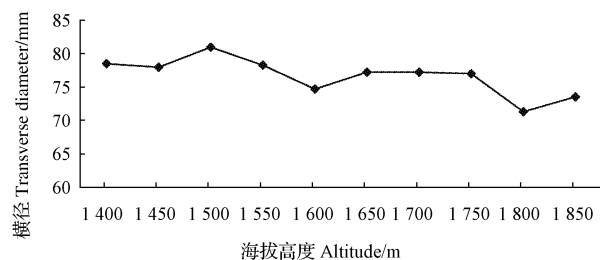


图 3 静宁县不同海拔高度“红富士”果实横径趋势

Fig. 3 The trend graph of 'Red Fuji' apple transverse diameter at different altitudes of Jingning county

## 2.3 不同海拔高度对“红富士”苹果硬度的影响

由图 4、5 可知,在所有海拔区段中,果实硬度在 8~12 kg/cm<sup>2</sup> 范围内,35%的果实硬度为 10~10.5 kg/cm<sup>2</sup>,

30%为 9.5~10 kg/cm<sup>2</sup>,基本分布在海拔 1 550~1 850 m 之间。随着海拔的升高,果实硬度呈现逐渐上升趋势,1 600~1 650 m 间出现高值 10.52 kg/cm<sup>2</sup>。1 600~1 750 m 间小幅下降。1 750~1 850 m 间硬度回升,重新恢复最高值 10.6 kg/cm<sup>2</sup>。

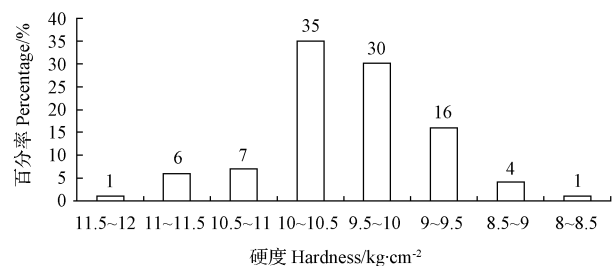


图 4 静宁县不同海拔高度“红富士”硬度比率

Fig. 4 The statistical map of 'Red Fuji' apple fruit hardness at different altitudes of Jingning county

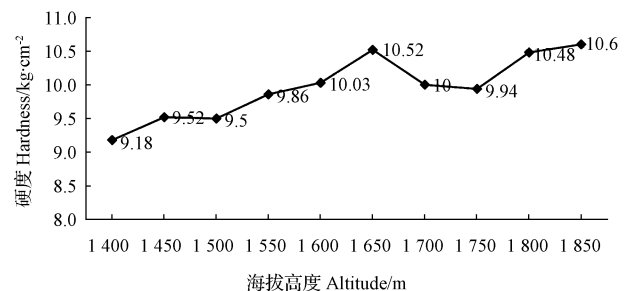


图 5 静宁县不同海拔高度“红富士”硬度趋势

Fig. 5 The trend graph of 'Red Fuji' apple fruit hardness at different altitudes of Jingning county

## 2.4 不同海拔高度对“红富士”苹果果实可溶性固形物含量的影响

由图 6、7 可知,在所有海拔区段中,可溶性固形物含量在 12.5%~18.5%之间,随着海拔的升高并未呈现规律性变化,其中 30%的果实可溶性物含量为 14%~14.5%,基本分布在海拔 1 400~1 600 m 和 1 700~1 850 m 区域内,1 500~1 550 m 间出现最高值 14.98%,1 650~1 700 m 间出现最低值 13.83%。

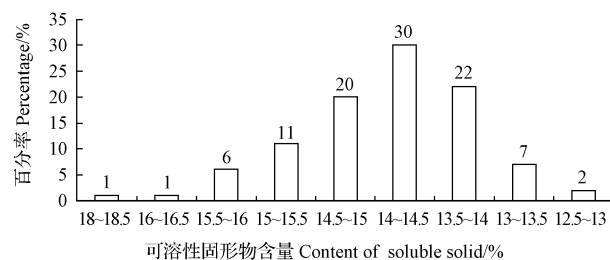


图 6 静宁县不同海拔高度“红富士”可溶性固形物含量比率

Fig. 6 The statistical map of 'Red Fuji' apple the content of soluble solid at different altitudes of Jingning county

