

梁丰志, 童盼盼, 张亚若, 等. 新疆南疆不同灰枣产区果实品质分析及优生区划分[J]. 华中农业大学学报, 2021, 40(4): 123-132.

DOI: 10.13300/j.cnki.hnlkxb.2021.04.015

# 新疆南疆不同灰枣产区果实品质分析及优生区划分

梁丰志<sup>1,2</sup>, 童盼盼<sup>1,2</sup>, 张亚若<sup>1,2</sup>, 金玉<sup>3</sup>, 王浩云<sup>3</sup>, 吴翠云<sup>1,2</sup>, 王江波<sup>1,2,4</sup>

1.塔里木大学植物科学学院,阿拉尔 843300;

2.塔里木大学南疆特色果树高效优质栽培与深加工技术国家地方联合工程实验室,阿拉尔 843300;

3.南京农业大学信息科技学院,南京 210095;

4.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,阿拉尔 843300

**摘要** 以新疆南疆 18 个灰枣产区的完熟期果实为试材,探讨各产区果实品质指标的差异性,并对果实品质进行综合评价,结合前人研究结果,明确新疆南疆灰枣优生区,旨在为新疆南疆灰枣产业提质增效、科学发展提供参考。结果显示:灰枣各品质指标在不同产区间存在着显著性差异,而各品质之间存在着密切相关性。因子分析提取了 4 个公因子,其累计贡献率为 82.058%,以各因子贡献率为权重计算各产区灰枣综合得分并排序,聚类分析将 18 个产区分为 3 类,且因子分析和聚类分析结果基本一致,塔里木盆地东南部地区灰枣果实综合品质优于西北部地区。与根据新疆气象资料分析结果进行交叉分析得出,若羌、民丰、洛浦、且末 4 个产区不仅在气候因子方面极其适宜灰枣生长发育,而且灰枣果实的综合品质也较好,因此这 4 个产区为新疆南疆灰枣最佳优生区。

**关键词** 灰枣;果实品质;优生区;因子分析;新疆南疆

**中图分类号** S 665.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2021)04-0123-10

枣(*Ziziphus jujube* Mill.)是我国特色果树<sup>[1]</sup>,其果实中富含各种人体所需要的营养物质,具有补脾益胃、养血安神之功效。灰枣(*Z. jujube* Mill. ‘Huizao’)果肉致密,富有弹性,味甜,多汁,适宜鲜食、制干和加工<sup>[2]</sup>,同时灰枣具有较强的抗旱、耐瘠薄、耐盐碱、抗风、丰产、稳产等优势<sup>[1]</sup>。据国家统计局及新疆维吾尔自治区统计局官网数据显示,2017 年全国红枣产量 721.26 万 t,其中新疆红枣种植面积约为 47.62 万 hm<sup>2</sup>,红枣产量 347.01 万 t。

由于新疆地域辽阔,同一品种在不同产区果实品质差异较大<sup>[3-7]</sup>,因此,同一品种红枣在不同产区的市场收购价差异很大。近年来,随着红枣栽培管理技术的不断革新,新疆枣产业得到了快速发展,现已出现红枣产能过剩、土地资源浪费、果农积极性下降等问题,迫切需要深入分析新疆南疆灰枣品质,并对果实品质进行综合评价,为新疆南疆灰枣优势产区发展提供科学依据。李新岗等<sup>[8]</sup>、周丽<sup>[9]</sup>、韩蓓蓓等<sup>[10]</sup>通过气象资料分析提出了我国及新疆红枣优

生区的划分标准。目前,灰枣优生区划分仅限于气象资料研究,新疆为灌溉农业且土壤类型多样,基于气象因子划分优生区有一定局限性,但基于新疆灰枣果实品质和气象研究的优生区划分更符合新疆灰枣产区的实际。本研究通过对新疆南疆灰枣主栽区的果实品质测定,明确各产区灰枣果实品质特点,结合气象因子对新疆灰枣的优生区划分结果,重构新疆南疆灰枣的优生区,旨在为新疆南疆灰枣提质增效、科学发展提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

对新疆南疆地区灰枣栽植区实地调研,确定 18 个代表性灰枣产区,东部有新疆生产建设兵团 29 团(29T)、33 团(33T)、且末(QM)、若羌(RQ);西部有新疆生产建设兵团 42 团(42T)、41 团(41T)、48 团(48T)、46 团(46T)、泽普(ZP);南部有新疆生产建设兵团 47 团(47T)、皮山农场(PS)、洛浦(LP)、于

收稿日期: 2021-02-10

基金项目:新疆生产建设兵团南疆重点产业支撑计划项目(2017DB006-2);南京农业大学-塔里木大学科研合作联合基金项目(NNLH202006);中央高校基本科研业务费专项(KYLH202006)

梁丰志, E-mail: 1628114792@qq.com

通信作者:王江波, E-mail: wjbok@126.com

田(YT)、民丰(MF);北部有新疆生产建设兵团 12 团(12T)、3 团(3T)、50 团(50T)、沙雅(SY)。18 个灰枣果园主要分布于塔里木盆地(76°06'~88°09'E、36°55'~41°50'N)周边,海拔 856~1 410 m,年均温 9~11 °C,无霜期 200 d 以上,属于暖温带大陆性气候,由西向东逐渐加强。北部产区位于天山南麓,土壤主要为棕色荒漠土、龟裂性土和残余盐土,寒潮次数高于南部,年均温略低于南部;南部产区位于阿尔金山北麓,土壤以石膏盐盘棕色荒漠土为主,年日照时数低于北部产区;东部产区靠近罗布泊,土壤以冲积平原和沙漠为主;西部产区位于昆仑山北麓,土壤涵盖南北部产区大部分土壤种类,且塔里木盆地冬季西部气温高于东部。

2019 年 9 月底,选择管理水平一致的灰枣园,每个灰枣园随机选取 5 棵 8~10 a 无病虫害正常生长的灰枣树,于枣树东、南、西、北 4 个方向选择无机械损伤、无病虫害的完熟期果实。每棵枣树采果 60 个,每个枣园共采集 300 个,带回实验室进行果实品质分析。

