

北疆早、中熟本土苹果品质分析与评价

伊丽米努尔¹, 何苗¹, 陆彪², 依巴代提·木合旦尔¹, 罗青红^{1,*}

(1.新疆林科院造林治沙研究所, 新疆 乌鲁木齐 830063; 2.特克斯县林业草原局, 新疆 特克斯 835500)

摘要:为满足新疆北部(北疆)果品销售市场对早熟苹果品种的需求,以北疆3个区域共27个本土早、中熟苹果样品为实验材料,对其外观和营养品质进行比较和综合评价。结果表明:不同品种果实纵径、横径之间存在显著差异($P<0.05$),单果质量及硬度间差异也显著($P<0.05$)。参试样品中,特克斯县‘阿吐努克’的钙含量最高(337.70 mg/kg);特克斯县‘冰糖果’的锌含量最高(6.3 mg/kg);伊宁县‘望山红’的可溶性糖含量最高(7.38 g/100 g);塔城市‘鸽子蛋’及特克斯县‘麦西热甫’总酸含量最高,均为8.58 g/kg;糖酸比以特克斯县的‘夏立椽’最高(42.46);VC含量以塔城市的‘塔城红1号’最高(59.59 mg/100 g)。合理-满意度分析结果表明,塔城市较宜推广的品种为‘塔城红1号’、‘鸽子蛋’、‘二八台’和‘白甜’,特克斯县为‘夏立椽’、‘秋油果子’、‘麦西热甫’和‘油果子’,伊宁县则是‘斯坦干’、‘望山红’。但从性状分级结果来看,参试苹果的综合经济性状整体上仍处于中等偏低水平,可见,增强优选品种的丰产栽培管理水平以提高果品的综合经济性状是非常有必要的。

关键词:本土苹果;外观性状;品质特性;满意度评价;综合品质评价

Quality Analysis and Evaluation of Early and Medium Ripening Native Apples in Northern Xinjiang, China

Yiliminuer¹, HE Miao¹, LU Biao², Yibadaiti·MUHEDANER¹, LUO Qinghong^{1,*}

(1. Institute of Forestation and Desert Control, Xinjiang Academy of Forestry Science, Ürümqi 830063, China;

2. Forestry and Grassland Bureau of Tekesi County, Tekesi 835500, China)

Abstract: In order to meet the demand of the fruit market in Northern Xinjiang for early ripening apple varieties, 27 samples of early and medium ripening apples from three regions in Northern Xinjiang were comparatively and comprehensively evaluated for their appearance and nutritional quality. The results showed that there were significant differences in vertical and transverse diameters, individual fruit mass and hardness among different varieties ($P<0.05$). Among all samples tested, the highest content of calcium was found in the ‘Atunuke’ cultivar from Tekesi County (337.70 mg/kg), the highest content of zinc in the ‘Bingtangguo’ cultivar from Tekesi County (6.3 mg/kg), the highest content of soluble sugar in the ‘Wangshanhong’ cultivar from Yining County (7.38 g/100 g), the highest content of malic acid in both the ‘Gezidan’ cultivar from Tacheng County and the ‘Maixirefu’ cultivar from Tekesi County (8.58 g/kg), the highest content of sugar acid in the ‘Xialimeng’ cultivar from Tekesi County (42.46), and the highest content of VC in the ‘Tachenghong 1’ cultivar from Tacheng County (59.59 mg/100 g). Reasonable satisfaction degree analysis showed that ‘Tachenghong 1’, ‘Gezidan’, ‘Erbatai’ and ‘Baitian’ were suitable to be planted in Tacheng city, ‘Xialimeng’, ‘Qiuyouguozi’, ‘Maixirefu’ and ‘Youguozi’ were suitable to be planted in Tekesi county, and ‘Sitagan’ and ‘Wangshanhong’ were suitable to be planted in Yining county. However, from the results of fruit grading according to the quality attributes, the comprehensive economic traits of the apple cultivars tested were at a low level on the whole, indicating the necessity of enhancing the management level of high-yield cultivation of the selected cultivars to improve the comprehensive economic traits of fruits.

Keywords: native apple; appearance characteristics; quality characteristics; satisfaction degree evaluation; comprehensive evaluation

DOI:10.7506/spkx1002-6630-20191006-005

中图分类号: TS255.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2020)19-0062-06

收稿日期: 2019-10-06

基金项目: 新疆维吾尔自治区林果业基础研究专项(XJLG201808)

第一作者简介: 伊丽米努尔(1964—)(ORCID: 0000-0003-2703-5345),女,副研究员,博士,主要从事林木遗传育种、森林培育、树木逆境生理生态研究。E-mail: 1045230278@qq.com

*通信作者简介: 罗青红(1980—)(ORCID: 0000-0001-6003-6433),女,研究员,博士,主要从事干旱区植物生理生态及荒漠化防治研究。E-mail: lqh482325@sina.com

引文格式:

伊丽米努尔, 何苗, 陆彪, 等. 北疆早、中熟本土苹果品质分析与评价[J]. 食品科学, 2020, 41(19): 62-67. DOI:10.7506/spkx1002-6630-20191006-005. <http://www.spkx.net.cn>

Yiliminuer, HE Miao, LU Biao, et al. Quality analysis and evaluation of early and medium ripening native apples in Northern Xinjiang, China[J]. Food Science, 2020, 41(19): 62-67. (in Chinese with English abstract) DOI:10.7506/spkx1002-6630-20191006-005. <http://www.spkx.net.cn>

