

## ◇资源开发◇

## 黑果枸杞资源调查及其原花青素含量差异分析

刘增根<sup>1,2,3</sup>, 康海林<sup>4</sup>, 岳会兰<sup>1,2,3</sup>, 梅丽娟<sup>1,2,3</sup>, 陶燕铎<sup>1,2,3</sup>, 邵 贇<sup>1,2,3\*</sup>

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001;

2. 中国科学院藏药研究重点实验室, 青海 西宁 810001;

3. 青海省藏药研究重点实验室, 青海 西宁 810001; 4. 西宁市园林植物园, 青海 西宁 810001)

**摘要:**目的 调查我国黑果枸杞资源的主要分布和储量,了解不同产区黑果枸杞功效成分原花青素含量差异,为该资源的合理开发利用提供科学依据。方法 采用查阅文献、标本资料结合走访调研、实地调查、样地调查等方法对分布在我国的黑果枸杞资源情况进行系统调查研究,并收集和保存种质资源;采用香草醛盐酸法对原花青素含量进行测定。结果 黑果枸杞主要分布在青海柴达木盆地、甘肃河西走廊、内蒙古西部、宁夏中北部、新疆北部、塔里木河流域以及南疆的喀什和田地区,而新疆和青海野生资源分布面积分别高达45万亩和40万亩,但部分地区野生资源蕴藏量严重下降;青海产的黑果枸杞原花青素含量最高,野生的含量为 $3.43 \pm 0.59\%$ ,而种植的含量普遍略高于野生的。结论 加强对黑果枸杞野生资源的管护,合理限量采摘,大力发展人工种植技术,积极开展黑果枸杞资源的综合评价和质量标准研究,保证其可持续开发利用。

**关键词:** 黑果枸杞; 资源调查; 原花青素

DOI 标识: doi: 10.3969/j.issn.1008-0805.2018.07.062

中图分类号: R282 文献标识码: A 文章编号: 1008-0805(2018)07-1713-04

**Resources investigation of *Lycium ruthenicum* Murr. and analysis of fruits proanthocyanidin from different regions**LIU Zeng-gen<sup>1,2,3</sup>, KANG Hai-lin<sup>4</sup>, YUE Hui-lan<sup>1,2,3</sup>, MEI Li-juan<sup>1,2,3</sup>, TAO Yan-duo<sup>1,2,3</sup>, SHAO Yun<sup>1,2,3\*</sup>

(1. Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China; 2. Key Laboratory of Tibetan Medicine Research, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China; 3. Key Laboratory of Tibetan Medicine Research of Qinghai Province, Xining 810001, China; 4. Xining Botanical Garden, Xining 810001, China)

**Abstract: Objective** To investigate the distribution and reserves of *Lycium ruthenicum* resources, and to analyze the proanthocyanidins contents in the ripe fruits of *L. ruthenicum* from different areas. **Methods** Literature survey, visit, field investigation and market investigation were carried out in this study, and the contents of proanthocyanidins were measured by Vanillin-HCL assay.

**Results** *L. ruthenicum* was mainly distributed in Qaidam Basin of Qinghai, Hexi Corridor of Gansu, Western Inner Mongolia, Central and Western Ningxia, Northern and Southern Xinjiang, and Tarim River Basin of Xinjiang. The wild resources were very rich in Qinghai and Xinjiang, which have 400 thousand mu and 450 thousand mu, respectively. In some places, the wild resources tended to decrease heavily. The proanthocyanidins content was highest in Qinghai, which reached  $3.43 \pm 0.59\%$  in the wild ripe fruits. By comparison of the content of proanthocyanidins, the cultivated fruits were slightly higher than the wild in the most area. **Conclusion** It is strongly suggested to strengthen the management and protection of the wild resources, and rationally control the excavation of *L. ruthenicum*. Simultaneously, it is very necessary to develop the cultivation and production technology, and the evaluation of the resources and establishment of quality standards should be done currently. Therefore, we believe that all these effective measures can ensure the sustainable utilization of the *L. ruthenicum* resources.