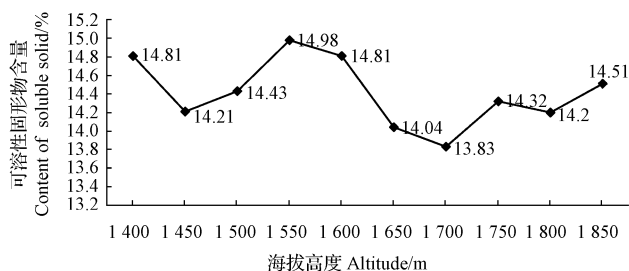


图7 静宁县不同海拔高度“红富士”可溶性固形物趋势

Fig. 7 The trend graph of 'Red Fuji' apple the soluble solide at different altitudes of Jingning county

## 2.5 不同海拔高度对“红富士”苹果果实果形指数的影响

由图8可知,所有果实的果形指数均在0.87以上,随着海拔的升高变化较平缓,1500~1600 m和1700~1800 m间呈现较大的增长趋势,于1750~1800 m间出现最大值0.91,海拔1800 m以上呈明显下降趋势。

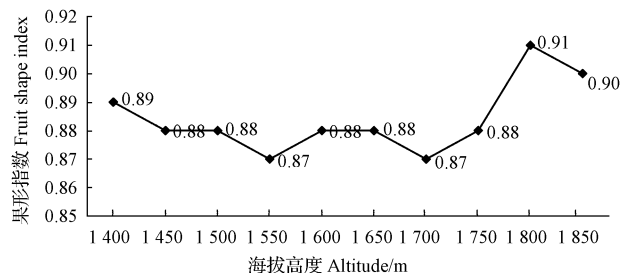


图8 静宁县不同海拔高度“红富士”果形指数趋势

Fig. 8 The trend graph of 'Red Fuji' apple fruit shape index at different altitudes of Jingning county

## 2.6 不同海拔高度对“红富士”果实着色的影响

在海拔1340~1850 m范围内,苹果果实均着色良好,90%~97%着色鲜红,1550~1600 m范围内着色最佳,达到最大着色值97%。

## 3 讨论与结论

海拔对果树的生态影响主要是通过光、热、水、气等生态因子起作用的。海拔升高气温下降,光照条件好,可形成光热互补的特殊环境,比低海拔地区更适宜果树生长<sup>[6-7]</sup>。不同波长的光对苹果的生长发育影响不同<sup>[8-10]</sup>。在一定范围内每升高100 m,光强增加4%~5%,促进果实生长的红外线减少,抑制果实生长的紫外线增加3%~4%,减少光合产物的积累<sup>[11]</sup>。该试验结果表明,随着海拔的升高,果实的单果重和大小均呈现逐渐下降的趋势。温度可影响果实硬度,果实发育初期低温,不利于细胞分裂;生长中期是果实快速膨大时期,低温则果实生长慢,硬度大。海拔升高气温降低,细胞间结合力增大,硬度增大<sup>[12-13]</sup>。该试验中随着海拔的升高,果实硬度呈上升趋势,与郭碧云<sup>[13]</sup>的研究结果一致,并在海拔1850 m左右达到最大值。

不同光质及温度变化对果实外观和内在品质的影响不同<sup>[14]</sup>。低海拔地区红外线和红光较多,提供植物生长发育所需充足热量,加强光合作用<sup>[15-17]</sup>。海拔升高,热效应降低,限制了有机物的积累和转化;海拔升高气温日较差增大,有利于增加白天光合作用的生产,夜间减弱呼吸作用的消耗。该试验中随海拔的升高,果实的可溶性固形物含量并未呈现规律的变化,这可能是不同海拔区段中光质与温度互相作用影响的结果,具体机理有待于进一步研究。

影响果实着色的主要因素有紫外线、气温日较差等<sup>[18]</sup>。紫外线可诱导果皮乙烯生成,促进着色<sup>[19-25]</sup>;气温日较差大有利于果实中糖分积累与着色。在该试验整个海拔调查范围内,果实着色均表现良好,在1550~1600 m范围内着色最佳,与孙建设等<sup>[23]</sup>的研究结果一致。

