

景电灌区农耕地枸杞引种试验研究

张宝琳,蔡国军,王三英,张广忠,仲玲玲,武 蕾,胡秉芬

(甘肃省林业科学研究院,甘肃 兰州 730020)

摘 要:从宁夏、内蒙引进 10 个枸杞品种,在甘肃省景电灌区农耕地上开展了品种栽培对比试验。采用单因素多重比较(LSD)法、合理-满意度和多维价值理论的并合规则,对各品种幼树在生长量、产量、果实品质和抗逆性 4 方面进行量化比较和评价筛选。结果表明:0901、宁杞 7 号、宁杞 5 号、宁杞 4 号、宁杞 3 号均表现出适应性强、生长快、抗性强、丰产、果粒大、圆果型等特性,其中 0901、宁杞 7 号、宁杞 5 号为早熟品种,宁杞 7 号、0901、宁杞 4 号的甜菜碱、类胡萝卜素及 16 种氨基酸含量较高,这 5 个品种适宜在景电灌区乃至甘肃枸杞人工栽培区农耕地上大力推广,0901 为最佳品种;扁果枸杞表现出树势中庸、抗性强、果粒大、长扁果型、果粒外观品质佳、多糖及还原型维 C 含量高特性,适宜作为辅助品种适当发展。

关键词:景电灌区;农耕地;枸杞;品种;筛选;多维价值理论

中图分类号:S722.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2013)02-0090-07

Introduction of *Lycium barbarum* Cultivars to Jingdian Irrigated Farmland

ZHANG Bao-lin, CAI Guo-jun, WANG San-ying, ZHANG Guang-zhong,
ZHONG Ling-ling, WU Lei, HU Bing-fen

(Gansu Academy of Forestry, Lanzhou, Gansu 730020, China)

Abstract: Ten cultivars of *Lycium barbarum* from Ningxia and Inner Mongolia were introduced to Jingdian irrigated farmland in Gansu, China. By using single factor multiple comparison (LSD) method and the combination rules of reasonable-satisfaction and multidimensional value theory, the introduced cultivars were compared and screened from the aspects of growth characteristics, yield, fruit quality and stress resistance. The results showed that 5 cultivars, such as 0901, Ningqi No. 7, Ningqi No. 5, Ningqi No. 4, Ningqi No. 3 all demonstrated strong adaptability, fast growth, strong resistance, high yield, big fruit grain, and round fruit type. Cultivar 0901, Ningqi No. 7, Ningqi No. 5 were early-mature varieties. High contents of betaine, carotenoids and 16 amino acids were found in cultivar Ningqi No. 7, 0901, and Ningqi No. 4. All 5 cultivars could be popularized in the test area, in which cultivar 0901 was the best variety. Bianguogouqi showed middle vigor of growth, strong resistance, big and long flat fruit grain, better appearance quality of fruit grain, higher content of polysaccharide and vitamin C, it could be considered as auxiliary variety to be popularized.

Key words: Jingdian irrigated zone; farm land; *Lycium barbarum*; cultivar; screening; multi-dimensional value theory

景电灌区位于甘肃省中部,地处黄土高原与腾格里沙漠的过渡地带,区域辽阔,土地资源丰富,光热资源充足,降水量小,蒸发量大,属温带大陆性干旱荒漠气候,有野生枸杞分布,处在宁夏枸杞自然分

布适生带内,适宜栽培枸杞^[1-2]。自 1999 年引种栽培枸杞成功以来^[2],经 10 余年的发展,景电灌区枸杞栽植已初步进入产业化、规模化发展轨道,优势突出、特色鲜明的枸杞产业带正在形成^[3]。

枸杞在近几年我国农业结构调整及生态农业建设中发挥了重要作用。随着枸杞产业的进一步发展,品种作为产业的源头,越来越受到业内人士的关注^[4]。枸杞属(*Lycium* L.)植物为茄科(Solanaceae)茄族(Solaneae Reichb.)枸杞亚族(Lyciinae Wettst.)植物,全世界约有80种,多分布于暖温带地区,欧洲3种,亚洲7~8种,澳大利亚1种,美洲约45种,南非6种^[5]。目前我国枸杞业的几大产区,绝大多数栽培品种均引自宁夏枸杞(*L. barbarum*)系列品种,少量栽培一些当地种^[6]。丰富枸杞品种,培育、引进、筛选枸杞优质适生品种,可促使枸杞产业在制干、药用、鲜食、加工、蔬用等多方面得到全方位发展,可保障我国枸杞产业的可持续发展。

