

土壤含盐量对枸杞生理生化指标的影响

武小靖, 杨 晴, 张国君, 杨俊明

(河北科技师范学院 园艺科技学院, 河北 秦皇岛 066600)

摘 要:以一年生枸杞扦插幼苗为试材,用 0.2%、0.4%、0.6%、0.8% 的土壤含盐量对其进行胁迫,以清水为对照,研究盐胁迫条件下渗透调节物质、叶绿素含量以及生长表相参数的变化。结果表明:Na⁺、K⁺、Cl⁻ 3 种离子在枸杞各器官中的含量不同,Na⁺ 和 Cl⁻ 在叶中的含量最高,根中和茎中差异不显著,K⁺ 在各器官中的含量为叶>茎>根,3 种离子在地上部分的含量均高于地下部分;随土壤含盐量的升高,Na⁺、Cl⁻、可溶性糖、脯氨酸含量均呈不同程度的上升;叶绿素含量在 5 月份差异不显著,在 6、7、8 月份随土壤含盐量的增高降低,光合能力减弱;存活率、生长率和耐盐表相值均随含盐量的升高,呈现不同程度的下降;各指标与耐盐表相值间存在着显著相关性,表明枸杞耐盐性的高低是多因素共同作用的结果;综合各指标认为,枸杞属于耐盐性强的植物,适合应用于滨海盐碱地区造林。

关键词:枸杞;胁迫;土壤含盐量;生理生化指标

中图分类号:R 33 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)12-0137-05

枸杞(*Lycium barbarum*)属茄科枸杞属落叶灌木,不但营养成分丰富,药用价值很高,而且也是一种抗盐能力较强的造林先锋果树。近年来,许多学者就枸杞在盐

胁迫下的矿质元素、光合作用、生理指标的变化等方面进行了探讨。但大多数对枸杞抗盐性的研究仅着重于某一方面,如惠红霞等^[1]对枸杞盐胁迫的研究仅从叶绿素荧光、叶绿素含量方面进行,蔺海明等^[2]对枸杞盐胁迫的研究仅从不同营养器官中矿质元素的分布方面进行,魏玉清等^[3]对枸杞盐胁迫的研究比较全面,但没有结合到生长表相参数进行评价,且这些研究的试验均是通过花盆栽植、浇灌盐水的方式进行盐分胁迫处理,与盐碱地真实环境差异较大。该试验模拟植物生长的真

第一作者简介:武小靖(1988-),女,硕士研究生,研究方向为观赏园艺植物资源开发利用。E-mail:xiaojingwu163@163.com.

责任作者:杨俊明(1956-),男,博士,教授,现主要从事园林植物资源开发及遗传改良的研究工作。E-mail:yjmmail@126.com.

基金项目:国家林业科技支撑计划资助项目(2009BADB2B0105)。

收稿日期:2014-03-07

[6] 李进华,李丽,王静蓉,等. 黄花倒水莲化学成分研究Ⅱ[J]. 中国药科大学学报,2004,35(2):110-113.

[7] 徐宏江,徐增莱,朱丹妮. 广西黄花倒水莲资源调查及总皂苷含量比较[J]. 植物资源与环境学报,2003,12(1):47-49.

[8] 徐康平,黄伟,谭健兵,等. 黄花倒水莲降血脂活性成分研究[J]. 中药

材,2006,29(1):16-19.

[9] 黄锋,林黎琳,胡娟娟,等. 黄花倒水莲抗氧化活性研究[J]. 中国天然产物,2006(4):291-294.

[10] 朱丹,袁芳,孟坤,等. 黄酮类化合物的研究进展[J]. 中华中医药杂志,2007,22(6):387-389.

Study on Extraction Condition of Flavonoid in *Polygala fallax*

SHI Yan-cai, ZOU Rong, WEI Ji-qing, CHEN Zong-you, QI Xiao-xue

(Guangxi Key Laboratory of Functional Phytochemicals Research and Utilization, Guangxi Institute of Botany, Guilin, Guangxi 541006)

Abstract: Taking *Polygala fallax* as material, using the method of single factor test and orthogonal test, the effect of ultrasonic frequency, ultrasonic power, extracting time, extracting temperature, alcohol concentration and ratio of solid and liquid on extracting rate of flavonoid from *Polygala fallax* were studied, to optimize extracting technique. The results showed that the optimal extracting conditions were ultrasonic frequency 61 kHz, ultrasonic power 420 W, extracting temperature 55°C, the ration of solid and liquid 1 : 15 g/mL, alcohol concentration 90%, extracting time 40 min. The stability and repeatability of this technique were good. It could provide the basis for extracting flavonoid from *Polygala fallax*.