果形指数受苹果品种和环境条件的影响。海拔升高气候冷凉、紫外线增加均有助于赤霉素的合成,使果实细胞纵向伸长,提高果形指数<sup>[26]</sup>。该试验中随海拔的升高,果形指数均表现良好,在海拔1800 m以上,果形指数的下降可能与光照强度过高和温度过低有关<sup>[27]</sup>。

通过对以上各品质因素的调查,结果表明在海拔1550~1600 m间种植的“红富士”苹果,单果重200~225 g;横径75 mm以上;果形指数0.88;果实硬度9.5~10.5 kg/cm<sup>2</sup>;可溶性固形物含量14%~14.5%;果实着色鲜红97%,均符合该品种的优质果标准。初步得出在海拔1550~1600 m种植的苹果生长发育好,品质最佳,为该地区苹果生产的生态最适带,其次为海拔1450~1550 m与1700~1750 m。

## 参考文献

- [1] 刘凤之,汪景彦,王宝亮.我国果树生产现状与果业发展趋势[J].中国果树,2005(1):51-53.
- [2] 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.
- [3] 刘春明.河西走廊苹果梨生态气候适应性及区划研究[J].甘肃农业大学学报,2003(2):114-116.
- [4] 朱琳,郭兆夏.陕西省富士系苹果品质形成气候条件分析及区划[J].中国农业气象,2001(4):51-53.
- [5] 刘贤赵,黄明斌.渭北旱源苹果园土壤水分环境效应[J].果树学报,2002,19(2):75-78.
- [6] 罗显扬,余学臣,刘国斌,等.海拔高度对朋娜果实品质的影响[J].山地农业生物学报,2000,19(1):33-36.
- [7] 丁建国,王耀辉.湘西南低海拔区早熟苹果新品种栽培试验[J].经济林研究,2000(4):17-19.
- [8] 李兴军,张光伦,刘山.生态因子对苹果着红色的生态效应[J].果树科学,2000,17(2):147-150.
- [9] 程极济.光生物物理学[M].北京:高等教育出版社,1987.
- [10] 李兴军.两类生境下苹果果皮着红色差异性研究[D].雅安:四川农业大学,1998.
- [11] Wertheim S J, Wagenmakers P S, Bootsma, et al. Orchard systems for apple and pear: conditions for success[J]. Acta Hort, 2001, 33(3):81-83.
- [12] 吴彩娥,王文生,寇晓虹,等.果实成熟软化机理研究进展[J].果树学报,2001,18(6):365-369.

- [13] 郭碧云. 陕西生态因子与苹果品质相关性研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2006.
- [14] 刘伟, 张光伦, 余凌帆, 等. 光质对经济林果的生理生态作用[J]. 四川林业科技, 2007, 28(3): 89-92.
- [15] 王英利, 王勋陵, 岳明. UV-B 及红光对大棚番茄品质的影响[J]. 西北植物学报, 2000, 20(4): 590-595.
- [16] 蒲高斌, 刘世琦, 杜洪涛, 等. 光质对番茄果实转色期品质变化的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(4): 176-178.
- [17] 张光伦. 苹果生态[M]//束怀瑞. 苹果学. 北京: 中国农业出版社, 1999: 215-291.
- [18] Ubi B E, Honda C, Bessho H, et al. Expression analysis of anthocyanin biosynthetic genes in apple skin: effect of UV-B and temperature[J]. Plant Science, 2006, 170(3): 571-578.
- [19] 张光伦, 李兴军, 刘熔山. 生境对苹果着红色的生态生理和形态解剖效应研究[C]//中国园艺学会. 中国园艺学会成立 70 周年纪念优秀论文选编. 北京: 中国科技出版社, 1999: 318-324.
- [20] 魏钦平, 王丽琴, 杨德勋, 等. 相对光照度对富士苹果品质的影响[J]. 中国农业气象, 1997, 18(5): 12-14.
- [21] 张光伦. 生态因子与果实品质形成[C]//彭永宏, 等. 现代果树科学的理论与技术. 广州: 广东科技出版社, 2002: 293-325.
- [22] 张光伦. 果树果实品质形成与生态因子的作用效应研究[C]//中国科协 2001 年学会年会论文集. 北京: 中国科学出版社, 2001: 318-323.
- [23] 孙建设, 马宝焜, 章文才. 富士苹果果皮色泽形成的需光特性研究[J]. 园艺学报, 2000, 27(3): 213-215.
- [24] 张微慧, 张光伦. 光质对果树形态建成及果实品质的生理生态效应[J]. 植物生理科学, 2007, 23(1): 78-83.
- [25] 关军锋. 果品品质研究[M]. 石家庄: 河北科学技术出版社, 2001: 88.
- [26] Noe N, Echer T. 'Golden Delicious' apple fruit shape and russeting are affected by light conditions [J]. Scientia Horticulturae, 1996, 65(2-3): 209-213.
- [27] 魏钦平, 鲁韧强, 张显川, 等. 富士苹果高干开心形光照分布与产量品质的关系研究[J]. 园艺学报, 2004, 31(3): 291-296.