**Key words:** *Lycium ruthenicum*; Resources investigation; Proanthocyanidin

收稿日期: 2017-12-12; 修订日期: 2018-04-26

基金项目: 国家自然科学基金(31600262);

青海省藏药研究重点实验室创新平台发展建设专项  
(2017-ZJ-Y11)

作者简介: 刘增根(1987-),男(汉族),江西上栗人,中国科学院西北高原生物研究所副研究员,博士学位,主要从事特色药用植物资源研究与开发工作。

\* 通讯作者简介: 邵 贇(1962-),女(汉族),安徽宿州人,中国科学院西北高原生物研究所研究员,博士研究生导师,主要从事高山植物种质资源综合评价研究工作。

黑果枸杞 *Lycium ruthenicum* Murr. 为茄科(Solanaceae)枸杞属(*Lycium*)的一种多年生多棘刺灌木(图1),主要分布在我国的新疆、青海、甘肃、宁夏和内蒙古,中亚、高加索和欧洲亦有分布,常生于盐碱荒漠地、沙地、干河床或渠路旁<sup>[1-3]</sup>。近些年来,许多研究表明,黑果枸杞含有丰富的矿质元素、维生素、氨基酸等营养成分以及较高的原花青素、花色苷、多酚、多糖、甜菜碱等功效成分<sup>[4-6]</sup>,并具有抗氧化、增强机体免疫、防治心脑血管疾病等药理活性<sup>[7-10]</sup>。正是由于其较高的营养价值和药效价值而受到广泛关注,然而生态环境的逐渐恶化,人为过度采摘,导致野生黑果枸杞资源量逐年减少<sup>[11,12]</sup>,因而对其展开本底调查、了解资源的分布状况和储量成为从事黑果枸杞科研工作者的一项十分必要的

工作。原花青素是黑果枸杞的主要功效成分之一。本文对不同产区野生和种植的黑果枸杞中原花青素含量进行了研究,以期为黑果枸杞开展人工种植、规范市场秩序提供科学依据。



图 1 黑果枸杞

### 1 调查内容和方法

1.1 调查内容 调查内容包括黑果枸杞的种质资源类型及分布特点、植株形态特征、生物学特性、群落特征、生态地理因子、资源量、市场及产销情况等。

#### 1.2 调查方法

1.2.1 文献调查 首先大量查阅黑果枸杞植物分类及相关文献资料、腊叶标本和模式标本,这些标本信息来自中国科学院西北高原生物研究所青藏高原生物标本馆、中国数字植物标本馆及中国科学院植物研究所、中国科学院昆明植物研究所等标本馆,结合《中国植物志》和《青海植物志》的记载,了解黑果枸杞的分布

区域和现状以及植被的生态状况等。根据不同的县乡行政区划、生态地理环境及黑果枸杞形态特征和生物学特性制定野外调查计划和调查时间。

1.2.2 走访调查与实地调查 在确定调查区域内,以走访或咨询的方式向当地农牧局、食药监局、医院、药材农贸市场、种植户、村民百姓了解当地黑果枸杞资源分布、产销、价格、资源量等情况。实地调查的同时采集原植物标本、成熟果实和种子,采挖少量种苗、拍摄生境及全株照片作为凭证标本保存,同时记录来源地、海拔、生态环境因子、生境、伴生植物等相关信息。

1.2.3 路线调查与样方调查 根据文献调查和走访调查,确定调查区域主要为青海柴达木地区的格尔木、德令哈、都兰、大柴旦、花土沟,新疆北部的昌吉、哈密一带,中部以阿克苏、阿拉尔、库尔勒为中心的塔里木河流域/以及以喀什、和田为中心的南疆地区,甘肃河西走廊地区,内蒙古阿拉善盟和巴彦淖尔地区以及宁夏的中北部。样方通过随机抽取的方法确定,每个样方大小设置为 2m×2m,在每个样方内统计分析黑果枸杞株数、伴生植物、植被密度和盖度、分布状况等信息,同时收集每个样方内成熟黑果枸杞果实约 500g,用于原花青素含量测定。结合实际走访的各个黑果枸杞分布区,根据植株的生境、野生分布面积和种植面积等因素,确定设置样地 43 个,每样地设置样方 3 个,还要求每个样方内至少有 7 株黑果枸杞。具体调查地点、生境、伴生物种及资源估测分布面积等信息如表 1。

