文章编号:1000-7601(2019)02-0095-07

doi:10.7606/j.issn.1000-7601.2019.02.14

不同生境黑果枸杞实生苗生长及土壤 养分空间差异的研究

郭有燕1,2, 聂海松3,余宏远1, 孔东升1,2,张亚娟1

(1.甘肃省河西走廊特色资源利用重点实验室,甘肃 张掖 734000;2.甘肃省黑果枸杞工程中心,甘肃 张掖 734000; 3.东京农工大学农业研究院,日本 东京 183-8509)

摘 要:研究不同生境黑果枸杞实生苗数量、生长状况、生物量分配及土壤养分空间差异,探讨环境因子对黑果枸杞实生苗生长的影响,为黑果枸杞种群恢复及持续经营提供理论依据。采用固定样地调查法,于2016年对张掖市甘州区、临泽县、肃南县及周边地区的农田地埂、水渠边、盐化沙地、盐碱荒地等各生境黑果枸杞进行调查。研究结果表明:不同生境均有黑果枸杞实生苗分布,农田地埂生境实生苗数量相对水渠边、盐化沙地、盐碱荒地分别增加66.67%、122.22%、215.79%。因环境条件差异,不同生境的黑果枸杞实生苗采取了不同的生存策略适应环境:农田地埂生境的黑果枸杞主要为增高生长,盐化沙地的黑果枸杞主要为冠幅的增长,而盐碱荒地的黑果枸杞主要为增粗生长。农田地埂生境0~20 cm 土层有机质含量相对水渠边、盐化沙地、盐碱荒地分别增加28.50%、2.62%、10.13%;全氮含量分别增加44.08%、33.16%、72.41%;有效氮含量分别增加46.81%、0%、50%。空气湿度、土壤含水量对黑果枸杞幼苗数量及幼苗生长有显著影响。在今后的黑果枸杞栽培管理中,幼苗期应加强水分管理。

关键词:黑果枸杞;实生苗生长;生境;土壤理化性质

中图分类号:S158.3;S567.1*9 文献标志码:A

A study on seedling growth and soil nutrient spatial variations of *Lycium ruthenicum* in different habitats

GUO You-yan^{1,2}, NIE Hai-song³, YU Hong-yuan¹, KONG Dong-sheng^{1,2}, ZHANG Ya-juan¹ (1.Key Laboratory of Hexi Corridor Resources Utilization of Gansu, Zhangye, Gansu 734000, China;

2. Lycium Ruthenicum Engineering Center of Gansu, Zhangye, Gansu 734000, China;

3. Tokyo University of Agriculture and Technology Graduate School of Agriculture, Tokyo 183-8509, Japan)

Abstract: In order to provide theoretical basis to population restoration and sustainable growth of *Lycium ruthenicum*, we studied the seedling number, growth conditions, biomass allocation, spatial variability of soil nutrient, and the effect of environment factors on *Lycium ruthenicum* seedlings growth under various growth environments. By using sample plot investigation method, the *Lycium ruthenicum* growth was investigated in various habitats such as field bund, irrigation canal side, saline sandy soil, and salty land in Ganzhou District, Linze County, Sunan County, and surrounding areas of city of Zhangye in 2016. The results showed that the seedlings distributed in all habitats, and the number of the seedlings in the field bund was the greatest among all habitats i.e. 66.67%, 122.22%, and 215.79% of that in canal side, saline sandy, and salty land, respectively. The growth characteristics varied among habitats. The seedlings in the field bund were mainly growth in height while that in saline sandy were mainly the growth in crown. In salty land, the seedlings were mainly the growth in stem diameter. The organic matter contents in 0 ~ 20 cm soil layer in field bund increased 28.50%, 2.62%, and 10.13%; total N increased 44.08%, 33.16%, and 72.41%; and available N increased 46.81%, 0%, and 50%, over that in canal side, saline sandy, and salty land, respectively. It is shown that the air humidity and soil moisture contents had significant

收稿日期:2017-10-24

修回日期:2018-11-20

基金项目: 国家自然基金项目(31460189,31660193)

作者简介:郭有燕(1980-),女,宁夏中卫人,副教授,博士后,研究方向为天然林保护与利用方向。E-mail: guoyouyan_2008@163.com

通信作者: 聂海松, 女, 河北涿州人, 副教授, 博士后, 研究方向为农业生态学。 E-mail: nie-hs@ cc.tuta.ac. jp

effects on seedling numbers and growth. It is concluded that water management in the seedling stage is an important mean for the production of *Lycium ruthenicum*.