苹果 (*Malus domestica* Borkh.) 为蔷薇科 (Rosaceae) 苹果亚科 (Maloideae) 苹果属 (*Malus* Mill.) 落叶果树, 原产于我国新疆西部、欧洲中部和东南部等地区^[1-4]。苹果是我国北方栽培面积最大、产量最高的果树品种, 新疆是我国苹果栽培的主产区, 产地主要分布于新疆伊犁河谷两侧的天山中, 其次分布于塔城地区的塔尔巴哈台山南麓和巴尔鲁克山西侧等山地^[5]。新疆苹果以中熟和晚熟品种为主, 供应期较集中, 给果品销售带来一定压力, 而部分地区发展的少量早、中熟品种则备受市场青睐, 其对延长苹果市场供应期等方面发挥着重要作用。目前市场销售的早熟品种多为引进种, 如石游等^[6]在伊犁河谷引进了早熟品种‘红盖露’, 通过多年的观察, 发现其较适应引种地自然气候条件, 可确定为综合性状优良的早熟苹果品种。

新疆天山北部及西部区域受冬季低温等自然环境因素限制, 苹果栽培品种较单一、结构不甚合理, 晚熟品种多, 中熟品种不足, 早熟品种极缺^[7-8]。然而, 这些区域苹果的天然和本土资源极其丰富, 与引进品种相比, 当地优良本土苹果品种具有适应性强、生长快, 产量高、推广风险低等优点。基于此, 本研究在此区域调查并收集了27个本土苹果样品, 拟在对外观及内在营养品质等进行综合测评的基础上, 筛选出适宜推广发展的优良早、中熟品种, 以期改善以北疆为主的夏季果品销售市场苹果种类单一、供给力不足等局面; 同时, 为果农建园、高接换优苹果品种选择提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

参试材料为新疆塔城市、特克斯县和伊宁县苹果资源汇集园内的优良早、中熟本土苹果品种, 3个实验园果树树龄基本相同, 田间常规管理水平基本一致。

酒石酸钾钠、3,5-二硝基水杨酸氢氧化钠、VC (均为分析纯) 天津市致远化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

GY-3型果实硬度计 郑州南北仪器设备有限公司。

1.3 方法

1.3.1 生物学及外观品质特征分析

2018年7月下旬, 在3个试点的苹果实验园内, 每个品种随机采摘15个成熟、健康苹果果实, 用电子天平

(精度0.01 g) 测定单果质量, 用电子数显游标卡尺测定横径和纵径, 并通过二者比值计算出果形指数^[9], 一般果形指数在0.6~0.8为扁圆形, 0.8~0.9为圆形或近圆形, 0.9~1.0为椭圆形或圆锥形, 1.0以上为长圆形^[10-11]。采用GY-3型果实硬度计测定果实硬度。参照文献^[12-13]的方法, 同步观测了参试果树生长 (树高、冠幅等) 和结实 (结实率、单株产量等) 特性。

1.3.2 果实营养品质特征分析

在果实成熟期, 每个实验园内, 每个品种随机采摘30个果实, 立刻带回新疆林科院重点实验室, 测定果实内在营养品质指标。可溶性糖含量采用蒽酮比色法^[14-15]测定; 总酸含量用氢氧化钠中和滴定法^[16]测定, 并通过可溶性糖含量/可滴定酸含量计算糖酸比; VC含量用钼蓝比色法^[17]测定; 矿物质元素含量采用原子吸收分光光度法^[18]测定。

1.3.3 果实品质综合评定

“合理-满意度”是指实验品所表现出的特性满足人们需求的程度, 它常与多维价值理论结合进行综合评价^[19]。比如, 在本研究待选的苹果样品中, VC含量测定值为 b_i ($i=1, 2, 3, 4, \dots, n$), 最大为 $\max b_i$, 从营养角度考虑, 食用者期望VC含量越高越好, 故定义其满意度为1; VC最小含量为 $\min b_i$, 定义其满意度为0。假若满意度与VC含量呈线性关系, 则可通过公式 $M(b_i) = (b_i - \min b_i) / (\max b_i - \min b_i)$ 计算出各样品VC含量的满意度。由此可推导出各参试样品其他指标的满意度计算公式。

在本研究中对苹果样品进行综合评价时, 由于研究区域苹果品质主要存在不耐贮藏、易发绵、果形外观不够美观、果实体积小、VC含量及微量元素含量低等问题, 因此在使用综合评价来筛选优良苹果品种时, 可以将果形指数小、硬度大、单果质量大、糖酸比高、VC含量及微量元素含量高作为优选指标进行综合评价, 以确定适宜研究区及其周边栽培发展的优选品种。

1.4 数据统计与分析

用Microsoft Excel 2010软件进行数据前处理和图表绘制。用SPSS 18.0统计软件进行单因素方差分析、最小显著差异多重比较及Pearson相关性分析。