Key words: *Polygala fallax*; single factor test; orthogonal test; extraction technology

实环境,多指标综合评价其抗盐性,以期为建立枸杞抗盐生理生化指标体系提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为一年生枸杞扦插幼苗。

1.2 试验方法

在阳光板遮雨棚内,用滨海盐碱土、滨海耕作土和海盐配置成 0.2%、0.4%、0.6%、0.8% 4 座耐盐试验池,每座耐盐试验池宽 1.3 m,长 4~6 m 不等,土体厚度 0.6 m。以清水为对照(CK),采用随机完全区组设计,每个梯度试验池内设置 3 个重复,每个重复种植一年生枸杞扦插苗 8~9 株。

2012 年 3 月 3 日,将枸杞裸根苗称重后定植在耐盐试验池内,1 周后开始按表 1 标准每周观察苗木受害等级,进而计算耐盐表相值。耐盐表相值:采用分级目测赋值算法^[4-5]。耐盐表相值=1-(1×S₁+2×S₂+3×S₃+4×S₄)/(调查总株数×4),其中:S₁、S₂、S₃、S₄ 分别为 1、2、3、4 级受害程度的苗木株数。同时还计算了耐盐参数:耐盐适宜浓度(指耐盐表相值达到对照的 75%时相对应的盐分浓度);耐盐半衰浓度(指耐盐表相值达到对照的 50%时相对应的盐分浓度);耐盐极限浓度(指耐盐表相值达到对照的 10%时相对应的盐分浓度)^[6-8]。存活率=M/N×100%^[4],其中 M 是收获时的存活株数, N 是栽植总株数。生长率=(B-A)/A^[4],其中 B 是收获时成活植株的平均重量,A 是定植时植株的平均重量。

表 1 苗木受害等级

Table 1 Level of seedlings' injury

等级	受害程度	症状表现
Level	Injury degree	Symptoms
0 级	未受害	无危害症状
1 级	轻度受害	有少部分叶尖、叶缘焦枯
2 级	中度受害	约有 1/2 的叶尖、叶缘焦枯
3 级	重度受害	大部分叶片有叶尖、叶缘焦枯和落叶现象
4 级	严重受害或死亡	枝枯、叶落直至死亡

1.3 项目测定

于 5~8 月份每月测定 1 次叶片叶绿素含量^[9]。于 6~8 月份每月测定 1 次叶片可溶性糖含量和脯氨酸含量,分别用蒽酮比色法和茚三酮水杨酸法^[4]测定。在 9 月 30 日收获植物时,将根、茎、叶分开采集并称重,在 105℃ 下杀青 1 h,在 70℃ 下烘干至恒重,粉碎过筛,用于无机盐离子含量的测定。Na⁺ 和 K⁺ 含量用火焰光度计法测定,Cl⁻ 含量用硝酸银滴定法测定。

1.4 数据分析

利用 Excel 2007 对数据进行处理和绘制图表,并用 SPSS 对数据进行方差分析、回归分析和相关分析。

2 结果与分析

2.1 土壤含盐量对枸杞各器官 Na⁺ 含量的影响

由图 1 可知,枸杞体内各营养器官中 Na⁺ 分布不同,其中叶中积累的量明显多于根和茎中。由方差分析和多重比较可知,Na⁺ 含量在 3 种器官间差异显著,且叶中 Na⁺ 含量显著高于根和茎中。随土壤含盐量的增加,无论是根、茎还是叶中,Na⁺ 含量都呈现增加的趋势,并且增加幅度不同。方差分析表明,各浓度间茎中 Na⁺ 含量差异不显著;根中 Na⁺ 含量 0.6%、0.8% 2 个处理,CK、0.2% 2 个处理差异均不显著,且 0.6%、0.8% 显著高于 0.4%、CK、0.2%;叶中 Na⁺ 含量差异显著(P≤0.05),以 0.6%、0.8% 2 个处理 Na⁺ 含量最高,对照处理 Na⁺ 含量最低。表明在盐分逆境下生长的枸杞,在 0~0.8% 范围内,盐胁迫越重,其体内 Na⁺ 含量越高,且在叶中积累的 Na⁺ 最多。