Keywords: Lycium ruthenicum; seedling growth; habitat; physical and chemical properties of soil

黑果枸杞(Lycium ruthenicum)为茄科枸杞,属 多棘刺灌木,是有性生殖和无性繁殖并存的克隆植 物,主要分布于我国西部地区,是一种集药用、绿化 和水土保持价值为一体的野生优良植物[1]。它耐 干旱和盐碱,在荒漠-绿洲过渡带形成优势群落,其 特殊的抗旱抗盐生理特征对该地区农业和生态系 统具有重要意义[2]。自然条件下,黑果枸杞结实较 多,但实生苗数量较少,部分地区黑果枸杞通过生 殖补偿机制,以无性方式繁衍后代。由于该物种所 处自然条件恶劣及多年来的过度开发利用,种群数 量大面积减少,部分地区甚至出现成片死亡现象, 当前已被列为重要保护植物[3]。在这种严酷的形 势下,对黑果枸杞进行有效地管护、保护和恢复是 目前进行黑果枸杞合理经营的主要任务。当前关 于黑果枸杞的研究相对较少,且主要集中于营养成 分分析及其微量元素[4]、多糖的提取[2],遗传多样 性[3],繁育系统及种子逆境萌发等[5-9],而有关黑果 枸杞实生苗更新的研究尚属空白。本研究以黑河 中游黑果枸杞为研究对象,对不同生境实生苗年龄 结构、生长发育、生物量的分配及影响幼苗定居的 土壤因子进行对比分析,阐明不同生境下黑果枸杞 实生苗更新状况及土壤养分状况,为黑果枸杞种群 恢复及持续经营提供基础。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于张掖市甘州区、临泽县、肃南县(东经 99° 30′ 08″ ~ 100° 41′ 14″, 北纬 38° 54′ 18″ ~ 39°25′02″)及周边地区。该区域位于黑河中游,光热资源丰富,海拔 1 380~2 278 m,年平均温度 2.8~7.6℃,日照时间长达 3 000~4 000 h。地带性植被为温带小灌木、半灌木荒漠植被。该区域大面积黑果枸杞群落较少,常以斑块状存在于农田地埂、盐化沙地、盐碱荒地。伴生种有芦苇(Phragmites communis Trin.)、骆驼蹄瓣(Zygophyllum fabago)、独行菜(Lepidium apetalum)、骆驼 蒿(Peganum nigellastrum Bunge)、顶羽菊(Acroptilon repens(L.) DC.)、冰草(Agropyron cristatum (Linn.) Gaertn.)。本研究不同生境环境因子见表 1。

1.2 样地设置

黑果枸杞在该研究区主要分布在农田地埂、水

表 1 不同生境黑果枸杞环境因子特征

Table 1 Environmental characters of *Lycium ruthenicum Murr*.

populations in different habitats

环境因子 Environmental factor	农田地埂 Field bund	水渠边 Canal side	盐化沙地 _盐 Saline sandy	:碱荒地 Salty land
海拔/m Elevation	1529	1456	1389	1406
总盖度/% Coverage	95	30	50	40
光照强度/lux Light intensity	745	993	1070	919
气温/℃ Air temperature	32	27	23	26
空气湿度/% Air humidity	26	24	22	20
土壤含水量/% Soil moisture	37.91	24.72	14.82	6.9
pН	8.42	8.46	8.32	8.7

渠边、盐化沙地、盐碱荒地生境,本研究以这 4 个生境的黑果枸杞为研究对象,于 2016 年在这 4 个生境分别设置 3 个 10 m×10 m 固定样地,共 12 个固定样地。