表 1 黑果枸杞调查信息及群落特征

分布省区	主要产地	生境	主要伴生物种	平均海拔/m	资源分布面积/万亩
新疆	北部:昌吉、精河、乌苏、石河子、阜康、奇台、哈密	盐碱荒漠沙滩、河岸、渠路两边	芦苇、多枝柽柳、胡杨、中麻黄、梭梭、盐爪爪、合头草、白刺、泡泡刺、膜果麻黄、合头草、骆驼刺、骆驼蓬、球穗藜草、沙拐枣、短叶假木贼、野胡麻、肉苁蓉、中亚紫菀木	670	野生:7~9 种植:8~9
	中部(塔里木河流域):库尔勒、尉犁、轮台、库车、阿拉尔、阿克苏	河床沙滩、渠路边,盐碱荒漠地		1100	野生:18~20 种植:4~6
	南部:喀什、英吉沙、叶城、和田、策勒、民丰、且末、若羌	戈壁荒漠、河流、渠路边		1440	野生:15~16 种植:2~3
青海	柴达木盆地及其边缘地区:格尔木、德令哈、都兰(诺木洪)、大柴旦、花土沟	盐碱化沙地、荒地、戈壁滩、干河床、荒漠沙滩、渠路边	芦苇、梭梭、多枝柽柳、胡杨、白刺、锁阳、赖草、膜果麻黄、盐爪爪、盐地凤毛菊、雾冰藜、海乳草、合头草、罗布麻	2850	野生:35~40 种植:15~18
甘肃	河西走廊地区:嘉峪关、敦煌、瓜州、酒泉、张掖、金昌、民勤、武威	荒山野岭、河床沙滩边、荒漠戈壁滩	梭梭、芦苇、野胡麻、中麻黄、甘草、多枝柽柳、泡泡刺、白刺、锁阳、黄花补血草、合头草、盐生草、醉马草、短叶假木贼	1520	野生:15~17 种植:6~8
宁夏	中北部:石嘴山、银川、青铜峡、中卫	盐化沙地、高山沙林、荒漠河岸边	宁夏枸杞、肉苁蓉、野胡麻、甘草、多枝柽柳、白刺、沙棘、沙蓬、醉马草、合头草	1210	野生:5~7 种植:2~3
内蒙古	西部:额济纳旗、阿拉善右旗、阿拉善左旗、巴彦淖尔、乌拉特前旗	盐碱化荒漠地、戈壁滩、干河床、渠路边	胡杨、梭梭、肉苁蓉、泡泡刺、白刺、锁阳、多枝柽柳、沙葱、中亚紫菀木、沙拐枣、短叶假木贼、醉马草、盐生草、盐地凤毛菊、甘草	1100	野生:20~25 种植:10~13

### 1.3 原花青素测定

1.3.1 测定方法 结合参考文献<sup>[13,14]</sup>中原花青素提取与测定方法并进行了改进。黑果枸杞经喷雾干燥、粉碎后,准确称取其粉末 0.1g,置于 25ml 具塞锥形瓶中,加入甲醇 10ml,密塞、称定重量,超声提取(功率 300W,频率 50kHz,温度 45℃) 15min 后,冷却至室温后再次称定重量,用甲醇补足减失的重量后定容至 10ml,摇匀,得样品溶液。取样品溶液 1ml 加入试管中(试管用锡箔纸包裹严实,仅留管口加样),随即加入 3 ml 的 4% 香草醛甲醇溶液,再加入 1.5ml 浓盐酸,充分摇匀。室温显色 10min,于波长 500nm 处检测吸光度值,重复 3 次,取其平均值。

1.3.2 标准曲线绘制 分别准确量取 0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0ml 浓度为 1mg/ml 儿茶素对照品溶液,分别置于 25ml 容量瓶中,用甲醇定容至 25 ml,摇匀,即得到 0~0.12mg/ml 的对照品溶液。以相应试剂为空白,于前述测定方法在波长 500nm 处测定吸光度 A,以浓度 B 对 A 进行回归分析,得线性方程  $A = 5.1925B + 0.0037$   $r = 0.9924$ 。

1.3.3 精密度和稳定性实验 取“1.3.1”项下方法配制成的样品溶液,准确称定后进行精密密度实验,连续测定吸光度 3 次,取其平均值, RSD 值为 0.57%,表明该方法的精密密度较高,仪器性能稳定。同时进行稳定性实验,在 0、2、4、6、8、10h 不同的时间段分别测定吸光度,得到 RSD 为 1.12%,表明供试样品在 10h 内稳定性良好。

1.3.4 样品测定 每份黑果枸杞干粉样品分别取 3 份,按“1.3.1”项下的方法进行吸光值的测定,代入标准曲线方程可得黑果枸杞干果中原花青素的含量,并计算其平均值。

