

# 不同红梨品种在张掖市的引种栽培试验

王红义<sup>1</sup>, 陆 瑛<sup>2</sup>

(1. 张掖市寺大隆林场, 甘肃 张掖 734000; 2. 张掖市林业科学研究院, 甘肃 张掖 734000)

**摘 要:**对 8 种引进红梨品种的生物学习性、物候期观察及果实品质进行了测定。结果表明,1)各试栽品种在张掖地区均能正常完成生命节律,其中 H2 果实成熟期较早,属早熟型品种,而 H1、H3、H4、H5、H6 成熟期较迟,比 CK 晚 1 个月左右,属于晚熟型品种;2)各品种果实形状差异较大,风味以甜为主,其中 H1 和 H9 带有酸涩味,且各品种果实均耐贮运;3)通过对各品种 8 项指标测定表明,H2 的综合指标优于 CK,其中 H2 果实中 V<sub>C</sub>、蛋白质、水分、灰分含量依次比 CK 高出 4.98%、46.56%、3.96%、3.90%,果胶和可滴定酸分别低于 CK 的 36.32%、25.51%,而其他试栽品种综合指标均不及 CK;4) H2 物候期适宜,外观品质佳,果实综合内在指标优良,适宜在张掖地区推广种植。筛选了张掖地区适宜种植的优质红梨品种,可为张掖梨产业品种更新换代提供理论依据。

**关键词:**红梨;引种试验;显形分析;张掖市

**中图分类号:**S727.39      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2017)03-0134-05

## Introduction of Eight Cultivars of Red Pear to Zhangye

WANG Hong-yi<sup>1</sup>, LU Ying<sup>2</sup>

(1. Dalong Forest Farm, Zhangye, Gansu 734000, China; 2. Academy of Forestry of Zhangye, Zhangye, Gansu 734000, China)

**Abstract:** An observation was carried out on 8 red pear cultivars introduced to Zhangye from the aspects of the physiological characteristics, phenological period, and fruit quality. It was found out that 1) all the cultivars tested could complete their life rhythms normally in introduced area, among which the fruit of cultivar H2 ripened earlier, belonging to the early-mature variety, while H1, H3, H4, H5, and H6 belonged to late-mature variety, which ripened one month later than the control. 2) Significant differences in fruit shape were observed among the cultivars tested. Sweet was the dominant taste for the fruits of all the cultivars, and H1 and H9 presented acerbic taste. The fruits of all the cultivars were tolerant to storage and shipment. 3) By measuring 8 indicators, the comprehensive index of the H2 was better than that of the control, the contents of vitamin C, protein, moisture and ash were 4.98%, 46.56%, 3.96%, and 3.90% higher than those of the control, while the pectin and titratable acid were 36.32% and 25.51% lower than those of the control. For other cultivars, the indicators were poorer than the control. 4) H2 demonstrated preferable phenological period. Considering good fruit appearance and quality, it was concluded that H2 was the suitable cultivar to be planted in Zhangye.

**Key words:** red pear; variety introduction; evident characteristics analysis; Zhangye

甘肃省张掖市是我国果树生产优势产区之一,目前,梨树种植面积 3 846.67 hm<sup>2</sup>,主要梨品种有红香酥、皇冠梨、库尔勒香梨,其中,苹果梨为当地的主栽品种(20 世纪 60—70 年代建设了 15 万 hm<sup>2</sup> 苹果

梨商品生产基地),由于科技投入不足、管理方式的落后、品牌的保护与开发不足及面积的迅速扩张和果农果园管理技术上的欠缺,导致苹果梨出现种性退化、品质变劣等问题,梨产业发展规模大而无品

牌,主栽品种市场疲软,经济收益下降,严重挫伤了果农的积极性。为充分发挥张掖市区位优势和气候优势,大力发展水果生产,通过考察研究先后引进多个优质红梨新品种。红梨具有树势强、强抗病力、丰产性好、果实品质佳等,果皮呈红色,具较高的商品价值。本研究通过对几种引进红梨品种(品系)生物学特性、物候期观察及果实品质的测定,评价其适应性,以筛选适宜张掖地区种植的优质红梨品种,为当地产业更新换代提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

