

西南冷凉高地‘红富士’苹果不同采收时间和套袋对果实品质的影响

鲁兴凯,张秀英,张丹,马勉娣,吴冬,李超

(昭通苹果产业研究所,云南昭通 657000)

摘要:【目的】了解不同采收时间和套袋与否对果实品质的影响,为当地确定‘红富士’苹果的最佳采收时间和推行无袋栽培提供依据。【方法】以西南冷凉高地苹果主产区云南省昭通地区的‘红富士’苹果为研究对象,采用生理生化分析方法,对不同采收时间及果实套袋与否的样品进行了果实成熟度、果肉硬度、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、可滴定酸含量、维生素C含量、水分含量、固酸比等理化指标进行测定分析,比较各个样品之间的品质差异。【结果】(1)套袋果实固酸比低于不套袋果实,不套袋果实内在品质、风味均优于套袋果实。(2)在一定时间范围内,采收时间越晚,果实风味越佳。9月中旬为‘红富士’苹果可采成熟时期,10月上旬为果实的可食成熟时期,10月中旬为果实的生理成熟时期。(3)各个时期,套袋与不套袋‘红富士’苹果均有较好的内在品质,内在品质指标均能达到国家《鲜苹果》质量标准,酸甜适度,属于苹果中的优质果品。(4)各个采收时间的套袋果实成熟期比不套袋果实成熟期均提前1周左右。(5)10月下旬至11月上中旬采收的果实,平均固酸比和糖酸比分别达到56.1和54.5,普遍具有糖心现象,内在理化指标组合及口感风味最佳,是昭通‘红富士’苹果鲜食果实的最佳采收时间。【结论】套袋与不套袋‘红富士’苹果果实品质均较好,没有差异。从生产成本、环境污染、自然生态角度考虑,在该地区可以逐步取消苹果套袋。生理成熟期以后的一定时间范围内,在低纬度、高海拔冷凉气候条件下形成的‘红富士’糖心苹果品质极好。

关键词:‘红富士’苹果;西南冷凉高地;采收时间;果实套袋;果实品质

中图分类号:S661.1

文献标志码:A

文章编号:1009-9980(2017)02-0196-08

Effects of harvest time and fruit bagging treatments on the fruit quality of ‘Red Fuji’ grown in the cold highland in southwest China

LU Xingkai, ZHANG Xiuying, ZHANG Dan, MA Miandi, WU Dong, LI Chao

(Apple Industry Research Institute of Zhaotong, Zhaotong 657000, Yunnan, China)

Abstract:【Objective】Zhaotong municipality is a apple-producing area, covers mostly the flatland of Zhaoyang and Ludian. The annual average temperature in this area is 11.7 °C, with a low annual range but a high daily range. The accumulated temperature greater than or equal to 10 °C in this area is 3 237-3 477 °C. The climate is of the central temperate climate, with annual sunshine of 1 916.7 h, 230-240 frost-free days, and an annual average rainfall of about 740 mm. With a cultivation history of 76 years, Zhaotong is now the largest high quality apple region in southern China. The successful cultivation of apple in Zhaotong proves that fruits in Northern China can also be cultivated in Southern China. With the introduction of apple cultivation to the southwest of China, the high altitude and cool temperature prove to be advantageous for apple cultivation and the development of apple cultivation will play a more impor-