景电灌区枸杞主栽品种为宁杞1号,随着枸杞产业的发展,现阶段出现了栽培品种单一、产业发展受限的问题^[3]。引进枸杞品种,研究筛选并推广适宜于景电灌区耕作地、盐碱地、沙化地和旱砂地等不同立地类型下栽培的高产、稳产、优质、适应性强的枸杞优良品种,是甘肃省枸杞产业可持续发展的保障。引进、研究、筛选了适宜于景电灌区农耕地上栽培的枸杞优良品种,为当地枸杞产业的发展提供参考依据。

1 试验地概况

试验地位于甘肃省中部的景泰县条山镇兰石农场,地处景电一期引黄提灌区中心地带,36°43′—37°38′N,103°33′—104°43′E。年降水量185 mm,年蒸发量3 038 mm,相对湿度为44%,年均风速3.5 m/s,最大风速21 m/s,年均大风沙尘天气日数21 d,属大陆性干旱型气候。平均年日照时数2 726.5 h,年平均气温8.2℃,极端最高气温36.6℃,极端最低气温-27.3℃,≥0℃积温3 614.8℃,≥10℃积温3 038.2℃,无霜期141 d,光热资源丰富。海拔1 500 m,地势平坦。土壤为荒漠灰钙土。试验园土层深厚,表层以沙质轻壤为主,偏碱性,疏松易耕,为当地农业耕地,适宜枸杞生长。

2 材料与方法

2.1 试验材料

2010年3月引进枸杞栽培品种10个,其中从宁夏枸杞工程技术研究中心引进宁杞1号、宁杞3号、宁杞4号、宁杞5号、宁杞7号等5个品种,从内蒙古园艺研究所引进蒙杞1号、扁果枸杞、0901、07-2、先锋1号等5个品种。10个枸杞品种均为1年生幼苗,苗高、地径等苗木大小基本一致,品种纯正。

2.2 试验方法

2010年3月,将引进的10个品种按试验设计定植在试验地,建立起品种栽培对比试验园,共0.35 hm²。每品种定植1行为1个小区,品种按行顺序排列,兼顾授粉树的搭配,每小区20株,株行距1.5 m×2 m,4次重复。

试验园按枸杞标准化栽培技术进行管理,按时施肥、浇水、修剪、除草、防治病虫害、翻耕土地,各品种管理措施相同。

将枸杞的品种特性分为生长量(包括树高、地径、冠幅、当年发枝数)、产量、抗逆性(主要指抗虫、抗病能力)和果实品质(包括甜菜碱、总糖、多糖、还原形维生素C、类胡萝卜素、氨基酸、可溶性固形物、果形指数、百粒重、鲜干果比)等4个方面,进行统计对比分析与评价筛选^[7-14]。

2.2.1 数据调查方法

生长量:于栽植后2 a,即2011年11月树体停止生长后,用卷尺、游标卡尺及人工数枝条数等方法测定;每品种10株,4次重复。

产量:于栽植后2 a,即2011年6月27日第1批果实成熟时开始采摘,连续采摘全年果实测定产量。全园测产,每小区每品种调查20株,分小区、品种单株收装称重。全年共采摘7次,分别为2011年6月27日、7月19日、7月30日、8月11日、8月25日、9月3日,每次采摘后立即计测鲜果质量,随后送入烘干房制干,计测干果质量。整个采摘期结束后,统计、核算各品种全年鲜、干果株产量和单位面积产量。

抗逆性:主要调查各品种抗病和抗虫的能力。于栽植第2年,既2011年5—7月,全园每木调查染病和发生虫害的株数,每小区调查20株。

果实品质:于2012年7月11日采摘各品种枸杞头茬果,每品种每小区调查10株树,4个小区果实混合后四分法取样,进行果实品质测定,包括果实内在品质和外在品质。甜菜碱,采用高氯酸滴定法检测;类胡萝卜素、多糖、总糖、还原型维生素C等,采用分光光度法检测;可溶性固形物,采用折光法检测;氨基酸:采用GB/T5009.124-2003规定方法检测;百粒重,每次果实采摘后,四分法取样100粒果实,用电子天平称重,3次重复,整个采摘期结束后,计算各采摘时期果实百粒重平均值;果形指数,每次果实采摘后,四分法取样30粒果实,用游标卡尺逐个测定果粒纵径、横径,3次重复,整个采摘期结束后,计算各采摘时期果实纵、横径平均值,计算纵径与横径之比;鲜干果比:每次果实采摘后,3株试验树的鲜果质量与干果质量之比,3次重复,整个采摘