## 1.2 研究方法

供试果实采回后,从每棵枣树样品中随机选取 45 粒枣果为 1 组,每个果园 5 组重复,用于测量果实品质指标。用分析天平(测量精度 0.1 mg)测单果质量,用游标卡尺(精度 0.01 mm)测量果实纵横径,可溶性固形物用手持数显折射计测定,总黄酮含量测定采用超声辅助提取法<sup>[11]</sup>,蛋白质含量用考马斯亮蓝 G-250 染色法<sup>[12]</sup>,果实糖酸成分及含量测定采用气相色谱法<sup>[13]</sup>,糖酸比为总糖含量与总酸含量的比值,用钼蓝比色法<sup>[14-15]</sup>测定维生素 C 含量,可食率=(鲜果质量-果核质量)/鲜果质量×100%。

每棵枣树样品中随机选取 15 个枣果为一组,每个果园 5 组重复,测定每组枣果鲜质量并记录,放入烘箱中按照 30 °C/3 h→37 °C/7 h→45 °C/3 h→50 °C/2 h→57 °C/9 h→65 °C/2 h→69 °C/10 h 梯度烘干,称取烘干后枣果质量并记录,计算灰枣制干率(干果质量/鲜果质量×100%)。

## 1.3 数据处理

采用 Excel 对数据进行整理,采用统计软件 SPSS、DPS 对数据进行相关性分析、方差分析和主成分分析,采用 R 语言、SIMCA 对数据进行可视化。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同产区灰枣果实品质指标比较

由表 1 可以看出,总酸含量为 2.77~10.33 mg/g,含量最高的产区为 50 团;总糖含量为 101.59~382.41 mg/g,民丰产区含量最高且与其他产区差异显著;糖酸比 23.3~50.52,比值最大的产区为且末,说明且末灰枣口感更甜;VC 含量为 216.6~411.56 mg/g,含量最高的产区为民丰;可溶性固形物含量为 29.97%~45.77%,蛋白质含量为 1.42~5.22 mg/g,其中 33 团灰枣的可溶性固形物和蛋白质含量显著高于其他产区;总黄酮含量为 0.54~1.07 mg/g,含量最高的产区为 12 团。

由表 2 可见,18 个产区灰枣制干率为 43.26%~58.35%,其中 33 团灰枣制干率最高;纵径、横径及单果质量变化范围分别为 27.51~35.29 mm、19.32~25.38 mm、6.49~11.9 g,若羌灰枣单果质量、纵径、横径显著高于其他产区;可食率为 95.03%~97.22%,其中 41 团灰枣可食率最高。

综合表 1、表 2 可以看出,不同产区灰枣果实品质指标之间存在着明显差异,各产区在不同单项指标分别表现出优越性。

### 2.2 不同产区灰枣果实品质指标相关性分析

对 18 个产区灰枣果实品质进行相关分析,结果显示(图 1),相关系数达到极显著水平的有 7 个,达到显著水平的有 9 个,表明灰枣品质指标间存在着一定的线性相关。其中,总酸与总糖呈极显著正相关,与糖酸比呈极显著负相关,与纵径、横径、可食率、单果质量呈显著负相关;糖酸比与果实横径、单果质量呈显著正相关;可溶性固形物与制干率呈极显著正相关,与总黄酮呈显著负相关;蛋白质与制干率呈显著正相关,与可食率呈极显著负相关;制干率与可食率呈显著负相关;纵径与横径、单果质量呈极显著正相关;横径与单果质量呈极显著正相关。

分析各产区灰枣果实指标发现,灰枣果实较大的产区,其糖酸比较高,风味品质较好,这些产区灰枣较适合鲜食,而制干率较高的产区,其果实可溶性固形物及蛋白质含量也较高,这些产区灰枣较适合制干。通过分析发现,不同果实品质指标在不同产区优劣表现不尽相同,各指标间存在不同程度相关性,信息存在相互重叠,因此,不能仅从某一单项指标评价灰枣果实品质,还需要对数据进一步处理和分析。

表1 新疆南疆18个灰枣产区果实内在品质指标差异

Table 1 Differences of intrinsic quality indexes of fruits in 18 gray jujube producing regions in Southern Xinjiang

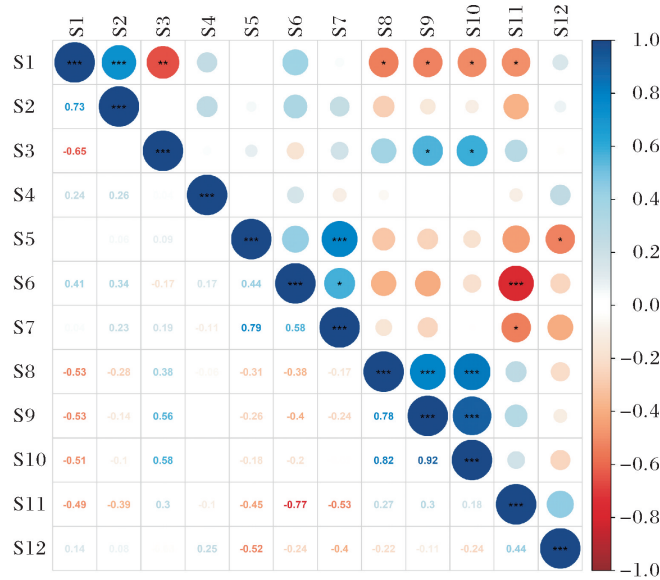
采样点 Sampling site	总酸/(mg/g) Total acid	总糖/(mg/g) Total sugar	糖酸比 Sugar-acid ratio	VC/ (mg/100 g)	可溶性 固形物/% Soluble solids	蛋白质/ (mg/g) Protein	总黄酮/ (mg/g) Total flavonoids
12T	8.64±0.60abc	237.99±15.2de	27.56±0.23cde	369.16±31.61abc	36.77±0.90f	1.52±0.16g	1.07±0.15a
29T	6.03±0.43d	230.95±8.17de	38.54±1.91b	216.60±19.61h	40.13±0.99de	2.30±0.11cd	0.70±0.10defg
33T	10.14±0.51ab	322.33±3.17bc	31.93±1.48c	382.59±15.99ab	45.77±1.59a	5.22±0.16a	0.56±0.02gh
3T	7.18±0.84cd	200.59±10.38e	28.43±2.13cde	350.89±27.28bcd	41.47±1.55bcd	1.74±0.29efg	0.54±0.03h
41T	2.77±0.21e	139.74±13.13f	50.52±3.57a	384.04±2.02ab	40.70±0.17cde	2.37±0.41cd	0.85±0.09bc
42T	3.25±0.10e	101.59±5.38f	31.23±0.75cd	250.64±4.89gh	39.30±0.78e	2.03±0.27def	0.55±0.03h
46T	9.55±0.74ab	281.83±9.19bcd	29.75±1.77cde	318.12±24.29cdef	43.07±1.51b	2.49±0.20cd	0.66±0.05efgh
47T	8.46±0.25bc	248.24±19.87de	29.27±1.45cde	362.23±19.40abcd	41.17±0.70bcde	1.75±0.23efg	0.55±0.02h
48T	9.27±0.47ab	227.73±7.57de	24.63±0.52de	381.97±20.76ab	29.97±0.78g	2.68±0.14c	0.88±0.03bc
50T	10.33±0.76a	309.08±12.67bc	30.11±1.50cde	337.69±72.40bcde	41.37±0.35bcd	3.41±0.08b	0.83±0.17bcd
LP	3.07±0.54e	138.11±21.39f	45.23±1.49ab	359.80±13.62abcd	40.97±0.50cde	1.69±0.13fg	0.78±0.11cdef
MF	8.75±0.67abc	382.41±56.39a	42.97±3.14b	411.56±1.10a	36.87±0.95f	2.13±0.14def	0.97±0.05ab
PS	9.38±0.36ab	270.91±5.54cd	28.96±1.27cde	288.99±28.63efg	42.50±0.36bc	3.34±0.43b	0.63±0.09fgh
QM	6.61±0.40d	328.96±14.00b	50.31±4.91a	327.28±8.22cdef	40.00±0.44de	1.52±0.23g	0.58±0.06gh
RQ	5.97±0.28d	240.87±7.63de	40.43±1.32b	275.76±50.31fg	35.10±0.20f	2.08±0.06def	0.63±0.03efgh
SY	7.14±0.08cd	279.75±15.79bcd	39.20±2.40b	310.13±10.85def	35.03±1.18f	2.09±0.07def	0.78±0.04cde
YT	5.78±0.37d	237.07±3.79de	41.30±2.25b	249.09±14.45gh	39.20±0.69e	2.18±0.39de	0.84±0.1bcd
ZP	9.65±0.74ab	223.15±7.65de	23.30±1.20e	283.27±44.35fg	36.37±2.66f	1.42±0.42g	0.97±0.01ab