张掖市石岗墩寺大隆林场园林站梨园(100°35′14.6″E,38°49′11″N),处海拔1 500 m左右,年均温7.5℃,极端最低温-29℃,年降水量 129 mm,年蒸发量 1 972 mm,年日照时数长达 3 085 h,无霜期 153 d,属典型的大陆性荒漠干旱冷凉气候,园地土壤主要类型为壤质细土耕灌灰棕漠土、沙质灰棕漠土,土壤 pH 7.5,土层厚度 >1.5 m,地势平坦,灌溉条件便利,地理和气候环境比较适合梨树生长发育。以当地主栽品种苹果梨作为对照(CK),各引进试栽品种包括美人酥(H1)、早酥红梨(H2)、红香酥(H3)、新西兰红梨(H4)、满天红(H5)、考密斯(H6)、早红考密斯(H7)与红安久(H8)。

美人酥(H1)、满天红(H5)、新西兰红梨(H4)2006 年从河南商丘引进种条及成品苗,已栽植 11 a;早酥红梨(H2)2008 年从陕西渭南引进种条,进行高接换头试验,已引种 9 a;红香酥(H3)2000 年从河南郑州果树研究所引进接穗,嫁接试验,引种 16 a;考密斯(H6)、早红考密斯(H7)、红安久(H8)2007 年从河北省农林科学院昌黎果树研究所引进接穗,引种了 9 a。

### 1.2 试验方法

对各引进品种统一管理,各品种选取 3 棵长势一致,结果均匀、果个均匀的果树取材,分东、南、西、北 4 个方向,各选取 2 个样本。取样当日进行相关指标测定。

### 1.3 指标测定

1)果实外观品质的测定:果实着色面积采用目测法;

2)果实内在品质的测定:总糖含量测定采用碘量法<sup>[1]</sup>;可滴定酸含量测定采用氢氧化钠滴定方法<sup>[2]</sup>;V<sub>C</sub>含量测定采用钼蓝比色法<sup>[3]</sup>;蛋白质含量采用考马斯亮蓝法<sup>[1]</sup>;单宁含量测定采用直接碘量法<sup>[4]</sup>;果胶质含量测定采用质量法<sup>[3]</sup>;含水量测定采用质量差减法<sup>[5]</sup>;灰分含量测定采用重量法<sup>[6]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 各品种物候期观察

各引进红梨品种均能在甘肃张掖地区完成萌芽、开花、结果、落叶的生命周期,但物候期时间差异比较明显(表 1)。与 CK 相比,红梨品种萌芽较迟,其中 H1、H2、H3、H4、H5 萌芽期集中在 3 月中下旬,比 CK 晚 5~12 d,而西洋系列的红梨品种萌芽期较 CK 晚 30 d 左右,而各红梨品种的开花期均集中在 4 月下旬,以 H6 开花最迟,H2 和 H7 开花较早,但均晚于 CK,开花期最长的是 H5,开花时间长达 22 d,其次为 H1,而开花时间最短的品种是 H3、H4、H7、H8,开花时间均为 13 d,果实成熟期集中于 9 月中下旬到 10 月初,其中 H2 成熟期最早,为早熟型品种,为 9 月 3 日,H4 成熟期最迟为 10 月 1 日,为晚熟型品种,各品种落叶期均集中与 11 月下旬。

表 1 各品种物候期观察

Table 1 The phenology of different varieties						月-日
品种	萌芽期	初花期	盛花期	末花期	果实成熟期	落叶期
CK	3-10	4-16	4-18	5-03	9-27	11-10
H1	3-18	4-27	5-10	5-18	9-29	11-27
H2	3-15	4-23	4-26	5-09	9-03	11-28
H3	3-22	4-28	5-03	5-11	9-28	11-26
H4	3-20	4-29	5-03	5-12	10-01	11-27
H5	3-18	4-25	5-11	5-17	9-23	11-28
H6	4-12	4-29	5-06	5-13	9-22	11-28
H7	4-16	4-23	4-28	5-06	9-15	11-20
H8	4-18	4-24	5-29	5-07	9-16	11-26