收稿日期:2016-08-30 接受日期:2016-10-06

基金项目:昭通市人民政府2015苹果产业专项

作者简介:鲁兴凯,男,高级农艺师,主要从事苹果产业开发及技术研究。Tel: 13368706918, E-mail: 857095036@qq.com

tant role in local economic construction. Because of history and tradition, apple cultivation technology and research in our country is mainly based on that in the north. Reports about apple cultivation in the west and the southwest are not frequently seen, and there has no reports about the internal quality of the apples produced in areas of high altitude and cool temperature in southwest China. This study evaluates the influence of harvesting time and bagging treatments on the quality of apple, so as to provide reference for apple cultivation in areas with high altitude and cool temperature. **【Methods】** ‘Red Fuji’ apple were sampled from orchards that are typical of the area. Traditionally, ‘Red Fuji’ apple in Zhaotong are harvested for three times, the early September, around October 1st (around the Mid-Autumn Festival), and the early to mid October. We collected bagged fruit and unbagged fruit 15 days before each traditional harvest time for quality analysis. Since the so-called “sugar-cored” apple fruit are populous among consumers, we also took fully mature un-bagged fruit samples in the late October and the early November. Our analyses included fruit maturity, fruit hardness, soluble solid contents, soluble sugars, titratable acids, vitamin C and moisture, and soluble solid to acid ratio. The mathematical statistics method was used to analyze the fruit quality and the advantages of apple produced in Zhaotong with the reference of “Fresh Apple Fruit Standard”. Based on the analyses, we could determine the critical time for commercial harvest, the physiological mature time, and the harvest time with the best eating quality. **【Results】** Bagged fruit and unbagged fruit picked at the same time were different in quality parameters. The ratio of total soluble solid content to acidity of the bagged fruit was lower than that of the unbagged ones. As far as internal quality and taste were concerned, the unbagged fruit were better than the bagged ones. The maturity degree of unbagged fruit harvested from September 7 to October 14 increased from 7.67 to 9, and soluble solids and vitamin C increased as harvest was postponed. At the same time, the fruit moisture content declined slightly, while titratable acids remained relatively constant. Vitamin C increased considerably and fruit hardness decreased significantly when the harvest time was postponed. From September 7 to October 14, the maturity degree of bagged fruit increased from 7.73 to 9.33 and fruit hardness decreased from $9.03 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ to $8.26 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$. Soluble solid content increased between the first two harvest times but decreased before the last harvest time. In a certain period, the taste was better in fruit harvested later. In the early September, fruit were mature enough for early commercial harvest; in the early October, the fruit were of good eating quality; and in the mid October, they were physiologically fully mature. Because bagging treatment changed the growing environment of apple fruit, maturation was advanced by one week. The average contents of soluble solids and soluble sugars in unbagged fruit reached up to 16% and 15%, respectively, and the ratios of total soluble solids to acidity and soluble sugar to acidity reached 56.11 and 54.49 respectively in the period from the late October to the mid November. During this period, “sugared core” developed in apple fruit and such fruit were of the best taste. Thus, this period was the best harvest time for fresh consumption. **【Conclusion】** Bagged and unbagged ‘Red Fuji’ apple produced in the cold highland in southwest China have a good internal quality when they are harvested at commercial maturity. In order to reduce cost and protect environment, bagging treatment can be abandoned. After full physiological maturity, due to the high altitude, low latitude, and cool weather condition, the so-called “sugar core” apple are produced. Such a kind of fruit are of the best eating quality and this is worthy of further study.

Key words: ‘Red Fuji’ apple; Southwest cold highland; Harvest time; Fruit bagged; Fruit quality

近十余年来,我国苹果传统种植的环渤海湾优势区域产量与面积有所下降,而中北部黄土高原优势区域持续增长^[1],同时苹果新发展区域继续由东部向西部、由低海拔向高海拔地区扩展。以云贵高原为代表的西南高海拔冷凉地区发展尤为迅猛,种植地区的海拔为1 900~2 800 m。云南昭通地区的苹果种植经过了76 a的发展,栽培面积已达到2.3万hm²,占全国苹果总栽培面积的1%。由于该地区的苹果果实品质好及区位优势,以鲜果销售为主,且长期供不应求,经济效益十分明显。云南省政府把苹果产业列为高原特色产业予以开发。目前云南、贵州、四川三省的苹果种植规模不断扩大。苹果是我国北方的优势树种,形成的苹果种植技术及相关研究主要针对北方产区,而有关西南地区的相关资料报道十分缺乏。笔者以昭通‘红富士’为代表,结合传统的不同采收时间和套袋与否对果实内在品质进行测定分析,评价西南高海拔冷凉地区‘红富士’苹果的采收时间和套袋与否对果实品质的影响,为制定西南高海拔冷凉地区苹果的栽培管理技术和制定果实品质的地方标准提供数据,以更好地促进西南地区苹果产业的健康发展。

前人在苹果果实品质评价因子的选择、苹果理化品质评价指标、苹果果实品质主要评价指标的选择、苹果风味评价指标的筛选及果实评价专家系统的建立等方面的研究^[2-6]均运用数理统计分析方法,对苹果内在品质标准及评价开展了定性、定量的研究,确立苹果内在品质代表性理化指标为可溶性固形物含量(可溶性糖)、可滴定酸含量等,建立了科学的理化指标分级标准,为苹果理化品质评价奠定基础。冯娟等^[7]选取了我国中北部(陕西、甘肃)、西北部(新疆阿克苏)、环渤海湾地区等不同产地的‘红富士’苹果进行了品质分析与比较;和润喜等^[8]研究了昆明地区一定时期内不同品种的相关内在品质。但利用相关研究成果与各个成熟时期对比分析评价的报道甚少。