注:同一列中标注不同字母的表示品种之间差异显著( $P<0.05$ ); 12T、29T、33T、3T、41T、42T、46T、47T、48T、50T、LP、MF、PS、QM、RQ、SY、YT、ZP 分别代表 12 团、29 团、33 团、3 团、41 团、42 团、46 团、47 团、48 团、50 团、洛浦、民丰、皮山、若羌、沙雅、于田、泽普。下同。  
Note: In the same column with different between the representations letters is significant difference ( $P<0.05$ ). 12T, 29T, 33T, 3T, 41T, 42T, 46T, 47T, 48T, 50T, LP, MF, PS, QM, RQ, SY, YT, ZP represent 12 corps, 29 corp, 33 corp, 3 corp, 41 corp, 42 corp, 46 corp, 47 corp, 48 corp, 50 corp, Luopu, Minfeng, Pishan, Ruoqiang, Shaya, Yutian and Zepu, respectively. The same as follows.

表2 新疆南疆18个产区灰枣果实外在品质指标差异

Table 2 Differences of external fruit quality indexes in 18 gray jujube producing regions in Southern Xinjiang

采样点 Sampling site	制干率/% Dried rate	纵径/mm Longitudinal diameter	横径/mm Horizontal diameter	单果质量/g Single fruit weight	可食率/% Edible rate
12T	50.12±1.22def	31.24±0.48cde	21.11±0.73efgh	6.93±0.85ghi	96.92±0.27bcde
29T	53.91±1.57bc	30.57±0.91def	20.04±0.20hi	6.68±0.36hi	96.58±0.16fgh
33T	58.35±1.33a	30.27±1.20ef	20.84±0.71fgh	7.86±0.51def	95.03±0.29j
3T	49.82±0.89def	30.93±0.66de	22.01±1.43bcdef	7.66±0.28efg	96.36±0.04hi
41T	49.26±1.82defg	31.37±1.05cde	22.66±0.34bc	8.46±0.49cde	97.22±0.03a
42T	50.01±1.74def	32.18±0.66c	22.15±0.73bcde	8.32±0.77cde	97.04±0.17abcd
46T	51.10±3.50def	28.43±0.38gh	20.90±0.36fgh	7.36±0.09fgh	96.59±0.12fgh
47T	50.24±0.61def	32.25±0.27c	21.87±0.53cdef	7.68±0.31efg	96.74±0.18defg
48T	43.39±1.67i	29.50±0.22fg	20.60±0.64gh	6.89±0.56ghi	96.53±0.26gh
50T	55.35±2.30b	27.51±0.41h	19.32±0.73i	6.49±0.17i	96.83±0.02cdefg
LP	51.69±0.63cde	31.64±0.67cd	23.13±0.60bc	9.34±0.32b	97.05±0.05abc
MF	48.72±0.98efg	30.54±0.39def	23.15±0.34b	8.54±0.47bcd	96.89±0.09bcdef
PS	50.94±2.10def	28.26±0.43h	21.37±0.27defg	6.74±0.06hi	96.19±0.14i
QM	51.68±0.06cde	31.15±0.93cde	22.53±1.07bcd	8.64±0.25bcd	96.63±0.27efgh
RQ	50.75±0.34def	35.29±0.57a	25.38±0.60a	11.90±0.56a	96.68±0.13efg
SY	46.91±1.09gh	33.34±0.17b	23.07±0.30bc	9.04±0.34bc	97.14±0.06ab
YT	52.01±0.56cd	29.52±0.33fg	22.35±0.54bcde	7.71±0.49efg	96.70±0.07efg
ZP	45.73±0.97hi	29.47±0.23fg	21.34±0.52defg	6.71±0.36hi	96.84±0.06cdefg



S1~S12:总酸、总糖、糖酸比、VC、可溶性固形物、蛋白质、制干率、纵径、横径、单果重、可食率、总黄酮(\* 在 0.05 水平上显著相关, \*\* 在 0.01 水平上显著相关, \*\*\* 在 0.001 水平上显著相关)。S1-S12: Total acid, total sugar, sugar-acid ratio, VC, soluble solids, protein, dried rate, longitudinal diameter, horizontal diameter, single fruit weight, edible rate, total flavonoids(\* :Significantly correlated at the 0.05 level, \*\* :Significantly correlated at the 0.01 level, \*\*\* :Significantly correlated at the 0.001 level.)