1.3 样地调查

环境因子调查 于 2016 年 7-9 月实生苗生 长的旺盛期,用 GPS 测定样地的海拔,定位经纬度, 用 DHM2 型通风干湿温度计测定气温和湿度,用 ZDS-10 型光照计测定光照强度。测定各样地中心 距地表以上 0.5 m 处的空气温度、湿度及光照强度, 每次测定时间为10:00-16:00,每隔2h测定一 次。在各样地沿对角线各取 3 个 0~20 cm 土层剖 面的土壤样品,用烘干法(105℃)测定土壤含水量。 实生苗调查 2016年8月,在固定样地中仔 细寻找黑果枸杞实生苗,统计实生苗数量,测定其 树龄、高度、基径和冠幅。基径是通过黑果枸杞树 干地面根颈部的直径测定,冠幅是通过黑果枸杞树 冠中部东西和南北方向宽度的平均值测定。实生 苗可通过枝条年生长节间痕迹,确定其树龄,合并 同一生境的调查数据,计算出各分布区实生苗的平 均密度、平均基径、平均高度和平均冠幅。

1.3.3 实生苗生物量调查 在每个生境的固定样 地分别选取 3 个 1~3 a 生黑果枸杞实生苗标准株, 整株挖下,测定完鲜重后,带回实验室清洗干净,分 为根、茎、叶三部分。在 80℃条件下,烘干至恒重, 分别称量每株幼苗干物质质量,合并同一生境中同 一年龄实生苗生物量数据,求其平均值。依据下式 计算总生物量和根冠比。总生物量=地上部分生物量+地下部分生物量;根冠比=地下部分生物量/地上部分生物量。

1.3.4 土壤理化性质测定 每个样地内分别在土壤剖面 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm 深处采集土样,室内风干,采用国家林业行业标准《森林土壤分析方法》测定土壤养分含量,包括土壤有机质、有效磷、速效钾、有效氮、全氮[10]。土壤全盐测定采用电导法,使用 DDS-307 型电导率仪测定。

1.4 数据处理

所有数据用 SPSS 16.0 软件进行处理,用 Origin 8.0 绘图,LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

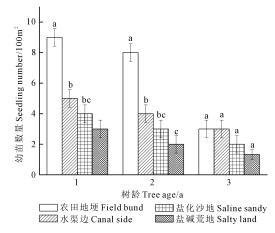
2.1 不同生境黑果枸杞幼苗数量特征

从图 1 中可以看出,不同生境均有黑果枸杞实生苗分布,农田地埂的黑果枸杞实生苗数量最多,而盐碱荒地的实生苗数量最少。农田地埂1~3 a 生黑果枸杞实生苗数量与其他生境差异显著(P<0.05)。农田地埂生境实生苗数量相对水渠边、盐化沙地、盐碱荒地分别增加 66.67%、122.22%、215.79%。各生境 1~3 a 生黑果枸杞实生苗数量均表现为 1 a 生>2 a 生>3 a 生。

2.2 不同生境黑果枸杞幼苗生长状况

农田地埂、水渠边、盐化沙地、盐碱荒地生境因水分、盐分等环境条件的不同,黑果枸杞实生苗高度、

基径、冠幅存在差异(图 2)。1~3 a 生黑果枸杞实生苗高度在 4 个生境表现为农田地埂>水渠边>盐化沙地>盐碱荒地,农田地埂生境 3 a 生黑果枸杞实生苗高度与其他生境实生苗高度相比差异显著(P<0.05)。1~3 a 生黑果枸杞实生苗基径在 4 个生境表现为盐碱荒地>盐化沙地>水渠边>农田地埂。1~3 a 生黑果枸杞实生苗冠幅在 4 个生境表现为盐化沙地>水渠边>盐碱荒地>农田地埂,盐化沙地生境的黑果枸杞实生苗冠幅与其他生境差异显著(P<0.05)。



注:不同小写字母表示不同生境处理间差异显著 (P<0.05)。下同。

Note: Different lowercase letters in each age group indicate significant difference among different habitats at P < 0.05. The same below.