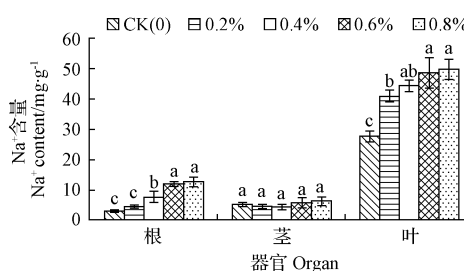


图 1 枸杞各器官的 Na⁺ 含量

Fig. 1 Na⁺ content in various organs of *Lycium barbarum*

2.2 土壤含盐量对枸杞各器官 Cl⁻ 含量的影响

由图 2 可知,各营养器官中 Cl⁻ 含量的分布规律是叶>根>茎,且经 LSD 检验,Cl⁻ 含量在这 3 个器官间差异显著(P≤0.05)。Cl⁻ 在枸杞体内的这种分布规律与 Na⁺ 的分布情况相同,也是趋向于在叶中积累的最多,在叶中大量积累以起到离子区域化和渗透调节的作用。方差分析表明,在根和叶中,0.6%、0.8% 2 个处理 Cl⁻ 含量显著高于 CK、0.2%、0.4% 3 个处理,茎中 Cl⁻ 含量相差不大(P=0.086),以 0.4%、0.6%、0.8% 3 个处理含量较高。

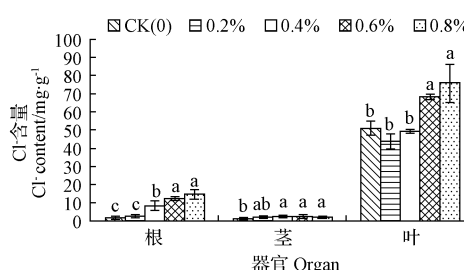


图 2 枸杞各器官的 Cl⁻ 含量

Fig. 2 Cl⁻ content in various organs of *Lycium barbarum*

2.3 土壤含盐量对枸杞各器官 K^+ 含量的影响

经方差分析,枸杞体内 K^+ 含量在各营养器官之间存在着显著差异($P \leq 0.05$),叶中积累的最多,根中积累的最少。从图 3 可以看出,随土壤含盐量的增加,叶中 K^+ 含量逐渐升高,而根和茎中 K^+ 含量却呈现先升高再降低的变化,在土壤含盐量为 0.4% 时, K^+ 含量达到最高,此变化趋势与 Na^+ 和 Cl^- 变化不同, Na^+ 和 Cl^- 含量在 0.4% 处理过后显著升高,而 K^+ 含量在 0.4% 处理过后却有所降低。这表明在盐分逆境中枸杞不同器官具有不同的适应机制。

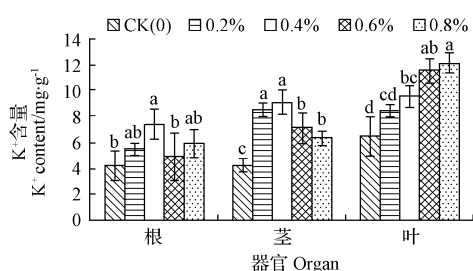


图 3 枸杞各器官的 K^+ 含量

Fig. 3 K^+ content in various organs of *Lycium barbarum*

2.4 土壤含盐量对枸杞叶片脯氨酸含量的影响

不同月份之间枸杞叶片内脯氨酸含量差异显著($P \leq 0.05$),7 月份脯氨酸含量显著高于 6 月和 8 月。由图 4 可以看出,随土壤含盐量的增加,不同月份枸杞叶片内脯氨酸含量均呈增加的趋势,且差异显著,但增加幅度有所不同,以 7 月份增加的最快,0.8% 处理较对照处理增加了 2.84%,8 月份增加的最慢,0.8% 处理较对照处理增加了 0.87%,这可能是枸杞对盐胁迫逐渐适应的结果。7 月份脯氨酸含量有所升高,8 月份又有所降低,说明枸杞随着生长发育,其抗盐性有所降低,与其它作物具有相同的规律^[10]。