期结束后,计算各采摘时期鲜干果比平均值。

2.2.2 评价筛选方法及步骤

2.2.2.1 分析品种生长适应性 应用单因素多重比较(LSD)法分析各品种的生长表现及适应性。

2.2.2.2 建立品种评价模型 采用待选值的多目标评价体系,作为枸杞品种的选择模型,即将这个体系看作是一个系统,对各枸杞品种进行综合评价筛选(图 1)。

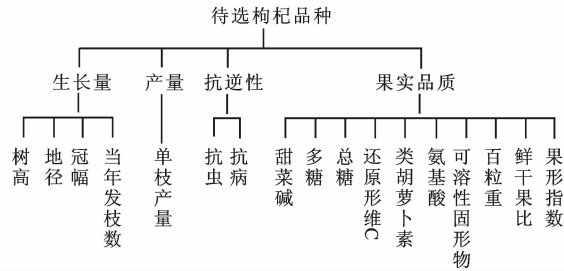


图 1 品种筛选模型

Fig.1 Cultivar screening procedure

2.2.2.3 计算合理-满意度

1)首先计算各单因素的合理-满意度

$$M(a)=\frac{1}{\text{Max}-\text{Min}}(a-\text{Min}) \tag{1}$$

式中: a 代表品种特性各单因素指标值; Max 代表品种特性各单因素指标的最大值; Min 代表品种特性各单因素指标的最小值。

2)其次将单因素的合理-满意度并合成为品种特性的合成合理-满意度。

生长量、产量、果实品质的合成合理-满意度:

$$V=\sum_{i=1}^4\omega_i\mu_i, i=1,2,3,4 \tag{2}$$

式中: ω_i 代表生长量各单因素指标的加法权数,满足 $0\leq\omega_i\leq1$,由专家打分、测算等方法得出,即依据“德尔菲法”的基本原理,选择 10 位以上枸杞研究方面的专家,采取独立填表选取权数的形式,将专家各自选取的权数进行整理和统计分析,最后确定出各因素的权重。具体过程为首先确定取值范围和权数跃值,编制权重系数选取表和选取说明,然后选择专家并独立填取相关表格,最后采用加权平均的方法处理数据,得出各因素权重。 μ_i 代表品种特性各单因素指标的合理-满意度。

以生长量为例,用式(2)计算生长量的合成合理-满意度。生长量选用 4 个因子即树高、地径、冠径、当年发枝数为筛选指标,加权数由专家打分、调查分析、测算等方法得出,分别为 0.42、0.10、0.14、0.34。计算出 10 个枸杞品种生长量的合成合理-满意度为:

$$v=(0.42,0.10,0.14,0.34)$$

$$\begin{bmatrix} 0.52 & 0.56 & 0.33 & \cdots & 0.17 \\ 0.33 & 0.21 & 0.00 & \cdots & 0.22 \\ 1.00 & 0.87 & 0.26 & \cdots & 0.19 \\ 0.00 & 0.24 & 0.47 & \cdots & 0.12 \end{bmatrix}$$

$$=(0.39,0.46,0.33,\cdots,0.15)$$

同理,用式(2)计算出产量、果实品质的合成合理-满意度。

抗逆性的合成合理-满意度:采用乘法并合规则

$$P=V_1^A\times V_2^B \tag{3}$$

式中: V_1 代表抗病性合理-满意度; V_2 代表抗虫性合理-满意度; A 、 B 分别为相应单因素指标的乘法权数, A 为 0.38, B 为 0.62。

3)最后用加法并合规则计算各品种的待选值。

$$R=\sum_{i=1}^4\lambda_i v_i, i=1,2,3,4 \tag{4}$$

式中: λ_i 代表产量、果实品质、生长量、抗逆性的加法权数,满足 $0\leq\lambda_i\leq1$,由专家打分、测算等方法得出其权重系数分别为 0.58、0.18、0.17、0.07。 v_i 代表产量、果实品质、生长量、抗逆性的合成合理-满意度。