### 2.2 各品种试栽后果实外观品质表现

各品种果实外观品种差异很大,其中 CK、H1、H2、H4、H5 为圆形,H3、H8 为纺锤形,H6、H7 为葫芦形;H2、H4、H6、H7、H8 果实着色面积均达到 100%,而 H1、H3、H5 着色面积仅达果实面积的1/2,外观品质较好;各品种口味以甜为主,汁多,石细胞少,H8 和 H1 具酸涩味,具有强的贮藏性(表 2)。

### 2.3 各试栽品种果实内含物的品质表现

2.3.1 各试栽品种果实中的含糖量 各品种果实中总糖含量差异较大(图 1),以 CK 和 H2 果实中含糖量最多,分别达到 12.27%,12.21%,2 者差异不显著,与其他品种间具显著差异。H3 果实中总糖含量较高,为 12.01%,其余品种果实含糖量 10%~12%,且品种间存在显著性差异,果实中总糖含量 H6(11.17%)>H5(10.97%)>H7(10.94%)>H1(10.68%)>H4(10.50%)>H8(10.40%),与对照相比,含糖量依次低于 CK 8.95%、10.59%、10.98%、12.92%、14.44%、15.24%。

表 2 果实品质评价

Table 2 Evaluation on fruit quality

品种	果实形状	果实着色面积/%	风味	耐贮性
CK	扁圆锥形	0	质地翠,酸甜适度,石细胞少	较强
H1	卵圆形	75.23	果肉酥脆,汁多,酸甜清香但略有涩味,石细胞少	较强
H2	卵圆形	100	皮薄肉脆,汁多、味浓甜,无石细胞	强
H3	纺锤形	66.67	果肉细密,汁多,香味浓,味甘甜,石细胞少	强
H4	近圆形	100	肉质细,酥脆多汁,酸甜可口,石细胞少	强
H5	近圆形	72.42	汁多、酥脆、香气浓郁,酸甜爽口,石细胞少	较强
H6	葫芦形	100	肉质细软,汁多,味浓甜,石细胞少	较强
H7	细颈葫芦形	100	果肉细软,汁多味甜,具有香气,石细胞少	较强
H8	长纺锤形	100	肉质细软,汁多,略有酸味,石细胞少	较强

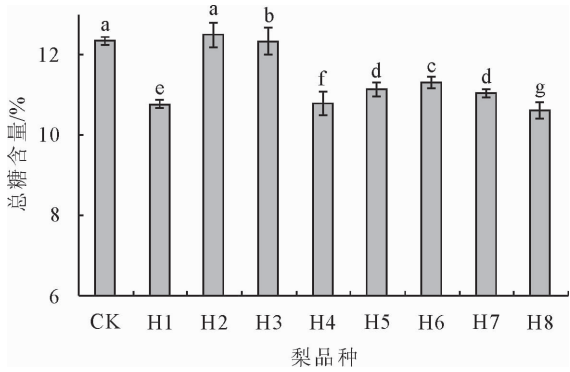


图 1 不同梨品种果实中可溶性总糖含量比较

Fig.1 Comparison of total sugar content in fruit of different pear cultivars

2.3.2 各试栽品种果实中酸含量 品种不同,果实中可滴定酸含量也存在明显差异(图 2),H8 果实中可滴定酸含量最高,达到 0.11%,可滴定酸含量比 CK 高出 118.55%,其次为 H1,比 CK 高出 87.33%,两者与其他品种间具显著差异。可滴定酸含量最少的品种是 H5,含量仅为 0.031%,比 CK 酸含量低 0.16%,与其他品种间差异显著,CK 与 H2、H3 差异不显著。