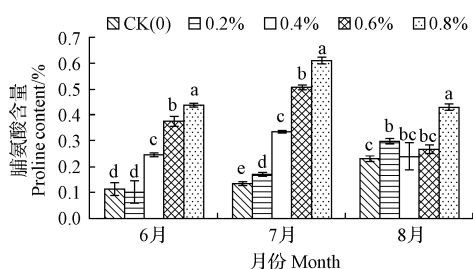


图 4 枸杞叶片脯氨酸含量的变化

Fig. 4 Changes of proline content of *Lycium barbarum*'s leaves

2.5 土壤含盐量对枸杞叶片可溶性糖含量的影响

经方差分析,不同月份之间枸杞叶片内可溶性糖含量差异显著($P \leq 0.05$),6 月份可溶性糖含量显著高于 8 月份,8 月份显著高于 7 月份。由图 5 可知,随土壤盐浓度的增加,不同月份枸杞叶片内可溶性糖含量均呈增加

的趋势,且不同土壤含盐量间存在着显著差异,但增加幅度有所不同,其中,7 月份增加的最快,0.8% 处理较对照处理增加了 0.44%,8 月份增加的最慢,0.8% 处理较对照处理增加了 0.33%,由此可见,枸杞叶片内可溶性糖含量和脯氨酸含量均在 8 月份增加的最慢。可溶性糖含量在 6 月份含量最高,7 月份含量下降,8 月份又升高,与脯氨酸含量存在着此消彼长的关系。

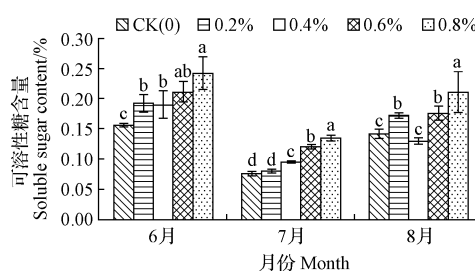


图 5 枸杞叶片可溶性糖含量的变化

Fig. 5 Changes of soluble sugar content of *Lycium barbarum*'s leaves

2.6 土壤含盐量对枸杞叶片叶绿素含量的影响

植物叶片中光合色素含量是反映植物光合能力的一个重要指标。方差分析和多重比较表明,不同月份之间枸杞叶片内叶绿素含量差异显著($P \leq 0.05$)。由图 6 可知,5 月份叶绿素含量最高,依次是 6 月和 7 月,8 月份叶绿素含量最低,说明随着盐胁迫持续时间的延长,枸杞的光合能力逐渐减弱。枸杞不同生长时期土壤含盐量对叶绿素含量的影响有所不同,5 月份各处理之间差异不显著($P = 0.177$),6 月、7 月和 8 月份各处理之间差异显著,可见在 5 月份对叶绿素含量影响程度较低。各盐度处理较对照叶绿素含量降低 0.17%~0.82%,以 6 月份降低最快,其次是 7 月和 8 月,5 月份降低最慢,说明在早期 5 月份时土壤含盐量对叶绿素含量影响程度较低,从 6 月份开始枸杞对土壤盐浓度变得较为敏感。