图 1 不同生境黑果枸杞幼苗的数量特征

Fig.1 Quantity character of *Lycium ruthenicum* seedlings in different habitats

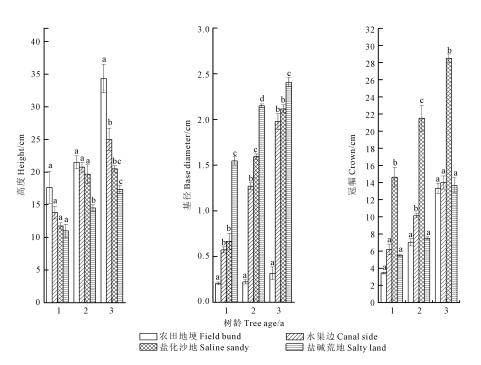


图 2 不同生境黑果枸杞幼苗的生长特性

Fig.2 Growth characters of Lycium ruthenicum seedlings in different habitats

2.3 不同生境黑果枸杞幼苗生物量分配

从图 3 可以看出,随着年龄的增加,黑果枸杞幼苗总生物量显著增加(P<0.05)。1~3 a 生黑果枸杞实生苗总生物量、地上生物量均表现为农田地埂>盐化沙地>水渠边>盐碱荒地。农田地埂生境 1 a 生黑果枸杞实生苗地上生物量分别比水渠边、盐化沙地、盐碱荒地生境 1 a 生黑果枸杞实生苗多63.03%、51.18%和68.96%。1~3 a 生黑果枸杞实生苗地下生物量均表现为盐化沙地>盐碱荒地>水渠边>农田地埂。盐化沙地 1 a 生黑果枸杞幼苗地下生物量分别比农田地埂、水渠边、盐碱荒地生境 1 a 生黑果枸杞幼苗多 45.28%、40.88%和 38.68%。1~

3 a 生黑果枸杞实生苗根冠比均表现为盐化沙地> 盐碱荒地>水渠边>农田地埂。

2.4 不同生境黑果枸杞土壤化学性质的空间差异

2.4.1 不同生境黑果枸杞土壤有机质的空间差异 各生境黑果枸杞土壤有机质含量空间分布趋势一致,随土层的加深,土壤有机质含量均逐渐降低(图4)。地埂生境土壤有机质含量最高,而渠边生境有机质含量最低。渠边生境0~20 cm 土层的有机质含量相对地埂、盐化沙地、盐碱荒地生境分别降低22.17%、20.14%和14.30%,且差异显著(P<0.05)。在40~60 cm 土层,渠边生境土壤有机质含量与其他生境也有差异,但差异不显著(P>0.05)。

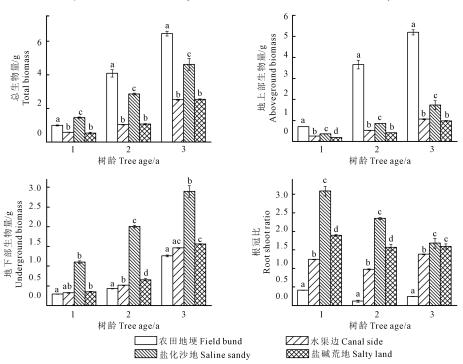


图 3 不同生境黑果枸杞幼苗生物量分配

Fig.3 Biomass allocation of Lycium ruthenicum seedlings in different habitats

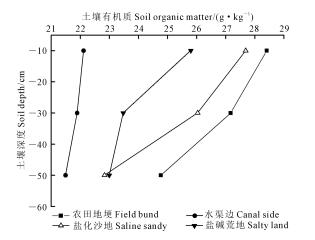


图 4 不同生境黑果枸杞土壤有机质含量的变化 Fig.4 The change of soil organic matter content in Lycium ruthenicum field

2.4.2 不同生境黑果枸杞土壤全氮的空间差异各生境土壤全氮的垂直分布趋势不同,地埂和渠边生境土壤全氮含量随土层的增加先降低后增加,盐化沙地生境的土壤全氮含量随土层的增加逐渐降低,而盐碱荒地生境土壤全氮的含量随土层的增加先增加后降低(图5)。地埂生境土壤全氮含量垂直分布均大于其他生境,且差异显著(P<0.05)。0~20 cm 土层,盐碱荒地、渠边和盐化沙地生境土壤全氮含量相对地埂生境分别降低42.00%,30.59%和24.90%。20~40 cm 土层,盐碱荒地、渠边和盐化沙地生境土壤全氮含量相对地埂生境分别降低22.81%,35.20%和28.28%。40~60 cm 土层,盐碱荒地、渠边和盐化沙地生境土壤全氮含量相对地埂生境分别降低22.81%,35.20%和28.28%。40~60 cm 土层,盐碱荒地、渠边和盐化沙地生境土壤全氮含量相对地埂生境分别降低42.42%,35.21%和38.06%。