笔者选取主栽品种‘红富士’,综合国内外相关研究结果,从果实成熟度、果肉硬度、可溶性固形物、可溶性糖、维生素C、可滴定酸含量等指标,对果实套袋及不同果实采收时间进行理化品质的测定分析,对比评价其品质,分析不同采收时期与可采成熟、食用成熟、生理成熟^[9]及鲜食最佳采收

时期的果实品质差异。

1 材料和方法

1.1 样品的采集

1.1.1 样品采集地点与处理方法 选择昭通市苹果主产区的昭阳区、鲁甸县规模较大、具有片区特点、管理水平中等的果园作为‘红富士’采集试验园地。地点为鲁甸县文屏镇,昭阳区洒渔镇、蒙泉办事处和小龙洞乡。试验园地内随机选取3个样株,每个样株树冠中部沿东、南、西、北4个方向随机摘取4个苹果,每个测定样品12个苹果,设3次重复。采集的样品保存于4℃冰箱,在1周内完成测量,求其平均值作为最终的测定结果。

1.1.2 样品采集时间的选择 根据昭通‘红富士’苹果采收的3个传统时期,即9月上旬(9月7日)至中秋、国庆前(9月21日),中秋、国庆前后至10月上中旬(10月14日),对套袋(摘袋后10~15 d采摘)和不套袋‘红富士’果实进行测定分析。同时,10月下旬到11月上旬针对充分成熟的不套袋‘红富士’,采集4个重点产区的果实进行专门测定分析。

1.2 测定项目及方法

1.2.1 果肉硬度(kg·cm⁻²) 采用浙江托普仪器有限公司生产的GY-1水果硬度计,在果实胴部选取4个方位去皮测定果肉硬度。

1.2.2 可溶性固形物含量(%) 采用浙江托普仪器有限公司生产的WZ-103手持测糖仪,参照手持糖量计(折光仪)测定法^[10],在果实胴部4个方位取果汁进行测定。

1.2.3 总酸含量(%) 采用氢氧化钠标准滴定液进行电位滴定^[10]。

1.2.4 可溶性糖含量(%) 采用王学奎等^[11]蒽酮比色法进行测定。

1.2.5 维生素C含量(mg·kg⁻¹) 采用王学奎等^[11]2,6-二氯酚靛酚滴定法进行测定。

1.2.6 成熟度 采用聂继云等^[10]苹果淀粉含量的碘显色反应方法进行测定。

1.2.7 水分含量(%) 采用直接干燥法^[10]测定。

1.3 数据处理

测试数据采用SPSS7.2软件进行单因素分析,结果均以(平均值±标准差)表示。

2 结果与分析

2.1 不同采收时期套袋和不套袋‘红富士’果实的内在品质

由表1看出,9月上旬到10月中旬,9月21日和10月14日套袋果实成熟度高于不套袋果实,成熟度测定值逐渐升高,说明套袋可以促进淀粉向糖转化;由表2看出,在测定时间内,随着采收时间的推迟,果肉硬度总体表现为套袋果实低于不套袋果,并呈逐步下降趋势,说明在不同采收时期套袋对苹果硬度均有影响,对贮藏将产生不良影响;可溶性固形物含量不套袋果实高于套袋果实,呈现上升趋势,说明套袋会对苹果内在品质风味产生负面影响,苹果品质有所降低;维生素C含量套袋果实低于不套袋果实,但不套袋果呈上升趋势,说明套袋后果实接受阳光照射的时间减少,影响维生素C的

合成;水分含量套袋果实略高于不套袋果实,呈下降趋势,与纸袋相对密封可以减少果实表面水分挥发有关。以上结果表明,同一时期,各项指标均有不同程度的差异,套袋果实虽然外观优良^[12],但固酸比低于不套袋果实,不套袋果实内在品质、风味均优于套袋果实,也能较好满足国家标准《鲜苹果》(表3)^[13],各个时期综合指标组合可以满足优质果品标准^[14](表4)。

2.2 不同采收时期不套袋‘红富士’果实的内在品质

由表1、表2看出,9月7日到10月14日3个采收时间不套袋果实成熟度由7.670上升至9.000,淀粉转化日趋完全,果肉硬度下降较大;可溶性固形物、维生素C含量随着时间的后移呈上升趋势;水分含量略有下降;可滴定酸含量变化幅度不大。说明采收时间早晚显著影响果实维生素C含量及果肉硬度,采摘时间越晚,维生素C含量显著增加,果肉硬

表1 ‘红富士’不同采收时期套袋和不套袋对果实成熟度的影响

Table 1 Fruit maturity of bagged and unbagged ‘Red Fuji’ apple fruit harvested at different harvest times

