

几个引进鲜食枣品种成熟期品质性状指标的 动态变化及综合评价

冯一峰¹, 王艳¹, 王志强¹, 孙亚强¹, 吴翠云^{1,2}

(1. 新疆塔里木大学 植物科学学院, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 新疆生产建设兵团 塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室, 新疆 阿拉尔 843300)

摘 要:以从山西、河北引进至新疆的 8 个引进鲜食枣品种为试材, 对果实品质指标动态变化进行了分析, 了解各个指标的变化趋势和含量高低, 进而比较各品种之间的鲜果品质。结果表明: 从白熟期至完熟期阶段, 各枣品种单果重呈先上升后略有降低的趋势, 可溶性总糖含量逐步升高, 维生素 C 含量呈“高-低-高-低”的变化趋势, 可溶性蛋白质含量先升高后降低, 有机酸含量呈“高-低-高”的变化趋势, 淀粉、纤维素含量呈现“高-低-高”的变化趋势; 通过主成分分析法构建综合评价模型, 对 8 个引进枣品种鲜果果实品质进行综合评价, 最后得出“金谷大枣”的综合品质较好。

关键词:枣品种; 鲜果; 动态变化; 评价

中图分类号:Q 945.3; S 665.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)10-0024-05

枣原产于我国, 中国拥有全世界 95% 以上的枣树资源和红枣产品^[1], 国外的枣树都是直接或间接从我国引进的, 现已引种到韩国、日本、俄罗斯、英国、意大利、美国、澳大利亚等多个国家, 但大部分还没有形成经济栽培规模。中国新疆特殊的光热资源和地理条件, 在不久的将来将成为世界红枣生产基地。新疆红枣栽培历史悠久, 20 世纪末期, 国家实行退耕还林政策和西部大开发战略, 给新疆红枣产业发展带来了千载难逢的好机会, 红枣栽培规模迅速增大^[2]。近几年, 新疆的红枣产业比以往有了更迅速的发展^[3], 新疆红枣种植面积从原来只在哈密等少数几个地区扩大到南疆, 产量不断提高, 仅 2008 年全疆总计生产红枣就达到 131 413 t^[4], 在追求产量的同时, 红枣的果实品质也不容忽视, 枣果实品质的调控也将成为今后学者们研究的一个重要方向。目前国内学者对红枣果实品质性状的相关研究主要集中在果实的外观指标和生理指标测定方面^[5], 而对枣果实品质性状的动态变化及其评价鲜有报道。为了了解不同枣品种的鲜果果实品质动态变化及优劣情况, 课题

组对引进的 8 个枣品种鲜果果实品质进行了动态指标测定, 并应用主成分分析的方法进行综合评价, 以期为今后不同品种枣水肥调控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为新疆塔里木大学枣种质资源圃内由山西、河北等地引进的“阜香”、“骏优 1 号” (“骏 1”)、“大白铃”、“永济鸡蛋”、“阜帅”、“月光”、“骏优 2 号” (“骏 2”)、“金谷大枣”等 8 个枣品种(成熟期一致), 均为鲜食品种, 嫁接后 2 年树龄。砧木为 10 年生大树, 株行距 5 m×5 m, 田间管理水平一致。

试验仪器: 千分之一电子分析天平、水浴锅、UV1800 紫外可见分光光度计、Thermo 冷冻高速离心机、美国 Hunterlab 色差计等。

1.2 试验方法

于 8 月中旬开始取样, 采取树势一致、同一二次枝相同部位枣吊上成熟期一致的果实(均匀一致)30 粒。每 10 d 取 1 次样, 取样后立即测定。选取单果重、可食率、可溶性总糖、可溶性蛋白质含量、维生素 C 含量、有机酸含量、色差以及果面光洁度作为主要果实品质评价指标。

1.3 项目测定

各内在指标取 2 g 混匀测定, 每处理 3 次重复。可溶性总糖含量测定采用蒽酮硫酸比色法^[6]; 可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝法^[7]; 维生素 C 含量测定采

第一作者简介:冯一峰(1987-), 男, 四川人, 硕士研究生, 研究方向为果树遗传育种。E-mail: 805493094@qq.com.

责任作者:吴翠云(1968-), 女, 江苏人, 博士, 教授, 现主要从事园艺植物种质资源与遗传育种等研究工作。E-mail: wcyby@163.com.