图 1 灰枣内外品质指标相关性分析

Fig.1 Correlation analysis of internal and external quality indexes of gray jujube

2.3 不同产区灰枣果实主要糖酸组分分析

18 个产区灰枣果实主要糖成分占比结果(图 2)显示,各产区灰枣果实中 3 种主要糖成分占比为蔗糖>葡萄糖>果糖。其中,大部分产区蔗糖含量占比超过 50%,葡萄糖占比次之,果糖占比最低。其中葡萄糖占比最高的产区为 50 团,约为 42%。果糖占比最高的为 41 团,约占 18%。

由图 3 可以发现,各产区灰枣果实中 3 种主要酸成分占比不尽相同,其中 41 团、42 团、沙雅灰枣

苹果酸含量最高;12 团、3 团、48 团、50 团、民丰、皮山和泽普灰枣柠檬酸含量最高;29 团、33 团、46 团、47 团、洛浦、且末、若羌和于田灰枣琥珀酸含量最高。

结合采样点地理位置发现,苹果酸含量较高的 3 个产区位于昆仑山北麓,而柠檬酸含量较高的产区则位于塔里木盆地边缘西北部天山南侧,琥珀酸含量较高的产区基本位于塔里木盆地边缘东南部阿尔金山北侧。

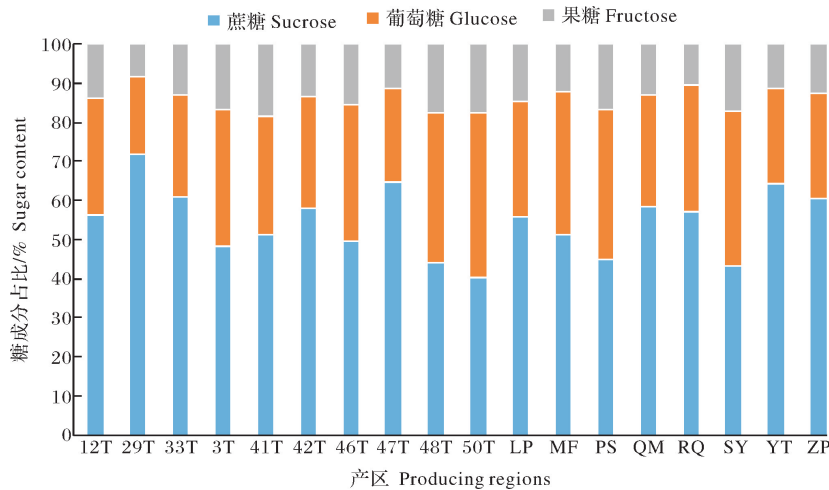


图 2 不同产区灰枣主要糖成分占比

Fig.2 Proportion of main sugar components of gray jujube in different producing regions

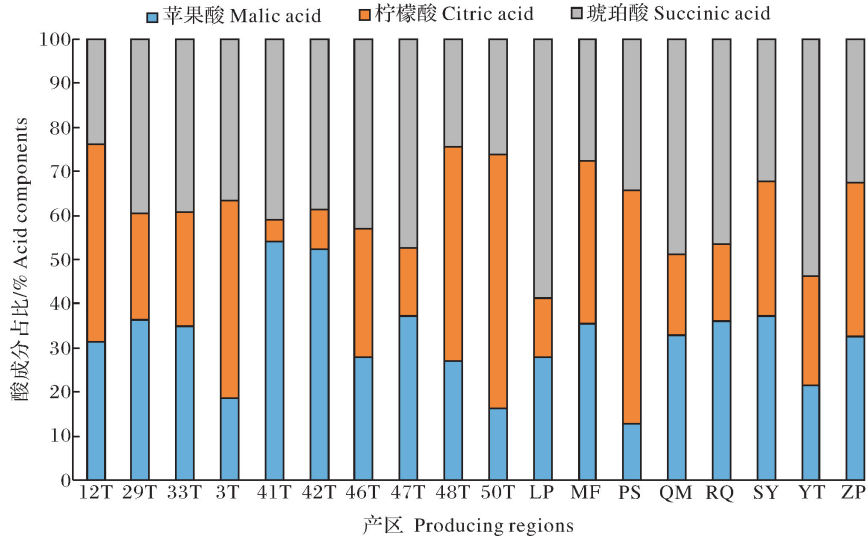


图 3 不同产区灰枣主要酸成分占比

Fig.3 Proportion of main acid components of gray jujube in different producing regions

果实品质中糖酸成分、含量及其比例是决定果实风味品质的主要指标,果实中糖组分甜度由高到低依次为果糖、蔗糖、葡萄糖,果糖与蔗糖相比稍显甜腻,而葡萄糖口感清甜;苹果酸的酸味强度略大于柠檬酸,但其酸味爽口,稍有涩苦,与柠檬酸相比刺激性缓慢,保留时间长,由于这些差别,同一种果实

在不同产区会有不同的口感风味。

#### 2.4 不同产区灰枣果实品质综合评价

不同产区灰枣果实品质 OPLS-DA 分析结果(图 4)显示,18 个产区的灰枣果实品质差异明显,其中东部与西部产区灰枣品质差异最明显,而南部和北部产区的灰枣品质间略有重叠。

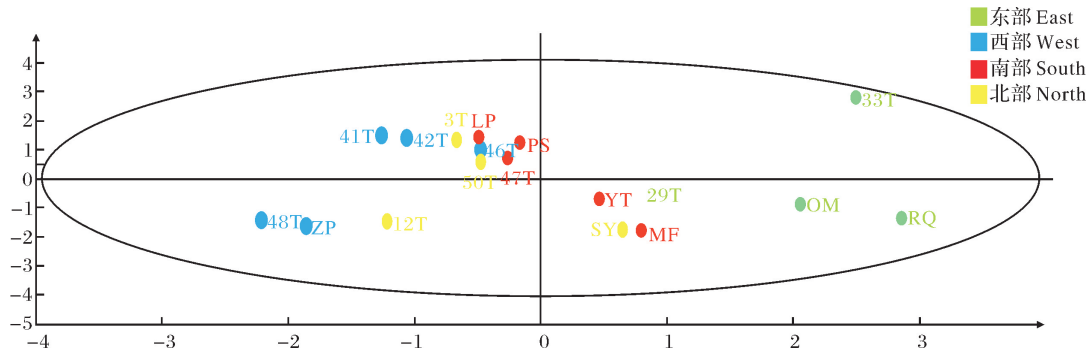


图 4 不同产区灰枣果实品质 OPLS-DA 分析图

Fig.4 OPLS-DA analysis diagram of fruit quality of gray jujube in different producing regions