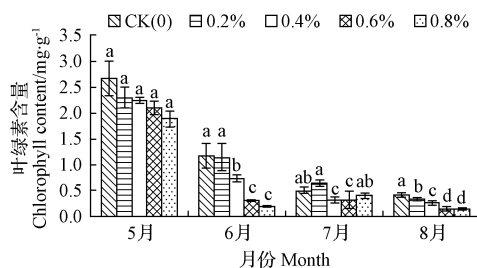


图 6 枸杞叶片叶绿素含量的变化

Fig. 6 Changes of chlorophyll content of *Lycium barbarum*'s leaves

2.7 生长表相参数的观察

由表 2 可知,随着土壤含盐量的增加,存活率、生长率和耐盐表相值均呈现不同程度的下降,且各浓度间差异显著。方差分析结果表明,在 0~0.6% 土壤含盐量范

围内,对枸杞存活率的影响差异不显著,当土壤含盐量为0.8%时,存活率显著下降。对照和0.2% 2个处理生长率是最高的,然后依次是0.4%、0.6%和0.8%处理。在0~0.4%含盐量范围内枸杞耐盐表相值呈现缓慢下降趋势,3个处理间差异不显著;CK、0.2%、0.4% 3个处理耐盐表相值显著高于0.6%、0.8% 2个处理。存活率在0.8%处理出现显著下降,生长率在0.4%处理出现显著下降,而耐盐表相值是在0.6%处理出现显著下降,导致这种现象的原因可能是受环境因素及苗木自身状况的影响。

表2 枸杞生长表相参数与土壤含盐量的关系

Table 2 Relationship of *Lycium barbarum*'s growth appearance parameters and salinity of soil

土壤含盐量 Salinity of soil/%	存活率 Survival rate	生长率 Growth rate	耐盐表相值 Salt appearances values
CK(0)	1.00±0a	17.71±1.47a	1.00±0a
0.2	0.92±0.14a	12.61±6.40a	0.96±0.06a
0.4	0.89±0.19a	6.41±4.29b	0.93±0.07a
0.6	0.85±0.13a	2.72±0.81bc	0.76±0.10b
0.8	0.52±0.25b	1.94±0.62bc	0.68±0.09b

注:不同字母表示差异达0.05显著水平。

Note: Different letters mean significant at 0.05 level.

2.8 渗透调节物质、叶绿素含量和生长表相参数的综合评价

经相关分析得到,枸杞叶片内 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、可溶性糖含量、脯氨酸含量和叶绿素含量与耐盐表相值紧密相关,其中 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、可溶性糖含量、脯氨酸含量呈负相关,相关系数分别为-0.967、-0.944、-0.957、-0.993、-0.988 ($P=0.007$ 、0.016、0.011、0.001、0.001),叶绿素呈正相关,相关系数为0.929($P=0.022$)。各指标与耐盐表相值间存在的显著相关性,表明枸杞耐盐性的高低是多因素共同作用的结果。植物的生长表相参数是其耐盐能力的重要衡量指标^[11-13],故该试验采用耐盐表相值作为枸杞抗盐性的主要评价指标。

对耐盐表相值与土壤盐浓度进行回归分析,得到回归方程为 $Y=-1.518X^2+0.659X+0.949$ ($R^2=0.932$, $F=20.399$, $P=0.018$),根据回归方程可以计算出枸杞的耐盐适宜浓度为0.61%,耐盐半衰浓度为0.81%,耐盐极限浓度为1.01%,当土壤含盐量为1.01%时枸杞生长将受到严重抑制乃至死亡。根据作物的耐盐性规定,枸杞属于耐盐性强的植物^[14-16]。

3 结论与讨论

抗盐性是受多种因素影响的,既有来自内部物质的调控,又受外界环境条件的制约,对盐胁迫的适应表现出多样性,抗盐性往往不能针对单一指标证实,需要结合多个指标共同研究。该试验从渗透调节物质、光合作用参数以及生长表相参数3个方面,对枸杞的抗盐性进

行了分析。

渗透调节是植物适应盐胁迫的最基本特征之一。在盐胁迫环境下,很多植物通过渗透调节来降低细胞水势,保持膨压,枸杞也是如此。渗透调节物质分为2类:无机盐离子和有机小分子物质。该研究表明, Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 这3种无机盐离子在叶中的含量最高,显著高于根和茎中,这有利于增大地上部和根部的渗透势差,从而使枸杞能在低渗的含盐土壤中吸收到一定的水分,维持其正常生长^[17]。这与蔺海明等^[2]的研究结果一致。Jeffrey等^[18]研究认为, Cl^- 含量的增加是为了平衡 Na^+ 和 K^+ 含量的增加,从而使植物能够茁壮成长。该试验中, Na^+ 和 Cl^- 在不同器官的变化规律基本相同,均随盐浓度增加而逐渐升高,与Jeffrey等^[18]的观点一致。