## Effect of Different Altitudes on Quality of 'Red Fuji' Apple

SUN Wen-tai, YIN Xiao-ning, LIU Xing-lu, DONG Tie, NIU Jun-qiang, MA Ming

(Institute of Forestry, Fruits and Floriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract:** Taking 'Red Fuji' apple as material, the effect of different altitudes from 1 340~1 850 m on quality of 'Red Fuji' apple in the major producing areas of Jingning county Gansu province were investigated. The results showed that the fruit weight gradually reduced and smaller, the hardness increased along with the altitude rose. The soluble solids presented the highest value at an elevation of 1 550~1 600 m. Fruit coloration and index of fruit shape were excellent. Consequently, the apple quality was the best at an altitude of 1 550~1 600 m in Jingning county. In this altitude zone, the apple quality was the most favorable, it was the place where 'Red Fuji' apple could get high quality and yield.

**Key words:** altitude; temperature; light quality; 'Red Fuji'; fruit quality

## 国外除草新技术

1 **光化学除草法** 科学家已经成功地研制出一种光化学除草剂, 将其施用到小麦、玉米等农作物的地里时, 一遇到阳光, 就会自动产生化学反应, 可高效地把杂草杀死, 而不损害农作物。

2 **电流除草法** 国外的许多科学家通过试验证明, 植物对电流的敏感程度, 取决于植物中所含纤维和木质素的多少, 高电流能极大地损害杂草, 而对农作物则通常无害。为此, 有的国家已研制出一种可安装在农业机械上的电流除草设备, 并开始用来进行大面积的高压电流除草。在甜菜和棉花地里的试验表明, 该法可除掉 97%~99% 的杂草, 而且电压越高除草效果越好。

3 **地膜除草法** 在地膜的生产过程中, 添加进一定数量的除草剂, 可使其覆盖在地下, 只生长农作物, 不生长杂草。目前, 国外已推出无色或有色的多种除草薄膜, 使用的范围正在扩大。

4 **塑料绳除草法** 美国研制成功一种不仅能吸收除草剂, 而且能缓慢地释放除草剂的塑料绳。将这种塑料绳填入飞机跑道和人行道的接合处及裂缝处, 可在长达 20 a 的时间内使这些地方没有杂草生长和蔓延, 以保护沥青和混凝路面, 避免因杂草蔓延生长而出现的各种事故。

5 **以肥除草法** 据国外生物学家的试验, 在杂草丛生的田里, 施用一种叫做“阿尔阿”的氨基酸, 既可增加农作物的肥料, 又能使田间的杂草自灭。日本有一位农民, 在秋季害稻后到 11 月期间, 在连续晴天时, 将地耕翻 2 遍, 促使杂草籽枯死。然后, 在每 0.67 hm<sup>2</sup> 水田里, 撒稻壳 1 t 和油渣 4 kg, 调和均匀后撒布, 至第 2 年种植水稻时, 稻壳腐烂, 不仅能肥田, 而且稻壳所浸出的微量稻皮内脂和苯酚类物质, 可抑制杂草发芽, 使稻田中不生杂草。

6 **植物相克除草法** 利用不同植物之间相克的特性, 以某种作物灭除某种杂草。据国外科学家的试验, 向日葵能有效地抑制蔓陀罗花、马齿苋等野生杂草的生长; 高粱能抑制大须芒草、柳枝稷、垂穗草等野生杂草的生长。在农作物地晨或苗园里套种芒麻, 可以消灭小竹; 在竹林边种芒麻, 可制止竹鞭蔓延等。