采收时间 Harvest time	套袋 Bagged fruit			不套袋 Unbagged fruit		
	9月7日 Sept. 7	9月21日 Sept. 21	10月14日 Oct. 14	9月7日 Sept. 7	9月21日 Sept. 21	10月14日 Oct. 14
成熟度 Fruit maturity	7.330	8.330	9.330	7.670	8.000	9.000

表2 ‘红富士’不同采收时期套袋与不套袋内在品质差异显著性比较

Table 2 Differences in fruit internal quality of bagged and unbagged ‘Red Fuji’ apple fruit harvested at different times

测定项目 Measuring items	套袋 Bagged fruit			不套袋 Unbagged fruit		
	9月7日 Sept. 7	9月21日 Sept. 21	10月14日 Oct. 14	9月7日 Sept. 7	9月21日 Sept. 21	10月14日 Oct. 14
果肉硬度 Fruit firmness/(kg·cm ⁻²)	9.558±0.188 b	9.033±0.463 b	8.258±0.250 a	10.120±0.562 b	10.040±0.895 b	8.090±0.126 a
ω(可溶性固形物) Soluble solid content/%	11.690±1.210 a	14.170±0.634 b	12.100±1.312 ab	13.400±2.325 a	14.430±0.960 a	14.930±1.400 a
ω(可溶性糖) Soluble sugar content/%	11.150±1.197 a	13.530±1.396 a	13.110±2.378 a	13.430±1.487 a	14.730±2.277 a	13.770±1.063 a
ω(可滴定酸) Titratable acids content/%	0.386±0.027 a	0.323±0.082 a	0.331±0.029 a	0.359±0.031 a	0.392±0.065 a	0.415±0.114 a
ω(维生素C) Vitamin C content/(mg·kg ⁻¹)	9.930±1.450 a	34.910±8.350 b	8.690±6.260 a	16.360±1.390 a	42.210±11.460 ab	44.830±19.820 b
ω(水分) Water content/%	86.850±1.248 b	83.890±0.052 a	86.520±1.469 b	85.070±2.904 a	83.780±1.409 a	83.810±1.172 a
固酸比 Titratable acidity	30.230±1.708 a	46.020±13.360 a	36.640±3.244 a	37.150±3.471 a	37.260±4.256 a	37.520±8.262 a

注:表中小写字母表示套袋或不套袋红富士果实不同采收时期内在品质在0.05水平上的差异显著性。

Note: Different small letters in the table indicate the significant difference in the quality parameters of Red Fuji apple fruit at $P < 0.05$.

表 3 国家标准《鲜苹果》GB10651—2008 规定的部分主要品种理化指标

Table 3 The physical and chemical indicators of main varieties specified in the national standard "Fresh Apple Fruit Standard"

品种 Variety	果肉硬度 \geq Fruit firmness/ ($\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$) \geq	ω (可溶性固形物) \geq Soluble solid content/ % \geq
富士系 Fuji	7.0	13
红将军 Red General	6.5	13
金冠系 Golden Delicious	6.5	13
国光 Ralls	7.0	13

表 4 贾定贤、米文广糖酸含量分级标准

Table 4 Grading standards of sugar and acid contents

项目 Item	极高 Very high	高 High	中 Medium	低 Low	极低 Very low
ω (可溶性糖) Soluble sugar content/%	≥ 11.0	10.0~10.9	9.0~9.9	8.0~8.9	<8.0
ω (可滴定酸) Titratable acids content/%	≥ 0.90	0.70~0.89	0.40~0.69	0.20~0.39	<0.20

度显著降低,但对其他指标的影响差异不显著。分析认为,从9月7日开始,不套袋‘红富士’即进入可采成熟时期,到10月14日前后进入生理成熟时期。

2.3 不同采收时期套袋‘红富士’果实的内在品质

由表1看出,从9月7日到10月14日3个采收时间套袋果实成熟度由7.330上升至9.330;由表2看出,套袋果肉硬度由9.03 $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ 下降为8.26 $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$,逐步下降;可溶性固形物含量从9月7日到9月21日呈上升趋势,而10月14日下降,说明这一时间之前,套袋果实已经处于充分成熟或者过熟阶段,要维持生命活动需要,随着时间推移,呼吸作用会消耗一定的可溶性固形物,测定指标下降^[15],最终失去果实应有风味;3个时期可滴定酸含量差异不显著,维生素C含量呈现上升趋势。除维生素C含量、可溶性糖含量、水分含量3个指标差异不显著外,其他指标都存在一定的显著性差异。从采收时期看,套袋‘红富士’9月7日前即进入可采成熟或者商品成熟时期,至10月中旬可溶性固形物含量指标下降,进入衰老时期,采摘时间应该提前。