基金项目:兵团科技创新团队资助项目(2014CC006); 塔里木大学校长基金育种专项资助项目(TDYZZX201401)。

收稿日期:2015-01-20

用钼蓝比色法^[8];纤维素含量测定采用蒽酮硫酸比色法^[9];淀粉含量测定采用蒽酮硫酸比色法^[10];有机酸含量测定采用酸碱中和滴定法^[11];可食率(测20粒果实取平均值,%)=(果重-果核重)/果重 \times 100%;色差和亮度采用美国 Hunterlab 色差计进行测量,取20粒果实擦净,每粒果实测两面,取平均值。

1.4 数据分析

运用 DPS 7.05 和 Excel 软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 不同枣品种果实单果重的动态变化分析

从图1可以看出,各个红枣品种果实的单果重总体上随着时间的推移呈先上升后趋于稳定的趋势。多数品种的果实质量在8月15日后先稳步上升,9月4—24日单果重增长速率最大,而后趋于平缓;“阜香”、“骏1”、“骏2”、“永济鸡蛋”、“月光”等品种枣质量在8月15后逐渐上升,9月24日升至最高点,其中“月光”枣质量最小,从始至终变化也较小,质量最大时期只比最小时期值增加了2.68 g,说明它的快速生长期应该在8月15日之前,但尚有待进一步研究。

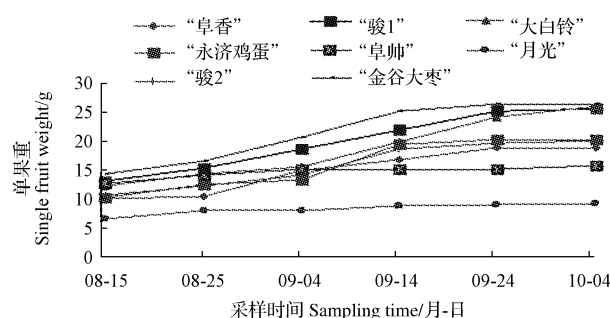


图1 不同枣品种单果重的动态变化

Fig. 1 Dynamic changes of different varieties jujube fruit weight

2.2 不同枣品种果实内在品质的动态变化

由图2-1可以看出,所测品种中,可溶性总糖含量随着时间的推移呈现逐渐增大的趋势。“金谷大枣”在所测品种中含糖量最大,达到24.71%,除了“金谷大枣”外,其它7种枣果实可溶性总糖含量均在9月14—24日增长速率最快,“金谷大枣”总糖含量则在9月24日至10月4日增长速率最快,10月4日的总糖含量比9月24日总糖含量增加了33.33%,说明“金谷大枣”糖分积