为了进一步对各产区灰枣品质进行综合性评价,在基于公因子特征值大于 1 的原则下,提取出 4 个公因子,累计贡献率为 82.058%,为突出主要公因子的作用,将因子进行最大方差旋转,第 1 公因子 F1 方差贡献率为 26.019%,由单果质量、纵径、横径 3 个因子组成,定义为灰枣果实外在因子(图 5A);第 2 公因子 F2 方差贡献率为 26.017%,由可溶性固形物、蛋白质、制干率、可食率、总黄酮 5 个因子组

成,定义为灰枣果实品质因子(图 5B);第 3 公因子 F3 方差贡献率为 15.362%,主要由 VC 和总糖 2 个因子组成,定义为灰枣果实营养因子(图 5C);第 4 公因子 F4 方差贡献率为 14.66%,主要由糖酸比和总酸 2 个因子组成,定义为灰枣果实风味因子(图 5D)。

以各公因子的贡献率为权重,计算不同产区灰枣果实品质综合得分。各产区在 4 个公因子上的得分如图 5 所示,从各因子得分看出,外在因子评分较

高的有若羌、沙雅、且末、洛浦和民丰,说明这 5 个产区的果实较大,单果质量大,这 5 个产区除沙雅外均位于塔里木盆地东部和南部,表明东部、南部产区在 F1 上的指标性状优于其他产区;品质因子评分较高的有 33 团、皮山、29 团、50 团和 46 团,说明这 5 个产区灰枣可溶性固形物、蛋白质含量以及制干率较高,可食率及总黄酮含量较低,而 48 团、泽普、12 团和沙雅在 F2 上得分较低,且均为西部和北部,说明西部、北部产区在 F2 包含的指标性状比其他产区稍差;营养因子评分较高的有民丰、33 团、50 团、48 团和 12 团,说明这 5 个产区的灰枣总糖含量和 VC

含量较高,42 团、29 团、3 团、于田、洛浦、泽普、皮山和 47 团在 F3 上得分较低,说明塔里木盆地东部和北部大部分产区灰枣在总糖含量及 VC 含量上优于西部和南部大部分产区;灰枣风味因子评分较高的有 41 团、洛浦、且末、于田和民丰,说明这 5 个产区酸含量较低,糖酸比较高,表明南部产区灰枣口感风味优于其他产区。以各公因子的贡献率为权重,计算 18 个产区灰枣果实品质综合评价得分(图 5E),灰枣品质综合得分最高的产区为 33 团、若羌、且末,3 个产区均位于塔里木盆地的东部。

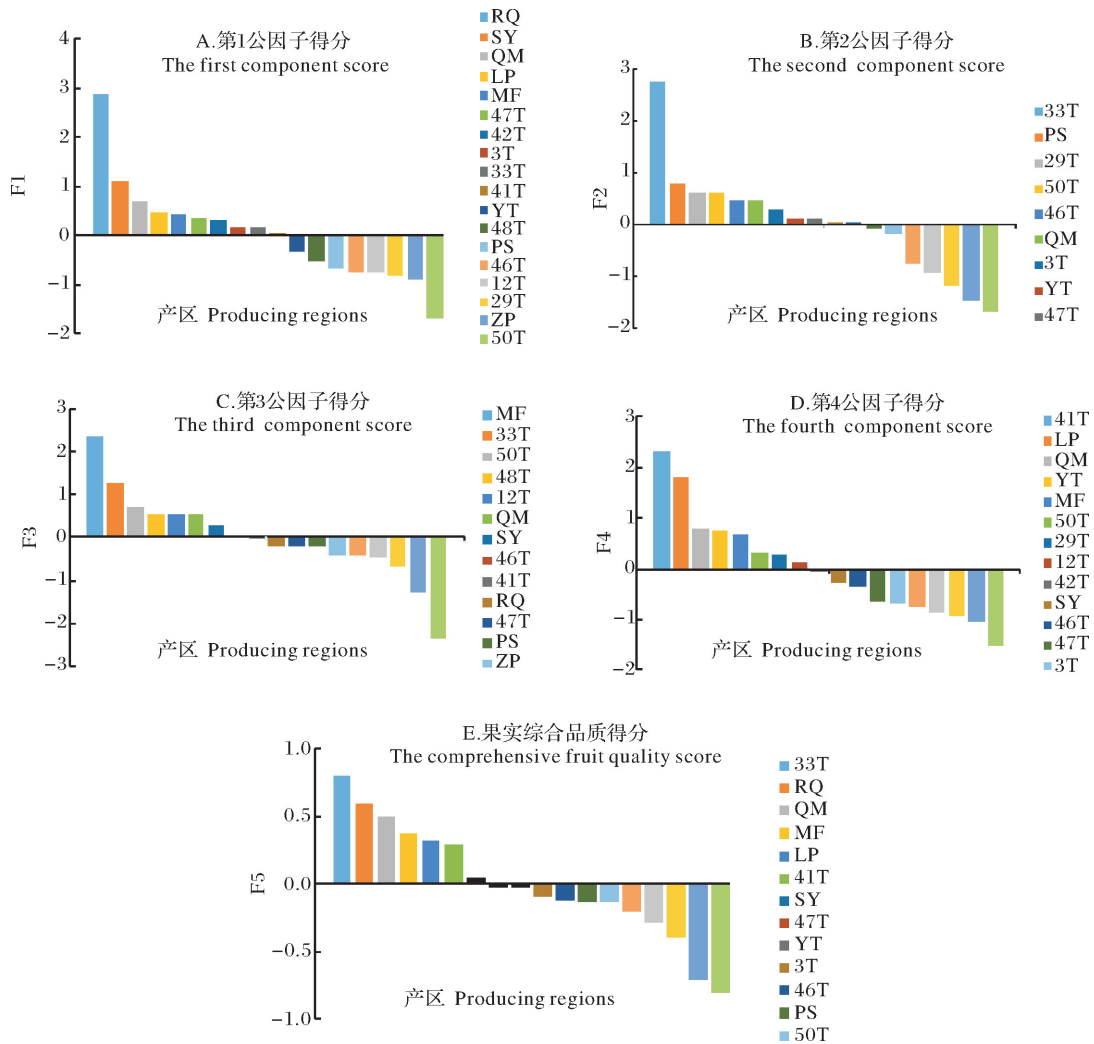


图 5 不同产区灰枣各公因子得分排名(A、B、C、D)及综合评分排名(E)