2.4.3 不同生境黑果枸杞土壤全盐的空间差异不同生境黑果枸杞土壤全盐含量均随土层深度的增加逐渐降低(图 6)。0~20 cm 土层,盐化沙地生境土壤含盐量最高,渠边、地埂和盐碱荒地生境相对盐化沙地生境分别降低 87.63%、73.78%和27.94%,差异显著(P<0.05)。20~40 cm 土层,盐碱荒地生境土壤含盐量最高,相对渠边、地埂和盐化沙地生境分别增加 72.84%、84.91%和 22.50%。40~60 cm 土层,盐碱荒地生境土壤含盐量相对渠边、地埂和盐化沙地生境分别增加 74.24%、79.84%和65.61%。

2.4.4 不同生境黑果枸杞土壤有效氮的空间差异 不同生境黑果枸杞土壤有效氮垂直分布呈 2 种趋势(图 7),地埂生境土壤有效氮含量随土层的增加先增加后降低,而其他 3 个生境的土壤有效氮含量均随土层的增加逐渐降低。各土层地埂生境土壤有效氮含量均大于其他生境。20~40 cm 土层,地埂生境土壤有效氮含量相对渠边、盐碱荒地、盐化沙地分别增加51.14%、32.96%和 53.41%,且差异显著(P<0.05)。

2.4.5 不同生境黑果枸杞土壤有效磷的空间差

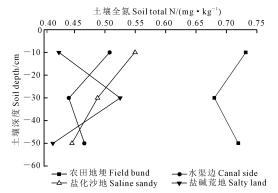


图 5 不同生境黑果枸杞土壤全氮含量的变化 Fig.5 The change of soil total N content in Lycium ruthenicum field

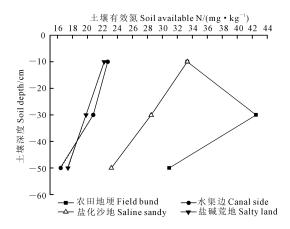


图 7 不同生境黑果枸杞土壤有效氮含量的变化

Fig. 7 The change of soil available N content in $\label{eq:Lycium ruthenicum field} Lycium \ ruthenicum \ field$

异 各生境黑果枸杞土壤有效磷含量均随土层的增加逐渐降低(图 8)。0~20 cm、20~40 cm 土层,盐化沙地生境土壤有效磷含量均较其他生境高,且差异显著(P<0.05)。40~60 cm 土层,地埂生境有效磷含量较高,相对水渠、盐碱荒地和盐化沙地分别增加72.73%、32.96%和9.09%。

2.4.6 不同生境黑果枸杞土壤速效钾的空间差异 由图 9 可见,各生境黑果枸杞土壤速效钾含量的垂直分布分为 2 种趋势,盐碱荒地生境的速效钾含量随土层深度的增加先增加后降低,而其他生境的速效钾含量均随土层深度的增加逐渐降低。盐化沙地生境各土层速效钾含量均大于同层其他生境,且差异显著(P<0.05)。0~20 cm 土层,地埂、渠边和盐碱荒地生境土壤速效钾含量相对盐化沙地分别降低 67.72%、73.75%和 84.74%。20~40 cm 土层,盐化沙地生境土壤速效钾含量相对地埂、渠边和盐碱荒地生境分别增加 52.67%、71.89%和 48.69%。40~60 cm 土层,盐化沙地生境土壤速效钾含量相对地埂、渠边和盐碱荒地生境分别增加 52.67%、71.89%和 48.69%。和 59.49%。