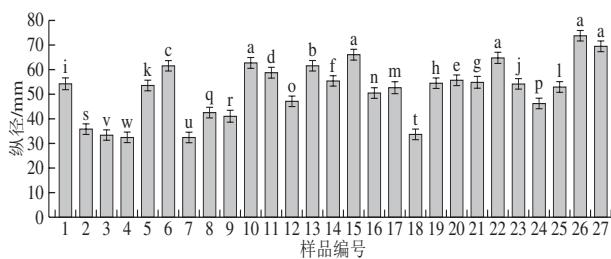
2 结果与分析

2.1 果实外观经济性状

表1 苹果样品外观性状比较

Table 1 Comparison of appearance attributes of apple samples

样品 编号	产地	样品	果柄 长度/mm	果柄 直径/mm	纵径/ mm	横径/ mm	果形 指数
1	塔城市	‘洋芋果子’	23.97	2.73	54.36	67.24	0.81
2	塔城市	‘鸽子蛋’	15.78	1.41	35.78	38.43	0.93
3	塔城市	‘夏立檬×白甜’	10.38	4.39	33.43	62.30	0.54
4	塔城市	‘夏立檬’	16.71	2.48	32.44	61.33	0.53
5	塔城市	‘豫塔1号’	33.03	1.88	53.58	59.59	0.90
6	塔城市	‘塔城红1号’	16.97	2.38	61.46	69.99	0.88
7	塔城市	‘白甜’	16.80	2.25	32.48	51.64	0.63
8	塔城市	‘斯托诺维’	17.51	1.92	42.50	60.86	0.70
9	塔城市	‘塔白1号’	15.33	3.50	41.20	57.64	0.71
10	塔城市	‘塔格丽’	21.57	3.00	62.69	77.21	0.81
11	塔城市	‘华丹’	23.97	3.36	58.81	74.83	0.79
12	塔城市	‘秋立檬’	19.42	2.61	47.23	62.44	0.76
13	特克斯县	‘甜果子’	16.85	5.00	61.47	73.71	0.83
14	特克斯县	‘冰糖果’	17.77	2.20	55.47	68.49	0.81
15	特克斯县	‘油果子’	19.41	3.68	66.03	76.50	0.86
16	特克斯县	‘夏立檬’	15.80	3.86	50.54	68.65	0.74
17	特克斯县	‘白沙果’	18.75	1.81	52.84	67.42	0.78
18	特克斯县	‘麦西热甫’	23.52	1.43	33.67	40.89	0.82
19	特克斯县	‘阿吐努克’			54.53	62.02	0.88
20	特克斯县	‘洋芋果子’	18.08	3.34	55.67	68.83	0.81
21	特克斯县	‘夏油果子’	17.11	3.04	54.98	66.47	0.83
22	特克斯县	‘秋油果子’	8.91	3.93	64.79	73.70	0.88
23	特克斯县	‘斯托诺维’	14.35	2.87	54.24	67.36	0.81
24	伊宁县	‘夏立檬’	12.60	3.62	46.26	61.94	0.75
25	伊宁县	‘秋立檬’	12.07	3.18	52.98	69.02	0.77
26	伊宁县	‘斯塔干’	13.83	2.18	73.76	67.27	1.10
27	伊宁县	‘望山红’	19.33	3.02	69.43	83.33	0.83



字母不同表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

图1 苹果样品纵径鉴评比较

Fig. 1 Comparison of vertical diameters of apple samples

由表1可知, 参试苹果的果柄长度为8.91~33.03 mm之间, 塔城市‘豫塔1号’的果柄最长, 达33.03 mm; 果柄直径在1.41~5.00 mm之间, 特克斯县‘甜果子’最高, 为5.00 mm; 果实纵径在32.44~73.76 mm之间, 伊宁县‘斯塔干’最高, 为73.76 mm; 果实横径在38.43~83.32 mm之间, 伊宁县‘望山红’最高 (83.32 mm)。且27个苹果样品纵径、横径之间存在显著差异 ($P < 0.05$) (图1、2)。参试苹果果实果形指数