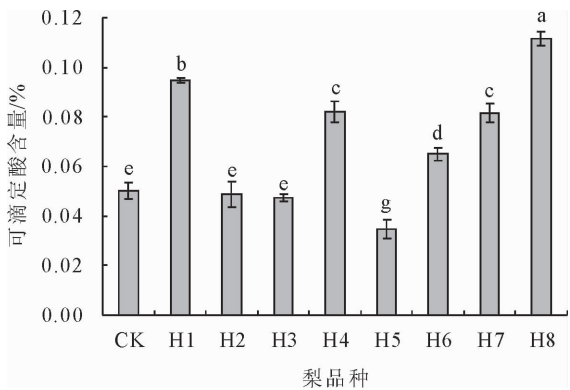


图 2 不同品种果实中可滴定酸含量比较

Fig.2 Comparison of acid content in fruit of different cultivars

2.3.3 各试栽品种果实中 V<sub>C</sub> 含量 各试栽品种 V<sub>C</sub> 含量差异显著(图 3)。以 H2、CK 果实中 V<sub>C</sub> 含

量最高,分别为 72.39  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 、68.85  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ ,差异不显著;H5 和 H7 果实中 V<sub>C</sub> 含量达到 60  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ ,分别低于对照 8.38%、9.09%,差异不显著;H3 和 H6 果实中 V<sub>C</sub> 含量分别为 58.42、50.80  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ ,其余品种果实中 V<sub>C</sub> 含量 40  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$  左右。

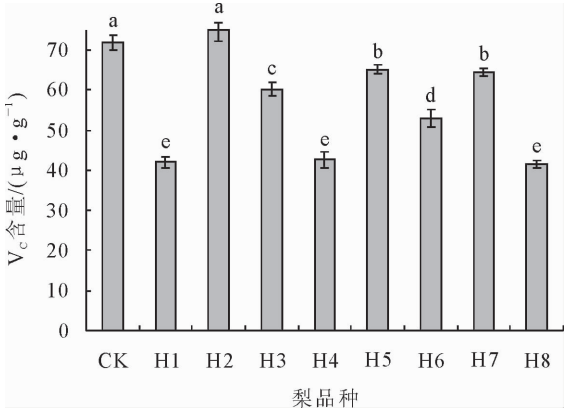


图 3 不同品种果实中 V<sub>C</sub> 含量比较

Fig.3 Comparison of Vc content in fruit of different cultivars

2.3.4 各试栽品种果实中的蛋白质含量 品种不同,果实中蛋白质含量存在较明显的差异(图 4)。以 H2 果实中蛋白质含量最高,为 0.31%,高于 CK 46.56%,对照仅为 0.21%,且与其他品种间存在显著性差异。其次为 H5,果实中蛋白质含量达到 0.26%,其余品种均 $<0.20\%$ ,其中 H8 果实中蛋白质含量仅为 0.07%,较 CK 低 64.40%,H1、H3、H4、H6、H7 果实中蛋白质含量分别为 0.16%、0.18%、0.15%、0.14%与 0.17%。

2.3.5 各试栽品种果实中的果胶质含量 品种不同,果实中果胶质含量有差异(图 5),H3 果实中果胶质含量最大,为 0.28%,与其他品种间存在显著性差异,CK 果实中果胶质含量为 0.10%,CK 与品种 H1、H4、H6、H7、H8 间差异不显著;H2、H5 差异显著,两者果实中果胶质含量最少,均为 0.06%,明显较 CK 低 36.32%、34.29%。