Fig.5 The score ranking of common factor(A,B,C,D)and comprehensive score ranking of gray jujube in different producing regions(E)

2.5 不同产区灰枣果实综合品质聚类分析

采用 K-means 算法,对不同产区灰枣果实品质

综合分值进行聚类分析,将 18 个产区灰枣果实品质划分为优质、良好、一般 3 类(表 3)。

表3 18个产区灰枣果实综合品质得分聚类

Table 3 Clustering of comprehensive quality scores of gray jujube in 18 regions

聚类类别 Clustering categories	分类标准 Classification standard	产区数 Number	产区 Region
优质 Excellent	$Fz \geq 0.29$	6	33T、RQ、QM、MF、LP、41T
良好 Good	$-0.29 \leq Fz < 0.29$	9	SY、47T、YT、3T、46T、PS、50T、29T、42T
一般 General	$Fz < -0.29$	3	12T、48T、ZP

果实综合评分为优质的有33团、若羌、且末、民丰、洛浦和41团，这些产区都表现为F1、F3、F4评分较高，F2评分中等，果实大，单果质量较高，总糖含量和VC含量较高，总酸含量较低，糖酸比较高，口感更甜，营养价值更高，33团、若羌及且末位于塔里木盆地东部，民丰、洛浦位于塔里木盆地南部，41团位于塔里木盆地西部，分析发现塔里木盆地东南产区灰枣果实综合品质优于西北部产区。综合评分良好的有沙雅、47团、于田、3团、46团、皮山、50团、29团和42团，这些产区都表现为F2评分较高，F4、F5评分中等，F3评分较低，果实可溶性固形物、蛋白质含量及制干率较高，其果实适合加工。果实综合评分一般的有12团、48团和泽普，这3个产区都表现为F3评分中等，F1、F2、F4评分较低，果实小，单果质量较轻，总酸含量较高，糖酸比较低。

周丽<sup>[9]</sup>通过对新疆气象资料分析，将年平均温度、无霜期、生长季 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温、极端最低温度、 $\leq -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 出现的天数和生长季干燥度作为新疆红枣优生区划分的判别指标，将新疆红枣种植划分为最佳优生区、优生区、适宜区和次适宜区4个级别。其结果中灰枣最佳优生区沙雅(SY)、莎车(SC)、于田(YT)、和田(HT)、策勒(CL)、麦盖提(MGT)、皮山(PS)、若羌(RQ)、民丰(MF)、洛浦(LP)和且末(QM)与本研究依据灰枣果实品质综合评分聚类为优质的产区33团(33T)、若羌(RQ)、民丰(MF)、洛浦(LP)、且末(QM)和41团(41T)进行交叉分析(图6)，结果显示，若羌、民丰、洛浦、且末4个产区与周丽<sup>[9]</sup>研究结果重合，说明这4个产区灰枣果实不仅果实品质较高，而且气候条件也极其适宜灰枣栽植生长。

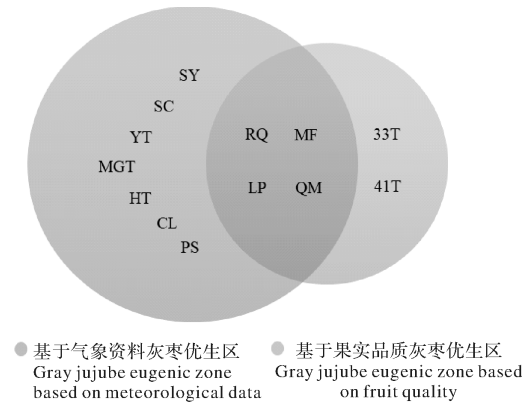


图6 基于气象资料灰枣优生区和基于果实品质灰枣优生区交叉分析图

Fig.6 Cross analysis of gray jujube eugenic zone based on meteorological data and gray jujube eugenic zone based on fruit quality

### 3 讨论

灰枣果实品质指标能够客观地反映其在新疆南疆不同产区的品质差异，研究发现，灰枣果实同一品质指标在不同产区存在显著差异，各产区不同单项指标分别表现出优越性，而品质指标间又存在着复杂的相关性。有研究发现，冬枣果实品质指标在不同地区间具有明显差异，品质指标间具有复杂的相关性，而造成冬枣果实品质差异的主导因素是生长环境的不同<sup>[16-17]</sup>。

各产区灰枣3种主要糖组分占比均为蔗糖>葡萄糖>果糖，但3种主要酸组分占比不完全一致，研究发现，温度、光、水分、土壤养分、二氧化碳浓度、重金属含量、pH等环境因子对植物有机酸含量具有显著影响<sup>[18-19]</sup>。冯洪涛等<sup>[20]</sup>在研究烟叶有机酸时发现，生态环境对烟叶有机酸含量的影响甚至大于

品种的影响。本研究结合采样点地理位置发现,3种主要酸组分占比呈现出一定的地域性,可能是由于各产区不同的生态环境所造成。

有研究发现,不同气候因子对灰枣果实品质指标具有明显影响,其中灰枣蛋白质含量受气候因子影响最大,其次为可溶性糖和枣果大小<sup>[21-22]</sup>。遮阴则会降低灰枣单果质量、纵横径及可溶性糖含量,严重影响灰枣果实综合品质指标<sup>[236]</sup>。海拔<sup>[24]</sup>、土壤<sup>[25]</sup>等因素也会对果实综合品质产生重要影响。本研究结果显示,塔里木盆地东南部地区灰枣果实综合品质优于西北部,塔里木盆地位于天山南侧、昆仑山和阿尔金山北侧,地势西高东低,土壤类型多样,气候差异较大,采样点分布于塔里木盆地周边,海拔及经纬度的差异必然会造成不同产区的光热条件、土壤矿物质含量、酸碱度等差异<sup>[26-29]</sup>,同时,新疆风沙天气也会产生遮阴效果,而这些因素会在不同产区灰枣品质形成过程中产生灰枣综合品质的差异。周丽<sup>[9]</sup>利用气象因子对新疆红枣进行了优生区划分,本研究通过与其结果进行交叉分析得出,若羌、民丰、洛浦和且末4个产区,不仅灰枣果实综合品质评价较高,而且在气候分布上也属于灰枣最佳优生区,因此可以大力发展该区域灰枣产业。

目前新疆红枣产能过剩,果实品质差异较大,严重影响果农收入及当地经济的发展。本研究通过分析各产区灰枣品质指标差异及优生区的重构,旨在为新疆南疆各产区灰枣提质增效、产业结构调整提供理论依据。而塔里木盆地土壤对灰枣品质的影响尚不清楚,需进一步深入研究。

## 参考文献 References

[1] 曲泽州,王永蕙.中国果树志·枣卷[M].北京:中国林业出版社,1993.QU Z Z,WANG Y H.Chinese fruit tree·jujube[M]. Beijing:China Forestry Publishing House,1993(in Chinese).