在0.53~1.10之间, 大部分果实果形指数集中在0.8~0.9之间, 为圆形或近圆形, 伊宁县‘斯塔干’苹果的果形指数最高 (1.10), 为长圆形。

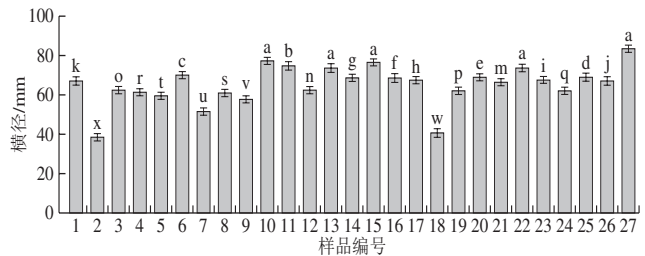


图2 苹果样品横径鉴评比较

Fig. 2 Comparison of transverse diameters of apple

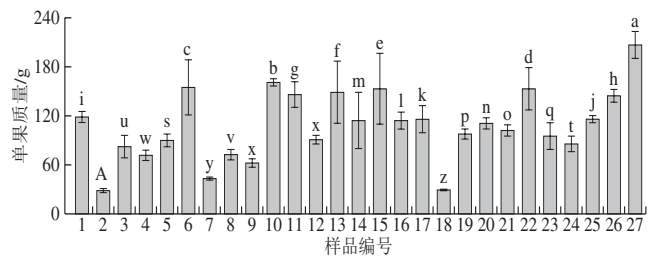


图3 苹果样品单果质量鉴评比较

Fig. 3 Comparison of individual fruit mass of apple samples

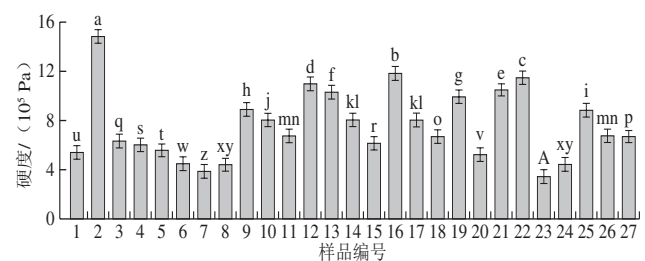


图4 苹果样品硬度鉴评比较

Fig. 4 Comparison of hardness of apple samples

参试苹果样品间单果质量、硬度存在显著差异 ($P < 0.05$) (图3、4)。参试苹果单果质量在29~206 g之间, 且有12个样品的单果质量为91~206 g, 属于大果型, 其中伊宁县的‘望山红’单果质量明显高于其他参试苹果, 达到206.3 g; 而‘鸽子蛋’、‘麦西热甫’、‘白甜’属小果型 (29~44 g), 其余参试均属中果型。参试苹果样品硬度在 $4 \times 10^5 \sim 15 \times 10^5$ Pa之间, 塔城市‘鸽子蛋’的最高 (15×10^5 Pa), ‘斯托诺维’、‘洋芋果子’、‘夏立檬’等硬度均较低。整体来看, 3个研究区苹果单果质量整体排序为伊宁县>特克斯县>塔城市, 硬度排序为特克斯县>伊宁县>塔城市, 也即伊宁县的苹果个头较大, 而特克斯县苹果硬度相对较高。

2.2 果实内在营养品质特性

表2 苹果内在营养品质特性分析
Table 2 Nutrition quality characteristics of apple samples

样品 编号	产地	样品	钙含量/ (mg/kg)	锌含量/ (mg/kg)	可溶性糖含量/ (g/100 g)	总酸含量/ (g/kg)	糖酸比	VC含量/ (mg/100 g)
1	塔城市	‘洋芋果子’	150.70	1.39	5.19	8.27	6.19	37.42
2	塔城市	‘鸽子蛋’	204.25	3.64	2.02	8.58	2.36	57.33
3	塔城市	‘夏立椽X白甜’	103.55	2.56	4.89	3.49	14.02	42.73
4	塔城市	‘夏立椽’	107.15	2.61	4.53	3.54	12.79	21.62
5	塔城市	‘巍塔1号’	173.35	1.89	4.63	2.95	15.69	25.01
6	塔城市	‘塔城红1号’	134.15	2.41	5.14	3.51	14.12	59.59
7	塔城市	‘白甜’	136.95	2.24	4.23	3.63	11.68	58.69
8	塔城市	‘斯托诺维’	92.23	2.46	4.63	2.41	19.20	30.32
9	塔城市	‘塔白1号’	129.35	2.32	2.74	5.14	5.28	54.15
10	塔城市	‘塔格丽’	133.75	3.14	4.08	6.14	6.65	28.67
11	塔城市	‘华丹’	117.90	5.59	3.43	5.00	6.86	28.65
12	塔城市	‘秋立椽’	194.95	2.53	4.19	4.99	8.41	39.67
13	特克斯县	‘甜果子’	132.70	2.99	4.27	4.86	8.78	29.02
14	特克斯县	‘冰糖果’	154.60	6.30	4.79	4.47	10.71	33.81
15	特克斯县	‘油果子’	121.10	3.01	3.67	7.77	4.71	50.24
16	特克斯县	‘夏立椽’	130.75	2.44	5.04	1.19	42.46	42.52
17	特克斯县	‘白沙果’	139.60	1.87	2.69	4.58	5.82	38.76
18	特克斯县	‘麦西热甫’	276.40	3.32	4.09	8.58	4.76	54.11
19	特克斯县	‘阿吐努克’	337.70	4.92	4.86	8.57	5.67	38.78
20	特克斯县	‘洋芋果子’	179.60	2.76	4.91	7.49	6.52	35.19
21	特克斯县	‘夏油果子’	149.30	2.32	3.62	7.70	4.67	50.96
22	特克斯县	‘秋油果子’	185.15	5.53	5.22	5.89	8.91	45.25
23	特克斯县	‘斯托诺维’	167.30	3.54	4.20	4.81	8.74	53.48
24	伊宁县	‘夏立椽’	124.15	1.11	4.48	1.57	28.54	44.88
25	伊宁县	‘秋立椽’	135.95	1.72	3.16	3.17	9.97	39.84
26	伊宁县	‘斯塔干’	171.50	1.97	2.99	1.25	23.87	47.15
27	伊宁县	‘望山红’	264.20	4.42	7.38	6.45	11.43	33.81

由表2可知, 27个苹果样品的钙含量在92.23~337.70 mg/kg之间, 除塔城市的‘斯托诺维’为92.23 mg/kg以外, 其余样品的钙含量均达到100 mg/kg以上, 特克斯县的‘阿吐努克’为最高, 达337.70 mg/kg; 测试苹果样品的锌含量介于1.11~6.30 mg/kg间, 伊宁县的‘夏立椽’锌含量最低, 为1.11 mg/kg, 特克斯县的‘冰糖果’最高, 为6.30 mg/kg; 可溶性糖含量在2.02~7.38 g/100 g之间, 其中塔城市‘鸽子蛋’的可溶性糖含量最低, 为2.02 g/100 g, 伊宁县‘望山红’高达7.38 g/100 g; 苹果样品的总酸含量则介于1.19~8.58 g/kg之间, 且特克斯县的‘夏立椽’总酸含量