2.4 充分成熟时期不套袋‘红富士’果实的内在品质

由表5看出,10月中旬以后,昭通‘红富士’苹果

由南到北陆续进入完全成熟,可溶性固形物和可溶性糖含量平均分别超过16%和15%,可滴定酸含量相近,维生素C含量因产区不同具有一定差异,10月下旬以后,平均固酸比和糖酸比分别达到56.11和54.49。

表 5 ‘红富士’充分成熟时期不套袋果实内在品质
Table 5 The internal quality of unbagged ‘Red Fuji’ apple at full maturity

测定项目 Measuring items	采收时间 Harvest time				
	10月 20日 Oct. 20	10月 22日 Oct. 22	10月 23日 Oct. 23	11月 5日 Nov. 5	平均值 Average value
成熟度 Fruit maturity	10	10	10	10	10
果肉硬度 Fruit firmness/($\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$)	8.40	7.78	7.01	8.19	7.84
ω (可溶性固形物) Soluble solid content/%	16.98	16.29	15.47	15.97	16.18
ω (可溶性糖) Soluble sugar content/%	16.30	15.67	14.79	14.94	15.42
ω (可滴定酸) Titratable acids content/%	0.33	0.24	0.24	0.27	0.27
ω (维生素C) Vitamin C content/($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	37.10	20.40	23.50	39.20	30.00
ω (水分) Water content/%	81.98	83.86	83.57	85.07	83.72
固酸比 Soluble solids/ Titratable acidity	51.45	67.88	62.21	59.15	56.11
糖酸比 Soluble sugar/ Titratable acidity	49.39	51.62	61.62	55.33	54.49

3 讨 论

3.1 昭通‘红富士’果实的采收时期

3.1.1 可采成熟时期与商品成熟时期 2015年昭通‘红富士’盛花期在3月18—22日,到9月21日采收,果实平均生长时间为180 d,与聂继云等^[3]、史会茹^[9]研究的晚熟苹果的可采成熟度果实生长发育时间为170~175 d或160~180 d的研究结果一致,可以确定9月中旬到下旬为昭通‘红富士’苹果可采成熟时期或商品成熟时期。这一时期,品质尚不佳,虽然能满足国家《鲜苹果》标准^[13],但由于‘红富士’成熟时期差异较大^[16],且昭通苹果多用于鲜果销售,为了保证‘红富士’苹果品质,生产上应该分期采收^[16]。

3.1.2 食用成熟时期 10月上旬到中旬,套袋和不套袋果实成熟度均为9~10,果肉淀粉含量趋近于

0^[10]。王瑞庆等^[17]发现苹果果实的淀粉指数可以客观地反映苹果的成熟度。郁网庆等^[18]认为固酸比逐渐升高,果实风味提高,固酸比可反映果实成熟度。以上结果结合聂继云等^[3]苹果理化品质评价指标研究的5项评价指标及固酸比要求和内在品质分析结果,可以确定这一时期是昭通‘红富士’苹果食用成熟时期。由于过去对果树各个阶段采收时期综合研究资料甚少,本研究仅参考相关内在指标研究结果分析确定,要指导生产实践,还应结合果实生育时期等开展定量研究。

3.1.3 生理成熟时期 10月中旬到下旬,虽然果肉硬度有所下降,果实化学物质的水解过程加强,各项内在指标更加优化,种子完全成熟,固酸比等内在指标组合更为优良,果实口感风味更佳,研究认为这一时期是昭通‘红富士’的生理成熟时期。关于生理成熟期具体指标的确定,学术参考资料不多,相关定量研究还有待于进一步深入。

3.1.4 鲜食最佳采收时期 10月下旬后,昭通‘红富士’苹果均在10成成熟期,测定的各项指标,参照苹果理化品质评价指标研究^[3],维生素C平均质量分数为30.0 mg·kg⁻¹,处于高级水平;果肉硬度为7.84 kg·cm⁻²,处于中等水平;平均可滴定酸质量分数为0.27%,处于低等水平;平均可溶性固形物质量分数为16%以上,远远大于11.5%,处于极高水平;平均固酸比56.11,远远大于25.9,处于极高水平。总体表现出较高的固酸比,使得昭通‘红富士’甜酸适度、果肉化渣、风味甜爽浓郁,且10月下旬到11月中下旬采摘的‘红富士’苹果,普遍具有糖心现象,备受消费者青睐。在对‘红富士’苹果贮藏采收时期研究中,美国的一些果树生产者以‘富士’开始出现水心病的时期作为开始采收的标志^[19],也有将‘红富士’苹果底色消失作为最佳采收时期的,这与昭通‘红富士’的生产实践表现一致。结合上述内在品质的分析结果,笔者认为,无论是用于贮藏还是鲜果销售,这一时期无疑是昭通‘红富士’苹果鲜食最佳采收时期。针对特殊地理条件和高原‘红富士’特殊品质表现,应该在搞好传统的3个成熟时期^[9]应用研究的基础上,加大糖心现象机制、开发、栽培等研究。