3 结果与分析

3.1 品种特性分析

2011 年,对试验园 2 龄树进行了生长量和产量测定、果实品质检测及病虫害发生率调查,具体结果与分析如下。

3.1.1 生长量 各品种枸杞生长量及统计分析结果见表 1。10 个枸杞品种在试验园直观上表现为生长、开花、结果正常。从表 1 中看出,宁杞 5 号的树高、地径、冠幅 3 个指标均为 10 个品种中最大值,当年发枝数为第 2 大值,表现出较强的生长势;宁杞 1 号的当年发枝数数值最大;宁杞 3 号的树高、冠幅 2 个指标为 10 个品种中最小值。

对树高、地径、冠幅、当年发枝数 4 项指标进行单因素多重比较(LSD),结果显示(表 1),树高方面,宁杞 5 号与其他 9 个品种差异极显著($p<0.01$),0901、先锋 1 号与宁杞 3 号差异极显著($p<0.01$)。地径方面,宁杞 5 号与宁杞 4 号、蒙杞 1 号差异显著($p<0.05$);10 个品种间无极显著差异。冠幅方面,0901、宁杞 5 号与宁杞 3 号之间差异显著($p<0.05$);10 个品种间无极显著差异。当年发枝数方面,数据差异较大,最大值的宁杞 1 号除与宁杞 5 号、宁杞 3 号无差异外,与其他 7 个品种均有显著差异($p<0.05$),其中与蒙杞 1 号、先锋 1 号、07-2、宁杞 7 号、0901 差异极显著($p<0.01$);次大值的宁杞 5 号与蒙杞 1 号、先锋 1 号、宁杞 7 号、07-2、0901 差异显著($p<0.05$),最低范围值内的宁杞 7 号、07-2、0901 与其他 7 个品种

有极显著差异($p<0.01$)。

表 1 枸杞品种生长量统计分析

Table 1 Statistics of the growth of *L. barbarum* cultivars

| 品种 | 0901 | 先锋 1 号 | 宁杞 4 号 | 宁杞 5 号 | 宁杞 1 号 | 蒙杞 1 号 | 宁杞 3 号 | 扁果枸杞 | 宁杞 7 号 | 07-2 |
|-------------------------|---------|---------|-----------|---------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|
| 树高 | 1.4bB | 1.42bB | 1.3bcBC | 1.65aA | 1.29bcBC | 1.25bcBC | 1.13cC | 1.22bcBC | 1.31bcBC | 1.22bcBC |
| 地径 | 2.85abA | 2.77abA | 2.63bA | 3.3aA | 2.9abA | 2.64bA | 2.85abA | 2.84abA | 2.98abA | 2.78abA |
| 冠幅 | 1.62aA | 1.59abA | 1.45abA | 1.62aA | 1.51abA | 1.45abA | 1.39bA | 1.52abA | 1.49abA | 1.41abA |
| 当年发枝数/个·株 ⁻¹ | 189dC | 231cdBC | 270bcdABC | 336abAB | 363aA | 237cdBC | 312abcABC | 249bcdABC | 201dC | 210dC |

注:同行数据不同小写字母表示差异显著($p<0.05$),不同大写字母表示差异非常显著($p<0.01$),表 2 同。

3.1.2 产量 各品种枸杞当年株产量及统计分析结果见表 2。从表 2 中看出,10 个枸杞品种中,产量最高的为 0901,产量最低的为蒙杞 1 号,当地主栽品种宁杞 1 号产量居中。以宁杞 1 号为对照,0901、宁杞 3 号、宁杞 4 号、宁杞 7 号、宁杞 5 号 5 个品种产量均有增加,增幅从 33.66%到 6.24%不等,0901 增幅最大,宁杞 5 号增幅最小;扁果枸杞、07-2、先

锋 1 号、蒙杞 1 号 4 个品种产量均有下降,蒙杞 1 号下降幅度最大,达到 80.68%。

单因素多重比较(LSD)分析显示,0901、宁杞 3 号、宁杞 4 号、宁杞 7 号、宁杞 5 号、宁杞 1 号与蒙杞 1 号均有极显著差异($p<0.01$);0901 与先锋 1 号、蒙杞 1 号差异显著($p<0.05$);0901、宁杞 3 号、宁杞 4 号、宁杞 7 号、宁杞 5 号与宁杞 1 号无显著差异。