最低, 为1.19 g/kg, 塔城市的‘鸽子蛋’、特克斯县的‘麦西热甫’总酸含量最高, 为8.58 g/kg; 参试样品的糖酸比在2.36~42.46之间, 其中塔城市的‘鸽子蛋’最低, 为2.36, 特克斯县的‘夏立椽’糖酸比最高, 为42.46; 苹果样品的VC含量在21.62~59.59 mg/100 g, 塔城市‘夏立椽’的VC含量最低, 为21.62 mg/100 g, 同时, 塔城市‘塔城红1号’的VC含量最高, 为59.59 mg/100 g, 其余居中。

2.3 同一品种在不同区域的品质特性比较

进一步对3个实验点的‘夏立椽’进行比较, 发现区域间存在一定差异(表3), 塔城市的果实果柄长度、锌含量、总酸含量等品质特性较好; 而伊宁县‘夏立椽’的果形指数、VC含量等品质特性表现最好; 同时特克斯县的‘夏立椽’果柄直径、纵径、横径、单果质量、硬度、钙含量、可溶性糖含量、糖酸比等品质特性最好。综上可见, ‘夏立椽’苹果在特克斯县的综合品质表现优于其他两个采样点。

2.4 苹果品质分级结果

采用Olmogorov-Smmov和Shaprio-Wilk检验, 以Kolmogorov-Smirnow统计量为准, 统计量大于0.05则分级呈正态分布。经检验, 本研究参试苹果主要7项品质评价指标均呈正态分布(表4)。参照NY/T 439—2001《苹果外观等级标准》, 基于7个主要品质指标的概率分布, 根据参试苹果样品的品质指标, 用SPSS软件频次分布将苹果样本划分为5级, 分别为极高、高、中和低、极低。果形指数和单果质量分级参照NY/T 439—2001《苹果外观等级标准》和NY/T 1793—2009《苹果等级规格》方法, 糖酸比、VC含量参照聂继云等^[20]研究确立的分级标准, 硬度参照GB/T 5009.1—2003《食品卫生检验方法 理化部分 总则》。由表4可知, 参试苹果样品中, 果形指数表现中等的占到总样品数量的33.33%, 果形指数表现为极好的仅有3.7%; 单果质量、硬度、钙含量、锌含量、糖酸比、VC含量等级为低等的所占比例较高, 分别为33.33%、37.04%、52.78%、40.74%、44.44%、33.33%。整体来看, 参试苹果样品的综合经济性状处于中等偏低水平, 这可能与品种退化、丰产栽培管理技术措施不到位等因素有关。

表3 不同采样点的‘夏立椽’苹果品质特性比较
Table 3 Comparison of quality characteristics of ‘Xialimeng’ apples from different sampling points

产地	果柄 长度/cm	果柄 直径/mm	纵径/mm	横径/mm	果形 指数	单果 质量/g	硬度/ (10 ³ Pa)	钙含量/ (mg/kg)	锌含量/ (mg/kg)	可溶性糖含量/ (g/100 g)	总酸含量/ (g/kg)	糖酸比	VC含量/ (mg/100 g)
塔城市	16.71	2.48	32.44	61.33	0.53	71.70	6.00	107.15	2.61	4.53	3.54	12.79	21.62
特克斯县	15.80	3.86	50.54	68.65	0.74	114.61	11.87	130.75	2.44	5.04	1.19	42.46	42.52
伊宁县	12.60	3.62	46.26	61.94	0.75	85.60	4.43	124.15	1.11	4.48	1.57	28.54	44.88

表 4 参试苹果7项评价指标分级
Table 4 Grading of seven evaluation indices for apple quality

指标	等级	极低	低	中	高	极高	统计量
果形指数	标准	≤0.69	0.7~0.8	0.81~0.85	0.86~0.95	≥0.96	33.92
	比例/%	14.81	25.93	33.33	22.22	3.70	
单果质量/g	标准	≤49	50~100	101~125	126~175	≥176	13.37
	比例/%	11.11	33.33	29.63	22.22	3.70	
硬度/ (10 ³ Pa)	标准	≤4.9	5.00~7.75	7.76~10.00	11.00~12.25	≥12.26	13.84
	比例/%	18.52	37.04	22.22	18.52	3.70	
钙含量/ (mg/kg)	标准	≤99	100~150	151~200	201~300	≥301	14.96
	比例/%	3.24	52.78	27.78	12.96	3.24	
锌含量/ (mg/kg)	标准	≤1.9	2~3	3.1~4.0	4.1~6.0	≥6.1	11.65
	比例/%	22.22	40.74	18.52	14.81	3.70	
糖酸比	标准	≤4.9	5~10	11~15	16~25	≥26	6.83
	比例/%	14.81	44.44	22.22	11.11	7.41	
VC含量/ (mg/100 g)	标准	≤29	30~40	41~45	46~55	≥56	19.96
	比例/%	18.52	33.33	11.11	25.93	11.11	

注：统计量大于0.05服从正态分布。

2.5 综合评价分析结果

2.5.1 苹果各品质指标相关性分析结果

将10个主要的品质评鉴指标进行相关性分析，结果见表5，苹果果实纵径、横径及单果质量两两呈极显著相关；可溶性糖与横径及单果质量呈极显著正相关；总酸与钙含量呈极显著负相关；VC含量与横径呈显著负相关。