3.2 昭通‘红富士’苹果各个时期内在品质的基本评价

参考贾定贤等^[14]、聂继云等^[3]研究结果,在9月7

日左右的可采成熟时期,昭通‘红富士’苹果套袋和不套袋果实可溶性糖质量分数分别为11.15%和13.43%,可滴定酸质量分数0.39%和0.36%;9月21日前后的可食成熟期套袋和不套袋果实可溶性糖质量分数为13.53%和14.73%,可滴定酸质量分数为0.32%和0.39%;10月中旬前后的生理成熟期,套袋和不套袋果实可溶性糖质量分数为13.11%和13.77%;10月下旬以后的最佳鲜食采收时期,不套袋果实可溶性糖和可滴定酸质量分数分别为15.58%和0.27%;固酸比套袋果实最低为30,不套袋果实最低为36以上。4个时期无论是套袋还是不套袋‘红富士’果实的可溶性糖质量分数均大于11%^[14],大多为13%以上,处于极高水平;可滴定酸质量分数为0.20%~0.39%,处于低等水平;也符合李宝江等^[12]研究表明的可滴定酸质量分数为0.2%~0.5%,糖酸比为30~35的要求^[12],也在李晓颖等^[20]研究确定的20~60的糖酸比范围内,属于酸甜适度的标准要求;各个时期果肉硬度和可溶性固形物含量均可以达到国家《鲜苹果》标准^[13]。分析认为,昭通‘红富士’苹果从9月上旬可采成熟时期开始,直至10月中旬,各个时期均表现果实甜酸适宜,风味品质好,属于优质果品。

生理成熟期后(10月下旬到11月中旬)15 d左右,各主产区套袋和不套袋‘红富士’果实均有糖心,其固酸比、糖酸比均超过50,参照《苹果理化品质评价指标研究》^[3]结果^[3],维生素C质量分数为30.0 mg·kg⁻¹,处于高级水平;果肉硬度为7.84 kg·cm⁻²,处于中等水平;可滴定酸质量分数为0.27%,处于低级水平;可溶性固形物质量分数为16.02%以上,远远大于11.5%,处于极高水平;固酸比、糖酸比分别为56.11和58.56,远远大于25.9,处于极高水平。李晓颖等^[20]研究结果表明,苹果富含250多种芳香物质,仅从本次‘红富士’内在品质分析可以看出,‘红富士’糖心苹果具有极高的可溶性固形物、可溶性糖含量和极低的可滴定酸含量,固酸比和糖酸比极高,与董月菊等^[4]研究结果表明的苹果变异系数差异大、固酸比变异系数最高的结论一致。

10月14日套袋果实可溶性固形物含量低于9月21日的,说明采收时间直接影响苹果的内在品质。笔者只进行了采收时间对苹果品质影响的研究,对于各个具体采收时间,特别对于鲜食最佳采收时期的准确界定还需进一步研究。

3.3 对糖心现象的再认识

糖心苹果的说法由来已久,部分研究认为糖心苹果是一种生理病害,又称水心病、蜜病或者糖化病^[21],因品种不同而表现程度不同。新疆‘红富士’糖心苹果被新疆维吾尔自治区消费者协会评为推荐产品,并在2008年北京奥运会推荐果品评选中获得苹果类一等奖,成为2008年北京奥运会推荐果品。昭通苹果2003年因受销售影响,‘红富士’果实留树时间到11月上中旬,于是首次在‘红富士’上发现了糖心苹果。随着时间推移,无论昭通还是新疆糖心苹果,均得到了国内广大消费者的普遍认可,网络或者实体销售纷纷打出糖心苹果以吸引消费者,且市场价格一致看好。国内市场报道虽多,但据初步化验分析,品质差异极大,真正具有糖心苹果特殊口感和品质产地的为数不多。昭通‘红富士’糖心苹果表现为酸甜适口,果肉化渣,风味甜爽浓郁,内在品质极佳,和国内苹果主产区‘红富士’相比,名列前茅,属于最佳果品。通过本研究结果,笔者暂称之为糖心现象。这一现象也可以在制定地方‘红富士’苹果质量标准时应予以充分考虑,以确保地方产品优势得以体现。