[2] 刘孟军,汪民.中国枣种植资源[M].北京:中国林业出版社,2009.LU M J,WANG M.Germplasm resources of Chinese jujube[M]. Beijing:China Forestry Publishing House,2009(in Chinese).

[3] 郑立阳,张振文,容新民.新疆不同产区酿酒葡萄品质特性研究[J].北方园艺,2014(24):13-16.ZHENG L Y,ZHANG Z W,RONG X m.Study on quality of the wine grape in different areas of Xinjiang[J].Northern horticulture,2014(24):13-16(in Chinese with English abstract).

[4] 刘杰超,刘慧,吕真真,等.不同新疆红枣营养成分比较分析[J].中国食物与营养,2018,24(4):31-35.LIU J C,LIU H,LÜ Z Z,et al.Comparison of nutritional composition of jujube from Xinjiang[J].Food and nutrition in China,2018,24(4):31-35(in Chinese).

[5] 赵晓梅,吴玉鹏,鲍立威,等.产地对灰枣和骏枣品质和安全性的影响[J].黑龙江农业科学,2018(5):50-55.ZHAO X M,WU Y P,BAO L W,et al.Influence of different producing regions on the quality and safety of Huizao and Jun jujube[J].Heilongjiang Agricultural Sciences,2018(5):50-55(in Chinese).

[6] 苏彩霞,刘晓红,闫超,等.不同产地的灰枣营养成分分析[J].落叶果树,2019,51(3):8-10.SU C X,LIU X H,YAN C,et al.Analysis of nutritional components of *Ziziphus jujube* Mill. 'Huizao' from different regions[J].Deciduous fruits,2019,51(3):8-10(in Chinese with English abstract).

[7] 王成,吴东峰,何伟忠,等.新疆骏枣营养品质特点及其表征指标初探[J].中国农业科技导报,2018,20(12):91-98.WANG C,WU D F,HE W Z,et al.Preliminary research of nutrition quality characteristics and characterization indexes of Xinjiang Jun Jujube[J].Journal of agricultural science and technology,2018,20(12):91-98(in Chinese with English abstract).

[8] 李新岗,黄建,高文海.我国制干枣优生区研究[J].果树学报,2005,22(6):24-29.LI X G,HUANG J,GAO W H.A study on high-quality production regions of dry Chinese jujube in China[J].Journal of fruit science,2005,22(6):24-29(in Chinese with English abstract).

[9] 周丽.新疆红枣优生区及高效栽培模式研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2014.ZHOU L.Cultivation mode of high efficiency and superior produciton region of Chinese jujube in Xinjiang[D].Yangling:Northwest A&F University,2014(in Chinese with English abstract).

[10] 韩蓓蓓,李东,许伟峰,等.陕西省'冬枣'气候优生区区划研究[J].果树学报,2020,37(7):1008-1015.HAN B B,LI D,XU W F,et al.Study on the regionalization of optimum areas for 'Dongzao' growing in Shaanxi Province[J].Journal of fruit science,2020,37(7):1008-1015(in Chinese with English abstract).

[11] 刘香萍,王国庆,李国良,等.响应面法优化提取紫花苜蓿叶总黄酮及其抗氧化活性研究[J].中国食品学报,2016,16(4):145-152.LIU X P,WANG G Q G,LI G G,et al.Optimization ultrasonic extraction of total flavonoids from *Medicago sativa* L. by response surface methodology and its antioxidation *in vitro* [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology,2016,16(4):145-152(in Chinese with English abstract).

[12] 蒋大程,高珊,高海伦,等.考马斯亮蓝法测定蛋白质含量中的细节问题[J].实验科学与技术,2018,16(4):143-147.JIANG D C,GAO S,GAO H L,et al.The details of protein content de-