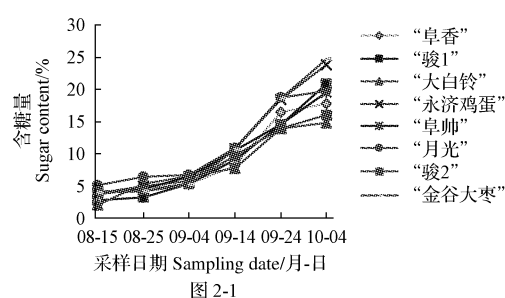


图2-1

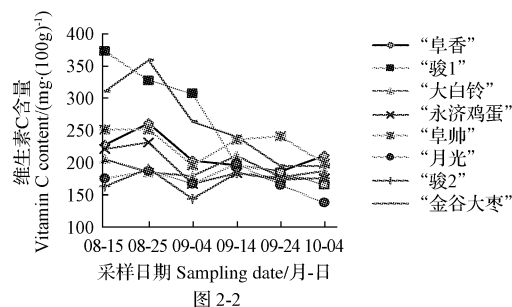


图2-2

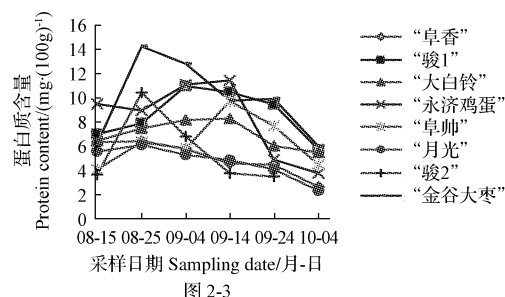


图2-3

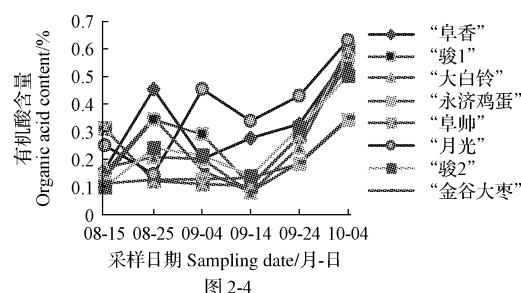


图2-4

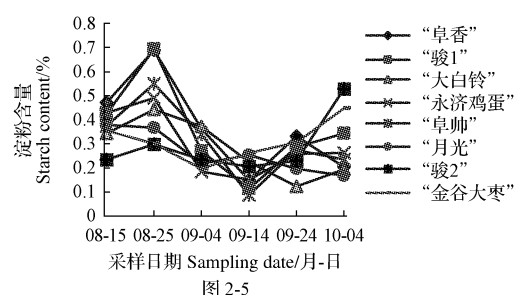


图2-5

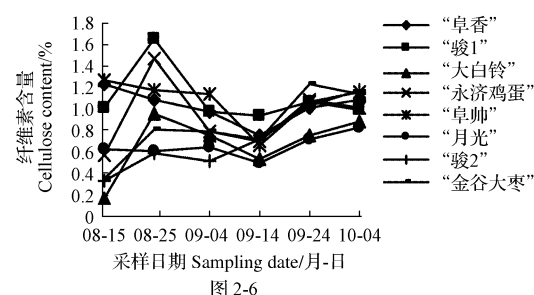


图2-6

图2 不同品种枣果实内在品质的动态变化

Fig. 2 The dynamic changes of internal quality in different varieties jujube fruit

累的时期较其它品种的晚,浇水施肥期应注意调控。结合图 1 中枣单果重动态变化可以看出,枣品种总糖含量的积累主要在 9 月 4—24 日这个时间段,正好与质量积累时期相同,说明红枣中的总糖含量与单果重之间存在一定的正相关性,与甘霖等^[12]对枣果实糖分积累的研究结果一致。

由图 2-2 可以看出,“骏 1”果实内维生素 C 含量在 8 月 15 日最高,随后逐渐降低,9 月 4—14 日这一时间段下降速度最快,之后趋于稳定,“大白铃”和“金谷大枣”维生素 C 含量表现先升后降的趋势,其余枣果实维生素 C 含量都呈现“升-降-升-降”的趋势,且第 2 次上升幅度较第 1 次的小,整体呈下降趋势,与黄永红等^[13]对杨梅果实品质动态变化分析研究结果一致。

由图 2-3 可以看出,枣品种果实的蛋白质含量变化呈现“单峰”曲线,“金谷大枣”在 8 月 15—25 日之间蛋白质含量急速上升,达到所测品种蛋白质含量的最大值,之后的下降速度也比较缓慢;在果实成熟期前后,以“金谷大枣”果实蛋白质含量较高,“阜帅”、“月光”枣果实蛋白质含量较低。

表 1

8 个枣品种之间各个品质性状的差异

Table 1

The differences of each quality trait on 8 jujube varieties

品种 Variety	单果重 Single fruit weight /g	维生素 C 含量 Vitamin C content /(mg · (100g) ⁻¹)	可溶性糖含量 Soluble sugar content /%	有机酸含量 Organic acid content /%	蛋白质含量 Protein content /(mg · g ⁻¹)	果实亮度 L Fruit brightness L	总色差 Color difference	可食率 Edible rate /%
“阜香”	18.70±0.35d	210.70±0.17a	16.49±0.49d	0.58±0.03b	2.60±0.05e	36.84±0.51a	47.93±0.57a	96.38±0.00b
“骏 1”	19.41±0.36cd	165.87±0.55d	21.81±0.32b	0.29±0.02e	5.68±0.13b	29.96±0.58cd	37.25±0.01d	97.11±0.01ab
“大白铃”	25.98±0.86a	187.02±0.32bc	14.76±0.07e	0.24±0.01e	5.99±0.11a	33.39±0.59b	44.54±0.46b	97.54±0.00ab
“永济鸡蛋”	20.19±0.26c	175.14±0.00cd	25.81±0.16a	0.34±0.02d	3.73±0.13d	32.88±0.23b	42.28±0.34c	97.94±0.00a
“阜帅”	14.18±0.65e	198.32±0.75ab	19.53±0.14c	0.60±0.01ab	4.46±0.05c	33.26±0.01b	42.59±0.33c	97.24±0.00ab
“月光”	8.01±0.49f	137.66±1.07e	19.74±0.16c	0.63±0.02a	2.29±0.05f	37.68±0.66a	49.88±1.43a	94.62±0.01c
“骏 2”	18.55±0.21d	176.11±0.25cd	16.03±0.44d	0.50±0.01c	3.49±0.00d	31.34±0.74c	38.36±0.31d	97.50±0.00ab
“金谷大枣”	24.37±0.26b	194.49±0.83b	25.72±0.14a	0.35±0.00d	5.98±0.05d	28.06±0.62d	34.72±0.30e	97.82±0.00a