一般认为植物体内可溶性糖和脯氨酸的积累与细胞渗透浓度的升高有着直接关系,植物抗盐性的强弱依赖于细胞的持水力,而可溶性糖和脯氨酸作为渗透因子有利于维持细胞水势、保持膨压。盐胁迫下,可溶性糖和脯氨酸含量的升高,有利于枸杞抗盐性的增强。该试验结果显示,随土壤含盐量增高,枸杞叶片中脯氨酸和可溶性糖含量明显升高,且各浓度间差异显著,与忍冬^[19]、油棕^[20]、马铃薯^[21]的变化规律相同。脯氨酸和可溶性糖既可以作为渗透调节物质,又可以清除活性氧,减少盐胁迫对植物的伤害^[22]。可溶性糖含量在6月份含量最高,7月份含量下降,8月份又升高,脯氨酸含量在7月份最高,显著高于6月和8月,可见盐胁迫下二者的反应趋势不同,这与杜金友^[23]等的研究结果一致。

光合作用是植物体内重要的代谢过程,它决定着植物的生长发育情况。光合作用的强弱对于植物生长及抗逆性都具有重要的影响,因此,盐胁迫对枸杞光合特性的影响程度决定着枸杞的抗盐性水平^[24]。不同月份之间枸杞叶片内叶绿素含量差异显著,其中,5月份叶绿素含量最高,6月和7月次之,8月份叶绿素含量最低,表明随着盐胁迫持续时间的延长枸杞叶绿素含量降低,光合作用降低,耐盐性降低。5月份各处理之间差异不显著,6月、7月和8月份各处理之间差异显著,且随土壤含盐量的增高叶绿素含量下降,这可能是由于盐胁迫能促进叶绿素酶活性,加速了叶绿素的降解,使更多的叶绿素遭到破坏,影响了类囊体膜的稳定性,从而降低了叶绿体对光能的吸收^[3,25]。

枸杞体内渗透调节物质的变化和叶绿素含量的变化导致了枸杞生长表相参数的变化,而通过枸杞生长表相参数的变化来体现枸杞的耐盐性是更直接、更具有说服力的,因此该文用耐盐表相值作为评价枸杞耐盐性高低的主要指标。枸杞的耐盐适宜浓度为0.61%,耐盐半衰浓度为0.81%,耐盐极限浓度为1.01%。