表 5 苹果品质指标的相关系数
Table 5 Correlation coefficients among apple quality indexes

指标	纵径	横径	果形指数	单果质量	硬度	钙含量	锌含量	可溶性糖含量	总酸含量	糖酸比
横径	0.797**									
果形指数	0.694**	0.120								
单果质量	0.889**	0.910**	0.380							
硬度	0.020	-0.130	0.240	-0.04						
钙含量	0.120	-0.210	0.438*	-0.01	0.27					
锌含量	0.240	0.210	0.170	0.260	0.270	0.387*				
可溶性糖含量	0.220	0.427*	-0.160	0.440*	-0.310	0.240	0.220			
总酸含量	0.040	-0.120	0.220	-0.060	0.280	0.555**	0.350	-0.020		
糖酸比	0.020	0.090	-0.080	0.080	-0.110	-0.280	-0.300	0.260	-0.786**	
VC含量	-0.170	-0.416*	0.190	-0.270	0.070	0.130	-0.140	-0.300	0.160	-0.080

注：*.显著相关（ $P<0.05$ ）；**.极显著相关（ $P<0.01$ ）。

2.5.2 合理-满意度评价结果

相关性分析结果显示（表5），果实果形指数、单果质量、硬度、钙含量、锌含量、糖酸比及VC含量这7个指标之间部分存在相关关系，选择这些指标为苹果品种的评价体系，作为苹果品种的选择模型，计算各单因素指标的合理-满意度。在此基础上，参考马玉娟^[21]和李红英^[22]等方法，确定各指标的加权数：果形指数0.19、单果质量0.17、果实硬度0.04、钙含量0.08、锌含量0.07、糖酸比0.27、VC含量0.18，将单因素合理度和满意度合并成为综合品质的合理-满意度，结果如表6所示。

塔城市‘塔城红1号’、‘鸽子蛋’、‘二八台’和‘白甜’综合评分较高，说明这4个品种具有较优的综合品质特征；而在特克斯县，综合品质排位靠前的是‘夏立檬’、‘秋油果子’、‘麦西莱普’和‘油果子’；伊宁县则是‘斯塔干’、‘望山红’两个品种的综合评价较好。同时，同一品种在不同区域的综合品质特征也不尽相同，诸如，‘夏立檬’在特克斯的综合品质优于伊宁县，塔城最差，这与表3分析结果一致。伊宁县和塔城市两地的‘秋立檬’则是前者表现更好；‘斯托诺维’在特克斯县的综合品质好于塔城市。可见，从苹果综合品质的角度考虑，不同区域最适宜发展的品种不同。整体而言，特克斯县参试苹果的综合品质较伊宁县好，塔城市较差。这可能与自然气候等因素存在差异有关。

表 6 苹果品质的单因素满意度及合理-满意度
Table 6 Single factor satisfaction degree and synthetic reasonable satisfaction degree of apple quality

样品编号	产地	样品	果形指数	单果质量	硬度	钙含量	锌含量	糖酸比	VC含量	综合评分	排序
1	塔城市	‘洋苹果子’	0.20	0.51	0.17	0.24	0.05	0.10	0.42	0.25	24
2	塔城市	‘鸽子蛋’	0.93	0	1	0.46	0.49	0	0.94	0.46	6
3	塔城市	‘夏立檬×白甜’	0	0.30	0.25	0.05	0.28	0.29	0.56	0.26	23
4	塔城市	‘夏立檬’	0.04	0.24	0.22	0.06	0.29	0.26	0	0.15	27
5	塔城市	‘俄塔1号’	0.10	0.35	0.19	0.33	0.15	0.33	0.09	0.23	25
6	塔城市	‘塔城红1号’	0.30	0.71	0.09	0.17	0.25	0.29	1	0.47	4
7	塔城市	‘白甜’	0.41	0.08	0.04	0.18	0.22	0.23	0.98	0.36	10
8	塔城市	‘斯托诺维’	0.05	0.25	0.08	0.00	0.26	0.42	0.23	0.23	26
9	塔城市	‘塔白1号’	0.18	0.19	0.48	0.15	0.23	0.07	0.86	0.29	19
10	塔城市	‘共青团’	0.59	0.47	0.41	0.17	0.39	0.11	0.19	0.31	18
11	塔城市	‘二八台’	0.49	0.66	0.29	0.10	0.86	0.11	0.18	0.35	9
12	塔城市	‘秋立檬’	0.01	0.35	0.66	0.42	0.27	0.15	0.48	0.27	22
13	特克斯县	‘甜果子’	0.45	0.68	0.60	0.16	0.36	0.16	0.19	0.34	14
14	特克斯县	‘冰糖果’	0.24	0.48	0.40	0.25	1	0.21	0.32	0.35	13
15	特克斯县	‘油果子’	0.56	0.70	0.24	0.12	0.37	0.06	0.75	0.42	8
16	特克斯县	‘夏立檬’	0.25	0.48	0.74	0.16	0.26	1	0.55	0.56	1
17	特克斯县	‘白沙果’	0.20	0.49	0.40	0.19	0.15	0.09	0.45	0.27	21
18	特克斯县	‘麦西努甫’	0.83	0.01	0.29	0.75	0.43	0.06	0.86	0.43	7
19	特克斯县	‘阿吐努克’	0.01	0.39	0.57	1	0.73	0.08	0.45	0.33	15
20	特克斯县	‘洋苹果子’	0.26	0.46	0.16	0.36	0.32	0.10	0.36	0.28	20
21	特克斯县	‘夏油果子’	0.17	0.41	0.62	0.23	0.23	0.06	0.77	0.32	16
22	特克斯县	‘秋油果子’	0.45	0.70	0.70	0.38	0.85	0.16	0.62	0.48	3
23	特克斯县	‘斯托诺维’	0.20	0.37	0	0.31	0.47	0.16	0.84	0.35	12
24	伊宁县	‘夏立檬’	0.01	0.32	0.09	0.13	0	0.65	0.61	0.36	11
25	伊宁县	‘秋立檬’	0.27	0.49	0.48	0.18	0.12	0.19	0.48	0.31	17
26	伊宁县	‘斯塔干’	0.20	0.65	0.29	0.32	0.16	0.54	0.67	0.46	5
27	伊宁县	‘望山红’	0.82	1	0.28	0.70	0.64	0.23	0.32	0.56	2