注:同行数据后不同小写字母表示在 $\alpha=0.05$ 水平上有显著性差异。

Note: Different lowercase letters after same column showed there is significant difference level on $\alpha=0.05$.

2.3.2 枣果实品质性状的主成分分析及综合评价 应用 DPS 软件对 8 个枣品种鲜果品质性状进行主成分分析。各特征根大小代表各综合指标对总遗传方差贡献的大小,特征向量表示各性状对综合指标贡献的大小^[15]。从表 2 各主成分的特征值、贡献率和累计贡献率可以看出,前 3 个主成分累计贡献率 90.23% > 85.00%,说明这 3 个主成分包含了大部分指标具有的信息,可以反映出红枣果实品质性状评价指标的主要信息。因此,可以取前 3 个主成分进行进一步分析,得出 8 个枣品种鲜果重要主成分的特征向量,由表 3 可以看出,第一主成分可食率、单果重的载荷较大,故可以称为可食因子,第二主成分有机酸、可溶性总糖含量特征向量的绝对值最大,可以称为风味因子,第三主成分维生素 C 特征向量值最大,因为维生素 C 是人体内不能自身合成且不可

由图 2-4 可以看出,随着枣果实的成熟,果实内有机酸含量呈现升高-降低-升高的动态变化趋势,但总体表现为有机酸含量增加的趋势,以 9 月中下旬以后增加幅度较大。其中,以“永济鸡蛋”枣的果实有机酸含量变化幅度最小,含量最低,仅为 0.34%,“月光”枣有机酸含量最高,达到了 0.63%。

从图 2-5、2-6 可以明显地看出,大多数枣品种果实的淀粉和纤维素含量变化趋势为先上升后下降,然后在 9 月下旬以后趋于稳定,且二者变化趋势有较大的相似性,这与它们的化学结构有关^[14],各品种之间淀粉差异很大,含量最高的“骏优 2 号”枣是含量最低“月光”枣的 3.09 倍。

2.3 引进枣果实品质综合分析

2.3.1 不同枣品种鲜果的果实品质性状差异比较 对 8 个枣品种的主要果实品质性状进行方差分析。由表 1 可以看出,各个品种之间的主要果实品质性状均存在差异,且大多数品种果实品质性状间存在显著差异,说明品种与品种果实品质之间存在较大的不同,可以用主成分分析的方法对不同品种果实品质进行综合评价。

或缺的一种物质,所以可以将这一主成分称为营养因子。通过这 3 个重要主成分所代表的因子可以看出,选择所测品种中果大、可食率高的品种较多,一般有机酸高和可溶性总糖含量相对较低,对枣果实品质主要从枣果实提供的果肉量、风味和营养等方面对红枣鲜果的果实品质进行筛选。

表 2

8 个枣品种主要主成分的特征值及贡献率

Table 2

The main features and contribution rate of 8 jujube varieties

主成分 Principal component	特征值 Eigen value	贡献率 Contribution rate/%	累计贡献率 Cumulative rate/%
1	4.3533	54.42	54.42
2	1.9033	23.79	78.21
3	0.9618	12.02	90.23

表 3 8 个枣品种重要主成分的特征向量

Table 3 The vectors of important principal component on 8 jujube varieties

品质性状 Quality traits	主成分 1 Principal component 1	主成分 2 Principal component 2	主成分 3 Principal component 3
单果重 Single fruit weight(WSF)	0.3771	0.3343	0.0936
可食率 Edible rate(E)	0.4299	0.1406	0.1924
色差 Color difference(CA)	-0.4364	0.1348	0.2101
果面光洁度 L Fruit brightness L(FB)	-0.4508	0.0877	0.2601
可溶性总糖含量 Soluble sugar content(CSS)	0.2160	-0.5669	0.1034
维生素 C 含量 Vitamin C content(CVC)	0.2045	0.3415	0.7368
有机酸含量 Organic acid content(CTA)	-0.2150	0.5893	-0.3459
可溶性蛋白质含量 Soluble protein content(CSP)	0.3803	0.2397	-0.4114

注:品质性状指标后括号内的字母代表各指标的简称,以下公式中的字母相同。
Note: The letters in the bracket after quality indicators represent abbreviation of index, the same as below letter in the formula.