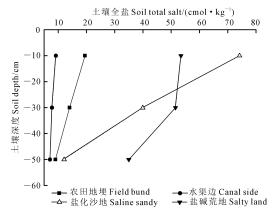


图 6 不同生境黑果枸杞土壤全盐含量的变化 Fig.6 The change of soil total salt content in *Lycium ruthenicum* field

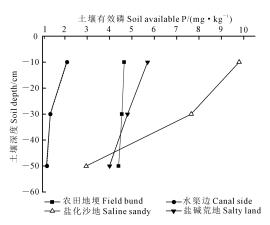


图 8 不同生境黑果枸杞土壤有效磷含量的变化 Fig.8 The change of soil available P content in Lycium ruthenicum field

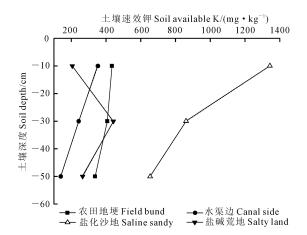


图 9 不同生境黑果枸杞土壤速效钾含量的变化 Fig. 9 The change of soil available K content in Lycium ruthenicum field

2.5 环境因子对黑果枸杞幼苗生长的影响

以12个环境因子与黑果枸杞幼苗高度、基径、冠幅的相关性分析表明(表2),幼苗高度与空气湿度、土壤含水量呈显著正相关(r=0.991;r=0.998),土壤含盐量、有效氮、有效磷、速效钾与幼苗高度呈负相关,但不显著(P>0.05)。幼苗基径与空气湿度、土壤含水量呈负相关(r=-0.961;r=-0.977),与光照强度呈正相关,但均不显著(P>0.05)。幼苗冠幅与光照强度、土壤含盐量呈正相关,与气温呈负相关,但均不显著(P>0.05)。

为了进一步明确影响黑果枸杞幼苗生长的环境因子,本文选择了12个环境因子对其进行主成分分析(表3),前3个主成分的累计贡献率已达到了100%,可以满足分析的需要。第一主成分的贡献率为62.217%,主要因素有空气湿度、土壤含水量、土壤含盐量、有效氮、有效磷、速效钾;第二主成分中,主要因素是光照强度、有机质;第三主成分中,主要因素是气温、有机质。说明这些因素在黑果枸杞幼苗生长中发挥了重要作用。

3 讨论

黑果枸杞分布生境较广,本研究对农田地埂、水渠边、盐化沙地、盐碱荒地4个生境的黑果枸杞实生苗更新特征进行调查,发现黑果枸杞实生苗从农田地埂、水渠边、盐化沙地到盐碱荒地数量显著减少,说明空气湿度、土壤含水量等环境因子的差异会导致黑果枸杞实生苗数量的差异。随着年龄的增加,黑果枸杞各生境实生苗数量均逐渐减少,这说明黑果枸杞幼苗的定居过程受到环境条件的影响,部分幼苗因不适应环境而被淘汰。这与付婵娟等[11]对神农架巴山冷杉(Abies fargesii)的研究、马莉薇等[12]对

表 2 黑果枸杞幼苗数量、高度、生物量与 环境因子的相关性分析

Table 2 Pearson correlation analysis between environmental factors and seedling number, height, and biomass of Lycium ruthenicum Murr.

Lycium ruinenicum мигг.						
环境因子	幼苗高度/cm	幼苗基径/cm	幼苗冠幅/cm			
Environment	Seedling	Seedling	Seedling			
factor	height	base diameter	crown			
海拔 Elevation/m	0.826	-0.899	-0.648			
总盖度 Coverage/%	0.717	-0.834	-0.212			
光照强度 Light intensity/lux	-0.637	0.668	0.757			
气温 Air temperature∕℃	-0.2	-0.793	-0.778			
空气湿度 Air humidity/%	0.991 * *	-0.961	-0.291			
土壤含水量 Soil moisture/%	0.998 * *	-0.977	-0.357			
土壤含盐量 Soil salt content /(cmol·kg ⁻¹)	-0.828	0.736	0.287			
有机质 Soil organic matter /(g・kg ⁻¹)	0.064	-0.194	-0.179			
有效氮 Available N /(mg·kg ⁻¹)	-0.835	0.828	-0.234			
有效磷 Available P /(mg·kg ⁻¹)	-0.865	0.797	0.109			
速效钾 Available K /(mg・kg ⁻¹)	-0.756	0.751	-0.357			
рН	-0.533	0.553	-0.628			

注: * * 表示 P< 0.01, df = 9。

Note: * * indicate significant level at P < 0.01, df = 9.