3 讨论

目前国际上对苹果发展品种总的要求是：优质、高产、耐贮、外观美，其中优质是国际市场上竞争制胜的关键因素^[23-26]。在我国尤其是新疆地区的苹果生产中依然存在着品种结构不合理、主栽品种单一、新优品种缺乏，晚熟品种多、中熟品种不足、早熟品种极缺等问题^[7-8]。因此，选育并推广早、中熟苹果品种对改变苹果品种结构不合理的现状，对促进果农增收，保持苹果产业持续健康发展具有非常重要的意义。

提升果实果形指数、改善果实的外观质量,是提高其商品性能与市场竞争力的关键因素^[27-28]。单果质量是苹果大小的重要指标之一,单果质量越大,苹果越大;果实硬度是反映果实成熟软化的指标,主要取决于细胞的膨压以及细胞壁的完整性^[29-31]。植物体内的离子只有处于相对平衡的状态下才能在发挥正常的生理作用。钙、锌等微量元素对于维持人类身体健康和正常生理活动具有重要作用。同时,锌作为植物中多种酶的组分,会影响酶系的活性,参与苹果抗病性的调控^[32]。另外,苹果耐贮藏能力降低与果实中钙含量不足有关,钙含量不足会增强细胞膜渗透性与呼吸强度,因而使耐贮藏能力降低;因此,测定苹果中的钙含量,也可为研究苹果的贮存方法提供科学依据^[33]。一般来讲,可溶性糖、可滴定酸含量是构成水果口感的主要因素,苹果可溶性糖高、可滴定酸含量低,风味甜而微酸,所以口感极好。VC含量是果品营养价值的重要指标之一,含量越高其品质和营养价值也就越好,保健作用也越强^[34]。

本研究结果显示,参试苹果样品外观和内在营养品质均存在差异,不同实验区域间表现亦不同,因此在优选过程中,既要综合考虑,按照综合满意度和市场定位的角度出发,优选适宜发展推广的优良品种,又要注重挖掘部分品种的特有性状,诸如:特克斯县钙含量高达337.70 mg/kg的‘阿吐努克’、特克斯县锌含量高达6.3 mg/kg的‘冰糖果’、伊宁县可溶性糖含量高达7.38 g/100 g的‘望山红’、特克斯县糖酸比最大的‘夏立檬’(42.46),还有塔城市VC含量高达59.59 mg/100 g的‘塔城红1号’等。这些品种的发展潜力和市场占有极力强,因此在生产中也应对重视,打造特色果品种植和销售之路,以满足各类人群对不同果品的特殊需求。

参考文献:

- [1] VAVILOV N I. Studies on the origin of cultivated plants[J]. Nature, 1926, 16: 139-245. DOI:10.1038/118392a0.
- [2] 李育农. 四川苹果属种质资源的调查研究[J]. 农业科学导报, 1986(4): 23-29.
- [3] 李育农. 世界苹果和苹果属植物基因中等的研究初报阴[J]. 园艺学报, 1989, 16(2): 101-107.
- [4] HARRIS S A, ROBINSO J P, JUNIPER B E. Genetic clues to the origin of the apple[J]. Trends in Genetics, 2002, 18(8): 426-430. DOI:10.1016/S0168-9525(02)02689-6.
- [5] 刘彬, 张云秀, 李芳, 等. 新疆野苹果果实VC及可溶性蛋白含量的测定分析[J]. 天津农学院学报, 2016, 23(4): 14-17. DOI:10.3969/j.issn.1008-5394.2016.04.004.
- [6] 石游, 陈淑英, 丛桂芝, 等. 早熟苹果品种红盖露在伊犁河谷的引种研究[J]. 经济林研究, 2017, 35(4): 207-210. DOI:10.14067/j.cnki.1003-8981.2017.04.031.
- [7] 翟衡, 史大川, 束怀瑞. 我国苹果产业发展现状与趋势[J]. 果树学报, 2007, 24(3): 355-360. DOI:10.13925/j.cnki.gsxb.2007.03.023.
- [8] 束怀瑞. 中国苹果产业发展的形势及任务[J]. 落叶果树, 2015, 47(4): 1. DOI:10.13855/j.cnki.lygs.2015.04.001.
- [9] 何维华. 苹果四个杂交组合后代果实性状遗传和制汁适性的评价[D]. 青岛: 莱阳农学院, 2006: 18-19. DOI:10.7666/d.Y906044.
- [10] 杨刚, 张先林, 张江. 果形素对苹果果形指数影响的研究[J]. 林业工程学报, 2001, 15(1): 28-29. DOI:10.3969/j.issn.1000-8101.2001.01.011.
- [11] 白沙沙, 毕金峰. 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.
- [12] 蒲富慎. 果树种质资源描述符-记载项目及评价标准[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 2-32.
- [13] 王昆, 刘凤之, 曹玉芬, 等. 苹果种质资源主要描述标准比较分析[J]. 果树学报, 2007, 24(5): 669-672. DOI:10.3969/j.issn.1009-9980.2007.05.021.
- [14] DJAVAN B, BURSA B, SEITZ C, et al. Insulin-like growth factor 1 (IGF-1), IGF-1 density, and IGF-1/PSA ratio for prostate cancer detection[J]. Urology, 1999, 54(4): 603-606. DOI:10.1016/S0090-4295(99)00280-0.
- [15] 丁雪梅, 张晓君, 赵云, 等. 蒽酮比色法测定可溶性糖含量的试验方法改进[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2014(12): 230-233. DOI:10.13881/j.cnki.hljxmsy.2014.1475.
- [16] 吴有根, 吴育俊, 廖夫生, 等. 滴定法测定食醋中总酸含量及其不确定度评定[J]. 中国调味品, 2017, 42(2): 129-133. DOI:10.3969/j.issn.1000-9973.2017.02.029.
- [17] 李玉红. 钼蓝比色法测定水果中还原型维生素C[J]. 天津化工, 2002(1): 31-32. DOI:10.3969/j.issn.1008-1267.2002.01.016.
- [18] 张国文. 原子吸收分光光度法测定食品中微量元素[J]. 粮油食品科技, 2002, 10(6): 34-35. DOI:10.3969/j.issn.1007-7561.2002.06.014.
- [19] 李华, 赵进红, 张继亮, 等. 不同品种沙果果实品质评价[J]. 林业科技开发, 2012, 26(6): 36-39. DOI:10.3969/j.issn.1000-8101.2012.06.010.
- [20] 聂继云, 李海飞, 李静, 等. 基于159个品种的苹果鲜榨汁风味评价指标研究[J]. 园艺学报, 2012, 39(10): 1999-2008. DOI:10.16420/j.issn.0513-353x.2012.10.020.
- [21] 马玉娟, 赵见军, 邓红, 等. 陕西洛川富士鲜苹果品质综合评价及分级体系的构建[J]. 食品科学, 2015, 36(1): 69-74. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201501013.
- [22] 李红英, 张磊, 张晓煜, 等. 我国北方高酸苹果综合品质评价[J]. 食品科学, 2017, 38(17): 32-35. DOI:10.7506/spkx1002-6630-201717006.
- [23] 李丙智, 刘建海, 张林森, 等. 不同时间套袋对渭北早红富士苹果品质的影响[J]. 西北林学院学报, 2005(2): 118-120. DOI:10.3969/j.issn.1001-7461.2005.02.031.
- [24] BONANY J, BUEHLER A, CARBÓ J, et al. Consumer eating quality acceptance of new apple varieties in different European countries[J]. Food Quality & Preference, 2013, 30(2): 250-259. DOI:10.1016/j.foodqual.2013.06.004.
- [25] DIJKSTERHUIS G B. Multivariate data analysis in sensory and consumer science[M]. Trumbull: Food & Nutrition Press Inc., 1997: 15-16. DOI:10.1016/S0924-2244(00)89056-1.
- [26] STONE H, SIDEL J L. Sensory evaluation practice[M]. San Diego: Academic Press, Inc., 2012: 156. DOI:10.1016/B978-0-12-672480-6.50011-1.
- [27] 宋永宏, 杨晓华, 李静江, 等. 18个杏品种在山西太谷的品质特性鉴定[J]. 山西果树, 2018(6): 7-11. DOI:10.16010/j.cnki.14-1127/s.2018.06.003.
- [28] PÉNEAU S, HOEHN E, ROTH H R, et al. Importance and consumer perception of freshness of apples[J]. Food Quality and Preference, 2006, 17: 9-19. DOI:10.1016/j.foodqual.2005.05.002.
- [29] HARKER F R, MARSH K B, YONG H, et al. Sensory interpretation of instrumental measurements: sweet and acid taste of apple fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 24(3): 241-250. DOI:10.1016/S0925-5214(01)00157-0.
- [30] BRAYBROOK S A, JONSSON H. Shifting foundations: the mechanical cell wall and development[J]. Current Opinion in Plant Biology, 2016, 29: 115-120. DOI:10.1016/j.pbi.2015.12.009.
- [31] 周敏, 蒋丹, 刘玥秀, 等. P119驱动amiRNA介导的PL基因沉默对草莓果实硬度的影响[J]. 植物研究, 2019, 39(3): 441-449. DOI:10.7525/j.issn.1673-5102.2019.03.014.
- [32] 范蓓, 申琳, 刘灿, 等. 转反义ACS基因番茄和普通番茄果实中锌含量和钠钾比与抗病性的关系研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2009, 29(2): 492-495.
- [33] 杨文熙, 杨维兰, 代兰亭, 等. 苹果中钙含量的快速测定法[J]. 河北农业大学学报, 1985(4): 142-150.
- [34] 徐乐, 章世奎, 李文慧, 等. 新疆16个地方杏品种特性比较[J]. 新疆农业科学, 2012, 49(12): 2196-2201. DOI:10.6048/j.issn.1001-4330.2012.12.007.