由于过去对糖心苹果的研究资料较少,且不够深入,笔者认为这一特殊品质现象与高原冷凉地区自然环境有关,所以应就其形成机制,果实芳香物质、多酚物质^[20]、糖酸物质等内在味感物质成分变化等加以研究,以进一步深入认识或开发糖心苹果。

3.4 关于套袋与不套袋的思考

苹果套袋最先起源于日本,可以提高果实外观品质、控制病虫害、降低农药残留等^[22],但套袋使得生产成本和劳动力成本增加;随着人民生活水平的提高,人们更崇尚绿色、自然和原生态,套袋苹果已逐步不再受到市场的追捧。本研究表明了套袋苹果较不套袋苹果品质下降,与相关研究结果一致,结合生产实际表现出的生产成本增加、资源浪费以及环境污染,应充分利用昭通低纬度、高海拔、紫外线强的自然条件,研究既能有效节约成本,又能减少对环境的污染,推广优质高原苹果无袋化、省力化栽培技术,逐步取消苹果套袋。

4 结 论

各个采收时期,套袋与不套袋‘红富士’苹果酸甜适度,均有较好的内在品质,但从生产成本,环境

污染、自然生态角度考虑,应加大无袋化、省力化栽培系列技术的研究与推广,逐步取消苹果套袋。昭通‘红富士’苹果在一定时间范围内,采收时间越晚,风味越佳,特别在低纬度、高海拔冷凉气候条件下,形成的‘红富士’糖心苹果品质一流,值得进一步开发研究。

参考文献 References :

- [1] 刘军弟,霍学喜,韩明玉,刘天军. 中国苹果产业发展现状及趋势分析[J]. 北方园艺,2012(20):164-168.
LIU Jundi, HUO Xuexi, HNA Mingyu, LIU Tianjun. Chinese apple industry development status and trend analysis[J]. Northern Horticulture, 2012(20): 164-168.
- [2] 徐吉花,赵政阳,王雷存,高华,刘振中,樊红科. 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): 269-274.
XU Jihua, ZHAO Zhengyang, WANG Leicun, GAO Hua, LIU Zhenzhong, FAN Hongke. Selection of apple fruit quality evaluation factors [J]. Arid areas of Agricultural Research, 2011, 29(6): 269-274.
- [3] 聂继云,李志霞,李海飞,李静,王昆,毋永龙,徐国锋,闫震,吴锡,覃兴. 苹果理化品质评价指标研究[J]. 中国农业科学, 2012, 45(14):2895-2903.
NIE Jiyun, LI Zhixia, LI Haifei, LI Jing, WANG Kun, WU Yonglong, XU Guofeng, YAN Zhen, WU Xi, QIN Xing. Apple physical and chemical quality evaluation study [J]. Chinese Agricultural Sciences, 2012, 45(14):2895-2903.
- [4] 董月菊,张玉刚,梁美霞,戴洪义. 苹果果实品质主要评价指标的选择[J]. 华北农学报, 2011, 26(S1):74-79.
DONG Yueju, ZHANG Yugang, LIANG Meixia, DAI Hongyi. Selection of main indexes for evaluating apple fruit quality[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2011, 26(S1):74-79.
- [5] 郑丽静,聂继云,李明强,康艳玲,匡立学,叶孟亮. 苹果风味评价指标的筛选研究[J]. 中国农业科学, 2015, 48(14): 2796-2805.
ZHENG Lijing, NIE Jiyun, LI Mingqiang, KANG Yanling, KUANG Lixue, YE Mengliang. Study on screening of taste evaluation indexes for apple [J]. Chinese Agricultural Sciences, 2015, 48(14): 2796-2805.
- [6] 苑克俊,李震三,罗新书. 果实甜味评定专家系统的研究[J]. 农业系统科学与综合研究, 1992(3):174-176.
YUAN Kejun, LI Zhensan, LUO Xinshu. Fruit sweetness assessment expert system[J]. System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture, 1992(3): 174-176.
- [7] 冯娟,任小林,田建文,樊丽,王晓飞. 不同产地富士苹果品质分析与比较[J]. 食品工业科技, 2013, 34(14):108-112.
FENG Juan, REN Xiaolin, TIAN Jianwen, FAN Li, WANG Xiaofei. Different places Fuji apple quality analysis and comparison