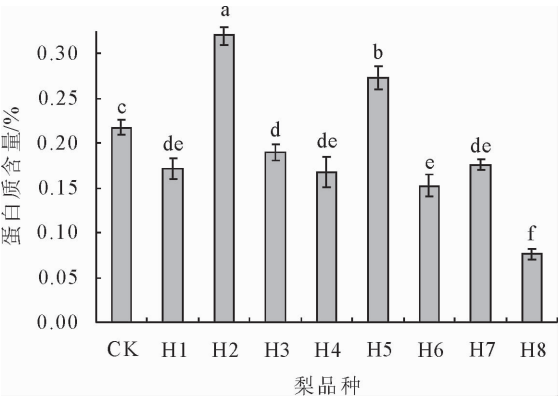


图 4 不同品种果实中蛋白质含量比较

Fig. 4 Comparison of protein content in fruit of different cultivars

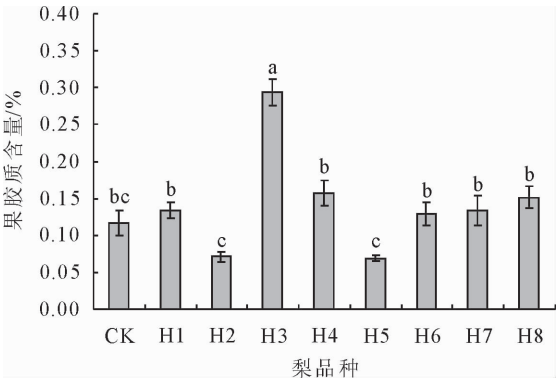


图 5 不同品种果实中果胶质含量的比较

Fig. 5 Comparison of pectin content in fruit of different cultivar

2.3.6 各试栽品种果实中的单宁物质含量 H5、H6、H7、H8 品种间差异不显著,果实中单宁物质的含量以 H7 最高,达到 0.80%;CK、H1、H2、H3、H4 品种间差异不显著,果实中单宁物质含量依次为:0.60%、0.59%、0.57%、0.60%、0.61%,其中单宁含量较少的品种 H2,较 CK 低 4.97%(图 6)。

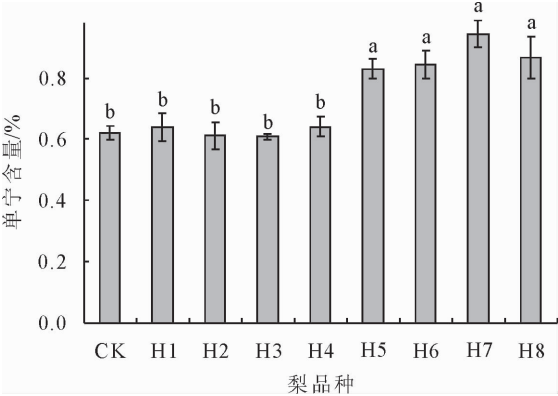


图 6 不同品种果实中单宁物质含量比较

Fig. 6 Comparison of tannin content in fruit of different cultivars

2.3.7 各试栽品种果实中水分含量 各试栽品种果实中的含水量均>80%,且品种间存在显著性差异,其中,H4 果实中含水量最高,为 89.35%,其次

为 H2,果实中含水量达到 87.95%,两者差异不显著,分别显著高出 CK(84.60%)5.61%、3.96%;与 CK 相比,含水量较高的品种还有 H3、H5、H6、H7、H8、含水量均达到 85%以上,且这几个品种间差异不显著,H1 果实中的含水量较低,为 84.58%(图 7)。

2.3.8 各试栽品种果实中灰分含量 试栽品种中 H2 果实的灰分含量最高达 0.80%,CK 灰分含量也较高,达 0.77%,H1、H3、H4、H6>0.70%,为 H1(0.75%)>H4(0.74%)>H6(0.72%)>H3(0.71%),而 H5 和 H8 灰分含量最低,分别为 0.57%、0.58%,较 CK 低 25.97%、24.68%(图 8)。