根据主成分分析原理,得出 3 个主成分的线性组合分别为:

$$Z1 = 0.3771WSF + 0.4299E - 0.4364CA - 0.4508FB + 0.2160CSS + 0.2045CVC - 0.2150CTA + 0.3803CSP;$$
$$Z2 = 0.3343WSF + 0.1406E + 0.1348CA + 0.0877FB - 0.5669CSS + 0.3415CVC + 0.5893CTA + 0.2397CSP;$$
$$Z3 = 0.0936WSF + 0.1924E + 0.2101CA - 0.2601FB + 0.1034CSS + 0.7368CVC - 0.3459CTA - 0.4114CSP.$$

根据特征值的贡献率,构建综合评价模型: $Z =$

表 4 8 个枣品种综合得分及排名

Table 4 The comprehensive score and ranking of 8 jujube varieties

品种 Variety	因子 1 Factor 1	因子 2 Factor 2	因子 3 Factor 3	综合得分 Comprehensive score	排名 Rank
“阜香”	-1.69	0.81	1.89	-0.49	7
“骏 1”	1.32	-0.44	-1.29	0.45	3
“大白铃”	0.25	3.01	-0.76	0.76	2
“永济鸡蛋”	0.89	-1.57	0.77	0.20	4
“阜帅”	-0.18	0.34	0.45	0.03	6
“月光”	-4.25	-1.34	-1.00	-2.75	8
“骏 2”	0.34	0.12	-0.14	0.20	5
“金谷大枣”	3.32	-0.92	0.08	1.59	1

注:因子 1、2、3 指各品种 3 个主成分分别的得分。
Note: Factor 1, 2, 3 represent score of 3 main factors.

3 讨论与结论

主成分分析法在多种植物的综合评价方面常被使用,如金潇潇等^[16]运用主成分分析的方法对菊花品种营养品质进行分析,白沙沙等^[17]将主成分分析法应用于苹果品质的研究,殷冬梅等^[18]应用主成分分析评价了花生的主要品质性状。但其在枣果实品质方面的应用报道较少,可以根据主成分分析原理建立综合评价模型通过计算进而判断不同品种枣果实品质的高低。

刘志国^[19]利用灰色关联度分析方法对鲜食枣品质进行综合评价,邵学红等^[20]利用多维向量综合评定的数学模型对鲜食枣进行综合评价,然而这些方法都需要对各个指标赋予一定的权重,人为因素较大,没有一个确

切的权重标准。主成分分析是用少数几个占原始信息 85% 以上的变量来综合反映原始变量的主要信息,且新的变量之间彼此互不相关,消除了多重共线性,这种分析方法可以消除人为因素的干预。

根据以上模型算出 8 个枣品种鲜果品质的综合得分,供试品种综合得分的高低反应了供试品种的优劣,综合得分越高,相应的品种就越优良。由表 4 可以看出,8 个枣品种中“金谷大枣”排名第一,说明它的品质较好,这与生产实际中观察与品尝结论一致。

通过主成分的特征向量中的主成分可以看出,可溶性总糖和有机酸的特征向量值都是相反的,说明含糖量高的品种含酸量很可能就会低;通过主成分的特征向量中的主成分 1 可以看出,单果重的特征向量值很大,色差的特征向量值很小,说明单果重大的枣品种果面色泽可能不太好。

在各个品种枣果实进入白熟期后,果实品质指标总体上呈规律性变化,品种的不同导致了个别品种指标的

变化时间和变化规律有所差异。该研究根据主成分分析原理建立综合评价模型,通过模型计算出各个枣品种的综合得分,综合反映出了各枣品种的鲜果品质高低,最终得出“金谷大枣”的鲜果品质较好,与感官评价和生产实践中观察所得结论一致。说明主成分分析可作为对枣果实鲜果品质的一种综合评价方法。