表 2 枸杞品种株产量统计分析

Table 2 Statistics of the yield per plant of *L. barbarum* cultivars

| 品种 | 0901 | 先锋 1 号 | 宁杞 4 号 | 宁杞 5 号 | 宁杞 1 号 | 蒙杞 1 号 | 宁杞 3 号 | 扁果枸杞 | 宁杞 7 号 | 07-2 |
|-----------------------|---------|-----------|----------|----------|----------|---------|----------|-----------|----------|------------|
| 产量/kg·株 ⁻¹ | 0.606aA | 0.231bcAB | 0.533abA | 0.481abA | 0.453abA | 0.088cB | 0.535abA | 0.421abAB | 0.527abA | 0.304abcAB |

3.1.3 抗逆性 各品种枸杞病虫害发生情况见表 3。枸杞具有很强的抗旱、抗寒性,各品种在本试验区气候条件下表现为生长、开花、结果正常,所以其抗逆性主要表现在抵抗病虫害为害的能力方面。试验园病害以枸杞根腐病为主,少有黑果病发生;虫害以瘿螨为主,少有蚜虫和红瘿蚊为害。从表 3 中看出,

试验园虫害发生率平均较病害发生率高,宁杞 5 号染病率最高,为 9.81%,蒙杞 1 号次之,为 8.55%,宁杞 4 号最低,为 3.23%;蒙杞 1 号虫害发生率最高,为 10%,先锋 1 号次之,为 9%,0901 和宁杞 3 号最低,为 4%;综合两方面,蒙杞 1 号病虫害发生率最高。

表 3 枸杞品种病虫害发生率

Table 3 Incidence of plant diseases and pests of *L. barbarum* cultivars

| 品种 | 0901 | 先锋 1 号 | 宁杞 4 号 | 宁杞 5 号 | 宁杞 1 号 | 蒙杞 1 号 | 宁杞 3 号 | 扁果枸杞 | 宁杞 7 号 | 07-2 |
|-------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|------|
| 染病率/% | 4.94 | 5.06 | 3.23 | 9.81 | 3.49 | 8.55 | 5.88 | 5.95 | 6.6 | 7.41 |
| 虫害率/% | 4 | 9 | 5 | 7 | 9 | 10 | 4 | 5 | 7 | 6 |

3.1.4 果实品质 对 10 个枸杞品种果实进行了品质测定(表 4)。枸杞果实品质是评价枸杞品种优劣非常重要的经济指标。试验共测定了 10 个指标,分外观品质和内在品质两方面,其中百粒重、果形指数、鲜干果比为果实外观品质,决定着果实商品性;其余 7 项为果实内在品质,决定着果实的营养及药用性^[15]。从表 4 中要看出,干果百粒重和果形指数最大的品种为蒙杞 1 号,表明 10 个品种中蒙杞 1 号果粒最大、果形最长,果实外观有特色;甜菜碱、类胡萝卜素、16 种氨基酸含量最高的品种分别为宁杞 7 号、0901、宁杞 4 号,宁杞 1 号的总糖和可溶性固形物含量最高,扁果枸杞的多糖、还原型维 C 含量最高。

3.2 品种筛选

采用合理-满意度和多维价值理论并合规则对不同枸杞品种进行综合评定筛选。首先计算出各单因素的合理-满意度,其次将单因素的合理-满意度并合成为品种特性的合理-满意度,最后用加法并合规则计算出各品种的待选值。根据待选值,筛选适生、优良的枸杞品种。

3.2.1 单因素的合理-满意度 植物品种表现出的各种特性满足人们对其需要的合理或满意程度为植物的合理-满意度。若某一特征因素完全符合“规律”,则定义其合理-满意度为 1,若不合乎“规律”则其合理-满意度为 0,所有合理-满意度 $M(a)$ 应满足: $0\leq M(a)\leq 1$ 。根据表 1~4 中数据,按式(1)计算出