- [J]. *Technology of Food Industry*, 2013, 34(14): 108-112.
- [8] 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.
HE Runxi, SHAO Fumin, SHI Zuogong. Xishan district fruit quality analysis [J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2009, 48(7): 1743-1746.
- [9] 史会茹. 苹果采收期确定方法[J]. *河北果树*, 2015(4): 21.
SHI Huiru. Apple harvest determination method [J]. *Hebei Fruits*, 2015(4): 21.
- [10] 聂继云. 果品质量安全分析技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009: 16-17.
NIE Jiyun. Fruit quality and safety analysis[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2009: 16-17.
- [11] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2006: 202-203.
WANG Xuekui. Plant physiological and biochemical principles and techniques[M]. 2 ed. Beijing: Higher Education Press, 2006: 202-203.
- [12] 李宝江, 林桂荣. 苹果糖酸含量与果实品质的关系[J]. *沈阳农业大学学报*, 1994(3): 279-283.
LI Baojiang, LIN Guirong. Studies on relationship between sugar and acid content and fruit quality of apples[J]. *Journal of Shengyang Agricultural University*, 1994(3): 279-283.
- [13] 杜卫东, 席兴军, 郭民主, 聂继云, 魏钦平, 刘俊华, 孔庆信, 徐凌飞. 鲜苹果: GB/T 10651—2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
DU Weidong, XI Xingjun, GUO Minzhu, NIE Jiyun, WEI Qinping, LIU Junhua, KONG Qingxin, XU Lingfei. Fresh apple: GB/T 10651—2008[S]. Beijing: China Standards Press, 2008.
- [14] 贾定贤, 米文广, 杨儒琳, 陈素芬, 张凤兰. 苹果品种果实糖、酸含量的分级标准与风味的关系[J]. *园艺学报*, 1991, 18(1): 9-14.
JIA Dingxian, MI Wenguang, YANG Rulin, CHEN Sufen, ZHANG Fenglan. Fruit and sugar apple varieties, grading standards acid content and flavor[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1991, 18(1): 9-14.
- [15] 李猛. 苹果单株果实品质分析及采收期的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010.
LI Meng. Quality of apple fruit and its harvesting time [D]. Yangling: Northwest A & F University, 2010.
- [16] 孙希生, 田勇, 冯晓元, 王文辉. 提高富士苹果贮藏效果的有关问题[J]. *中国果树*, 1996(4): 44-45.
SUN Xisheng, TIAN Yong, FENG Xiaoyuan, WANG Wenhui. Some questions of improving the storage effect of Fuji apple[J]. *Chinese Fruits*, 1996(4): 44-45.
- [17] 王瑞庆, 马书尚, 张继澍. 淀粉-碘染色法确定苹果成熟度[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2010, 38(9): 81-86.
WANG Ruiqing, MA Shushang, ZHANG Jishu. Starch iodine test for determining maturation of apple fruit[J]. *Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition)*, 2010, 38(9): 81-86.
- [18] 郁网庆, 吕平, 贾连文, 王瑞庆. 苹果成熟度确定方法[J]. *中国果菜*, 2012(11): 37-39.
YU Wangqing, LÜ Ping, JIA Lianwen, WANG Ruiqing. Maturity determination method of apple[J]. *Chinese Fruits and Vegetables*, 2012(11): 37-39.
- [19] 寇莉苹, 刘兴华, 薛惠岚. 富士苹果果肉褐变研究现状[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2001, 29(S1): 144-146.
KOU Liping, LIU Xinghua, XUE Huilan. Study on flesh browning of 'Fuji' apples[J]. *Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition)*, 2001, 29(S1): 144-146.
- [20] 李晓颖, 谭洪花, 房经贵, 韩键, 宋长年. 果树果实的风味物质及其研究[J]. *植物生理学报*, 2011, 47(10): 943-950.
LI Xiaoying, TAN Honghua, FANG Jinggui, HAN Jian, SONG Changnian. Flavor compounds in fruits and research on them[J]. *Plant Physiology Journal*, 2011, 47(10): 943-950.
- [21] 刘小勇, 张辉元, 董铁, 王发林. 苹果水心病无损检测与防治研究进展[J]. *果树学报*, 2008, 25(5): 721-726.
LIU Xiaoying, ZHANG Huiyuan, DONG Tie, WANG Falin. Advances in research on nondestructive detection method for apple watercore disease and its control[J]. *Journal of Fruit Science*, 2008, 25(5): 721-726.
- [22] 王长新, 刘海龙, 杨雷. 苹果无袋栽培的前景展望及对策[J]. *现代农业科技*, 2013(15): 122-123.
WANG Changxin, LIU Hailong, YANG Lei. Bagless apple cultivation prospects and countermeasures[J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2013(15): 122-123.