## 2 结果

2.1 分布区域及生态地理环境 通过实地调查发现,我国的黑果枸杞资源主要分布于青海柴达木地区海西蒙古族藏族自治州,新疆的昌吉回族自治州、哈密、巴音郭楞蒙古自治州、阿克苏、阿拉尔、喀什、和田,甘肃河西走廊地区嘉峪关、酒泉、张掖、武威、金昌,宁夏中卫、银川、石嘴山,以及内蒙古阿拉善盟、巴彦淖尔等地区(图 2)。生境主要为盐碱化沙地、荒地,戈壁滩,干河床、渠路

边,生态系统主要是属于荒漠生态系统;分布的海拔新疆最低,其余地区海拔均高于 1000m,青海的最高,平均海拔达 2850m。调查表明,黑果枸杞属于喜光、耐寒耐旱、耐盐碱植物,生长地区年均气温、年均降水、年均湿度均较低(表 2),年均日照时数超过 2500h,辐射强烈,土壤较为贫瘠,主要为荒漠盐碱土。

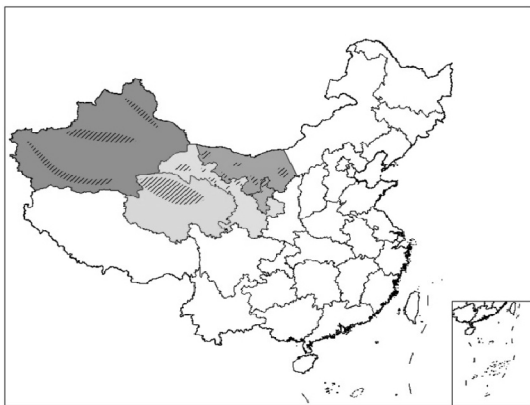


图 2 黑果枸杞分布区  
(主要分布在新疆、青海、甘肃、宁夏及内蒙古西部,斜线代表连片分布区)

表 2 黑果枸杞调查区生态地理因子及原花青素含量<sup>\*</sup>( $\bar{x} \pm s$ )

序号	样品收集地	年均气温 / $^{\circ}\text{C}$	年均降水 /mm	年均湿度 /%	年均日照时数 /h	原花青素含量 /%
1	新疆北部	6.1	239.1	59.8	2755	野生: 2.04 $\pm$ 0.67 种植: 2.19 $\pm$ 0.54
2	新疆中部(塔里木河流域)	10.5	63.2	52.0	2914	野生: 2.61 $\pm$ 0.79 种植: 2.82 $\pm$ 0.46
3	新疆南部	12.2	34.4	42.3	2583	野生: 2.33 $\pm$ 0.62 种植: 2.52 $\pm$ 0.55
4	青海柴达木盆地及其边缘地区	3.8	113.1	33.6	3154	野生: 3.43 $\pm$ 0.59 种植: 3.68 $\pm$ 0.70
5	甘肃河西走廊地区	7.9	105.9	46.5	3011	野生: 2.34 $\pm$ 0.75 种植: 2.63 $\pm$ 0.49
6	宁夏中北部	8.6	186.6	53.2	2903	野生: 2.11 $\pm$ 0.83 种植: 1.97 $\pm$ 0.76
7	内蒙古西部	8.7	106.0	43.0	3015	野生: 2.16 $\pm$ 0.68 种植: 1.75 $\pm$ 0.32

\* 样品采集时间为 2016 年 8 月中下旬至 9 月初

2.2 生物学特征 黑果枸杞为多棘刺小灌木,高一般 15~50 cm,多分枝;枝斜生或横卧于地面,皮白色,坚硬,小枝顶端刺状,节间短缩,具无叶短棘刺;短枝位于棘刺两侧,在幼枝上不明显,在老枝上则成瘤状。叶 2~6 枚簇生于短枝上,肉质,线状圆柱形或线状披针形,一般长 5~35 mm,宽 1~5 mm,先端钝圆,基部渐狭,近无柄。花 1~2 朵生于短枝上;花梗细,先端不膨大;花萼筒状钟形,长 3~5 mm,果实稍膨大 2~4 浅裂,边缘有疏缘毛;花冠漏斗形,浅紫色,长 10~15 mm,5 浅裂,裂片卵状长圆形,长约为筒部的 1/2,无缘毛,耳片不明显;雄蕊着生于冠筒中部,稍伸出花冠,花丝基部有疏绒毛,冠筒基部亦有疏绒毛;花柱不伸出花冠外,与雄蕊近等高。浆果完全成熟后黑紫色,球形,有时顶端稍凹陷,一般直径 4~12 mm。种子肾形,褐色,长约 2.2 mm,宽 1.7 mm。花果期 5~10 月。