枸杞各品种单因素合理-满意度(表 5)。

表 4 枸杞品种果实品质
Table 4 Fruit qualities of *L. barbarum* cultivars

| 品种 | 0901 | 先锋 1 号 | 宁杞 4 号 | 宁杞 5 号 | 宁杞 1 号 | 蒙杞 1 号 | 宁杞 3 号 | 扁果枸杞 | 宁杞 7 号 | 07-2 |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 干果百粒重 | 26.45 | 21.35 | 20.40 | 32.9 | 20.39 | 38.06 | 26.72 | 25.22 | 23.12 | 25.52 |
| 干果果形指数 | 2.68 | 2.47 | 2.45 | 2.50 | 2.57 | 3.33 | 2.30 | 2.26 | 2.54 | 2.33 |
| 鲜干果比 | 4.00 | 4.96 | 4.56 | 4.83 | 4.00 | 3.69 | 4.54 | 4.82 | 5.04 | 3.26 |
| 甜菜碱/% | 1.06 | 0.92 | 1.07 | 0.86 | 1.03 | 0.87 | 0.98 | 0.96 | 1.12 | 1.01 |
| 类胡萝卜素 /mg·(100g) ⁻¹ | 51.88 | 31.64 | 28.78 | 24.87 | 42.46 | 25.99 | 6.97 | 45.17 | 40.33 | 36.76 |
| 总糖/% | 9.63 | 10.31 | 9.15 | 10.56 | 10.82 | 9.89 | 10.07 | 10.20 | 9.72 | 10.70 |
| 多糖 /mg·(100g) ⁻¹ | 9.42 | 7.76 | 11.03 | 8.29 | 7.34 | 8.53 | 10.54 | 11.33 | 7.84 | 8.17 |
| 还原型 mg·(100g) ⁻¹ | 965.95 | 778.38 | 810.53 | 834.08 | 858.15 | 882.13 | 744.22 | 1 233.18 | 949.42 | 747.61 |
| 16 种氨基酸/% | 10.77 | 7.55 | 11.06 | 7.89 | 7.38 | 8.43 | 7.59 | 7.92 | 8.86 | 8.82 |
| 可溶性固 形物/% | 75.29 | 77.97 | 75.61 | 80.41 | 80.83 | 77.32 | 80.67 | 78.52 | 73.47 | 78.46 |

表 5 枸杞品种的单因素合理-满意度
Table 5 Single factor rationalization-satisfaction indices of *L. barbarum* cultivars

| 品种 | 0901 | 先锋 1 号 | 宁杞 4 号 | 宁杞 5 号 | 宁杞 1 号 | 蒙杞 1 号 | 宁杞 3 号 | 扁果枸杞 | 宁杞 7 号 | 07-2 |
|------------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|------|
| 树高/m | 0.52 | 0.56 | 0.33 | 1.00 | 0.31 | 0.23 | 0.00 | 0.17 | 0.35 | 0.17 |
| 地径/cm | 0.33 | 0.21 | 0.00 | 1.00 | 0.40 | 0.01 | 0.33 | 0.31 | 0.52 | 0.22 |
| 冠幅/m ² | 1.00 | 0.87 | 0.26 | 1.00 | 0.52 | 0.26 | 0.00 | 0.57 | 0.43 | 0.09 |
| 当年发枝数/个 ·株 ⁻¹ | 0.00 | 0.24 | 0.47 | 0.84 | 1.00 | 0.28 | 0.71 | 0.34 | 0.07 | 0.12 |
| 产量/kg ·株 ⁻¹ | 1.00 | 0.28 | 0.86 | 0.76 | 0.70 | 0.00 | 0.86 | 0.64 | 0.85 | 0.42 |
| 抗病性 | 0.74 | 0.72 | 1.00 | 0.00 | 0.96 | 0.19 | 0.60 | 0.59 | 0.49 | 0.36 |
| 抗虫性 | 1.00 | 0.17 | 0.83 | 0.50 | 0.17 | 0.00 | 1.00 | 0.83 | 0.50 | 0.67 |
| 干果百粒重/g | 0.34 | 0.05 | 0.00 | 0.71 | 0.00 | 1.00 | 0.36 | 0.27 | 0.15 | 0.29 |
| 干果果形指数 | 0.39 | 0.20 | 0.18 | 0.22 | 0.29 | 1.00 | 0.04 | 0.00 | 0.26 | 0.07 |
| 鲜干果比 | 0.58 | 0.04 | 0.27 | 0.12 | 0.58 | 0.76 | 0.28 | 0.12 | 0.00 | 1.00 |
| 甜菜碱/% | 0.77 | 0.23 | 0.81 | 0.00 | 0.65 | 0.04 | 0.46 | 0.38 | 1.00 | 0.58 |
| 类胡萝卜素 /mg·(100g) ⁻¹ | 1.00 | 0.55 | 0.49 | 0.40 | 0.79 | 0.42 | 0.00 | 0.85 | 0.74 | 0.66 |
| 总糖/% | 0.29 | 0.69 | 0.00 | 0.84 | 1.00 | 0.44 | 0.55 | 0.63 | 0.34 | 0.93 |
| 多糖 /mg·(100g) ⁻¹ | 0.52 | 0.11 | 0.92 | 0.24 | 0.00 | 0.30 | 0.80 | 1.00 | 0.13 | 0.21 |
| 还原型 VC /mg·(100g) ⁻¹ | 0.45 | 0.07 | 0.14 | 0.18 | 0.23 | 0.28 | 0.00 | 1.00 | 0.42 | 0.01 |
| 16 种氨基酸/% | 0.92 | 0.05 | 1.00 | 0.14 | 0.00 | 0.29 | 0.06 | 0.15 | 0.40 | 0.39 |
| 可溶性固形物/% | 0.25 | 0.61 | 0.29 | 0.94 | 1.00 | 0.52 | 0.98 | 0.69 | 0.00 | 0.68 |