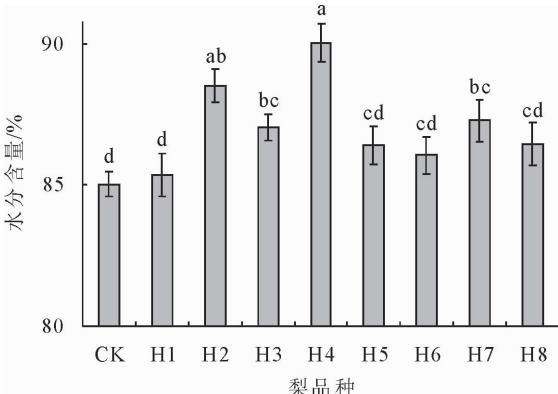


图 7 不同品种果实中水分含量的比较

Fig. 7 Comparison of water content in fruit of different cultivars

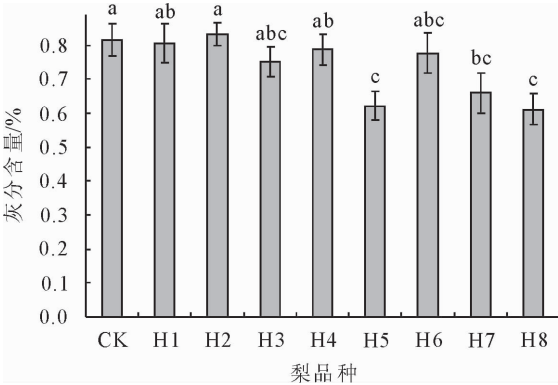


图 8 不同品种果实中灰分含量比较

Fig. 8 Comparison of ash content in fruit of different cultivars

### 3 结论与讨论

通过物候期观察,各试栽品种在张掖地区均能正常完成生命节律,其中 H2 果实成熟期较早,属早熟型品种,而 H1、H3、H4、H5、H6 成熟期较迟,比 CK 晚 1 个月左右,属于晚熟型品种。各品种果实形状差异较大,风味以甜为主,其中 H1 和 H9 带有酸涩味,且各品种果实均耐贮运。H2 的综合指标优于 CK,其中 H2 果实中 VC、蛋白质、水分、灰分

含量依次比 CK 高出 4.98%、46.56%、3.96%、3.90%，果胶和可滴定酸分别低于 CK 的 36.32%、25.51%，而其他试栽品种综合指标均不及 CK。综上所述，H2 物候期适宜，外观品质佳，果实综合内在指标优良，适宜在张掖地区推广种植。

杨永华<sup>[7]</sup>等观察 12 个梨品种的物候期、生长结果习性，综合筛选出适宜该地区栽培的最佳梨树品种。本试验通过对 8 种引进红梨品种在张掖试栽的物候期观察分析表明，品种不同，物候期相差很大，CK 品种较供试各品种的萌芽期都比较迟，尤其是 3 个西洋红梨系品种，萌芽期比 CK 迟 30 d 左右，开花期均集中在 4 月中下旬，且较 CK 迟 7~11 d，开花期持续最长的是 H5，长达 22 d，其次是 H1 长达 21 d，H3、H4、H7、H8 开花持续时间均为 13 d，因此，H1、H3、H4 与 H6 花期相近，可以互作授粉树栽培；从果实成熟期来看，大部分品种成熟期均集中在 9 月中下旬，而 H2 在 9 月 3 日成熟，H4 成熟期在 10 月 1 日，两者相差 30 d 左右，初步确定 H2 是一早熟品种，而 H1、H3、H4、H5、H6 均属于晚熟品种，各品种落叶期均集中在 11 月中下旬。

果实品质主要由遗传特性决定，并与环境条件相关，果实外观、风味、营养价值常不能兼优<sup>[8-9]</sup>。通过对 8 种引进红梨系品种外观品质及其内含物的测定，综合评价各品种，从果实外观形态来看，各品种均具有极好的果实形状，而着色面积则以 H2、H4、H6、H7、H8、H9 佳，均达到 100%，而 H1、H3、H5 着色面积仅有果实表面积>50%，风味均以甜为主，西洋红梨系 H6、H7、H8 果肉以绵软为主，其余品种均以酥脆为主，H1、H9 稍带酸涩味，果实均耐贮藏。魏建梅<sup>[10]</sup>从果实的糖分、可滴定酸、V<sub>C</sub>、淀粉等指标对红富士套袋苹果做了综合评价；杨宇<sup>[11]</sup>等从茄子果实中蛋白质、V<sub>C</sub> 与可溶性糖 3 方面评价嫁接技术对茄子品质的影响；张静瑶<sup>[12]</sup>等从果实单宁物质含量、类黄酮、V<sub>C</sub> 等方面对柿果实营养做了分析。本试验从果实总糖、可滴定酸、V<sub>C</sub>、蛋白质、果胶质、单宁、水分及灰分 8 个指标对试栽品种做了综合评价。