- termination by coomassie brilliant blue staining[J].Experiment science and technology,2018,16(4):143-147(in Chinese with English abstract).
- [13] 许让伟.砂梨果实和叶片中糖积累及代谢相关酶活性变化研究[D].武汉:华中农业大学,2009.XU R W.Study on changes of sugar accumulation and related enzymes activities in sand pear fruits and leaves[D].Wuhan:Huazhong Agricultural University,2009(in Chinese with English abstract).
- [14] 刘绍俊,牛英,刘冰浩,等.钼蓝比色法测定沙田柚果肉中还原型维生素C含量的研究[J].北方园艺,2011(1):8-12.LIU S J, NIU Y, LIU B H, et al.Study on determination of the content of reduction-type VC in Chinese grapefruit's sarcocarp with phosphomolybdate-blue spectrophotometry[J].Northern horticulture,2011(1):8-12(in Chinese with English abstract).
- [15] 韩志萍.陕北不同产地红枣 VC 含量的测定与比较[J].食品研究与开发,2006(11):166-168.HAN Z P.The measurement and comparison of ascorbic acid content of chinese dates produced in Shandong Province[J].Food research and development,2006(11):166-168(in Chinese with English abstract).
- [16] 郑丽静,裴继云,闫震.糖酸组分及其对水果风味的影响研究进展[J].果树学报,2015,32(2):304-312.ZHENG L J, NIE J Y, YAN Z.Advances in research on sugars,organic acids and their effects on taste of fruits[J].Journal of fruit science,2015,32(2):304-312(in Chinese with English abstract).
- [17] 马庆华,续九如,姚立新,等.不同产地冬枣果实品质差异的研究[J].河北农业大学学报,2007,30(2):57-60.MA Q H, XU J R, YAO L X, et al.Studies on the quality difference of Dongzao jujube from different sources.[J].Journal of Hebei Agricultural University,2007,30(2):57-60.
- [18] 李艳萍,牛建新,陈清.桃果实中糖酸物质代谢的影响因素研究进展[J].中国农学通报,2007(8):212-216.LI Y P, NIU J X, CHEN Q.Review on the factors to influence on the metabolism of sugars and acids in peach fruit[J].Chinese agricultural science bulletin,2007(8):212-216(in Chinese with English abstract).
- [19] 王兰兰,宋晓卉,杨笛,等.环境条件对植物有机酸影响研究进展[J].沈阳师范大学学报(自然科学版),2019,37(3):236-239.WANG L L, SONG X H, YANG D, et al.Progress of the effects of environmental conditions on organic acids in plants[J].Journal of Shenyang Normal University(natural science edition), 2019,37(3):236-239(in Chinese with English abstract).
- [20] 冯洪涛,周桂园,陈剑明,等.云南典型生态产区烟叶有机酸含量分析[J].安徽农业科学,2013,41(7):3118-3120,3124.FENG H T, ZHOU G Y, CHEN J M, et al.Analysis on organic acids content in tobacco in Yunnan typical ecological area[J].Journal of Anhui agricultural sciences,2013,41(7):3118-3120,3124(in Chinese with English abstract).
- [21] 栾文文.不同区域农业气候对灰枣果实品质的影响分析[D].乌鲁木齐:新疆大学,2017.LUAN W W.Analysis of the different regional agricultureclimate impact on Huizao fruit quality[D].Urumqi:Xinjiang University,2017(in Chinese with English abstract).
- [22] 李欢,李建贵,秦韵婷,等.微气候因子对南疆‘灰枣’坐果和果实品质的影响[J].果树学报,2015,32(6):1161-1169.LI H, LI J G, QIN Y T, et al.Effects of orchard microclimatic conditions on the fruit setting and quality of *Ziziphus jujuba* Mill. ‘Huizao’ in south Xinjiang[J].Journal of fruit science,2015,32(6):1161-1169(in Chinese with English abstract).
- [23] 任思,王羊,唐晏,等.遮阴处理对枣果实活性氧代谢及果实品质的影响[J].西北农业学报,2020,29(5):709-717.REN S, WANG Y, TANG Y, et al.Effects of shade treatment on active oxygen metabolism and fruit quality of *Zizyphus jujuba* fruit [J].Acta agriculturae boreali-occidentalis sinica,2020,29(5):709-717(in Chinese with English abstract).
- [24] 徐胜涛,何翔,杨佩文,等.不同海拔高度下香蕉园土壤理化性质及果实品质的变化[J].西南农业学报,2020,33(6):1215-1220.XU S T, HE X, YANG P W N, et al.Variation of soil physicochemical properties and fruit quality at different altitudes of banana plantation[J].Southwest China journal of agricultural sciences,2020,33(6):1215-1220(in Chinese with English abstract).
- [25] 曹胜,周卫军,刘沛,等.冰糖橙果园土壤养分与果实品质关系的多元分析及优化方案[J].土壤,2021,53(1):97-104.CAO S, ZHOU W G, LIU P, et al.Multivariate analysis and optimization of relationship between soil nutrients and fruit quality in *C. sinensis*(L.) Osbeck orchard[J].Soils,2021,53(1):97-104(in Chinese with English abstract).
- [26] 张少博,李建贵,杨文英,等.基于因子分析的不同土壤类型条件下灰枣果实品质研究[J].经济林研究,2017,35(4):99-104,117.ZHANG S B, LI J G, YANG W Y, et al.Fruit quality of Huizao under different soil type conditions based on factor analysis[J].Non-wood forest research,2017,35(4):99-104,117(in Chinese with English abstract).
- [27] 唐都,高疆生,徐崇志,等.土壤养分因子对灰枣果实风味品质的相关分析[J].新疆农业科学,2014,51(1):66-71.TANG D, GAO J S, XU C Z, et al.Correlation analysis between soil factors and fruit quality of *Ziziphus jujuba* Mill. cv. Huizao[J].Xinjiang agricultural sciences,2014,51(1):66-71(in Chinese with English abstract).
- [28] 宋健,张少博,王英鹏,等.不同土壤类型中土壤有效硫、有效硼对灰枣果实品质的影响[J].西南农业学报,2019,32(2):373-380.SONG J, ZHANG S B, WANG Y P, et al.Effects of soil available sulfur and available boron on fruit quality of Huizao in different soil types[J].Southwest China journal of agricultural sciences,2019,32(2):373-380(in Chinese with English abstract).

## Analysis of fruit quality and division of eugenic zone in different gray jujube producing regions in Southern Xinjiang

LIANG Fengzhi<sup>1,2</sup>, TONG Panpan<sup>1,2</sup>, ZHANG Yaru<sup>1,2</sup>,  
JIN Yu<sup>3</sup>, WANG Haoyun<sup>3</sup>, WU Cuiyun<sup>1,2</sup>, WANG Jiangbo<sup>1,2,4</sup>

1. *College of Plant Science, Tarim University, Alar 843300, China;*

2. *State and Local Joint Engineering Laboratory for Efficient and High-Quality Cultivation and Deep Processing of Characteristic Fruit Trees in Southern Xinjiang, Tarim University, Alar 843300, China;*

3. *College of Information Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;*

4. *Xinjiang Production and Construction Corps Key Laboratory of Biological Resources Protection and Utilization of Tarim Basin, Alar 843300, China*

**Abstract** The mature fruits from 18 gray jujube producing regions in Southern Xinjiang were used to study the differences of fruit quality indicators in each producing regions and comprehensively evaluate the fruits. Based on the results of previous studies, the eugenic zone of gray jujube in Southern Xinjiang was clarified to provide a reference for improving the quality and efficiency of the jujube industry and scientifically developing the gray jujube industry in Southern Xinjiang. The results showed that there were significant differences in the quality indicators of gray jujube among different production regions. There was a close correlation between each quality. Four common factors were extracted by factor analysis, and their cumulative contribution rate was 82.058%. The contribution rate of each factor was used to calculate the comprehensive score of gray jujube in each producing regions and rank. The 18 producing regions were divided into 3 categories by cluster analysis. The results of factor analysis were basically the same as cluster analysis. The comprehensive fruit quality of gray jujube in the southeast of Tarim Basin was better than that in the northwest. The results of cross-analysis with previous researches showed that the four producing regions including Ruoqiang, Minfeng, Luopu, and Qiemo are not only extremely suitable for the growth and development of gray jujube in terms of climate factors, but the comprehensive quality of gray jujube fruit is better as well. It is indicating that these four producing regions are the best eugenic zones of gray jujube in Southern Xinjiang. The restructuring of the gray jujube eugenic zone in Southern Xinjiang is of guiding significance for developing the jujube industry.

**Keywords** gray jujube; fruit quality; eugenic zone; factor analysis; Southern Xinjiang

(责任编辑: 张志钰)