据显微镜观察和目测,黑果枸杞植物形态与生长的生态地理因素(如海拔、土壤、水分、温度等)有一定的相关性,但形态变化不显著。各种黑果枸杞植株形态的主要区别体现在叶子和茎高上,荒漠化、盐碱化越重的地区,黑果枸杞叶子成短的肉质圆柱线形,果实相对较小,株高较矮(15~40cm);而分布在干河床或渠

路边的黑果枸杞叶子扁平细长,果实较大,株高一般为 80~120cm,有的高达 160cm。另外,花果期也有差别,青海、内蒙古的黑果枸杞花果期一般在 6~8 月,而新疆、甘肃、宁夏的花果期在 5~10 月,且分两期。

2.3 种群与群落特征 由于黑果枸杞的生长环境较为严格,生态地理因子对其分布制约显著。黑果枸杞主要分布于盐碱荒漠地、沙地、戈壁及河床、渠路旁,在片状的荒漠盐碱地上呈现片状分布种群,在干河床或水渠边则呈现点状、带状分布,由于分布种群较散,各个种群间有时缺少交流环节。前期的研究表明<sup>[3]</sup>,黑果枸杞总的遗传变异中 15.55% 存在于居群间,84.55% 存在于居群内,遗传分化在组与组之间以及组内居群间和居群内存在显著性差异( $P < 0.001$ )。黑果枸杞主要为异株异花授粉,种群间通过传粉的方式进行基因流动且交流较为频繁(基因流  $N_m = 1.82$ ),使得种群间在遗传上多是相互融合的,所以不同种群间表现出形态的一致性。

黑果枸杞植物主要生长在盐碱荒漠地沙地,群落覆盖度较为单一,芦苇(*Phragmites australis*)、梭梭(*Haloxyylon ammodendron*)、赖草(*Leymus secalinus*)等草本植物及多枝柽柳(*Tamarix ramosissima*)、白刺(*Nitraria tangutorum*)、胡杨(*Populus euphratica*)木本植物为主要建群种。这两类建群种能很好的反映黑果枸杞生长群落的类型及其特征,其他伴生物种主要有盐爪爪(*Kalidium foliatum*)、泡泡刺(*Nitraria sphaerocarpa*)、罗布麻(*Apocynum venetum*)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)、中亚紫菀木(*Asterothamnus centrali-asianicus*)、黄花补血草(*Limonium aureum*)、肉苁蓉(*Cistanche deserticola*)、骆驼蓬(*Peganum harmala*)、海乳草(*Glaux maritime*)、膜果麻黄(*Ephedra przewalskii*)、中麻黄(*Ephedra intermedia*)、沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)、短叶假木贼(*Anabasis brevifolia*)、合头草(*Sympegma regelii*)、宁夏枸杞(*Lycium barbarum*)、甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)、野胡麻(*Dodartia orientalis*)、锁阳(*Cynomorium songaricum*)、盐地凤毛菊(*Saussurea salsa*)、雾冰藜(*Bassia dasyphylla*)、盐生草(*Halogeton glomeratus*)、醉马草(*Achnatherum inebrians*)、球穗蔗草(*Scirpus strobilinus*)、沙蓬(*Agriophyllum squarrosum*)、沙葱(*Allium mongolicum*),如表 1 所示。调查结果表明:黑果枸杞生长的群落结构木本层构成较为单一,主要是多枝柽柳、白刺和胡杨,草本层也相对简单,群落植物的科、属组成分散。群落的优势种群通常出现在草本层,但其平均盖度较低,5%~10%,局部地方不到 2%,群落植被覆盖率平均为 15%。