人类常感受不到属于高聚体的不溶性单宁<sup>[13-16]</sup>。本试验通过糖、酸、单宁测定表明，H2 和 CK 含糖量最高，分别达到 12.27%与 12.21%，与其他品种间存在显著性差异，而 H8 和 H4 总糖含量最低，低于 CK 的 14.44%与 15.24%；H1 和 H8 可滴定酸含量最高，分别较 CK 的酸含量高出 87.33%与 118.55%，而 H5 可滴定酸含量最低，仅为 0.031%；其中单宁含量最少的品种是 H2，较 CK 单宁含量低出 4.97%，H7 单宁含量最高，达到 0.80%。

果胶质含量与水分含量对果实口感起决定性作用。本试验 H4 果实中含水量最高，为 89.35%，其次为 H2，果实中含水量达到 87.95%，两者差异不显著，分别显著高于 CK（84.60%）的 5.61%、3.96%；H1 果实中的含水量较低，为 84.58%；H3 果实中果胶质含量最大，为 0.28%，与其他品种间存在显著性差异，H2、H5 含水量差异显著，果胶质含量最少，均为 0.06%，显著较 CK 低 36.32%与 34.29%。

果实中 V<sub>C</sub>、蛋白质、灰分决定果实的营养价值，本试验 H2、CK 果实中 V<sub>C</sub> 含量最高，分别为 72.39 μg·g<sup>-1</sup>、68.85 μg·g<sup>-1</sup>，H5 和 H7 果实中 V<sub>C</sub> 含量>60 μg·g<sup>-1</sup>，H1、H4、H8 果实中 V<sub>C</sub> 含量仅为 40 μg·g<sup>-1</sup> 左右；H2 果实中蛋白质含量最高，为 0.31%，较 CK 高出 46.56%，H1、H3、H4、H6、H7 果实中蛋白质含量分别为 0.16%、0.18%、0.15%、0.14%、0.17%；以 H2 含量最高，果实灰分含量达到 0.80%，H5 和 H8 灰分含量最低，分别为 0.57%、0.58%。

参考文献：

[1] 张宪政,陈凤玉,王荣富.植物生理学实验技术[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1994.145-148.

[2] 大连轻工业学院.食品分析[M].北京:中国轻工业出版社,1994:200-201.

[3] KAMPFENKEL K,VAN MONTAGU M,INZE D. Extraction and determination of ascorbate and dehydroascorbate from plant tissue[J]. Analytical Biochemistry, 1995, 225 (1): 165-167.

[4] LINSKENS H F,JACKSON J F. Fruit analysis, modern methods of plant analysis[J]. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1995.

[5] 北京农业大学园艺果蔬贮藏加工教研组.果蔬贮藏加工学试验实习指导书[M].北京:北京农业大学出版社,1981:1-17.

[6] 张文,朱雪荣,周克友,等.根系修剪对苹果树光合特性及果实品质的影响[J].西北林学院学报,2013,28(6):42-45

ZHANG W,ZHU X R,ZHOU K Y, *et al.* Effects of root system pruning on photosynthetic characteristics and fruit quality of apple tree[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013,28(6):42-45. (in Chinese)

[7] 杨永华,杨金莲,黄晖云.红早酥梨在甘肃张掖的试栽表现[J].西北园艺,2013(12):32-33.

[8] 石瑞婷.柿果实发育及成熟期间生理生化指标变化的研究[D].保定:河北农业大学,2006.

[9] 黄泽东.能源植物栓皮栎与辽东果实的发育和成分分析[D].北京:北京林业大学,2014.

[10] 魏建梅.红富士苹果适宜纸袋筛选和套袋对果实糖积累及其相关酶活性影响的研究[D].杨陵:西北农林科技大学,2005.

[14] 崔婧,段长青,潘秋红. 反相高效液相色谱法测定葡萄中的有机酸[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2010 (3):25-30.  
CUI J,DUAN C Q,PAN Q H. Determination of organic acids in grape berry with reversed-phase high performance liquid chromatography[J]. Sino-Overseas Grapevine & Wine,2010 (3):25-30(in Chinese).