参考文献

- [1] 惠红霞,许兴,李前荣. NaCl胁迫对枸杞叶片甜菜碱、叶绿素荧光及叶绿素含量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(3): 109-114.
- [2] 蔺海明,王龙强,贾恢先,等. 盐地枸杞不同营养器官中盐离子分布规律[J]. 果树学报, 2006, 23(5): 732-735.
- [3] 魏玉清,许兴,王璞. 土壤盐胁迫下宁夏枸杞的生理反应[J]. 植物生理科学, 2005, 21(9): 213-217.
- [4] 何卓彦,戴耀良,庄雪影. 7种园林地被植物耐盐性研究[J]. 广东园林, 2011, 33(6): 67-73.
- [5] 樊华,张群,王海洋,等. 7种园林植物的耐盐性研究[J]. 林业科技, 2007, 32(2): 65-68.
- [6] 王宝山,邹琦,赵可夫. 高粱不同器官生长对 NaCl胁迫的响应及其耐盐阈值[J]. 西北植物学报, 1997, 17(3): 279-285.
- [7] 刘一明,程凤枝,王齐,等. 四种暖季型草坪植物的盐胁迫反应及其耐盐阈值[J]. 草业学报, 2009, 18(3): 192-199.
- [8] 张豫,王立洪,陈秀龙,等. 塔里木盆地棉花耐盐函数的试验研究[J]. 中国农村水利水电, 2010(8): 80-82.
- [9] 杨晴,郭守华. 植物生理生化实验[M]. 北京:中国农业科学技术出版社, 2010.
- [10] 苗济文,王平武. 碱茅草在宁夏的适应性及耐盐性研究[J]. 中国草地, 1993(3): 32-35.
- [11] Maas E V. Salt tolerance of plants[J]. Applied Agricultural Research, 1986(1): 12-26.
- [12] Kuiper P J C, Kuiper D, Schuit J. Root functioning under stress conditions: An introduction[J]. Plant Soil, 1988, 111: 249-258.
- [13] Mladenova Y I. Influence of salt stress on primary metabolism of *Zea mays* L. seedlings of model genotypes[J]. Plant Soil, 1990, 123: 217-224.
- [14] 邹志国,潘昌保,夏杰. 江苏沿海垦区主要农作物耐盐性试验研究[J]. 土壤通报, 1999, 30(1): 23-25.
- [15] 赵可夫. 植物抗盐生理[M]. 北京:中国科学技术出版社, 1993.
- [16] 许兴. 宁夏枸杞耐盐性与生理生化特征研究[J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(3): 70-73.
- [17] 赵可夫,李法增,张福锁. 中国盐生植物[M]. 北京:科学出版社, 2013.
- [18] Jeffrey R, Seemann, Christa C. Effects of salt stress on the growth, ion content, stomatal behaviour and photosynthetic capacity of a salt-sensitive species, *Phaseolus vulgaris* L. [J]. Planta, 1985, 164: 151-162.
- [19] Bao Y J, Ji J, Wang D, et al. Effects of salt stress on the contents of proline in different varieties of *Lonicera japonica* Thunb[J]. Medicinal Plant, 2011, 2: 13-14, 17.
- [20] Haum S, Takabe T, Kirdmanee C. Ion contents, relative electro-lyte leakage, proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of oil palm seedlings in response to salt stress[J]. Pak J Bot, 2010, 42(3): 2191-2200.
- [21] 孙晓光,何青云,李长春,等. 混合盐胁迫下马铃薯渗透调节物质含量的变化[J]. 中国马铃薯, 2009, 23(3): 129-132.
- [22] Li G, Wan S W, Zhou J, et al. Leaf chlorophyll fluorescence, hyperspectral reflectance, pigments content, malondialdehyde and proline accumulation responses of castor bean (*Ricinus communis* L.) seedlings to salt stress levels[J]. Industrial Crops and Products, 2010, 31: 13-19.
- [23] 杜金友,刘艳芳,杨晴. 干旱胁迫条件下胡枝子渗透物质的变化[J]. 福建林学院学报, 2006, 26(4): 349-352.
- [24] 惠红霞,许兴,李守明. 盐胁迫抑制枸杞光合作用的可能机理[J]. 生态学杂志, 2004, 23(1): 5-9.
- [25] Eva-Mari A, Mccaffery S, Anderson J M. Photoinhibition and DI protein degradation in peas acclimated to different growth irradiances[J]. Plant Physiol, 1993, 103: 599-626.

Effect of Salinity of Soil on Physio-biochemistry Indexes of *Lycium barbarum*

WU Xiao-jing, YANG Qing, ZHANG Guo-jun, YANG Jun-ming

(College of Horticulture Science, Hebei Normal University of Science and Technology, Qinhuangdao, Hebei 066600)

Abstract: Taking one-year-old cutting seedlings of *Lycium barbarum* as material, osmotic regulation substances, chlorophyll content and growth appearance parameters were studied under the stress of 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1.0% salinity of soil, with water as control. The results indicated that the content of Na⁺, K⁺ and Cl⁻ in different organs were different. The content of Na⁺ and Cl⁻ were the highest in leaves and were no significant differences in roots and stems. The content of K⁺ was also different among organs, leaves > stems > roots. The content of Na⁺, K⁺ and Cl⁻ in overground parts were higher than that in underground parts. The content of Na⁺, Cl⁻, soluble sugar, proline increased with increasing salt concentration. The content of chlorophyll was no significant differences in May and decreased with increasing salt concentration in June, July and August. Survival rate, relative growth rate and salt appearances values decreased with increasing salt concentration. There was a significant correlation between salt appearances values and each index, which showed that the level of salt tolerance of *Lycium barbarum* was the result of many factors working together. From the above analysis, it could be considered that *Lycium barbarum* had more salt-tolerance and was suitable for coastal saline areas for afforestation.

Key words: *Lycium barbarum*; stress; salinity of soil; physio-biochemistry indexes