参考文献

- [1] 初乐,吴茂玉,朱凤涛,等.新疆地区红枣产业现状及发展建议[J].农产品加工,2012(4):110-113.
- [2] 漆联全.新疆红枣产业的现状、要求及其发展趋势[J].新疆农业科学,2010,47(S2):8-12.
- [3] 史彦江,宋锋惠.红枣在新疆的发展前景及对策[J].新疆农业科学,2005,42(6):418-422.
- [4] 管岑澜.新疆红枣发展现状与对策研究[D].武汉:华中农业大学,2010.
- [5] 张艳红.红枣中营养成分测定及质量评价[D].乌鲁木齐:新疆大学,2007.
- [6] 张红,王腾,李翠清.响应面分析优化蒽酮-硫酸法测定桑叶中多糖的含量[J].食品工业科技,2012(24):62-65.
- [7] 王永刚,马建忠,马雪青,等.响应面法优化考马斯亮蓝 G-250 溶液的配制[J].药物生物技术,2013,20(1):57-62.
- [8] 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.
- [9] 曾汉元,宋荣,吴林华.5 种高大禾草的纤维素和木质素含量的测定[J].安徽农业科学,2011,39(19):11660,11774.
- [10] 郭冬生,彭小兰.蒽酮比色法和酶水解法两种淀粉测定方法的比较研究[J].湖南文理学院学报,2007,19(3):34-36.
- [11] 郑东华,石松利,苏琨.蒙古扁桃药材中有机酸含量的测定[J].时珍国医国药,2013,24(3):515-516.
- [12] 甘霖,谢永红.嘉平大枣果实发育过程中糖份累积规律研究[J].西南农业大学学报,2000,22(6):510-512.
- [13] 黄永红,曾继吾,夏瑞,等.杨梅果实品质动态变化及其综合评价[J].湖南农业大学学报,2009,35(3):288-291.
- [14] 孙秋香.淀粉和纤维素的结构和性质上的异同[J].湖北教育学院学报,1999(5):71-72.
- [15] 荣立苹,雷家军.东北地区野生百合数量分类研究[J].植物遗传资源学报,2010,11(1):99-102.
- [16] 金潇潇,陈发棣,陈素梅,等.20 个菊花品种花瓣的营养品质分析[J].浙江林学院学报,2010,27(1):22-29.
- [17] 白沙沙,毕金峰,王沛,等.基于主成分分析的苹果品质综合评价研究[J].食品科技,2012,37(1):54-57.
- [18] 殷冬梅,张苹果,王允,等.花生主要品质性状的主成分分析与综合评价[J].植物遗传资源学报,2011,12(4):507-512.
- [19] 刘志国.南疆砾质戈壁条件下枣种质资源的评价与筛选[D].保定:河北农业大学,2011.
- [20] 邵学红,王振亮,张金香,等.太行山区鲜食枣新品种的引种试验[J].经济林研究,2006,24(2):44-46.

Dynamic Changes and Comprehensive Evaluation of Several Introduced Jujube Fruit Quality Indexes During Maturity

FENG Yi-feng¹, WANG Yan¹, WANG Zhi-qiang¹, SUN Ya-qiang¹, WU Cui-yun^{1,2}

(1. College of Plant Sciences, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300; 2. Key Laboratory of Protection and Utilization of Biological Resources in Tarim Basin, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300)

Abstract: Taking eight kinds of introduced jujube fruit from Shanxi and Hebei to Xinjiang as materials, by analyzing the quality indexes dynamic changes of eight kinds of introduced jujube fresh fruits, the change trend and the content of each index were studied, then to make comparisons among the different varieties of fresh fruit quality. The results showed that, changing trend of each jujube fruit weight was ‘up-down’, from the stage of white-ripe to full ripe, and the content of total soluble sugar increased gradually, vitamin C content showed a trend of ‘high-low-high-low’. The changing trend of soluble protein content was ‘up-down’, the organic acid content showed a trend of ‘high-low-high’, and starch and cellulose content presented the trend of ‘high-low-high’; The conclusion of comprehensive evaluation of 8 varieties of jujube fruit quality was that the comprehensive quality of ‘Jingu jujube’ was the best through comprehensive evaluation model constructed by principal component analysis.

Keywords: jujube; fruit; dynamic change; evaluation