3.2.2 品种特性的合成合理-满意度 根据表 5 中合成各品种生长量、果实品质、产量和抗逆性的合成数据,按式(2)、式(3)将单因素合理-满意度计算并合理-满意度(表 6)。

表 6 枸杞品种特性的合成合理-满意度
Table 6 Consolidating rationalization-satisfaction indices of *L. barbarum* cultivars

| 品种 | 0901 | 先锋 1 号 | 宁杞 4 号 | 宁杞 5 号 | 宁杞 1 号 | 蒙杞 1 号 | 宁杞 3 号 | 扁果枸杞 | 宁杞 7 号 | 07-2 |
|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|------|
| 生长量 | 0.39 | 0.46 | 0.33 | 0.95 | 0.58 | 0.23 | 0.27 | 0.30 | 0.28 | 0.15 |
| 产量 | 1.00 | 0.28 | 0.86 | 0.76 | 0.70 | 0.00 | 0.86 | 0.64 | 0.85 | 0.42 |
| 果实品质 | 0.57 | 0.26 | 0.45 | 0.37 | 0.44 | 0.48 | 0.36 | 0.50 | 0.38 | 0.48 |
| 抗逆性 | 0.89 | 0.29 | 0.89 | 0.00 | 0.33 | 0.00 | 0.82 | 0.73 | 0.50 | 0.53 |

3.2.3 各品种的待选值 依照加法并合规则,结合各品种的待选值(表 7)。从表 7 中看出,在综合考虑各待选枸杞品种的生长量、丰产性、果实品质和抗

逆性的合理-满意度的情况下,0901 表现最佳,宁杞 4 号、宁杞 5 号、宁杞 3 号、宁杞 7 号、宁杞 1 号表现良好,扁果枸杞表现一般,07-2、先锋 1 号、蒙杞 1 号表现欠佳。

表 7 枸杞品种的待选值

| Table 7 Values of awaiting for the selection of <i>L. barbarum</i> cultivars | | | | | | | | | | |
|--|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|------|
| 品种 | 0901 | 先锋 1 号 | 宁杞 4 号 | 宁杞 5 号 | 宁杞 1 号 | 蒙杞 1 号 | 宁杞 3 号 | 扁果枸杞 | 宁杞 7 号 | 07-2 |
| 待选值 | 0.81 | 0.31 | 0.70 | 0.67 | 0.61 | 0.13 | 0.67 | 0.56 | 0.64 | 0.39 |

4 结 论

综上所述,在景电灌区乃至甘肃省枸杞人工栽培区农耕地上,0901、宁杞 4 号、宁杞 5 号、宁杞 3 号、宁杞 7 号、宁杞 1 号等 6 个枸杞品种适宜发展,可大面积推广;扁果枸杞较适宜发展,可根据栽培区具体情况,选择栽培;07-2、先锋 1 号、蒙杞 1 号等 3 个枸杞品种不适宜发展。

参考文献:

[1] 李银科,刘世增,李发明,等. 景电灌区几种土地利用方式土壤有机碳和养分特征研究[J]. 中国生态农业学报,2010,18(2): 267-271.
LI Y K,LIU S Z,LI F M,*et al.* Soil organic carbon and nutrient content under different land use patterns in Jingdian Irrigation Zone[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2010, 18 (2): 267-271. (in Chinese)

[2] 侯晓娴,肖生祯. 景电灌区枸杞引种栽培试验初报[J]. 安徽农学通报,2010(17):123-124.