[15] MENG J F,XU T F,QIN M Y,*et al.* Phenolic characterization of young wines made from spine grape (*Vitis davidii* Foex) grown in Chongyi County (China)[J]. Food Research International,2012,49(2):664-671

[16] 温鹏飞,郑宏佳,牛铁泉,等. 延迟采收对葡萄果实多酚类物质含量的影响[J]. 山西农业大学学报:自然科学版,2011,31(5):446-450.  
WEN P F,ZHENG H J,NIU T Q,*et al.* Effects of late harvest on the polyphenols concentration in grape berry[J]. Journal of Shanxi Agricultural University (Natural Science Edition),2011,31(5):446-450. (in Chinese)

[17] BOSS P K,DAVIES C,ROBINSON S P. Expression of anthocyanin biosynthesis pathway genes in red and with grapes[J]. Plant Molecular Biology,1996,32(3):565-569.

[18] 李敏敏,袁军伟,刘长江,等. 砧木对河北昌黎产区赤霞珠葡萄生长和果实品质的影响[J]. 应用生态学报,2016,27(1):59-63.  
LI M M,YUAN J W,LIU C J,*et al.* Effects of Seven rootstocks on the growth and berry quality of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon grapevine in Changli zone, Hebei Province, China. [J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2016,27(1):59-63. (in Chinese)

[19] HALE C R,BRIEN C J. Influence of salt creek rootstock on composition and quality of Shiraz grapes and wine[J]. Vitis, 1978,17:139-146.

[20] REYNOLDS A G,WARDLE D A. Rootstocks impact vine performance and fruit composition of grapes in British Columbia[J]. Hort Technology,2001,11(3):419-427.

[21] GARY M,JUSTIN M,KEITH S. Rootstock effects on char-donel productivity,fruit, and wine composition[J]. American Journal Enology and Viticulture,2002,53(1):37-40.

(上接第 138 页)

[11] 杨宇,周宝利,王伟,等. 嫁接对茄子果实中蛋白质、VC、可溶性糖含量及分布的影响[J]. 中国蔬菜,2005(7):10-12.  
YANG Y,ZHOU B L,WANG W,*et al.* Influence of graft to the content and distribution of nutrient in eggplant fruit[J]. China Vegetables,2005(7):10-12. (in Chinese)

[12] 张静瑶,薛晓丽,李宝. 温水脱涩温度对柿果实营养成分和抗氧化活性的影响[J]. 中国农业大学学报,2011,16(5):60-64.  
ZHANG J Y,XUE X L,LI B. Change of nutrients and antioxidant activities of persimmon fruit during astringency removal in warm water [J]. Journal of China Agricultural University, 2011,16(5):60-64. (in Chinese)

[13] 吕英民,张大鹏. 果实发育过程中糖的积累[J]. 植物生理学通讯,2000(4):258-265.  
LV M M,ZHANG D P. Accumulation of sugars in developing fruits[J]. Plant Physiology Communications, 2000 (4): 258-265. (in Chinese)

[14] 王文江,孙建设,高仪,等. 红富士苹果套袋技术研究[J]. 河北农业大学学报,1996,19(4):28-32.

[15] 王雷存,赵政阳,董利杰,等. 红富士苹果密闭树改形修剪效应的研究[J]. 西北林学院学报,2004,19(4):65-67.  
WANG L C,ZHAO Z Y,DONG L J,*et al.* Imporement of production of shade Red Fuji by modifying growsns[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2004, 19 (4): 60-67. (in Chinese)

[16] 杜荣,曲俊贤,赵增强,等. 不同拉枝角度对嘎拉苹果叶片及果实产量和品质的影响[J]. 西北林学院学报,2009,24(2):71-74.  
DU R,QV J X,ZHAO Z Q,*et al.* Effects of branch drawing on the leaf growth,fruit quality and yield of Gala apple[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009, 24 (2): 71-74. (in Chinese)