栓皮栎(Quercus variabilis)的研究和郭有燕等[13]对 文冠果(Xanthoceras sorbifolia)的研究结果相似。

因环境条件的差异,不同生境的黑果枸杞实生苗采取不同的生长策略以适应环境。农田地埂生境的黑果枸杞实生苗高度大于其他生境,盐碱荒地生境的黑果枸杞实生苗基径大于其他生境,而盐碱沙地生境的黑果枸杞实生苗冠幅大于其他生境。这说明,在水分充足的生境,黑果枸杞幼苗会将更多的资源投入到高度的生长,而在光照资源非常丰富的生境,黑果枸杞幼苗主要进行茎的增粗生长,Ziegenhagen等[14]、陈章和等[15]、许中旗等[16]、闫兴富等[17]得出了类似的研究结果。在土壤含盐量较高的生境,黑果枸杞幼苗主要采取增大冠幅的方式,获取更多的光照资源,以利于幼苗的生长。

各生境黑果枸杞实生苗地上与地下部分干物质分配不均,农田地埂生境的黑果枸杞实生苗将更多的生物量投入到了地上部分,而盐化沙地的黑果

表 3 不同环境因子的贡献率和主成分值

Table 3 Ratio of contribution and component value of different environment factors

of diffe	rent environn	nent factors	
环境因子	主成分1	主成分2	主成分3
Environment factor	Component 1	Component 2	Component 3
海拔 Elevation/m	-0.887	0.404	0.224
总盖度 Coverage/%	-0.695	0.544	-0.470
光照强度 Light intensity/lux	0.561	-0.823	-0.091
气温 Air temperature/℃	-0.749	0.610	0.260
空气湿度 Air humidity/%	-0.997	-0.011	0.074
土壤含水量 Soil moisture/%	-0.993	0.103	0.060
土壤含盐量 Soil salt content /(cmol·kg ⁻¹)	0.864	0.306	-0.401
有机质 Soil organic matter /(g·kg ⁻¹)	0.021	0.837	-0.547
有效氮 Available N /(mg·kg ⁻¹)	0.878	0.405	0.256
有效磷 Available P /(mg·kg ⁻¹)	0.907	0.374	-0.196
速效钾 Available K /(mg·kg ⁻¹)	0.807	0.500	0.315
рН	0.594	0.618	0.516
特征根 Eigenvector	7.466	3.249	1.285
贡献率 Component correlation/%	62.217	27.073	10.710
累计贡献率 Accumulative correlation/%	62.217	89.290	100.000

枸杞将更多的生物量投入到了根系。这说明黑果枸杞实生苗通过调整生存策略适应环境的变化^[18]。盐化沙地、盐碱荒地生境空气、土壤水分相对贫乏,黑果枸杞为了确保生存与生长,通过降低地上部分的生长,加大根系的生长以适应干旱的环境。Asb-jornsen等^[19]、吴敏等^[20]得出了类似的研究结论。

因立地条件的差异,不同生境黑果枸杞土壤化学性质的空间分布有差异。农田地埂生境不同土层有机质、全氮和有效氮含量均高于其他生境,这与该生境农业活动有很大的关系。盐化沙地生境0~20 cm 土层,土壤全盐含量高于其他生境,这与该生境地下水位高有很大的关系。盐化沙地0~20 cm 土层,有效磷和速效钾含量高于其他生境,这与该生境成土母质、土壤颗粒组成有很大的关系。黑果枸杞实生苗生长是多个环境因子相互作用的结果,空气湿度、土壤含水量对实生苗生长产生积极显著的影响。