[3] 张莉,李茂哉,杨斌. 甘肃省枸杞产业化发展中存在的突出问题及发展建议[J]. 甘肃林业科技,2010(1):57-60.
ZHANG L,LI M Z,YANG B. Outstanding problems and development suggestions of industrialization development of *Lycium chinensis* in Gansu Province[J]. Journal of Gansu Forestry Science and Technology,2010(1):57-60. (in Chinese)

[4] 安巍,章惠霞,何军,等. 枸杞育种研究进展[J]. 北方园艺,2009(5):125-128.
AN W,ZHANG H X,HE J,et al. Progress and Prospects of wolfberry breeding[J]. Northern Horticulture, 2009(5): 125-128. (in Chinese)

[5] 王晓宇,陈鸿平,银玲,等. 中国枸杞属植物资源概述[J]. 中药与临床,2011(5):1-3.
WANG X Y,CHEN H P,YIN L,*et al.* A brief overview on the plant resources of *Lycium* L. in China[J]. Pharmacy and Clinics of Chinese Materia Medica,2011(5):1-3. (in Chinese)

[6] 董静洲,杨俊军,王瑛. 我国枸杞属物种资源及国内外研究进展

[J]. 中国中药杂志,2008(18):2022-2027.
DONG J Z,YANG J J,WANG Y. Resources of *Lycium* species and related research progress[J]. China Journal of Chinese Materia Medica,2008(18):2022-2027. (in Chinese)

[7] 何红君. 宁夏枸杞主要经济性状与有效成分的研究[D]. 杨陵:西北农林科技大学,2007:16-21.

[8] 黄曙光,杨谷良,方传锦. 运用多维价值理论对 40 个梨品种果品品质的评价[J]. 湖南林业科技,2003(12):26-27.

[9] 赵思东,袁德义,张琳,等. 砂梨新品种引种筛选研究[J]. 中南林业科技大学学报:自然科学版,2007,27(1):30-34.
ZHAO S D,YUAN D Y,ZHANG L,*et al.* Study of the screening of sand pear (*Pyrus pyrifolia*) cultivars[J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology: Natural Science,2007,27(1):30-34. (in Chinese)

[10] 赵思东,刘显旋,何钢,等. 鄂豫陕接壤区山楂品种选优研究[J]. 中南林学院学报,1990,10(2):101-106.

[11] 刘生禹,赵志贤. 陕北黄土高原岗状丘陵区枣树引种试验研究[J]. 西北林学院学报,2001,16(3):18-22
. LIU S Y,ZHAO Z X. Trials and research on jujube introduction in Hilly Areas of oess Plateau in Northern Shaanxi[J]. Journal of Northwest Forestry University,2001,16(3):18-22. (in Chinese)

[12] 刘朝斌,高绍棠,黄昌新. 哈特勒品种核桃引种调查[J]. 西北林学院学报,2000(3):36-40.
LIU C B,GAO S T,HUANG C X. An investigation of the introduction of “Hartley”walnut variety[J]. Journal of Northwest Forestry Univdrsrity,2000(3):36-40. (in Chinese)

[13] 吴春荣,彭鸿嘉,满多清,等. 甘肃景泰电灌区枸杞引种选优试验研究[J]. 干旱区资源与环境,2001(3):79-82.
WU C R,PENG H J,MAN D Q,*et al.* A research on fine variety selection of *Lycium barbarum* in jin-taielectrical irrigation area[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment,2001(3):79-82. (in Chinese)

[14] 王焯尘. 多维价值理论在工业技术系统选择和应用中应用[J]. 国外自动化,1982(1):11-21.

[15] 徐青,郑国琦. 不同灌溉方式对宁夏枸杞果实主要品质的影响[J]. 江苏农业科学,2009(6):256-257.