2.4 黑果枸杞原花青素含量差异分析 对收集到不同分布区的黑果枸杞果实经喷雾干燥、粉碎后,进行原花青素含量的测定和对比分析,如表 2 和图 3。结果表明,不同产地的黑果枸杞原花青素含量差别较大,而同一产区的野生黑果枸杞和种植的原花青素含量差异不显著。青海野生和种植的黑果枸杞原花青素含量均最高,分别为 3.43g/100g、3.68g/100g。其它地区野生黑果枸杞原花青素含量依次为:新疆中部 2.61%、甘肃 2.34%、南疆 2.33%、内蒙古 2.16%、宁夏 2.11% 及新疆北部 2.04%,而种植的原花青素含量依次为:新疆中部 2.82%、甘肃 2.63%、南疆 2.52%、北疆 2.19%、宁夏 1.97% 及内蒙古 1.75%。对比研究发现,除宁夏和内蒙古,其它产区的黑果枸杞人工种植/移栽条件下得到的果实中原花青素含量高于野生状态下果实中原花青素含量,但差异不显著( $P > 0.05$ ),其中甘肃和青海种植的黑果枸杞果实中原花青素含量比野生的分别高出 0.29%、0.25%。分析表明,新疆、青海和甘肃等地,人工种植/移栽区施加农家肥、有机肥等有助于黑果枸杞生长及果实原花青素的积累,而内蒙古和宁夏等地种植区土壤盐碱化程度低,说明土壤含盐量可能是影响植株

生长发育及果实原花青素积累的原因之一,但此方面的研究还未有相关文献报道,可作为今后的研究方向之一。

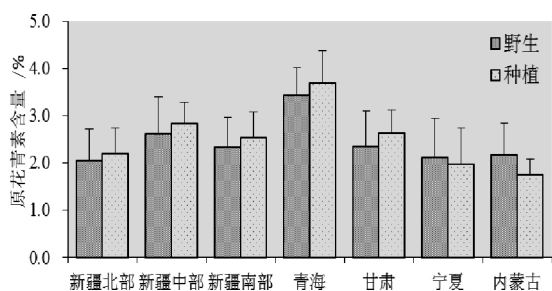
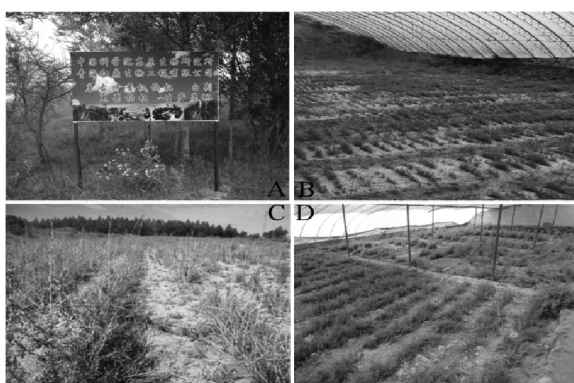


图3 不同产地黑果枸杞原花青素含量对比

2.5 野生资源和种植现状 通过实地调查青海、新疆、甘肃、内蒙古、宁夏等地的黑果枸杞资源,结合相关文献、典籍、标本信息等记录黑果枸杞的传统分布区,采用样方调查等手段进行计算,粗略得出黑果枸杞在我国西北部的资源量和分布面积(表1),并了解了分布区黑果枸杞野生资源状况、人工种植情况以及资源产销情况、市场行情。调查发现,青海和新疆是黑果枸杞的主要产区;青海分布的3~4万亩的天然野生黑果枸杞林有8个,其余零散分布面积约为8万亩,人工种植面积为15~18万亩,主要位于格尔木、德令哈和都兰;新疆野生黑果枸杞资源较为丰富,主要呈带状分布,面积达45万亩,人工种植面积为14~18万亩,主要位于库尔勒、精河、乌苏、阿拉尔等地。此外,本研究在调查的基础上,收集了不同产区的黑果枸杞种质资源,并初步建立了一个资源苗圃(图4),位于青海柴达木地区(36°24.61' N, 96°14.38' E, 2780 m),可为黑果枸杞资源繁育和人工种植推广提供原材料。

前些年,由于黑果枸杞市场紧俏,干果平均价格达到1800元/kg,使得大部分地区过度采摘、盗挖现象突出,野生资源破坏严重,资源量逐年减少,有些地区(青海格尔木、诺木洪,内蒙古额济纳旗)为了争夺野生资源而爆发流血冲突。甘肃部分地区如张掖、武威,新疆精河、乌苏、喀什等地由于公路水利建设、城市化建设等原因导致一些野生资源不同程度破坏。但近三年来,当地政府加强了野生黑果枸杞资源的管护,加之在原产地大力发展人工种植技术,黑果枸杞资源量减少趋势得到遏制,市场趋于稳定,干果平均价格控制在700元/kg。