4 结 论

各生境黑果枸杞实生苗数量均较少,而空气湿度、土壤含水量与黑果枸杞实生苗数量呈显著的正相关,因此,在黑果枸杞的栽培管理中,应考虑空气

湿度与土壤水分,以确保幼苗能够定居与生长。黑果枸杞实生苗更新是一个动态变化的过程,同时受复杂的环境因子的影响,因此,今后应重点研究实生苗更新过程与相关环境因子的作用关系。

参考文献:

- [1] 姜霞.黑果枸杞耐盐机理的相关研究[D].咸阳:西北农林科技大学,2012.
- [2] Liu Z G, Dang J, Wang Q L, et al. Optimization of polysaccharides from Lycium ruthenicum fruit using RSM and its antioxidant activity[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2013,61:127-134.
- [3] Liu Z G, Shu Q Y, wang L, et al. Genetic diversity of the endangered and medically important *Lycium ruthenicum Murr*. revealed by sequence-related amplified polymorphism (SRAP) markers [J]. Biochemical Systema tics and Ecology, 2012, 45:86-97.
- [4] Zheng J, Ding C X, Wang L S, et al. Anthocyanins composition and antioxidant activity of wild *Lycium ruthenicum Murr*. from Qinghai-Tibet Plateau[J]. Food Chemistry, 2011, 126(3);859-865.
- [5] 戴国礼,秦垦,曹有龙,等.黑果枸杞的花部结构及繁育系统特征 [J].广西植物,2013,33(1):126-132.
- [6] 王桔红,马瑞君,陈文.冷层积和室温干燥贮藏对河西走廊8种荒漠植物种子萌发的影响[J].植物生态学报,2012,36(8):791-801.
- [7] 韩多红,李善家,王恩军,等.外源钙对盐胁迫下黑果枸杞种子萌发和幼苗生理特性的影响[J].中国中药杂志,2014,39(1):34-39.
- [8] Chen H K, Zhao W H. Effect of NaCl stress on seed germination of Lycium ruthenicum Murr [J]. Agriculture Science and Technology, 2010, 11(4):37-38.
- [9] 何芳兰,赵明,王继和,等.几种荒漠植物种子萌发对干旱胁迫的响应及其抗旱性评价研究[J].干旱区地理,2011,34(1):100-106.
- [10] 关继义,陈立新.土壤实验实习教程[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,2005:85-187.
- [11] 付婵娟,刘艳红,赵本元.神农架巴山冷杉群落更新特点及影响因素[J].生态学报,2009,29(8):4179-4186.
- [12] 马莉薇,张文辉,薛瑶芹,等.秦岭北坡不同生境栓皮栎实生苗生长及其影响因素[J].生态学报,2010,30(23):6512-6520.
- [13] 郭有燕,张文辉,周建云,等.黄土高原丘陵区文冠果天然种群实生苗更新特征[J].林业科学,2015,51(2):11-17.
- [14] Ziegenhagen B, Kausch W. Productivity of young shaded oaks(Quercusrobur L.) as corresponding to shoot morphology and leaf anatomy [J]. Forest Ecology and Management, 1995, 72(2-3):97-108.
- [15] 陈章和,张德明.南亚热带森林 24 种乔木的种子萌发和幼苗生长 [J].热带亚热带植物学报,1999,7(1):37-46.
- [16] 许中旗,黄选瑞,徐成立,等.光照条件对蒙古栎幼苗生长及形态特征的影响[J].生态学报,2009,29(3):1121-1128.
- [17] 闫兴富,王建礼,周立彪.光照对辽东栎种子萌发和幼苗生长的影响[J].应用生态学报,2011,22(7);1682-1688.
- [18] Henderson D E, Jose S. Biomass production potential of three short rotation woody crop species under varying nitrogen and water availability
 [J].Agroforestry Systems, 2010, 80(2):259-273.
- [19] Asbjørnsen H, Vogt K A, Ashton M S. Synergistic responses of oak, pine and shrub seedlings to edge environments and drought in a fragmented tropical highland oak forest, Oaxaca, Mexico [J]. Forest Ecology and Management, 2004, 192(2-3):313-334.
- [20] 吴敏,张文辉,周建云,等.不同分布区栓皮栎实生苗更新及其影响因子[J].应用生态学报,2013,24(8):2106-2114.