A 种植基地, B 和 D 育苗棚, C 露天种植  
图4 黑果枸杞种质资源圃

### 3 讨论

黑果枸杞对生境要求严格,使其主要分布在我国西北地区的盐碱荒漠地、沙地、戈壁滩,新疆、青海资源量最大,其次为内蒙古、甘肃和宁夏;独特的生态地理环境造就其蕴含丰富的氨基酸、维生素、矿物质等营养成分和原花青素、花色苷、酚酸类、多糖等功效成分;近些年,随着黑果枸杞营养价值和药用价值的进一步开发与挖掘,促使其成为浆果资源中的一个研究热点之一<sup>[5,11]</sup>。然而,过度的采摘、盗挖、乱伐造成野生黑果枸杞资源急剧减少,有的地方甚至枯竭,市场上假冒伪品也较多以及品质参差不齐,食源药源质量难以保障。鉴于此,一方面应加强现有的野生黑果枸杞资源的管护力度,支持发展人工种植技术;另一方面应尽早开展黑果枸杞资源的评价和质量标准制定,规范市场秩序,维持价格稳定。

此外,黑果枸杞果实中含量较高、药效价值更高的是原花青素<sup>[12,14]</sup>,而本研究发现人工种植并在施肥条件下黑果枸杞原花青素含量稍高于野生的,说明人工种植黑果枸杞可能是一种更好并值得推广的方式,在保障野生和种植品质一致的同时也促进了黑果枸杞资源的可持续开发利用。

### 参考文献:

- [1] 匡可任,路安民. 中国植物志(茄科) [M]. 北京: 科学出版社, 1978.
- [2] 刘尚武. 青海植物志(第3卷,六八/茄科 Solanaceae - 1, 枸杞属 Lycium I) [M]. 西宁: 青海人民出版社, 1996.
- [3] Liu ZG, Shu QY, Wang L, et al. Genetic diversity of the endangered and medically important *Lycium ruthenicum* Murr. revealed by sequence-related amplified polymorphism (SRAP) markers [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2012, 45(6): 86.
- [4] 矫晓丽,迟晓峰,董琦,等. 柴达木野生黑果枸杞营养成分分析氨基酸和生物资源[J]. *生物资源*, 2011, 33(3): 60.
- [5] 赵鑫,李建民,朱雪冰,等. 黑果枸杞的营养价值和保健功效[J]. *青海科技*, 2017, 24(1): 74.
- [6] 任小娜,曾俊,王玉涛. 黑果枸杞的植物化学成分及生物活性研究现状[J]. *食品工业*, 2014, 11: 231.
- [7] Liu ZG, Dang J, Wang QL, et al. Optimization of polysaccharides from *Lycium ruthenicum* fruit using RSM and its anti-oxidant activity [J]. *Int J Biol Macromol*, 2013, 61(10): 127.
- [8] Peng Q, Xu Q, Yin H, et al. Characterization of an immunologically active pectin from the fruits of *Lycium ruthenicum* [J]. *Int J Biol Macromol*, 2014, 64(2): 69.
- [9] Peng Q, Liu H, Shi S, et al. *Lycium ruthenicum* polysaccharide attenuates inflammation through inhibiting TLR4/NF- $\kappa$ B signaling pathway [J]. *Int J Biol Macromol*, 2014, 67: 330.
- [10] Zheng J, Ding CX, Wang HL, et al. Anthocyanins composition and antioxidant activity of wild *Lycium ruthenicum* Murr. from Qinghai-Tibet Plateau [J]. *Food Chem*, 2011, 126(3): 859.
- [11] 韩丽娟,叶英,所有瑞. 黑果枸杞资源分布及其经济价值[J]. *中国野生植物资源*, 2014, 33(6): 55.
- [12] 王琴,王建友,李勇,等. 我国黑果枸杞研究进展[J]. *北方园艺*, 2016, 5: 194.
- [13] 陈晨,文怀秀,赵晓辉,等. 黑果枸杞色素中原花青素含量测定[J]. *光谱实验室*, 2011, 28(4): 1767.
- [14] 汪洋,丁龙,王四清. 不同产地黑果枸杞中原花青素和花青素含量研究[J]. *食品工业科技*, 2016, 37(13): 122.